

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pembuatan alat-alat rumah tangga, biasanya pembuatannya dimulai dari tahap perancangan, pembentukan dan tahap penyelesaian. Agar diperoleh umur serta ketahanan terhadap korosi yang tinggi biasanya tahap penyelesaiannya dilakukan dengan melapisi benda kerja dengan logam lain, diantaranya dengan electroplating, Benda kerja yang tidak dilapisi oleh lapisan pelindung lebih cepat terserang korosi. Korosi adalah peristiwa kerusakan permukaan pada logam akibat pengaruh lingkungan. Peristiwa ini tidak dikehendaki karena dapat merusak baik fungsi maupun tampak rupa dari logam yang mengalami peristiwa tersebut. Meskipun proses korosi adalah proses alamiah yang berlangsung dengan sendirinya dan tidak dapat dicegah secara mutlak, akan tetapi pencegahan dan penanggulangan tetap diperlukan. Tahap penyelesaian dengan pelapisan logam selain mencegah korosi juga berfungsi dekoratif.

Dari sekian banyak jenis pelapisan logam, salah satunya adalah pelapisan nikel, yang bertujuan untuk memperbaiki sifat permukaan logam agar tahan korosi dan memperindah penampilan.

Proses pelapisan logam ini dilakukan dengan sistim elektroplating dimana logam pelapis dalam hal ini nikel bertindak sebagai anoda, sedangkan benda kerja yang dilapisi sebagai katoda, kedua elektroda tersebut dicelupkan dalam suatu elektrolit yang mengandung nikel sulfat. Dalam operasi pelapisan, kondisi operasi perlu diperhatikan karena akan menentukan berhasil tidaknya proses pelapisan serta mutu yang diinginkan, dalam kaitannya dengan tebal lapisan yang terbentuk pada logam dasar, ada beberapa kondisi operasi yang mempengaruhi, diantaranya rapat arus, konsentrasi larutan, temperatur. Pelapisan kali ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh besar kecilnya arus listrik dan konsentrasi elektrolit terhadap ketebalan pelapisan dalam proses pelapisan nikel.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah yang perlu dicari jawabannya adalah:

- a. Ada tidaknya pengaruh perubahan arus pelapisan terhadap ketebalan hasil pelapisan pada proses elektrolating,
- b. Ada tidaknya pengaruh perubahan konsentrasi larutan terhadap ketebalan pada proses elektrolating,
- c. Ada tidaknya interaksi antara perubahan arus dan konsentrasi larutan terhadap ketebalan pelapisan pada proses elektrolating

1.3 Manfaat penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai bahan referensi, untuk mendapatkan hasil pelapisan yang paling efektif bagi perusahaan pelapisan logam khususnya untuk pelapisan Ni pada baja carbon rendah dengan cara mengatur arus yang digunakan disesuaikan dengan konsentrasi larutan sehingga didapatkan ketebalan pelapisan sesuai dengan yang diinginkan.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- a. Rancang bangun alat pelapisan elektrolating yang digunakan untuk pelapisan nikel.
- b. Mendapatkan data perubahan arus dan konsentrasi larutan elektrolit terhadap ketebalan pelapisan.
- c. Sebagai referensi tentang variasi arus listrik dan konsentrasi larutan terhadap tebal pelapisan.

1.5 Batasan masalah

Mengingat begitu kompleksnya permasalahan pelapisan nikel agar tujuan penelitian diatas tercapai, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut

- a. Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin POLITAMA
- b. Bahan yang digunakan baja karbon rendah (*low carbon steel*).
- c. Elektrolit menggunakan ketentuan Watt.
- d. Parameter pelapisan meliputi arus, komposisi larutan, temperatur, waktu, luas permukaan substrat dan tegangan.

e. Variabel terikatnya adalah ketebalan permukaan pelapisan.

1.6 Originalitas

Penelitian mengenai elektroplating telah dilakukan antara lain tentang pengaruh pelapisan nikel pada suhu pelapisan 60°C dan 70°C serta waktu pelapisan 2, 3, 4 dan 5 menit pada baja karbon rendah terhadap nilai ketebalan lapisan. Diperoleh hasil bahwa semakin tinggi rapat arus semakin tebal lapisan nikel yang terbentuk. Penelitian pengaruh rapat arus dan waktu pelapisan nikel terhadap nilai ketebalan dengan waktu 30, 60 dan 90 menit. Hasil yang diperoleh bahwa rapat arus dan waktu elektroplating yang semakin tinggi akan semakin meningkatkan seiring dengan naiknya ketebalan lapisan. Penelitian tentang pengaruh waktu pelapisan 5, 10 dan 15 menit dengan suhu 40°C , 50°C dan 60°C diperoleh hasil bahwa nilai suhu dan waktu yang semakin besar maka semakin tebal pula lapisan nikel. Telah diteliti tentang pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dengan suhu larutan nikel 60°C dengan waktu 5, 10, 15, 20 dan 25 menit diperoleh hasil ketebalan lapisan nikel meningkat linier dengan waktu. Dari beberapa penelitian di atas perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perubahan arus dan konsentrasi larutan terhadap ketebalan lapisan Ni.

1.7 Sistematika penulisan

Laporan ini ditulis dalam 5 bab. Bab I berisi uraian tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, manfaat penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab II tinjauan kepustakaan, berisi tentang beberapa teori atau konsep yang berkaitan dengan permasalahan pelapisan nikel, proses pembuatan larutan elektrolit, yang diambil dari berbagai literatur maupun journal. Bab III metode penelitian, berisi tahapan yang dilalui dalam menyelesaikan masalah secara sistematika, mulai material penelitian, peralatan penelitian, diagram alir penelitian, variabel penelitian, desain eksperimen dan analisa data. Bab IV hasil dan pembahasan, pada bab ini berisi hasil dan pembahasan penelitian yang dihitung secara teoritis dan dibandingkan dengan kondisi praktisnya. Bab V kesimpulan dan saran, berisi tentang hasil yang diperoleh dikaitkan dengan pokok permasalahan, tujuan penelitian dan usulan untuk perbaikan dalam pelapisan nikel.

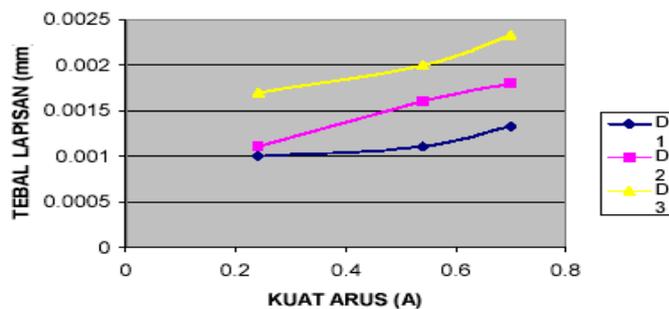
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian pendahulu

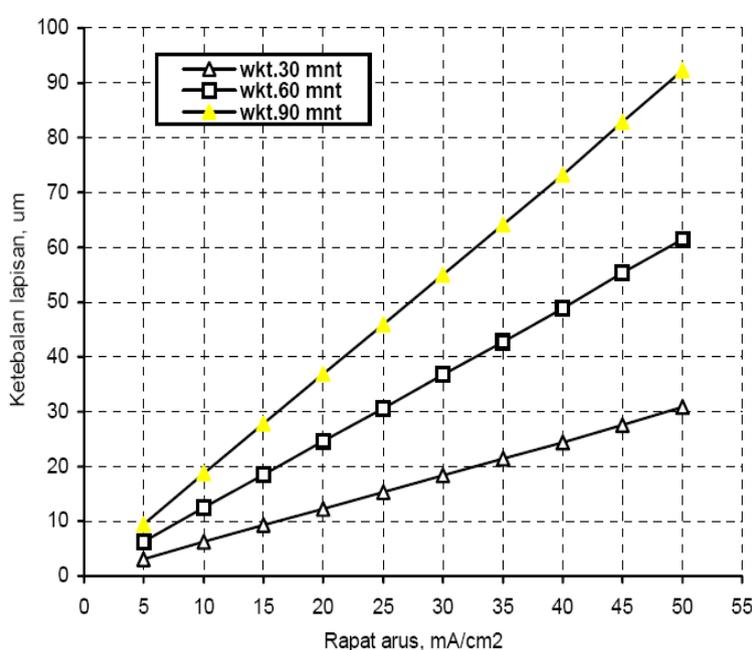
Penelitian tentang pengaruh kuat arus dan konsentrasi larutan elektrolit terhadap ketebalan nikel pada pelapisan elektroplating baja karbon rendah ini didahului dengan mengkaji beberapa penelitian yang telah dilakukan :

Andayani (2009) melakukan penelitian pelapisan crom pada stone ware dan earthen ware, sampel atau benda uji dibuat dengan ukuran 4 x 8 x 0.5 cm. Selanjutnya agar bahan uji (bahan non konduktor) tersebut mampu sebagai konduktor dalam proses elektroplating maka sebelumnya dilapisi dengan lapisan karbon tipis. Ketebalan lapisan akan semakin meningkat seiring dengan naiknya kuat arus dan bertambahnya titik distribusi arus. Nilai ketebalan paling kecil didapatkan pada pelapisan dengan kuat arus 0.24 A dan satu titik distribusi arus yaitu 0.0010 mm, sedangkan ketebalan maksimum didapatkan pada kuat arus 0.7 A dengan tiga titik distribusi arus sebesar 0.00233 mm. Gambar 2.1. grafik hubungan antara kuat arus dengan tebal lapisan menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kuat arus listrik yang mengalir maka jumlah ion-ion akan semakin banyak, sehingga ion-ion Ni^{2+} dan Cr^{3+} akan semakin banyak terlepas dari larutan dan mengendap pada katoda/benda kerja. Permukaan spesimen yang tidak rata/halus menyebabkan tebal lapisan yang terbentuk tidak seragam, sehingga dengan kenaikan kuat arus 0,2 A akan diperoleh ketebalan lapisan yang sangat berbeda.



Gambar 1.1 Hubungan antara kuat arus dengan tebal lapisan

M. Husna Al Hasa, (2007) meneliti pengaruh rapat arus dan waktu pelapisan terhadap nilai ketebalan lapisan nikel. Waktu pelapisan nikel : 30, 60 dan 90 menit. Dari penelitian ini diperoleh data-data bahwa ketebalan lapisan mulai dari 3.1 μm pada 5mA/cm² hingga mencapai 30.8 μm dengan waktu 30 menit, 61.5 μm dengan waktu 60 menit dan 92.3 μm dengan waktu 90 menit, 50 mA/cm². Penambahan ketebalan lapisan dimungkinkan karena rapat arus yang semakin tinggi memacu percepatan pelepasan elektron. Sementara itu waktu pelapisan semakin lama akan memperbesar kesempatan proses reaksi reduksi dari ion positif ke logam pelapis dan memperpanjang waktu transportasi gerakan ion positif menuju kutub negatif (permukaan logam yang dilapis). Dari data di atas dapat dibuat grafik sebagai berikut



Gambar 1.2. Hubungan ketebalan lapisan Ni dengan rapat arus dan waktu

2

Sebagai kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah bahwa rapat arus dan waktu elektroplating yang semakin tinggi akan semakin meningkatkan ketebalan lapisan yang terbentuk.

Santosa dan Martijanti (2009) melakukan penelitian tentang Pengaruh parameter proses pelapisan nikel terhadap ketebalan lapisan. Tebal lapisan yang dihasilkan pada permukaan medali ini akan dipengaruhi oleh beberapa parameter proses pelapisan, diantaranya rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan. Metode penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimental dengan melakukan pengujian ketebalan terhadap medali yang telah dilapis nikel dengan menvariasikan parameter

waktu pelapisan (5, 10, 15 menit), arus (0,28, 0,35, 0,42 amper) dan temperatur (40° C, 50° C, 60° C). Parameter waktu pelapisan, temperatur dan rapat arus yang digunakan selama proses pelapisan ini akan mempengaruhi hasil lapisan nikel secara kuantitas, dimana semakin lama waktu pelapisan semakin besar rapat arus dan semakin tinggi temperatur yang digunakan maka semakin tebal lapisan nikel yang dihasilkan pada permukaan medali. Dari hasil pengujian diperoleh nilai tertinggi untuk tebal lapisan adalah 82 μm pada 0.42 amper dengan waktu pelapisan 15 menit dan temperatur pelapisan 60° C

I Ketut suarsana (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan. Pada penelitian ini menggunakan spesimen berupa tembaga yang berjumlah 15 buah dengan panjang 60 mm dan diameter 14 mm. Dalam pelaksanaan menggunakan tegangan 5 Volt temperatur 60° C dengan arus 50 A dan variasi waktu dilakukan 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit dengan tiga kali pengulangan. Sedang pada pelapisan ke dua dengan variasi waktu pelapisan nikel pada tembaga yang dilakukan dengan range 5 menit sampai 25 menit. Hasil penelitian ketebalan pelapisan meningkat, yaitu pada waktu pelapisan nikel 5 menit ketebalannya adalah 14,1 μm hingga pada waktu pelapisan 25 menit ketebalannya menjadi 55,77 μm seperti terlihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Data hasil pengujian lapisan pada arus 50 A

Waktu pelapisan (menit)	Spesimen	Ketebalan lapisan (μm)
5	1	3
	2	4
	3	4
10	1	6,5
	2	6,5
	3	7,5
15	1	8
	2	9,5
	3	9
20	1	12
	2	10
	3	10,5
25	1	15
	2	15
	3	13,5

M.M. Abou Krisha, F.H. Assaf dan A.A. Togan (2005) melakukan penelitian tentang elektrodeposisi Zn-Ni paduan dari sulfat bath, dengan perbedaan waktu deposisi, konsentrasi nikel dan asam sulfat. Pada kondisi pengamatan, elektrodeposisi dari paduan memiliki jenis anomali. Ketika konsentrasi nikel dalam bath dipertahankan antara 0,10 dan 0,50 M, dihasilkan deposit dengan nikel 4,8-27,2%. Dari hasil defraksi sinar X bahwa paduan terdiri dari δ -fase atau campuran dari dua fase δ dan γ , dalam kaitannya dengan variabel yang berbeda. Dari SEM, dapat disimpulkan bahwa butiran halus dapat diperoleh dengan bath yang mengandung 0,50 MNi^{2+} dan 0,01 M H_2SO_4 konsentrasi pada waktu deposisi yang lama. Hal ini memberikan kontribusi terhadap peningkatan ketahanan korosi. Jumlah Zn dan Ni terdeposit dan ketebalan deposit menurun ketika H_2SO_4 meningkat, tetapi pada saat yang sama, jumlah relatif Ni terdeposit meningkat ketika Zn menurun. Pada 1 menit, deposit diperkaya dengan Zn, yang menunjukkan jumlah Zn yang diendapkan tinggi, dan lapisan awal sebagian besar terdiri dari Zn (codeposition anomali). Selain itu, tampak bahwa pada saat deposisi singkat, evolusi hidrogen lebih mudah diamati.

2.2 Elektroplating

Elektroplating adalah suatu proses pengendapan zat (ion-ion logam) pada elektroda (katoda) dengan cara elektrolisa. Terjadinya suatu endapan pada proses ini adalah karena adanya ion-ion bermuatan listrik berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit, hasil dari elektrolit tersebut akan mengedap pada elektroda yang lain (katoda).

Selama proses pengendapan/deposit berlangsung terjadi reaksi kimia pada elektroda dan elektrolit baik reduksi menuju arah tertentu secara tetap, oleh karena itu dibutuhkan arus listrik searah dan tegangan yang konstant.

Hukum elektrolis Faraday (1833) sampai saat ini merupakan dasar dalam pemahaman elektro kimia :

- a. Jumlah perubahan kimia oleh satuan arus listrik sebanding dengan banyaknya arus yang mengalir.
- b. Jumlah aneka bahan berbeda yang dibebaskan oleh sejumlah tertentu listrik sebanding dengan berat ekuivalen kimianya.

Hukum faraday sangat erat kaitannya dengan efisiensi arus yang terjadi pada proses pelapisan secara listrik. Efisiensi arus terjadi pada proses pelapisan secara listrik

Efisiensi arus adalah perbandingan berat endapan secara teoritis dan dinyatakan dalam persen (%) (hukum ohm) :

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

I = Besarnya arus (amper)

V = Tegangan (volt)

R = Tahanan (ohm)

2.3 Tegangan elektroplating

Tegangan merupakan salah satu faktor terpenting dalam proses elektroplating karena mempengaruhi penguraian ion-ion logam menjadi logam yang menempel pada benda kerja yang dilapisi. Berdasarkan hukum ohm dapat disajikan sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho l}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Hubungan kuat arus (I) dengan luas permukaan yang akan dilapisi (A) dapat dinyatakan dalam hukum ohm dibawah ini :

$$I = \frac{VA}{\rho l} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

A = Luas permukaan (m²)

ρ = Tahanan jenis (ohm m)

Berdasarkan rumus diatas maka kuat arus berbanding lurus dengan luas permukaan benda kerja yang akan dilapisi, dengan sendirinya penambahan luas permukaan benda kerja yang akan diikuti oleh penambahan rapat arus.

Selain tegangan hal yang juga berperan penting dalam proses elektroplating adalah rapat arus karena menentukan tingkat kecepatan pelapisan dan dapat memperkecil ukuran butir, tetapi apabila rapat arus terlalu tinggi maka hasil lapisan akan kasar, bersisik dan terbakar.

Karena tahanan listrik pada elektrolit yang jauh lebih besar dari pada pada logam, yang diperhatikan adalah pada elektrolitnya dan batas antara logam (elektroda) dan elektrolitnya, dan hubungan potensial dalam elektrolit serta antar muka elektrolit elektroda itu tidak selalu sesederhana hubungan sekitar arus listrik.

Potensial elektroda mengikuti hukum nerst

$$E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{A_{ox}}{A_{red}} = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a}{a_{log}} = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln a \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

E = Potensial elektroda

E° = Potensial elektroda standar bahan elektroda

R = Ketetapan gan ($8,3143 \text{ JK}^{-1}$)

T = Suhu (kelvin)

F = Faraday

N = Perubahan valensi (ox = bentuk teroksidasi, red = bentuk tereduksi, log = logam)

Potensial elektroda digunakan sebagai dasar dalam penentuan elektroda dimana elektroda digunakan sebagai katoda atau anoda. Logam dengan nilai potensial elektroda yang lebih tinggi dia akan dijadikan anoda sebaliknya logam yang memiliki potensial

rendah digunakan sebagai katoda. Ini sebagai syarat agar supaya terjadi pelapisan dan inilah yang menjadikan terjadinya beda potensial. Urutan dari potensial elektroda dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Deret daya gerak listrik (William D. Callister, Jr. 2007)

Reaksi elektroda	Standard elektroda,	Potensial E° (V)
↑ Katodik (Oksidasi) Anodik (Reduksi) ↓	$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Au}_{(s)}$	+1.420
	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$	+0.340
	$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_{2(g)}$	0.000
	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}_{(s)}$	-0.250
	$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Co}_{(s)}$	-0.277
	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}_{(s)}$	-0.440
	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}_{(s)}$	-0.763
	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mn}_{(s)}$	-1.182
	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}_{(s)}$	-1.662
	$\text{Na}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na}_{(s)}$	-2.714
$\text{K}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{K}_{(s)}$	-2.924	

Dari hukum Faraday bahwa pada elektrolit zat yang diendapkan berbanding lurus dengan waktu dan arus listrik. Berat logam yang diendapkan, dapat ditulis sebagai berikut :

$$W = \frac{Ma \cdot I \cdot t}{nF} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

W = Berat logam yang diendapkan (gr)

Ma = Massa atom (gr)

I = Arus listrik (amper)

t = Waktu (detik)

n = Elektron valensi

F = Faraday (96.500)

Secara matematis ketebalan lapisan yang terbentuk, menurut lowenheim dirumuskan sebagai berikut :

$$\delta = \frac{W}{\rho \cdot A} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

δ = Tebal lapisan terbentuk (cm)

W = Berat lapisan yang terbentuk (gr)

ρ = Massa jeni pelapis (gr/cm^3)

A = Luas permukaan setelah dilapis (cm^2)

Ketebalan teoritis dapat dihitung pula dari substitusi persamaan (2.5) dan (2,6) yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\delta = \frac{Ma \cdot I \cdot t}{\rho \cdot A \cdot n \cdot F} \dots\dots\dots (2.7)$$

Efisiensi arus, biasanya dinyatakan dalam bentuk prosentase, yaitu perbandingan antara berat aktual berbanding terbalik dengan berat ideal/teoritisnya, secara matematis dituliskan :

$$\epsilon = 100 \times \frac{W_{akt}}{W_{teoritis}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

W_{akt} = Berat hasil penimbangan (gr)

$W_{teoritis}$ = Berat hitungan secara teoritis (gr)

2.4 Nikel sebagai logam pelapis

Nikel merupakan unsur ke-24 terbanyak dalam batuan bumi. Biasanya nikel terdapat bersama besi dan kobalt. Pada saat ini, pelapisan nikel pada besi banyak sekali dilaksanakan baik untuk tujuan pencegahan karat ataupun untuk menambah keindahan. Dengan hasil lapisannya yang mengkilap maka dari segi ini nikel adalah paling banyak diinginkan untuk melapis permukaan. Jenis lain dari pelapisan nikel adalah pelapisan yang berwarna hitam. Warna hitam ini pun tampak menarik dan biasanya digunakan untuk melapis laras senapan dan lainnya.

Nikel bersifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras. Sifat-sifat lainnya dari nikel tercantum pada tabel 2.2 di bawah.

Tabel 2.2 Data spesifikasi nikel (ASM Metals Handbook 1994)

Kreteria	Spesifikasi
Titik lebur	1453° C
Titik didih	291° C
Massa atom	58,6934 gr/mol
Massa jenis	8,908 gr/cm ³
Struktur Kristal	FCC
Kalor Peleburan	17,48 kJ/mol
Kalor Penguapan	377,5 kJ/mol

Nikel juga memiliki kekerasan dan kekuatan yang sedang, keuletannya baik, daya hantar listrik dan termal juga baik. Senyawa nikel digunakan terutama sebagai katalis dalam elektroplating. Pada proses plating, walau kebanyakan nikel sebagai anodanya, tetap perlu terus ditambahkan garam ke bak plating. Garam-garam yang digunakan untuk plating misalnya nikel karbonat, nikel khlorida, nikel fluoborat, nikel sulfamat, dan nikel sulfat.

Nikel pada paduannya terutama dibuat secara elektrolisa, nikel adalah logam yang berwarna keabu-abuan mempunyai sel satuan kubus berpusat muka (fcc). Setelah penganilan kekuatannya 45-55 kgf/mm², perpanjangannya 40-50% dan kekerasannya 80-90 Brinell. Nikel baik sekali dalam ketahanan panas dan ketahanan korosinya, tidak rusak oleh air kali atau air laut dan alkali, akan tetapi nikel bisa rusak oleh asam nitrat dan sedikit terkorosi oleh asam khlora dan asam sulfat.

Seperti telah dikemukakan di atas nikel dipergunakan sebagai unsur paduan untuk baja, dan paduan nikel tahan panas. Nikel sendiri dibuat dalam bentuk pelat tipis batangan

pendek, pipa dan kawat, yang dipakai untuk pembuatan tabung elektron dan penggunaan dalam industri makanan.

2.5 Logam yang dilapis

Baja merupakan salah satu bahan yang mudah disesuaikan bentuknya oleh karena itu baja banyak digunakan. Baja diproduksi dengan mutu yang terjamin sehingga untuk tuntutan dan maksud penggunaannya senantiasa tersedia jenis baja yang sesuai.

Baja karbon adalah paduan besi dan karbon dimana unsur karbonnya menentukan sifat mekanik dan fisik sedangkan unsur paduan yang lainnya bersifat sebagai pendukung. Karbon merupakan unsur penguat besi yang efektif dan murah, oleh karena itu umumnya sebagian besar baja komersial hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lain. Unsur Mn lebih dominan sebagai unsur paduan digunakan untuk menambah kekuatan. Sebagian besar baja komersial umumnya terdiri dari bahan jenis hipoeutectoid, yaitu dengan kadar karbon < 0.8 persen, bahkan jarang sekali dijumpai baja komersial jenis eutectoid yaitu dengan kadar karbon = 0.8 persen. (R.E.Smallman.1991).

Baja karbon merupakan bahan teknik yang paling banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Meskipun baja karbon relatif terbatas ketahanan korosinya namun baja karbon digunakan dalam tonase besar dalam aplikasi laut, pembangkit listrik, bidang transportasi, pengolahan kimia, minyak bumi produksi dan penyulingan, jaringan pipa, pertambangan, konstruksi, dan beberapa jenis peralatan. Korosi dapat menurunkan mutu dan daya guna akibat adanya reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Langkah-langkah spesifik telah banyak diambil dalam industri untuk mengurangi korosi pada baja karbon.

Di pasaran produksi baja, terdapat tiga kelompok baja karbon berdasarkan kadar karbonnya yaitu:

- 1). Baja karbon rendah (*low carbon steel*) yaitu baja dengan kandungan karbon $< 0,3\%$, memiliki kekuatan sedang dengan keuletan yang baik dan sesuai tujuan fabrikasi, konstruksi atau struktural seperti; jembatan, bangunan gedung, kendaraan bermotor dan kapal laut.
- 2). Baja karbon sedang (*medium carbon steel*), yaitu baja dengan kandungan karbonnya berkisar $0,3\% - 0,7\%$. Baja ini dapat ditingkatkan kekuatannya melalui proses *heat treatment* atau dengan *case hardening*. Baja jenis ini banyak digunakan untuk pegas. Baja dengan kandungan karbon $0,4\% - 0,6\%$ digunakan juga untuk rel.

- 3). Baja karbon tinggi (*high carbon steel*), yaitu baja yang mengandung 0,7% - 1,7% karbon dan juga mangan antara 0,3% - 0,90% . Baja jenis ini banyak digunakan sebagai bahan pegas yang memerlukan kekuatan besar.

Posisi dan kondisi pada masing-masing kelompok baja karbon di atas pada suhu dan kadar karbonnya dapat dilihat pada gambar diagram fasa Fe-Fe₃C.

Tabel 2.3. Karakteristik mekanis dan aplikasi pemakaian dari beberapa jenis baja (William D. Callister, Jr. 2007)

AISI/SAE Or ASTM nUMBER	Tensile Strength [MPa (Ksi)]	Yield Strength [MPa (Ksi)]	Ductility [%EI in 50 mm (2 in)]	Typical aplication
Plain low carbon steels				
1010	325 (47)	180 (26)	28	Automobile panel and wire
1020	380 (55)	205 (30)	25	Pipe : struktural and sheet steel
A36	400 (58)	220 (32)	23	Struktural (bridges ang building)
A516 grade 70	485 (70)	260 (38)	21	Low temperature presure vesels

Tabel 2.4. Komposisi berbagai jenis baja karbon (William D. Callister, Jr. 2007)

Designation		Cmposition (wt)		
AISI/SAE or ASTM Number	UNS Number	C	Ma	Other
Plain carbon steels				
1010	G10100	0,19	0,45	
1020	G10200	0,20	0,45	
A 36	K026	0,29	1,00	0,20 Cu (min)
A516	K02700	0,31	1,00	0,25 Si

• 2.6 Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kualitas pelapisan nikel.

Beberapa parameter yang dapat mempengaruhi pelapisan logam diantaranya adalah konsentrasi larutan, rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan

2.6.1 Komposisi larutan

Elektrolit adalah zat-zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Pada dasarnya elektrolit yang dipergunakan dalam bentuk larutan asam/ basa dicampur dengan air

murni. Air murni yang dimaksudkan adalah air yang tidak mengandung zat yang dapat merubah sifat elektrolit. dengan tujuan antara lain:

- a. Unsur logam yang dideposisikan (dilarutkan).
- b. Membentuk kompleks dengan ion logam deposisinya.
- c. Menyediakan sarana hantaran listrik.
- d. Stabilisasi larutan.
- e. Stabilisasi tingkat keasaman (pH).
- f. Mengubah/mengatur bentuk fisik deposit.
- g. Membantu larutan anoda.
- h. Mengatur sifat-sifat lain larutan/depositnya.

Larutan elektrolit yaitu zat-zat yang dilarutkan dalam air murni yang dapat menjembatani partikel-partikel bermigrasi dari anoda ke katoda. Konsentrasi ini akan berkaitan dengan nilai pH dari larutan. Pada larutan elektrolit nikel mempunyai batas-batas pH yang diijinkan agar proses tersebut berlangsung baik, berkisar antara 2 – 4,5. Jika nilai pH melebihi dari nilai yang diijinkan maka akan terjadi sumuran pada permukaan produk dan lapisan nikel kasar pada permukaan benda yang dilapisi. Untuk menentukan besarnya konsentrasi yang diijinkan dalam pembuatan elektrolit ditentukan dari tabel 2.3.

Dalam proses pelapisan nikel temperatur elektrolit juga sangat menentukan hasil pelapisan temperatur diatur sesuai dengan ketentuan yang ada, untuk meratakan distribusi ion nikel agar supaya ketebalan yang diperoleh sama maka dalam proses elektrolating dibutuhkan pengaduk bisa dengan menggunakan udara dengan cara dihembuskan udara melalui kompresor kedalam elektrolit, bisa juga secara mekanik yaitu diaduk langsung dengan menggunakan pengaduk.

Arus yang digunakan juga harus disesuaikan dengan luasan permukaan yang dilapisi dimana semakin luas permukaan yang dilapisi maka arus yang digunakan juga harus semakin besar, tapi bukan berarti boleh melebihi ketentuan yang sudah ada yang tercantum dalam tabel 2.5.

Keasaman (pH) 2 – 4,5 merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses elektrolating maka dari itu dalam prosesnya pH ini harus dipertahankan, untuk mempertahankan ini maka digunakan asam borak.

Tabel 2.5 Nickel electroplating solution (ASM Metals Handbook hal. 1.4).

Elektrolyte Composition (gr/l)	Watts nickel	Nickel sulfamate	Typical semibright bath
Nickel sulfate $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	225 to 400	300
Nickel sulfamate $\text{Ni}(\text{SO}_2\text{NH}_2)_2$	300 – 450
Nickel chloride, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30 – 60	0 – 30	35
Boric Acid, H_3BO_3	30 - 45	30 – 45	45
Operating condition			
Temperature, °C	44 to 66	32 to 60	54
Agitation	Air or mechanical	Air or mechanical	Air or mechanical
Cathode current density, A dm^2	3 to 11	0,5 to 30	3 to 10
Anodes	Nickel	Nickel	nickel
pH	2 to 4,5	3,5 to 5,0	3,5 to 4,5

2.6.2 Rapat Arus

Rapat arus adalah harga yang menyatakan jumlah arus listrik yang mengalir persatuan luas permukaan elektroda. Terbagi dalam dua macam rapat arus anoda dan rapat arus katoda. Pada proses lapis listrik rapat arus yang diperhitungkan adalah rapat arus katoda, yaitu banyaknya arus listrik yang diperlukan untuk mendapatkan atom-atom logam pada tiap satuan luas permukaan benda kerja yang akan dilapis. Untuk proses elektroplating ini faktor rapat arus memegang peranan sangat penting, karena akan mempengaruhi efisiensi pelapisan, reaksi reduksi oksidasi dan difusi dari hasil pelapisan pada permukaan benda yang dilapis.

2.6.3 Temperatur dan waktu pelapisan

Temperatur terlalu rendah dan rapat arus yang cukup optimum akan mengakibatkan hasil pelapisan menjadi kasar dan kusam, tetapi jika temperatur tinggi dengan rapat arus yang optimum maka hasil pelapisan menjadi tidak merata. Waktu pelapisan akan mempengaruhi terhadap kuantitas dari hasil pelapisan yang terjadi dipermukaan produk yang dilapis.

Kenaikan temperatur akan menyebabkan naiknya konduktifitas dan difusitas larutan elektrolit, berarti tahanan elektrolit akan mengecil sehingga potensial dibutuhkan untuk mereduksi ion-ion logam berkurang. Sebagai acuan penelitian menentukan waktu dapat diambil dari tabel 2.6

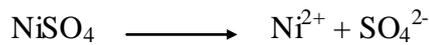
Tabel 2.6 Data electro deposition nickel (ASM Metals Handbook 1994).

Ketebalan lapisan, (μm)	Waktu (menit) pelapisan pada rapat arus (A/dm^2)									
	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6	8	10
2	20	10	6.8	5.1	3.4	2.6	2.0	1.7	1.3	1
4	41	20	14	10	6.8	5.1	4.1	3.4	2.6	2
6	61	31	20	15	10	7.7	6.1	5.1	3.8	3.1
8	82	41	27	20	13	10	8.2	6.8	5.1	4.1
10	10	51	34	26	17	13	10	8.5	6.4	5.1
12	120	61	41	31	20	15	12	10	7.7	6.1
14	140	71	48	36	24	18	14	12	8.9	7.1
16	160	82	54	41	27	20	16	14	10	8.2
18	180	92	61	46	31	23	18	15	11	9.2
20	200	100	68	51	34	26	20	17	13	10
40	410	200	140	100	68	51	41	34	26	20

Waktu pelapisan akan mempengaruhi terhadap kuantitas dari hasil pelapisan

2.7 Reaksi yang terjadi pada larutan elektrolit :

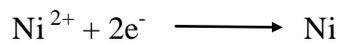
Larutan elektrolit NiSO_4 terurai menjadi ion Ni dan SO_4 . kation elektrolit (SO_4^{2-}) menempel pada anoda. reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :



a.. Reaksi pada katoda

Plat baja mengalami pelepasan oksigen terhadap larutan nikel (NiSO_4) akibat adanya arus listrik searah dengan tegangan konstan sehingga ion nikel (Ni) akan menempel pada permukaan plat baja atau besi dengan perantara elektrolit nikel

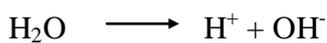
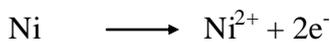
sehingga plat baja/besi terlapis nikel. Reaksi yang terjadi pada katoda dapat ditulis :



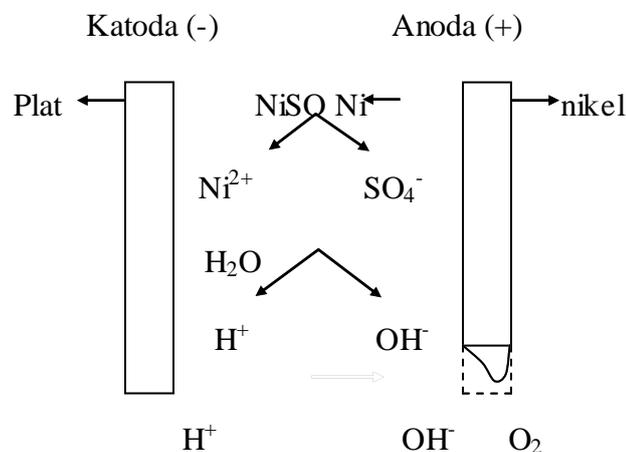
b. Reaksi pada anoda

Reaksi yang terjadi pada anoda adalah bahan pelapis nikel (Ni) mengikat oksigen yang dilepaskan oleh plat baja/besi. Bahan pelapis nikel akan mengalami pengikatan yang kemudian akan terlarut pada elektrolit nikel (NiSO_4) yang telah melapisi plat tersebut. Sehingga larutan elektrolit nikel (NiSO_4) tetap stabil, akibatnya bahan pelapis nikel (Ni) lama kelamaan akan berkurang atau habis.

Reaksi yang terjadi pada anoda dapat ditulis :



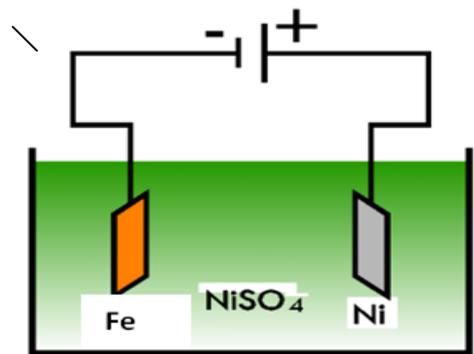
Sehingga fenomena yang terjadi selama berlangsungnya proses pelapisan sesuai dengan reaksi di atas dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Proses pelapisan nikel

2.8 Teknik pelapisan logam

Prinsip kerja elektroplating merupakan rangkaian yang terdiri dari sumber arus searah, anoda, katoda, serta larutan elektrolit. Rangkaian ini disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu sistem elektroplating sebagai berikut gambar 2.2:



Gambar 2.2. Prinsip kerja elektroplating

- Anoda (bahan pelapis) dihubungkan dengan kutub positif arus searah.
- Katoda (benda kerja) dihubungkan dengan kutub negatif arus searah.
- Anoda dan katoda dimasukkan dalam larutan elektrolit.

Bila arus listrik dialirkan diantara kedua elektroda (anoda dan katoda) di dalam larutan elektrolit, maka muatan ion positif akan ditarik oleh katoda, sementara ion yang bermuatan negatif berpindah ke arah elektroda bermuatan positif (anoda). Ion-ion tersebut dinetralkan oleh kedua elektroda (katoda dan anoda) dan larutan elektrolit yang hasilnya diendapkan ke katoda (benda kerja).

anoda dalam elektroplating memiliki dua fungsi, pertama adalah untuk menyalurkan kutub positif, dan kedua untuk untuk memperbaiki logam dalam larutan yang terdeposisi pada katoda. Anoda dapat digunakan dalam berbagai bentuk (bongkahan logam padat atau pecahan-pecahan logam yang kecil), yang dapat bersifat *inert* maupun aktif. Masing-masing memiliki keunggulan dan kekurangan sendiri. Anoda aktif cenderung bertindak memperbaiki larutan dan meminimumkan penambahan bahan kimia pada larutan.

Anoda aktif ini pada umumnya lebih mahal dari pada logamnya. Kekurangan anoda aktif terletak pada sifatnya yang cenderung tidak murni, sehingga dapat mengakibatkan endapan dalam larutan (menggangu proses

plating). Selain itu anoda aktif harus dikontrol agar tidak sampai membentuk lapisan film pada permukaannya yang dapat mempengaruhi keaktifannya.

Ada banyak keuntungan dari anoda *inert*, diantaranya tidak adanya endapan yang ditimbulkan, tidak memerlukan pengontrolan, dan tidak akan berubah baik ukuran maupun bentuknya. Sebaliknya, pada proses yang menggunakan anoda *inert*, logam dalam larutan harus diperbarui dengan penambahan bahan kimia secara berkala atau diuji melalui laboratorium. Anoda tunggal pada dasarnya tidak dapat digunakan sepenuhnya, cepat atau lambat akan tersisa bagian dari anoda yang tidak dapat digunakan lagi (menjadi semacam ampas) dan harus dikembalikan ke pabrik pembuatnya untuk dicairkan dan dibentuk kembali. Anoda tunggal terasa lebih berat dan sulit dipindah-pindahkan.

Anoda yang berupa kepingan dapat sepenuhnya dikonsumsi untuk *plating*. Anoda ini lebih mudah dipindahkan, merupakan kebalikan dari anoda tunggal. Namun anoda ini memerlukan pengontrolan yang lebih daripada anoda tunggal, karena arus dapat hilang saat melewati keranjang tempat anoda kepingan diletakkan (sehingga efisiensi arus cenderung rendah).

Nikel dapat membentuk oksida yang walaupun dapat mengalirkan arus namun memungkinkan adanya oksidasi air dalam larutan (akan mengakibatkan pasifitas anoda). Hal ini dicegah dengan ion-ion klorit pada larutan Watts standar.

Timah campuran digunakan sebagai anoda dalam kromium *plating* dengan larutan asam kromat. Sifat *inert-nya* diakibatkan oleh karena tingginya oksida film yang dihasilkan dalam larutan asam kromat. Untuk itu titanium dipergunakan sebagai keranjang tempat anoda yang tidak *inert* diletakkan. Tingginya oksida film dalam larutan mengakibatkan titanium menjadi *inert* dan tidak mengganggu proses. Titanium tidak boleh dipergunakan pada kromium *plating* tanpa larutan asam kromat karena titanium dapat bereaksi terhadap larutan tertentu.

Logam campuran (terdapat dalam bentuk partikel pada anoda) lebih cepat larut dari anoda dan mengendap pada larutan. Akibatnya partikel ini dapat menempel pada katoda dan membentuk permukaan kasar, lubang, dan bagian yang tidak terlapis. Untuk mengatasi hal ini, anoda diletakkan pada suatu tempat yang dapat menampung endapannya sehingga endapan tidak sampai keluar dari tempat anoda lalu mengotori larutan. Namun demikian larutan *plating* tetap harus diperbarui secara berkala. Pada industri *plating* umumnya juga digunakan sebuah alat filter yang berfungsi untuk menyaring endapan yang berasal dari anoda. Alat

filter ini dijalankan selama proses *plating* berlangsung sehingga larutan *plating* selalu berada dalam keadaan bersih dari endapan.

Sedangkan katoda dalam elektroplating berfungsi sebagai penyalur kutub negatif atau sering disebut bahan yang akan dilapisi biasanya memiliki syarat bebas dari kotoran debu, minyak terutama lemak. Biasanya arah gerak arus elektron dari anoda ke katoda dan arah gerak arus listrik dari katoda menuju anoda.

2.9 Persiapan permukaan

Langkah Awal sebelum proses pelapisan dilakukan yaitu membersihkan permukaan benda kerja dari berbagai macam kotoran baik organik maupun non organik seperti kerak, lemak, sisa minyak dan sebagainya, yang menempel pada permukaan benda kerja tersebut. Permukaan benda kerja yang diberbersihkan harus benar-benar bersih karena hal ini sangat mempengaruhi hasil pelapisan. Disamping itu pembersihan ini bertujuan agar memperoleh kondisi fisik permukaan benda kerja yang lebih aktif.

Proses pengerjaan pembersihan tergantung dari jenis pengotor yang menempel atau terdapat pada permukaan benda kerja yang akan dilapis. Namun pada umumnya, pengerjaan pembersihan dapat diklarifikasikan sebagai berikut :

2.9.1 Pembersihan secara mekanik

Pembersihan secara mekanik dapat dilakukan dengan cara mengampelas permukaan benda kerja hingga rata dan halus yang kemudian dapat dilanjutkan dengan memoles permukaan benda tersebut agar tampak lebih halus dan mengkilap.

Komponen yang digunakan untuk memoles logam agar hasil pelapisan lebih halus dan rata yaitu , kertas gosok, kain poles, batu gerinda.

a. Pembersihan dengan alkali atau deterjen (degresing)

Pembersihan dengan larutan alkali atau deterjen dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa minyak atau lemak yang ditinggalkan pada permukaan benda kerja setelah proses pembersihan dengan pelarut..

b. Pembersihan dengan asam (pickling)

Proses pembersihan ini dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam sulfat atau dengan menggunakan larutan asam klorida (HCl). Proses pembersihan dengan asam digunakan untuk menghilangkan karat yang terdapat pada permukaan

benda kerja proses ini banyak digunakan pada industri – industri pelapisan. Setelah proses pembersihan dilakukan kemudian dibilas dengan air pembilas atau aquades dengan tujuan untuk menghilangkan sisa-sisa larutan pembersih yang menempel pada permukaan benda. Aquades sendiri adalah air murni yang dimaksudkan adalah air yang tidak mengandung zat yang dapat merubah sifat elektrolit.

2.10 Hipotesis

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah ada dan juga teori dasar yang membahas tentang teori pelapisan logam maka dari judul penelitian yang akan dilaksanakan dapat diambil hipotesa sebagai berikut :

- a. Semakin besar kuat arus yang mengalir maka akan didapatkan tebal pelapisan (zat yang terbentuk) akan semakin tinggi.
- b. Semakin tinggi konsentrasi dari elektrolit maka endapan pada anoda yang terbentuk akan semakin tebal.

BAB III

METODE PENELITIAN

Untuk bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah maka pada penelitian ini digunakan salah satu metode eksperimen yaitu metode untuk mencari hubungan sebab akibat antara permasalahan yang telah ditentukan oleh peneliti dengan faktor lain yang mempengarui.

3.1 Pendekatan penelitian.

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode yang mengamati perubahan variabel-variabel bebas dan selanjutnya dikontrol untuk dilihat pengaruhnya.

3.2 Variabel penelitian

Variabel penelitian merupakan parameter yang terukur berbentuk apa saja yang ditetapkan untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian dari informasi yang diperoleh dapat ditarik kesimpulannya . Di dalam suatu variabel terdapat satu atau lebih kasus yang terjadi, yang mungkin pula terdiri dari berbagai aspek atau unsur sebagai bagian yang tidak terpisahkan.

Secara khusus variabel penelitian dapat dikelompokan sebagai berikut :

3.2.1 Variabel bebas dan terikat

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah arus listrik yang divariasikan (50 A, 55 A dan 60 A) dan konsentrasi larutan Tabel 3.1

Tabel 3.1 Konsentrasi larutan

no	H ₃ BO ₃ (gr)	NiSO ₄ (gr)	NiCl ₂ (gr)	Brigner (ml)	H ₂ O (ml)
1	30	300	40	2	1000
2	30	325	45	2	1000
3	30	350	50	2	1000

Konsentrasi larutan seperti tercantum pada Tabel 3.1, dibuat dengan memvariasikan unsur NiSO_4 dan NiCl_2 . Variasi tersebut dibuat tiga larutan yang masing-masing diberinama konsentrasi 1, 2 dan 3.

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, adapun yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah tebal lapisan nikel.

3.3 Tempat dan waktu penelitian

Dikarenakan dalam penelitian ini membutuhkan peralatan khusus maka pelaksanaan penelitian harus dilaksanakan di beberapa tempat diantaranya adalah

- a. Pembuatan rectifier dilakukan dibengkel listrik yang terletak di Surakarta
- b. Persiapan pembuatan spesimen, mulai dari pembuatan larutan elektrolit, serta proses pelapisan nikel dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta, jalan Haryo Panular 18A Surakarta, bulan Januari 2012 sampai dengan juli 2012
- c. Pengukuran ketebalan lapisan nikel dilakukan di laboratorium material dan bahan Teknik Mesin UGM Yogyakarta, Juli 2012

3.4 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang meliputi bahan untuk benda uji (spesimen) bahan pembuatan elektrolit, bahan pelapis (Ni) :

3.4.1 Spesimen

Plat baja lunak (AISI 1020) digunakan sebagai substrat, mengingat bahwa baja ini mudah dicari dan harganya relatif murah. Plat baja berupa lembaran, kemudian untuk kepentingan ini plat dipotong-potong disesuaikan dengan penelitian yang akan dilakukan dengan ukuran lebar 3 cm dan panjang 5 cm, untuk memudahkan dalam penelitian dan agar tidak terjadi kekeliruan maka pada spesimen diberikan tanda seperti tabel 3.2

Tabel 3.2 Tanda spesimen

Arus (A)	Tanda spesimen
Konsentrasi 1	
50	A1, A2, A3
55	B4, B5, B6
60	C7, C8, C9
Konsentrasi 2	
50	D1, D2, D3
55	E4, E5, E6
60	F7, F8, F9

Konsentrasi 3	
50	G1, G2, G3
55	H4, H5, H6
60	I7, I8, I9

3.4.2 Nikel

Nikel dalam penelitian ini dipilih sebagai anoda. Nikel berwarna putih keperak-perakan dengan pemrosesan tingkat tinggi, memiliki sifat keras, mudah ditempa, sedikit ferromagnetis dan merupakan konduktor yang agak baik terhadap panas dan listrik. Nikel tergolong logam yang mudah mengalami oksidasi didalam larutan elektrolit seperti terlihat dalam deret galvanis (Tabel 2.1). Nikel lebih anodik terhadap baja.

3.4.3 Larutan elektrolit Ni

Elektrolit adalah zat-zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Pada dasarnya elektrolit yang dipergunakan dalam bentuk larutan asam/basa dicampur dengan air murni. Air murni yang dimaksudkan adalah air yang tidak mengandung zat yang dapat merubah sifat elektrolit. Komposisi dari elektrolit ini meliputi : Asam borak (H_3BO_3), nikel sulfat ($NiSO_4$), nikel klorida ($NiCl_2$), brigner, aquades (H_2O), nisol.

3.5 Bahan membuat elektrolit

Dalam penelitian ini elektrolit dibuat sendiri dikarenakan dipasar tidak dijual elektrolit dengan konsentrasi yang berbeda dan untuk mengetahui konsentrasi yang ada perusahaan tidak mencantumkan konsentrasinya. Bahan yang digunakan dalam pembuatan elektrolit ini adalah : asam borak (H_3BO_3), nikel sulfat ($NiSO_4$), nikel klorida ($NiCl_2$), brigner dan aquades (H_2O)

3.5.1 Asam borak

Asam borak dengan rumus kimia H_3BO_3 , dijual dalam bentuk serbuk dengan warna putih, dalam proses elektroplating berfungsi untuk mempertahankan pH dari larutan.

3.5.2 Nikel klorida

Nikel klorida dengan rumus kimia $NiCl_2$ berwarna hijau dalam proses pelapisan berfungsi meningkatkan konduktivitas. Dalam proses elektroplating elektrolit yang dibuat disamping berfungsi sebagai pelarut harus juga mempunyai konduktivitas

yang baik karena digunakan sebagai aliran listrik dari anoda ke katoda. Meningkatkan pasifasi pada katoda dan memperbesar throwing dimana semakin tinggi throwing ini akan didapatkan pelapisan yang semakin tebal, dijual dalam bentuk butiran kecil-kecil.

3.5.3 Nikel sulfat

Nikel sulfat dengan rumus kimia NiSO_4 berwarna biru dalam proses pelapisan berfungsi sebagai penyedia ion nikel, nikel klorida yang dilarutkan dalam aquadest inilah yang akan memberikan pelapisan nikel pada katoda dimana katoda akan bereaksi dengan Ni pada proses elektroplating. Maka dalam komposisinya nikel sulfat mempunyai komposisi yang paling tinggi dibanding dengan komposisi kimia lainnya.

3.5.4 Air

Pada pelapisan secara listrik, air merupakan salah satu unsur pokok yang selalu harus tersedia. Biasanya penggunaan air pada proses lapis listrik di kelompokkan dalam empat macam yaitu :

- air untuk pembuatan larutan elektrolit
- air untuk menambah larutan elektrolit yang menguap
- air untuk pembilasan dan
- air untuk proses pendingin

Dari fungsi air tersebut dapat ditentukan kualitas air yang dibutuhkan untuk suatu proses. Air ledeng/kota di pakai untuk proses pembilasan, pencucian, proses etsa (etching) dan pendingin. Sedangkan air bebas mineral (aquadest DM) di pakai khusus untuk pembuatan larutan, analisa larutan dan pembuatan larutan penambah. Air suling (aquadest) dengan ukuran spesifikasi konduktivitasnya tidak melebihi dari 50 microhos, bisa di pakai pengganti aqua DM. Pada proses pelapisan air yang digunakan harus berkualitas baik. Air ledeng/kota yang masih mengandung anion dan kation, jika tercampur dengan ion-ion dalam larutan akan menyebabkan turunya efisiensi endapan/lapisan. Unsur-unsur yang tidak diinginkan dalam larutan adalah unsur kalsium dan magnesium, karena mudah bereaksi dengan cadmium cyanid, cupper cyanid, silercyanid dan senyawa-senyawa lainnya, sehingga akan mempercepat kejenuhan larutan. Umumnya unsur-unsur yang terdapat dalam air adalah kandungan dari garam-garam seperti bicarbonat, sulfat, chlorid dan nitrat. Unsur-unsur garam lokal alkali (sodium/potasium) tidak begitu mempengaruhi konsentrasi larutan sewaktu operasi pelapisan berlangsung. Kecuali pada larutan lapis nikel. Karena akan menaikkan arus listrik (throwing power). Tetapi akan menghasilkan lapisan lapisan yang getas (brittle). Adanya logam-logam berat seperti besi dan mangan sebagai pengotor

menimbulkan cacat-cacat antara lain kekasaran (roughness), porous, gores (streakness), noda-noda hitam (staining), warna yang suram (iridescence).

3.5.5 Brigner

Agar supaya hasil dari pelapisan menjadi lebih terang, bahan berbentuk cairan hanya sebagai bahan tambahan.

3.6 Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat pembuatan spesimen, alat membuat elektrolit dan alat untuk proses pelapisan.

3.6.1 Alat membuat spesimen

Alat untuk membuat spesimen meliputi mesin potong, mesin skrap, jangka sorong, kertas gosok dan mesin poles.

a. Mesin potong

Digunakan untuk memotong lembaran plat menjadi ukuran 30 x 50 mm sejumlah 27 buah.

b. Mesin skrap

Digunakan untuk pengerjaan lebih lanjut guna mendapatkan ukuran yang lebih teliti.

c. Jangka sorong

Digunakan untuk mengukur spesimen mempunyai ketelitian 0,05 mm.

d. Kertas gosok

Digunakan untuk membersihkan kotoran pada spesimen dan menghaluskan permukaan, kertas yang digunakan mempunyai ukuran 400, 600, dan 1000.

e. Mesin poles

Digunakan untuk menjadikan spesimen menjadi lebih halus. Mesin ini digerakan dengan menggunakan motor dan sebagai alat poles terbuat dari kain halus yang disusun beberapa lembar, kain inilah nantinya yang digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen yang akan di lapisi.

3.6.2 Alat untuk membuat elektrolit

untuk pembuatan elektrolit dibutuhkan alat bak tempat pencampuran, timbangan, pemanas, pengaduk

- a. Bak digunakan sebagai tempat untuk pencampuran bahan elektrolit yang meliputi aquadest, asam borak, nikel sulfat dan nikel klorida, terbuat dari plastik dengan tujuan agar tidak terjadi reaksi dengan elektrolit dan bersifat isolator.

- b. Timbangan digunakan untuk menimbang bahan kimia yang akan dicampur sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan sebelum campuran dimasukkan, timbangan ini terbuat dari bahan plastik sehingga tidak bereaksi dengan bahan kimia yang akan ditimbang, mempunyai ketelitian 0.1 gr beban maksimum yang diijinkan 5000 gr.
- c. Pemanas air elektrik

Elektrolit perlu dipanaskan sampai pada kondisi suhu spesifik. Bak penampung elektrolit yang digunakan berbahan plastik, maka digunakan pemanas air elektrik 600 watt model celup.

3.6.3 Alat untuk proses pelapisan

Alat yang digunakan dalam proses elektroplating meliputi rektifier, bak tempat elektrolit, pengait, stopwatch, termometer, multi meter dan pengaduk.

a. 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:

- Tahan terhadap korosi yang ditimbulkan oleh larutan.
- Tahan terhadap suhu/temperatur larutan.
- Tidak mencemari larutan yang ditampungnya.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut diatas, terkadang bak tersebut harus dilapis. Jenis bahan bak dan pelapisnya untuk setiap jenis larutan yang akan ditampung. Selain memperhatikan bahan bak, maka dalam merancang suatu bak), 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 dudukan bak, bibir bak, penguat dan dasar bak. Dudukan bak diperlukan agar bak terdukung lebih kuat dan tidak adanya kontak langsung dengan lantai, sehingga kemungkinan merusakkan sebagai akibat basahanya lantai dapat dikurangi.

b. Rak benda kerja

Rak benda kerja merupakan salah satu peralatan tambahan yang berfungsi sebagai tempat menggantungkan barang (benda kerja) yang akan dilapis dan sebagai penghantar arus listrik yang diperlukan oleh barang yang akan dilapis. Untuk menentukan rapat arus yang akan dialirkan, bentuk dan ukuran serta jenis bahan rak perlu diketahui/dirancang sedemikian rupa, sehingga cukup kuat untuk menahan berat benda kerja serta tidak menimbulkan panas yang berlebihan baik pada benda

kerja maupun pada rak itu sendiri. Ukuran dan jumlah titik kontak antara barang dan rak diusahakan sekecil mungkin, karena apabila terlalu besar, maka pada barang akan tampak bekas gantungan, hal ini akan menurunkan kualitas lapisan. Benda kerja pada rak, diusahakan agar tidak menimbulkan gas sekitar bagian yang terbuka, arus terdistribusi dengan baik dan dapat mencegah penumpukkan udara/gas.

Rak harus mudah diangkat dari dan ke dalam bak, setiap sebelum dan setelah selesainya operasi: pembersihan, pembilasan dan proses pelapisannya. Panjang rak setelah ditempati benda kerja tidak melebihi 15 cm dari dasar bak, 12,5 cm dari sisi bak dan harus terendam sekurang-kurangnya 5-8 cm dari permukaan atas larutan. Setelah bahan rak, pelindung rak hal lain yang perlu diperhatikan adalah sistem kaitan gantungan rak pada batang gantungan katoda dan anoda. Bentuk kaitan tersebut perlu didesain sedemikian rupa agar kontak listrik sebaik mungkin, sehingga tidak menimbulkan panas yang berlebihan.

c. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk membaca waktu pelapisan sesuai dengan variasi yang ditentukan dalam penelitian ini. Stopwatch yang digunakan adalah model digital merk Casio dengan tingkat akurasi 1/100 detik..

d. Agitator

Selama proses pelapisan berlangsung, larutan sekitar katoda menjadi kurang pekat (encer), karena sebagian ion logam terendapkan pada benda kerja sehingga menyebabkan arus listrik akan bergerak ke bagian atas larutan. Kejadian ini disebut konveksi natural dan akan menyebabkan ketebalan lapisan menjadi berkurang dan rapat arus menjadi bertambah. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil lapisan yang tebal dan merata, perlu dilakukan sistim agitasi dengan tujuan sebagai berikut:

1. Pengisian kembali ion-ion logam yang berkurang didekat katoda atau benda kerja.
2. Mencegah terjadinya gelembung udara pada permukaan benda kerja.
3. Menghindari penumpukkan ion-ion logam dalam larutan.

Sistim agitasi dapat dilakukan dengan cara disemprot udara atau dengan cara sirkulasi larutan dengan menggunakan pompa ataupun secara mekanik dengan menggunakan propell

3.6.4 Bahan untuk membersihkan spesimen sebelum dilapisi

Sebelum spesimen masuk dalam proses pelapisan maka sebelumnya harus dibersihkan dari kotoran yang berupa lemak dan kotoran yang lain, ini tujuannya agar supaya pelapisan menjadi lebih baik, karena bila spesimen tidak dibersihkan akan menjadikan logam pelapis tidak bisa menempel pada logam yang dilapisi, bahan yang digunakan untuk itu adalah air sabun, HCl, aquadest dan pengering.

a. Asam klorida (HCl)

Asam klorida (HCl) digunakan untuk menghilangkan kotoran karena korosi yang terjadi pada permukaan spesimen pada pengerjaan awal sebelum proses elektroplating, dalam penggunaannya asan klorida dicampur dengan air, dimana asam klorida dibuat 20 % ini dengan tujuan agar ukuran dari spesimen tidak berubah banyak, kita tahu bahwa asam klorida bersifat sangat korosif terhadap logam sehingga apabila diberikan asam klorida dengan prosentase tinggi akan menyebabkan logam menjadi terkorosi dan akan berkurang ukurannya.

b. Air sabun

Air sabun digunakan untuk menghilangkan lemak yang menempel pada spesimen, ini tidak diperbolehkan karena akan mengakibatkan logam pelapis tidak menempel.

3.6.5 Mikroskop untuk mengambil gambar

Mikroskop Olympus BX41M digunakan untuk memperoleh data awal guna memastikan proses elektroplating sudah benar dan baik hasilnya, yaitu dengan terlihatnya lapisan nikel.



Gambar 3.1 Mikroskop Olympus BX41M

Adapun untuk mendapatkan nilai ketebalan lapisan nikel harus dilihat dengan mikroskop KARLKOLB gambar 3.1 yang mempunyai garis ukuran (dimension) pada hasil pemotretannya. Mikroskop KARLKOLB. Pada mikroskop ini dipasang dengan menggunakan komputer, sehingga dalam pengamatan atau pengambilan gambar menjadi lebih mudah dikarenakan gambar langsung dapat dilihat pada monitor komputer, dan ukuranyapun sudah pada program yang ada sehingga keakuratan dari pengukuran bisa lebih dipertanggung jawabkan.

3.7 Pelaksanaan percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan elektrolit yang mempunyai komposisi kimia H_2O , H_3BO_3 , $NiSO_4$, $NiCl_2$, brigner, nisol, dengan mengubah prosentase $NiSO_4$, $NiCl_2$ diulangi tiga kali percobaan, masing-masing percobaan dilakukan pada arus yang berbeda dan juga diulang tiga kali perubahan yaitu 55 A, 60 A dan 65 A pengujian masing-masing dilakukan selama 20 menit tiap percobaan, hasil dari percobaan ini berupa plat baja lunak yang telah terlapisi oleh nikel.

Data yang diperoleh dari percobaan ini adalah berat dari nikel yang terlepas dari anoda ini diperoleh dengan cara melakukan penimbangan sebelum pelapisan nikel dan dilakukan penimbangan kembali setelah pelapisan nikel, selisih berat sebelum pelapisan nikel dengan setelah pelapisan nikel. Ini merupakan berat nikel yang dilepaskan oleh anoda.

3.7.1 Membuat larutan elektrolit

Alat yang digunakan dalam pembuatan elektrolit

- a. Bak
- b. Timbangan
- c. Pemanas
- d. Agitator
- e. Thermometer
- f. Stop watch
- g. Rectifier
- h. Penjepit

Langkah- langkah pembuatan elektrolit.

Untuk membuat larutan elektrolit langkah – langkah yang yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Panaskan aquadest 1L sampai temperatur 60^0 C dengan menggunakan pemanas listrik.

- b. Masukkan asam borak 30 gr, nikel sulfat 300 gr, nikel clorida 40 gr, brigner 2ml dan nisol 2 ml Sambil diaduk.
- c. Bila seluruh larutan elektrolit sudah bercampur dan tidak ada endapan maka elektrolit siap untuk digunakan proses pelapisan.
- d. Bila dikehendaki jumlah yang lebih, tinggal mengalikan sesuai dengan yang dikehendaki.

3.7.2 Perlakuan spesimen sebelum proses pelapisan

Kebersihan dari spesimen sangat menentukan hasil dari pelapisan untuk itu maka sebelum spesimen dilapisi harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel serta lemak, disamping itu juga dibutuhkan permukaan yang halus agar pelapisan bisa merata pada semua sisi permukaan spesimen. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Plat dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan
- b. Membersihkan kotoran yang berupa karat dengan menggunakan kertas gosok yang kasar (300 – 400).
- c. Untuk mendapatkan hasil yang halus lakukan penggosokan dengan menggunakan kertas gosok yang halus (1000), setelah itu baru dipoles dengan menggunakan mesin poles sampai benar-bener halus dan bersih.
- d. Langkah selanjutnya yaitu membersihkan spesimen dengan menggunakan HCl, ini dengan tujuan menghilangkan sisa-sisa korosi yang masih melekat pada spesimen, HCl dibuat dengan kadar 20-30% agar supaya pada saat pembersihan tidak banyak mengurangi ukuran dari spesimen. Kita tahu bahwa HCl itu bereaksi dengan baja.
- e. Air sabun (soda) digunakan untuk membersihkan lemak yang masih menempel pada spesimen.
- f. Untuk menjadikan logam bersih dari sabun dan juga larutan HCl maka spesimen dibersihkan lagi dengan menggunakan aquadest.
- g. Pengeringan dilakukan sampai benar-benar kering karena kalau tidak kering logam pelapis (nikel) nantinya tidak bisa menempel.
- h. Spesimen siap untuk dilapisi.

3.7.3 Pelaksanaan pelapisan logam

Untuk pelaksanaan pelapisan logam bahan dan alat yang sudah disebutkan diatas siapkan sebelum proses pelapisan dimulai, langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Siapkan alat-alat dan bahan yang digunakan

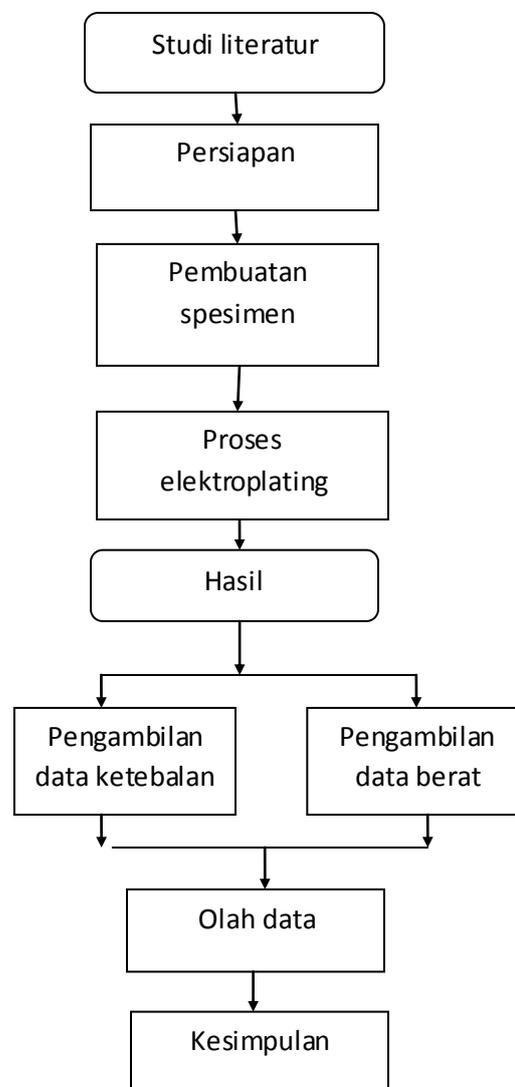
- b. Masukkan elektrolit kedalam bak elektroplating sesuai dengan kapasitas dari bak elektrolit yaitu sebanyak 1 liter elektrolit nikel.
- c. Memanaskan elektrolit dengan menggunakan pemanas air sampai pada temperatur 40° C dengan cara mengukur elektrolit pada saat dimasak dengan menggunakan termometer.
- d. Pasang semua rangkaian kelistrikan dan peralatan untuk tempat menggantungkan spesimen, listrik diambilkan dari sumber listrik PLN dan sebagai sumber listrik untuk pelaksanaan pelapisan yaitu menggunakan rektifier.
- e. Pasang elektroda nikel sebagai logam pelapis dipasang pada anoda (kutub positif) dan logam yang dilapisi dipasang pada katoda (kutub negatif), sesuaikan jumlah dan cara meletakkan baik katoda maupun katoda sesuai dengan pelapisan yang diinginkan. Dalam penelitian kali ini digunakan 4 buah elektroda anoda yang dipasang pada kiri dan kanan dari katoda, ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan pelapisan yang merata pada permukaan logam yang dilapisi.
- f. Pasang pengaduk yang diambil dari pompa udara (kompresor), posisikan pada tempat yang dapat menjadikan elektrolit bersirkulasi dengan baik.
- g. Pasang termometer untuk mengukur temperatur elektrolit tempatkan pada tempat yang mudah untuk dibaca.
- h. Atur parameter yang dibutuhkan yaitu arus dan tegangan yang akan digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dan divariasikan sesuai dengan tujuan penelitian.
- i. Siapkan alat untuk mengatur waktu yaitu stopwatch dan juga multi meter yang digunakan untuk mengetahui aliran listrik yaitu dengan mengukur aliran listrik pada spesimen.
- j. Setelah semua terpasang dengan benar baru rektifier dihidupkan .
- k. Untuk mengetahui sistim bekerja atau tidak bisa dilihat dari elektroda yaitu bila pada elektroda tidak ada reaksi berarti sistim belum bekerja tapi bila pada elektroda kelihatan terjadi reaksi maka sistim sudah bekerja. Disamping itu bisa juga dengan cara mengukur tegangan pada katoda atau pada anoda, bila ada tegan berarti sistim bekerja bila tidak ada tegangan berarti sistim tidak bekerja.
- l. Lakukan sesuai dengan kebutuhan antara lain waktu, bila waktu yang sudah ditentukan sudah cukup maka rektifier dimatikan dan elektroda dikeluarkan dari bak elektroplating.
- m. Untuk pelaksanaan proses berikutnya tinggal mengganti elektrolit dan mengatur arus yang diperlukan.

3.8 Tranformer

Tranformer merupakan komponen utama dalam proses pelapisan logam yang berfungsi untuk menurunkan dan mengubah tegangan AC menjadi DC (searah). Rektifier yang digunakan dalam proses pelapisan logam adalah rektifier yang dapat menghasilkan tegangan antara 6, 9, 12 volt, Dengan besaran arus 50 – 120 A. Penggunaan rektifier dilengkapi dengan amper meter dan tahanan variabel yang disusun dalam satu rangkaian.

3.9 Diagram alir penelitian

Alur penelitian berupa persiapan bahan, pembuatan elektrolit, pelaksanaan pelapisan, pengujian spesimen, data hasil pengujian serta olah data digambarkan dalam diagram alir gambar 3.2



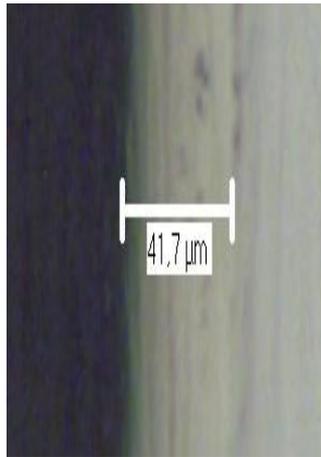
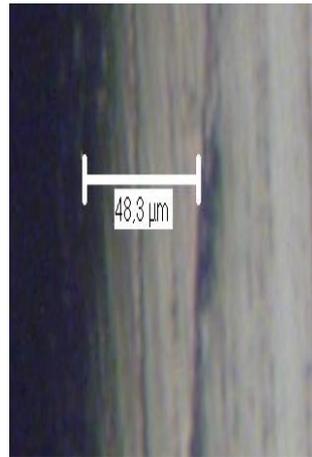
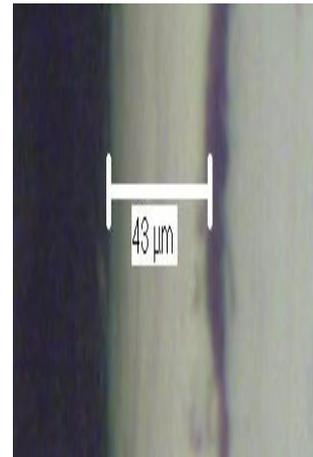
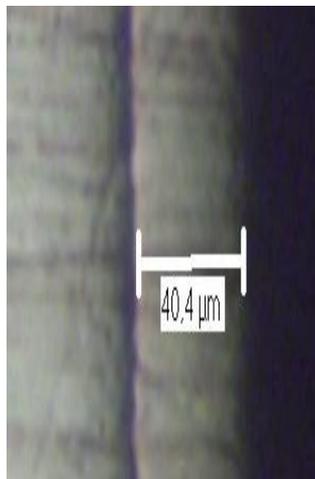
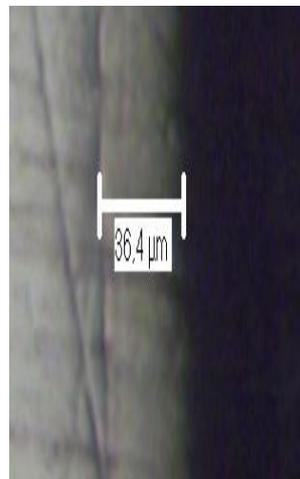
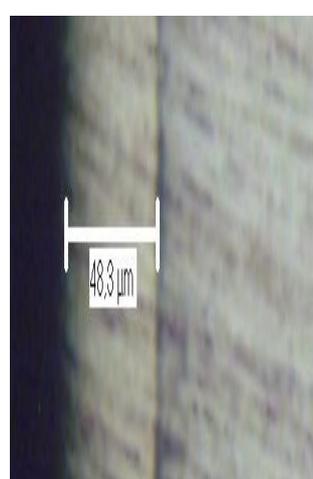
Gambar 3.2 Alur penelitian

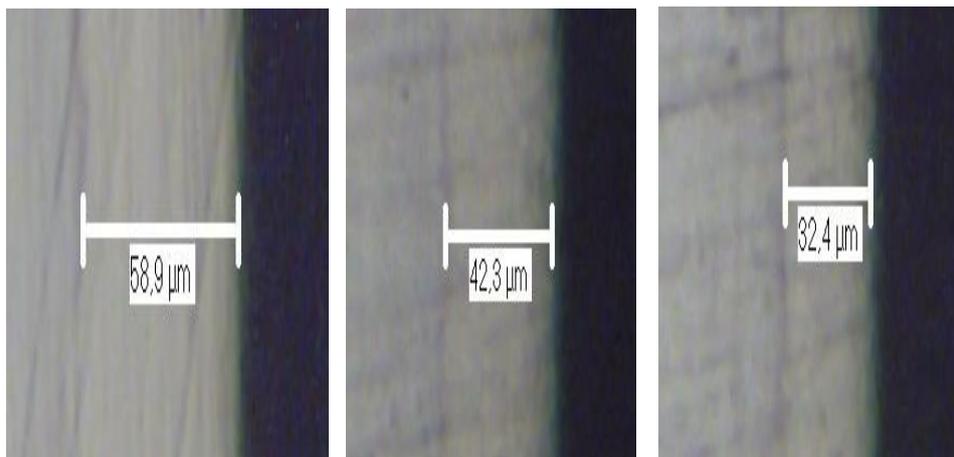
DAFTAR PUSTAKA

- Anton J Hartono, 1995. *Mengenal Pelapisan Logam*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Agus Solehudin, Bambang Widyanto, Hidrianto R.W., June 2001. *Studi Perbandingan Konsentrasi NH_4Cl dan $NaCl$ serta Waktu Proses Pelapisan Nikel Terhadap Dayalekat, Ketebalan dan Kekerasan pada Baja SAE 1005*, *Journal Koros dan Material*, Indocor, Vol. 1, No. 2.
- Agus Solehudin, Leni Juwita, Agustus 2002. *Pelapisan logam Nikel dekoratif dengan menggunakan Bahan Pengkilat alternatif Garam Klorida*. *Jurnal Korosi dan Material*, Indocor, Vol. II, No.4.
- Bambang Widyanto, 2000. *Profil Indocor*, *Jurnal Korosi & Material*, Vol. 1, Nomor 1. Pengaruh Tempertur Perlakuan P (Agus Solehudin & Uum Sumirat)
- . Denny A. Jone, 1992, "Principles and Prevention of Corrosion", Maxwell-Macmillan International Edition, Canada.
- F.A. Lowenhein, 1987, *Electroplating*, Mac Graw Hill, New York, USA.
- Honeycombe R W K, 1982, "Steel, microstructure and properties", Edward Arnold Ltd., London.
- J.B. Mohler, 1969, "Electroplating and related processes, Chemical Publishing Co.Inc, New York, USA.
- Lawrence J Purney, 1976, "Electrochemical and chemical deposition", Durney Associates Inc, North Cadwell, USA.
- Mars G. Fontana, 1987, "Corrosion Engineering", McGraw-Hill International Edition, Printed in Singapore.
- Pendidikan dan pelatihan Teknisi Lapis Listrik, 1984, "Proceeding", Lembaga Metalurgi Nasional, LIPI, Bandung.
- Swalheim D. A and Mackey R.W, 1963, "Modern Electroplating", New York, USA.

LAMPIRAN**Lampiran 1**

Gambar hasil pemotretan tebal pelapisan nikel dengan menggunakan mikroskop

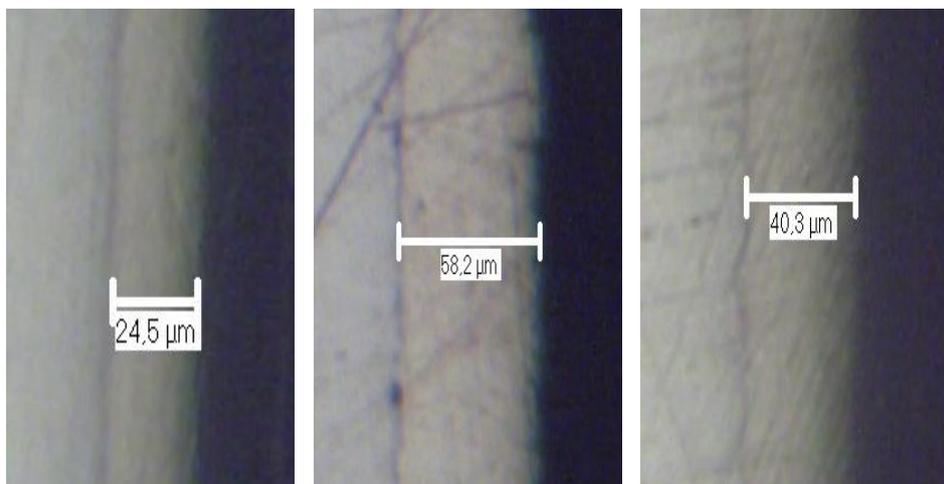
**A1****A2****A3****B1****B2****B3**



C1

C2

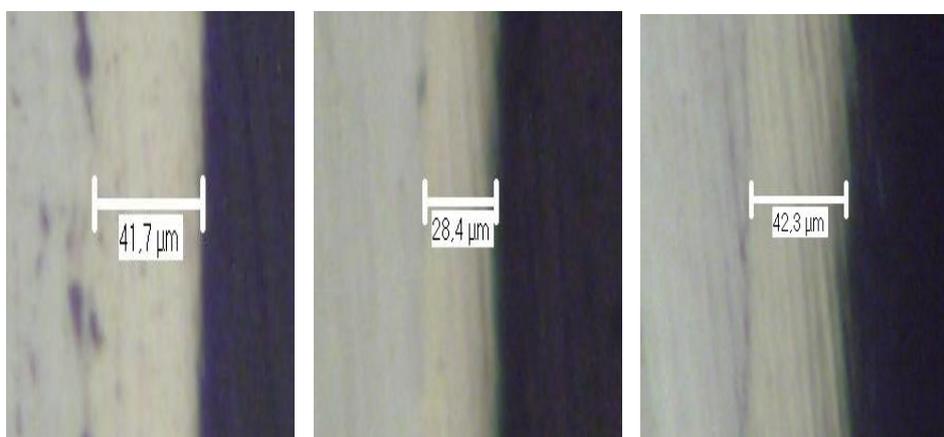
C3



D1

D2

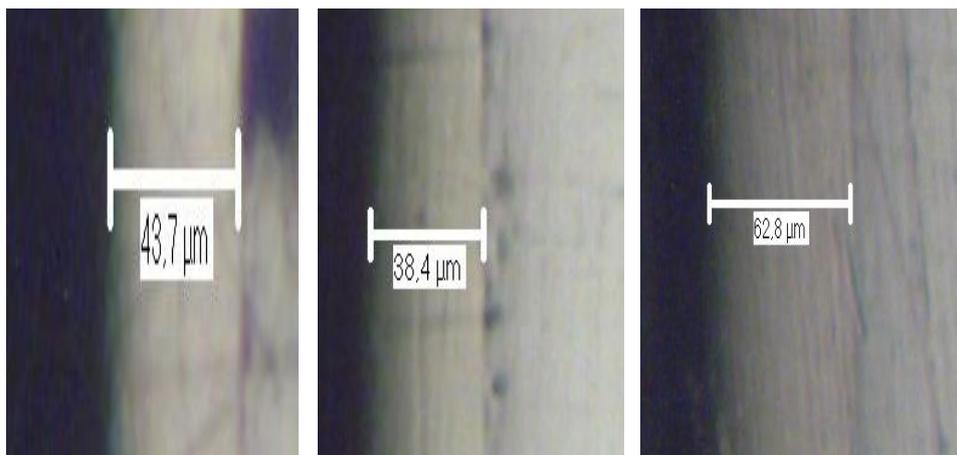
D3



E1

E2

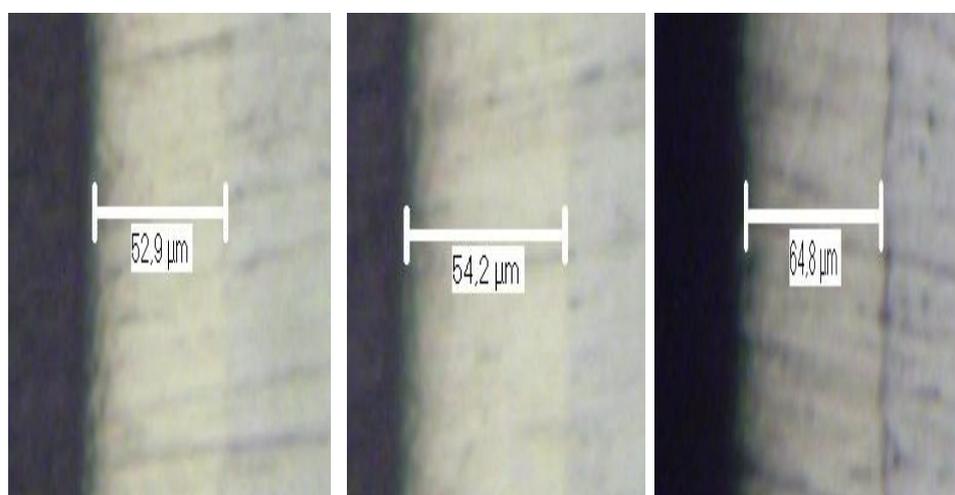
E3



F1

F2

F3



G1

G2

G3

