

**VARIASI ARUS *ELECTROPLATING* NIKEL PADA LAJU
KOROSI BAJA KARBON RENDAH ST-41 PADA LEHERAN
KNALPOT SEPEDA MOTOR BEAT FI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Memenuhi Penyusunan
Skripsi Jenjang S1 Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

ANTONI WIJAYA

NPM. 6419500003

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

202

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Variasi Arus *Electroplating* Nikel Pada Laju Korosi Baja Karbon Rendah St-41 Pada Leheran Knalpot Sepeda Motor Beat FI

Nama Penulis : Antoni Wijaya

NPM : 6419500003

Proposal skripsi telah di setujui untuk diseminarkan :

Hari : Senin

Tanggal : 24 Juli 2023

Pembimbing I



(Rusnoto, S.T., M.Eng)
NIPY. 14054121974

Pembimbing II



(Siswiyanti, S.T., M.T)
NIPY. 12551341974

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Selasa

Tanggal : 1 Agustus 2023

Ketua Sidang

Dr. Agus Wibowo, S.T.,M.T
NIPY. 126518101972

(.....)

Penguji Utama

M. Fajar Sidiq, S.T.,M.Eng
NIPY. 197908082005011001

(.....)

Penguji 1

Rusnoto, S.T., M.Eng
NIPY. 14054121974

(.....)

Penguji 2

Siswiyanti, S.T.,M.T
NIPY. 12551341974

(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Pancasakti Tegal



(Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T.)
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ **Variasi Arus *Electroplating* Nikel Pada Laju Korosi Baja Karbon Rendah ST-41 Pada Leheran Knalpot Sepeda Motor Beat Fi** ” ini beserta seluruh isinya benar-benar merupakan karya saya sendiri, saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal, 1 Agustus 2023.

Pembuat Pernyataan

Antoni Wijaya
NPM. 6419500003

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

- Berbaktilah kepada orang tua sebab mereka tempat ternyaman.
- Surga di bawah telapak kaki Ibu.
- Jagalah kebersihan, karena bersih itu tidak kotor
- Kita semua berhak untuk menjadi pintar.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap syukur Alhamndulillah.

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah Swt yang senantiasa memberi hidayahnya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Keluarga yang saya cintai terutama bapak dan ibu.
3. Kawan-kawanku yang budiman.
4. Dosen Fakultas Teknik yang telah menuntunku dari gerbang pintu masuk universitas hingga gerbang pintu keluar.
5. Dosen pembimbing satu atau dua yang telah membimbing saya sampai selesai dengan baik.
6. Untuk wanita saya yang selalu mendampingi Sri rejeki .

ABSTRAK

ANTONI WIJAYA. 2023. Variasi Arus *Electroplating* Nikel Pada Laju Korosi Baja Karbon Rendah St-41 Pada Leheran Knalpot Sepeda Motor Beat Fi.

Tujuan dari penelitian ini ialah dapat mengetahui bagaimana pengaruh laju korosi pelapisan *electroplating* menggunakan larutan nikel terhadap laju korosi pada baja karbon rendah ST-41 leheran knalpot motor dengan variasi arus pencelupan 2A.4A.6A dan 8A dengan tegangan 8 Volt dan waktu pencelupan 40 menit.

Penelitian ini menggunakan salah satu metode eksperimen yaitu metode untuk mencari hubungan sebab akibat antara permasalahan yang telah ditentukan. Metode eksperimen kali ini yaitu melakukan sebuah pelapisan nikel kepada leheran knalpot motor yang merupakan salah satu komponen sepeda motor dengan pelapisan nikel melalui proses *electroplating* serta melakukan pengujian terhadap tersebut dengan uji komposisi dan laju korosi.

Alat-alat yang digunakan yaitu bak larutan, stopwatch, trafo, rak benda kerja, amplas besi, dan bahan-bahan yang digunakan yaitu air laut, air sabun, nikel, specimen (baja karbon rendah berupa knalpot motor). Pelaksanaan pelapisan logam yaitu 1). Siapkan alat bahan yang akan digunakan, masukan elektrolit ke dalam bak elektroplating, 2) Memanaskan elektrolit menggunakan pemanas air sampai larut, 3). Pasang semua rangkaian kelistrikan dan peralatan untuk tempat menggantung specimen, 4). Pasang elektroda krom sebagai logam pelapisan dipasang pada anoda (+) dan logam yang dilapisi dipasang pada katoda (-), 5). Sesuaikan jumlah dan cara meletakkan baik anoda maupun katoda sesuai ketentuan, 6). Pasang thermometer untuk mengukur temperatur elektrolit. 7). Atur parameter yang dibutuhkan tegangan 8 volt dan arus yang dibutuhkan untuk memperoleh data sesuai dengan tujuan penelitian. 8). Siapkan alat untuk mengatur variasi arus. 9). Setelah semua siap lalu hidupkan trafo.

Hasil penelitian ini menunjukkan hasil rata-rata bahwa pada pelapisan Nikel dengan 3 spesimen melalui variasi arus 2A menghasilkan laju korosi sebesar 0,00138 mpy, sedangkan pada 3 spesimen melalui variasi arus 4A menghasilkan laju korosi sebesar 0,00099 mpy, sedangkan pada 3 spesimen melalui variasi arus 6A menghasilkan laju korosi sebesar 0,00070 mpy, dan pada 3 spesimen menggunakan variasi arus 8A menghasilkan nilai laju korosi sebesar 0,00045 mpy. Hasil pengujian laju korosi (mpy) rata-rata pelapisan menunjukkan kecenderungan menurunnya laju korosi lapisan nikel yang melekat pada baja karbon rendah dengan menggunakan variasi arus pelapisan 8A dengan nilai laju korosi sebesar 0,00045 mpy.

ABSCTRACT

ANTONI WIJAYA. 2023. *Variation of nickel electroplating current at corrosion rate.*

The purpose of this study is to determine how the effect of electroplating coating rate using nickel solution on corrosion rate in low carbon steel ST-41 motor exhaust neck with variations of immersion current 2A.4A.6A and 8A with a voltage of 8 Volt and immersion time of 40 minutes.

This research uses one of the experimental methods, namely the method to find causal relationships between predetermined problems. The experimental method this time is to carry out a nickel plating to the motorcycle exhaust neck which is one of the components of a motorcycle with nickel plating through an electroplating process and testing it with a composition test and corrosion rate.

The tools used are solution baths, stopwatches, transformers, workpiece racks, iron sandpaper. The materials used are seawater, soapy water, nickel, specimens (low carbon steel in the form of motor exhaust). The implementation of metal plating is 1). Prepare the material tools to be used, put electrolyte into the electroplating bath, 2) Heat the electrolyte using a water heater until it dissolves, 3). Install all electrical circuits and equipment for which to hang specimens, 4). Install chrome electrodes as plating metal is mounted on the anode (+) and coated metal is mounted on the cathode (-), 5). Adjust the number and way of placing both anodes and cathodes according to the provisions, 6). Install a thermometer to measure electrolyte temperature. 7). Set the required parameters of the voltage used and the current required to obtain the data according to the purpose of the study. 8). Prepare a tool to regulate current variations. 9). Once all is ready then turn on the transformer.

The results of this study showed average results that, in Nickel plating with 3 specimens through 2A current variations produced a corrosion rate of 0.00138 mpy, while in 3 specimens through 4A current variations produced a corrosion rate of 0.00099 mpy, while in 3 specimens through 6A current variations produced a corrosion rate of 0.00070 mpy, and in 3 specimens using 8A current variations produced a corrosion rate value of 0.00045 mpy. The results of the average corrosion rate (mpy) test show a tendency to decrease the corrosion rate of nickel coating attached to low carbon steel using variations in coating current.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah Swt, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Variasi Arus *Electroplating* Nikel Pada Laju Korosi Baja Karbon Rendah ST-41 Pada Leheran Kenalpot Sepeda Motor Beat FI** ” dengan baik penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi starta 1 Program Studi Teknik Mesin.

Peneliti menyadari bahwa tidak mudah dalam menyelesaikan skripsi ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah membantu proses penyusunan skripsi ini. Peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Rusnoto, S.T., M.Eng., selaku pembimbing I.
3. Ibu Siswiyanti, ST., M.T., selaku pembirnbng II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal.
5. Teman-teman dan orang-orang di sekitar saya yang selalu memberikan dorongan moral dan semangat serta setia memberikan masukan guna terselesaikannya skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, masih banyak kekurangan terdapat dalam Skripsi ini tidak perlu penulis tutupi, penulis menyadari hal itu sepenuhnya, oleh karena itu penulis menerima dengan baik segala kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempumaan skripsi ini dengan tangan terbuka.

Tegal, 1 Agustus 2023

Penulis .

Antoni Wijaya
NPM. 6419500003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI .Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PENGESAHAN.....Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan dan Manfaat	6
1. Tujuan Penelitian.....	6
2. Manfaat Penelitian.....	6
E. Sistematis penulisan.....	6
BAB II.....	8
LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	8
A. LANDASAN TEORI	8
1. Electroplating	8
2. Baja Karbon Rendah	10
3. Tahapan Proses Pelapisan	12
4. Logam yang dilapisi	15
5. Macam-macam korosi.....	16
6. Asam Sulfat.....	18

7. Sifat Asam Sulfat	19
8. Nikel Sebagai Logam Pelapis	21
9. Laju korosi	23
10. Knalpot Sepeda Motor	25
B. TINJAUAN PUSTAKA	28
BAB III.....	36
METODOLOGI PENELITIAN.....	36
A. Metode Penelitian.....	36
B. Waktu dan Tempat Penelitian	36
C. Variabel Penelitian	38
D. Metode Pengumpulan Data.....	38
E. Metode Analisa Data.....	39
F. Instrumen Penelitian.....	41
G. Diagram Alur Pene.....	44
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1. Hasil Uji Komposisi	Error! Bookmark not defined.
2. Hasil Laju Korosi	Error! Bookmark not defined.
B. Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
1. hasil pengujian laju korosi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V.....	Error! Bookmark not defined.
PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
A. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
B. Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Rangkaian proses electroplating	8
Gambar 2. 2. Korosi Baja dalam Asam Sulfat	21
Gambar 2. 3. Header knalpot motor beat fi.	27
Gambar 3. 1. Bak Larutan	41
Gambar 3. 2. Stopwatch	41
Gambar 3. 3. Trafo Rectifier	41
Gambar 3. 4. Rak Benda Kerja	42
Gambar 3. 5. Amplas Besi.	42
Gambar 3. 6. Spesimen Baja Karbon Rendah ST-41.....	43
Gambar 3. 7. Diagram Alur.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Data Spesifikasi Nikel.	22
Tabel 4. 1. Hasil Uji Komposisi Raw material.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2. Hasil Uji Korosi.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3. Hasil Data Perhitungan Rata-rata Laju Korosi (MPY).	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4. Pengukuran Diameter Specimen	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1. Nilai Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah ST-41.....	Error! Bookmark not defined.
---	-------------------------------------

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1. Proses Penimbangan Berat Spesimen.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 2. Proses Pencelupan Chrom Nikel.	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 3. Specimen Pelapisan 8A Dan Raw Material..	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 4. Leheran Knalpot Yang Belum Pelapisan Nikel Dan Sudah	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 5. Preper Proses Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 6. Hasil Pengujian Laju Korosi.	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 7. Hasil Uji Komposisi.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1. 8. Hasil Uji Komposisi.....	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pelapisan nikel ada dua cara yaitu pelapisan nikel dengan listrik dan tanpa listrik (*electroless*). Proses pelapisan nikel dengan listrik terjadi karena adanya perpindahan ion-ion nikel dari anoda dan larutan, sesuai arus listrik yang dialirkan dan mengendap pada permukaan katoda atau benda kerja. pelapisan nikel dengan listrik sangat luas penggunaannya dibandingkan dengan tanpa listrik, dikarenakan pelapisan nikel dengan listrik dapat divariasikan baik warna, kehalusan dan struktur lapisan. Pelapisan nikel dengan listrik terbagi dua yaitu *black nickel* dan nikel biasa yang terbentuk halus dan mengkilap, bila dikombinasikan dengan lapisan krom akan mendapatkan daya tahan korosi yang lebih baik. Kedua pelapisan yaitu *black nickel* dan nikel biasa ini disebut juga pelapisan nikel dekoratif, oleh karena tampak rupa yang mengkilap, maka pelapisan nikel dijadikan lapisan dasar untuk lapisan *finishing*, sehingga saat ini banyak dikenal dengan *double* dan *tri layer nickel* mulai dari *dull*, *semi bright* dan *bright nickel*, perlu diketahui selama proses pelapisan berlangsung terjadi pelepasan hidrogen dalam larutan, sehingga diperlukan pengadukan atau agitasi agar hidrogen dapat keluar dari dalam larutan, karena kalau hidrogen tidak bisa keluar akan mengakibatkan turunnya kemampuan pelepasan ion nikel dari anoda (Azhar A Saleh 2014).

Electroplating merupakan suatu proses pelapisan logam secara elektrolisis melalui penggunaan arus searah (direct current atau DC) dan larutan kimia (elektrolit) yang berfungsi sebagai penyedia ion-ion logam membentuk endapan (lapisan) logam pada elektroda katoda. *Electroplating* pada baja pada dasarnya dilakukan dengan tujuan untuk melindungi permukaan baja dari serangan korosi karena logam pelapis tersebut akan memutus interaksi dengan lingkungan sehingga terhindar dari proses oksida. *Electroplating* juga bertujuan untuk menambah keindahan tampak luar suatu benda atau produk. Pelapisan dengan cara *electroplating* sedang digemari karena warnanya yang cemerlang distribusi bahan pelapis merata diseluruh bagian tidak mudah terkorosi dan tahan lama. Produk yang dihasilkan banyak digunakan sebagai dekorasi pada kendaraan bermotor roda dua maupun yang roda empat. selain itu pelapisan ini juga bertujuan untuk mendapatkan sifat khusus permukaan seperti sifat tahan terhadap korosi, sifat keras, sifat tahan aus dan sifat tahan terhadap suhu yang tinggi atau gabungan dari beberapa tujuan diatas secara bersama-sama, misalnya dengan melapisi saluran gas buang kendaraan dengan nikel dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi (Manurung, 2014).

Kendaraan bermotor terutama pada knalpot yang secara langsung terkena panas yang cukup tinggi akibat dari fungsinya yang sebagai saluran pembuangan sisa pembakaran, selain terkena panas secara langsung dari fungsinya sebagai saluran sisa pembuangan knalpot juga sering berkontak langsung dengan lingkungan sekitarnya yang pada akhirnya membuat korosi

mudah terjadi hal tersebut menyebabkan kerugian bagi penggunanya. Knalpot telah terkorosi dapat berakibat pada konsumsi bahan bakar yang meningkat dapat mengakibatkan polusi suara atau suara knalpot semakin bising dan dapat berakibat pada kerusakan mesin kendaraan itu sendiri, selain itu tampilan knalpot yang sudah terpapar korosi kurang menarik dimata pengguna kendaraan sepeda motor pelapisan nikel dinilai tepat apabila di aplikasikan untuk melapisi plat baja karbon rendah yang di peruntukan sebagai bahan baku knalpot sepeda motor (Danar Pratama, 2018).

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat adanya interaksi dengan lingkungan korosi sangat merugikan manusia baik dari segi biaya sumber daya alam dan juga dapat mendatangkan bahaya korosi tidak dapat dihilangkan namun dapat dikurangi lajunya dengan cara mencegah kontak langsung antara logam dan lingkungan pemilihan material yang tahan korosi pengambilan bahan yang bersifat korosif dan penambahan inhibitor (Kimia, 2020).

Electroplating pelapisan logam adalah suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja dimana diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan maupun ketahanannya serta tidak menutup kemungkinan pula terjadi perbaikan terhadap sifat fisiknya. adapun macam-macam pelapisan logam menurut tujuannya antara lain untuk dekoratif, protektif dan untuk mendapatkan sifat khusus pada permukaan.

Pelapisan logam ditinjau dari sifat elektrokimia bahan pelapisnya dapat di kategorikan sebagai pelapisan *anodik* dan pelapisan *katodik*. Pelapisan anodik dimana potensial listrik logam pelapis lebih anodik terhadap logam dasar atau substrat, sedangkan pelapisan katodik merupakan pelapisan dimana potensial listrik logam pelapis lebih katodik terhadap substratnya keunggulan dari pelapisan anodik adalah sifat logam pelapis melindungi logam yang dilapisi sementara itu pada pelapisan katodik lebih cocok digunakan pada pelapisan untuk tujuan dekoratif. dalam perlindungan katodik obyek yang dilindungi adalah katoda tetapi dalam perlindungan anodik obyek yang dilindungi adalah anoda (Sugiyarta, 2012).

Baja karbon rendah merupakan paduan logam besi dengan karbon yang rentan terhadap serangan korosi. Korosi merupakan suatu proses oksidasi dan reduksi yang terjadi pada logam akibat berinteraksi dengan lingkungan produk dari proses korosi logam sering disebut dengan karat yang berwarna coklat pada material baja atau besi warna coklat disebabkan adanya senyawa $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ di permukaan logam baja karbon atau besi. Korosi atau pengkaratan merupakan fenomena kimia pada material logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan mengandung oksigen dampak dari proses korosi pada baja karbon antara lain adalah baja menjadi keropos dan rusak permukaan logam menjadi kurang menarik berbahaya jika mengkontaminasi makanan atau minuman dan dapat menyebabkan robohnya suatu konstruksi baja jika kerusakannya sudah parah (Wijaya, 2017).

Tegangan arus 2A, 4A, 6A dan 8A pada suatu proses elektrolisis itu sangat berperan penting dalam proses perpindahan ion dari anoda ke katoda besaran tegangan seras arus listrik 8 Volt dari trafo berdasarkan dari luasan benda kerja yang akan di lapisi maka dari itu akan dilakukan penelitian mengenai nilai tegangan ideal pada suatu luas permukaan sebuah specimen logam berbahan baja karbon rendah St-41.

B. Batasan Masalah

Agar proses penelitian dapat berlangsung dengan baik maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang diteliti menggunakan baja karbon rendah St-41.
2. Lapisan yang digunakan adalah Nikel.
3. Variabel yang digunakan arus 2A, 4A, 6A, dan 8A. dengan tegangan 8 Volt.
4. Pengujian masing-masing dilakukan selama 40 menit.
5. Pengujian yang dilakukan adalah uji laju korosi.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi latar belakang identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah disebutkan di atas maka dapat dirumuskan masalah adalah bagaimana pengaruh variasi arus listrik 2A, 4A, 6A dan 8A *electroplating* nikel pada laju korosi leheran kenalpot sepeda motor beat fi dengan material baja karbon rendah St-41.

D. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi arus listrik 2A, 4A, 6A dan 8A terhadap laju korosi leheran kenalpot sepeda motor beat fi pada baja karbon rendah St-41.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian tersebut adalah :

- a. Bagi penulis untuk menambah wawasan dan pengetahuan dalam melakukan penelitian tentang pengaruh proses *electroplating* nikel beserta tahapan-tahapannya.
- b. Bagi institusi dapat dijadikan sebagai salah satu sumber pengetahuan mahasiswa tentang metode *electroplating*.
- c. Secara umum sebagai penambah wawasan mengenal proses pelapisan material dalam hal *electroplating*.
- d. Menambah referensi untuk proses *electroplating* pada pelapisan permukaan suatu benda sehingga dapat meningkatkan umur pakai.

E. Sistematis penulisan

1. Bagian awal tugas akhir bagian ini berisi tentang judul, abstrak, pengesahan, motto, dan persembahan, prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.
2. Bagian inti tugas akhir

BAB I PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai teori laju korosi secara umum, *electroplating*, dan pelapisan nikel.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai metodologi penelitian, waktu dan tempat penelitian, variabel penelitian, diagram alur penelitian, metode pengumpulan data, metode analisa data, instrumen penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Membahas mengenai simpulan dan saran-saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN

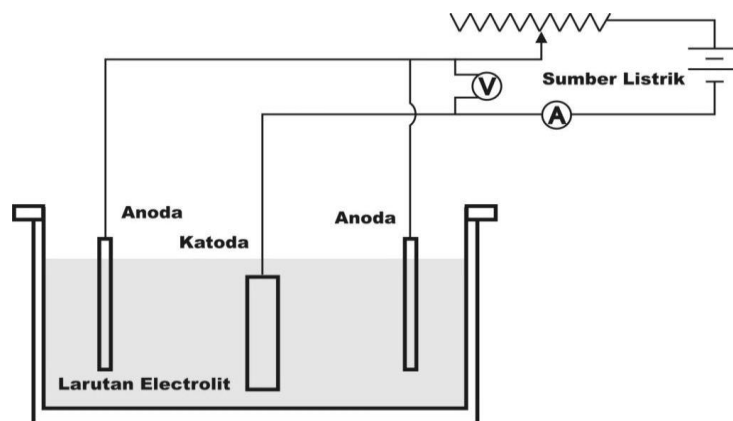
BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Electroplating

Pelapisan secara listrik atau *electroplating* merupakan proses pelapisan suatu logam secara elektrolisa melalui penggunaan arus listrik searah (*direct current* atau *DC*) dan larutan kimia (elektrolit) yang berfungsi sebagai media penyuplai ion-ion logam membentuk endapan (lapisan) logam pada elektroda katoda.



Gambar 2. 1. Rangkaian Proses *Electroplating*

((Napitupulu, 2022).

Electroplating dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik melalui larutan antara logam atau material lain yang konduktif dua buah plat logam merupakan anoda dan katoda dihubungkan pada kutup positif dan negatif terminal sumber arus searah (DC) logam yang terhubung dengan kutup positif sumber arus searah disebut anoda dan yang terhubung dengan kutup negatif sumber arus searah disebut katoda terjadinya endapan nikel pada baja

disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah secara terus menerus dari satu elektroda melalui larutan elektrolit, berdasarkan penjelasan diatas maka dapat dijelaskan bahwa prinsip kerja *electroplating* adalah merupakan suatu rangkaian dari arus listrik anoda larutan elektrolit dan katoda yang membentuk satu kesatuan yang satu sama lain saling berkaitan larutan elektrolit berfungsi sebagai media penyuplai ion-ion logam dan harus mengandung unsur-unsur ion logam yang akan diendapkan bersifat konduktif sebagai *buffer* pengatur pH dan membantu pelarutan anoda Larutan elektrolit yang banyak digunakan dalam proses elektroplating dapat bersifat asam atau basa (*alkali*) dan mempunyai *covering power*, *throwing power* dan *leveling* yang baik. Jenis larutan elektrolit dari setiap proses pelapisan berbeda-beda tergantung pada jenis logam pelapis yang diinginkan (Napitupulu, 2022).

Kegiatan proses *electroplating* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu arus yang dibutuhkan untuk melapis (rapat arus) temperatur larutan waktu pelapisan dan konsentrasi larutan distribusi perpindahan ion-ion logam selama proses pelapisan berlangsung akan dipengaruhi oleh besarnya arus luas permukaan bahan yang dilapis temperatur larutan derajat keasaman (pH) dan kekentalan (*derajat baurne*) atau konsentrasi larutan jika konsentrasi ion logam dalam larutan berkurang akan dihasilkan lapisan berwarna hitam (terbakar) pada rapat arus yang rendah sehingga kondisi operasi seperti rapat arus temperatur waktu dan komposisi larutan perlu dijaga agar tetap stabil, selain dari halhal diatas kesempurnaan lapisan dipengaruhi pula oleh bentuk anoda kemurnian anoda

daya larut anoda jarak antara anoda ke katoda dan kebersihan larutan (bebas pengotor).

Fungsi dari logam pelapis terhadap logam yang dilapis adalah sebagai berikut:

- a) Memperbaiki tampak rupa (*decorative*), contoh : emas, nikel, perak dan kuningan.
- b) Melindungi logam dasar dari serangan korosi.
- c) Meningkatkan ketahanan logam dasar terhadap gesekan (*abrasive*).
- d) Memperbaiki kehalusan/bentuk permukaan dan toleransi logam dasar.

2. Baja Karbon Rendah

Carbon steel atau baja karbon merupakan salah satu jenis logam yang banyak diaplikasikan pada dunia industri. Baja banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas , alat pertanian, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan alat rumah tangga, namun jenis logam ini memiliki keterbatasan dalam hal ketahanan korosi. Korosi adalah kerusakan akibat dari hasil reaksi kimia antara logam atau paduan logam dengan lingkungannya, dari definisi tersebut jelas bahwa barang-barang yang terbuat dari logam rentan terhadap korosi yang dapat mengalami kerusakan akibat terserang korosi. Asam klorida adalah salah satu jenis asam yang sangat agresif dan korosif, untuk bagian yang terpapar dalam lingkungan korosif biasanya digunakan material paduan logam berbasis nikel yang memiliki ketahanan korosi tinggi, namun material masih termasuk material yang jarang dan mahal karena di Indonesia sendiri masih belum mampu memproduksi material

paduan logam berbasis nikel, oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki performa kerja dari *carbon steel* agar ketahanan korosinya lebih baik dan dapat diaplikasikan lebih optimal, salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan korosi dari *carbon steel* yaitu dengan memberikan lapisan proteksi pada permukaan *carbon steel* dengan paduan logam yang memiliki ketahanan tinggi terhadap lingkungan korosif, salah satu teknik pelapisan pada logam adalah dengan menggunakan arus listrik searah atau biasa disebut dengan teknik *electroplating*. Teknik pelapisan *electroplating* merupakan salah satu teknik pelapisan yang relatif mudah dikerjakan, sederhana dan ekonomis, namun cukup potensial. Seperti yang telah kita ketahui bahwa proses elektroplating bertujuan agar logam lebih tahan terhadap korosi dan salah satu material coating yang dapat melindungi korosi dari serangan korosi adalah nikel kobalt (Saefuloh, 2017)

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon antara 0,025% - 0,25% C. setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut :

- a) Baja karbon rendah (*low carbon steel*) yang mengandung 0,04%-0,10% C untuk dijadikan bajabaja plat dan strip.
- b) Baja karbon rendah yang mengandung 0,05% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.

- c) Baja karbon rendah yang mengandung 0,15% - 0,20% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi (Paridawati, 2013).

3. Tahapan Proses Pelapisan

Proses pelapisan logam ini dilakukan dengan sistem *electroplating* dimana logam pelapis yaitu nikel bertindak sebagai anoda, sedangkan benda kerja yang dilapisi sebagai katoda, kedua elektroda tersebut dicelupkan dalam suatu elektrolit yang mengandung nikel sulfat pada saat pelapisan nikel, salah satu contoh perubahan fisik ketika material dilapisi dengan nikel adalah bertambahnya daya tahan material tersebut terhadap korosi berdasarkan uraian tersebut proses *electroplating* tidak lepas dari suatu masalah, baik masalah yang ditimbulkan oleh kualitas material yang akan diproses ataupun masalah yang ditimbulkan oleh proses pelapisan logam itu sendiri, sehingga dapat menurunkan mutu atau kualitas logam yang telah melalui proses pelapisan logam salah satu yang menjadi perhatian adalah variasi tegangan dan lama pencelupan untuk mengetahui tingkat kepadatan pada proses pelapisan nikel (Rozak, 2017).

Proses pelapisan dengan menggunakan metode *electroplating* dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu :

- a) Proses Persiapan Pengerjaan (*Pre Treatment*) Sebelum proses *electroplating* dilakukan, permukaan benda kerja yang akan dilapisi harus dalam kondisi benar-benar bersih bebas dari bermacam-macam pengotor.

- 1) Pembersihan secara mekanik Pekerjaan ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta geram-geram yang masih melekat pada benda kerja biasanya untuk menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram tersebut dilakukan dengan mesin gerinda atau roda yang berputar yang diberi abrasif, sedangkan untuk menghaluskan permukaan dilakukan dengan proses buffing maupun polishing dalam berbagai tingkat kehalusan yang berbeda, soda terbuat dari kain kanvas, katun atau kulit, prinsipnya sama dengan proses gerinda tetapi roda polesnya yang berbeda. selain proses yang diatas kadangkadang diperlukan proses lain misalnya brushing, brightening dan sebagainya.
- 2) Pembersihan dengan pelarut (*solvent*) proses ini bertujuan untuk membersihkan specimen dari debu, lemak, minyak, garam dan kotoran udara/mengalami korosi sebelum proses plating dengan pelarut organik, alkali, dan celup asam, pembersihan dilakukan dengan cara :
 - a) Pembersihan dengan *vapour degreasin*.
 - b) Pembersihan dengan cara alkali (*alkaline cleaning*).
 - c) Pembersihan secara elektro (*elektrolitik degreasing*).
 - d) Pembersihan dengan asam (*acid dipping*).
- 3) Proses lapis listrik Setelah benda kerja betul-betul bebas dari pengotor maka benda kerja tersebut sudah siap untuk dilapisi rangkaian sistem pelapisan dalam operasi pelapisan kondisi operasi penting sekali

untuk diperhatikan karena kondisi tersebut menentukan berhasil atau tidaknya proses pelapisan serta mutu pelapisan yang dihasilkan kondisi operasi yang perlu diperhatikan tegangan Listrik (*Voltage*) prinsip dasar dari proses lapisan listrik adalah berpedoman atau berdasarkan hukum faraday menyatakan :

- a) Jumlah zat-zat yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisa sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit.
- b) Jumlah unsur-unsur yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisa adalah sebanding dengan berat ekivalen masing-masing zat tersebut. Hukum faraday sangat erat kaitannya dengan efisiensi arus terjadi pada pelapisan listrik efisiensi arus listrik adalah perbandingan berat endapan secara teoritis dan dinyatakan dalam persen (%) (hukum Ohm). Tegangan yang digunakan dalam proses lapis listrik atau electroplating yang dapat divariabelkan adalah 2 volt samapai dengan 10 volt sedang amperenya berbanding lurus kecil atau besar dengan tegangannya, maksudnya adalah bila luas permukaan benda kerja bervariasi maka rapat aruslah yang menyesuaikan dengan besar kecilnya voltage bila dengan sistem bak asam kromat efisiensi arus platingnya rendah laju deposisi tetap besar karena tegangan yang digunakan pada posisi paling besar pada temperatur yang tinggi daya larut bertambah besar dan terjadi penguraian garam

logam yang menjadikan konduktifitasnya tinggi serta menambah mobilitas ion logam tetapi viskositas menjadi berkurang sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya.

- c) PH larutan dipakai untuk menentukan derajat keasaman suatu larutan elektrolit dalam operasi lapis listrik, pH berarti pula $pOH - pH$ larutan dapat diukur dengan alat ukur pH meter atau pH colorimeter tujuan menentukan derajat keasaman ini adalah untuk melihat atau mengecek kemampuan dari larutan dalam menghasilkan lapisan yang baik.

4. Logam yang dilapisi

Logam merupakan hal yang sangat penting dalam dunia rekayasa modern dalam pelapisan logam ada banyak sekali cara yang bisa digunakan dan ini dalam 2 bagian yaitu perlakuan permukaan dan pengerasan kulit untuk perlakuan permukaan dengan menggunakan *electroplating*, hot dipping dan pengecatan sedang untuk pengerasan kulit meliputi carburizing, cyaniding, dan nitriding. *Electroplating* ialah elektrodeposisi pelapis/coating logam melekat ke elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda daripada logam basisnya tersebut jadi pada dasarnya bisa diartikan *electroplating* ialah penempatan ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi yang mana ion-ion tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang digunakan maksud *electroplating* adalah demi tujuan penampilan (bagus, kilap, cemerlang), perlindungan terhadap korosi sifat khas permukaan serta

sifat mekanis tertentu sumber arus listrik searah dihubungkan dengan dua buah elektroda yaitu elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif disebut sebagai katoda dan elektroda positif disebut anoda. Benda yang akan dilapisi harus bersifat konduktif atau menghantarkan arus listrik dan berfungsi sebagai katoda disebut sebagai benda kerja pada *electroplating* dengan anoda aktif digunakan anoda logam yang mempunyai kemurnian tinggi arus mengalir dari anoda menuju katoda melalui elektrolit (Effendi, 2009).

5. Macam-macam korosi

a) Korosi seragam (*Uniform Corrosion*)

Korosi ini terjadi karena adanya proses secara kimia atau secara elektrokimia pada permukaan logam dan berlangsung secara merata bentuk korosi ini merupakan bentuk korosi yang paling umum ditemui dan dapat terjadi dalam semua lingkungan.

b) Korosi batas butir (*Intergranular Corrosion*)

Korosi batas butir adalah rusaknya batas butir walaupun tidak terjadi kerusakan pada butir sendiri, hal ini disebabkan karena batas butir lebih lemah dari butir logam sendiri karena kurangnya elemen pepadu di batas butir.

c) Korosi lubang (*Pitting Corrosion*)

Korosi ini pada umumnya timbul dengan terbentuknya lubang-lubang yang tidak merata dipermukaan lubang dapat berkembang menjadi dalam sekali bahkan dapat menembus logam. Korosi ini pada

umumnya dijumpai pada stainless steel dan aluminium dalam air laut dan air asam mekanisme korosi ini tidak jelas tetapi bisa diduga karena permukaan lubang ditutupi oleh lapisan oksida rusak atau tidak sempurna bagian dalam logam menjadi anoda dan bagian luar menjadi katoda apabila lapisan rusak maka akan timbul korosi secara lokal dan dengan adanya oksigen akan mempercepat proses terbentuknya lubang-lubang tersebut.

d) Korosi erosi (*Errosion Corrossion*)

Korosi erosi adalah perusakan bahan karena pengikisan oleh kecepatan aliran fluida atau turbulensi aliran fluida dipermukaan bahan akibat adanya kecepatan aliran dari turbulensi aliran, maka lapisan pelindung atau lapisan oksida oleh lingkungan akan terkikis sehingga bahan konstruksi rusak banyak contoh korosi ini terutama yang disebabkan oleh efek-efek mekanik seperti pengausan, abrasi dan gesekan logam mudah terkena serangan semacam ini terutama logam-logam lunak seperti tembaga, kuningan dan aluminium.

e) Korosi celah (*Crevice corrocion*)

Korosi ini sering disebabkan oleh oksigen yang terkonsentrasi pada tempat celah dan pada permukaan cairan konsentrasi oksigen yang rendah akan menempati lokasi anodic sehingga merupakan sumber korosi celah.

f) Korosi galvanis (*Galvanic cell*)

Korosi ini terjadi bila dua logam yang tidak sama kontak didalam lingkungan yang terkorosif pada keadaan demikian terbentuk beda potensial antara kedua logam tersebut beda potensial menyebabkan mengalirnya elektron dari anoda ke katoda. Anoda dalam hal ini adalah bahan yang mengalami degradasi secara kimia.

g) Korosi selektif (*Selective Leaching Corrossion*)

Serangan selektif adalah proses suatu komponen dapat larut dari suatu campuran logam dengan suatu komponen tidak dapat larut, dengan lokasi campuran logam. Korosi ini menyangkut larutnya suatu komponen dari zat paduan sehingga korosi ini disebut pelarutan selektif zat komponen yang larut selalu bersifat anodik terhadap komponen walaupun secara visual tampak perubahan warna pada permukaan paduan namun tidak tampak adanya kehilangan materi berupa takik perubahan dimensi retak atau alur bentuk permukaan tampaknya tetap tidak berubah termasuk tingkat kehalusan maupun kekasarannya namun sebenarnya berat bagian yang terkena jenis korosi ini menjadi berkurang pori-pori dan yang terpenting adalah kehilangan sifat mekanisnya semula yakni menjadi getas dan mempunyai kekuatan tarik sangat rendah (Napitupulu, 2022).

6. Asam Sulfat

Ion sulfat dapat menyebabkan korosi lubang atau sumuran maupun korosi retak tegang pada material asam sulfat murni tidak berwarna berupa

cairan kental pada suhu 10,40 C dan mendidih pada suhu 279,60 C. Asam sulfat sama halnya dengan asam klorida merupakan jenis asam kuat dan bersifat korosif asam ini digunakan secara luas dalam berbagai bidang misalnya dalam pengolahan logam digunakan untuk menghilangkan kerak baja, banyak asam sulfat digunakan sebagai zat pendehidrasi dalam sintesis bahan kimia organik dan dalam pengolahan petrokimia kegunaan asam sulfat yang lain yaitu dalam pembuatan asam klorida, asam fluorida dan pigmen TiO₂ untuk cat sebagian besar logam dan paduan mengalami korosi apabila terkena asam sulfat karena memiliki pH yang rendah (0,5% H₂SO₄ dengan pH = 2,1; 5% H₂SO₄ dengan pH = 1,2; dan 50% H₂SO₄ dengan pH = 0,3). Nilai pH pada asam sulfat dipengaruhi oleh konsentrasi dan temperatur.

7. Sifat Asam Sulfat

Asam sulfat memiliki dua reaksi kimia yaitu reaksi kimia dengan air dan reaksi kimia dengan yang lainnya.

a. Reaksi dengan air

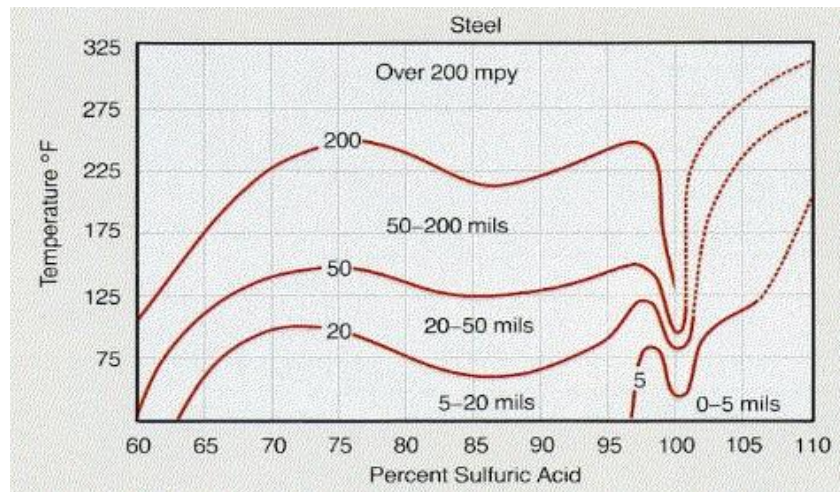
Reaksi hidrasi asam sulfat sangat eksotermik selalu tambahkan asam ke dalam air daripada air ke dalam asam. Air memiliki massa jenis yang lebih rendah daripada asam sulfat dan cenderung mengapung di atasnya sehingga apabila air ditambahkan ke dalam asam sulfat pekat ia akan dapat mendidih dan bereaksi dengan keras reaksi yang terjadi adalah pembentukan ion hidronium : $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$ (2.12)
 $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (2.13) karena hidrasi asam sulfat secara termodinamika difavoritkan asam sulfat adalah zat pendehidrasi yang

sangat baik dan digunakan untuk mengeringkan buah-buahan afinitas asam sulfat terhadap air cukuplah kuat sedemikianya ia akan memisahkan atom hidrogen dan oksigen dari suatu senyawa.

b. Reaksi lainnya

Asam sulfat bereaksi dengan kebanyakan basa menghasilkan garam sulfat sebagai contoh garam tembaga sulfat dibuat dari reaksi antara tembaga oksida dengan asam sulfat : $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ asam sulfat juga dapat digunakan untuk mengasamkan garam dan menghasilkan asam yang lebih lemah reaksi antara natrium asetat dengan asam sulfat akan menghasilkan asam asetat CH_3COOH dan natrium bisulfat : $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH}$ asam sulfat bereaksi dengan kebanyakan logam via reaksi penggantian tunggal,

menghasilkan gas hidrogen dan logam sulfat. H_2SO_4 encer menyerang besi, aluminium, seng, mangan, magnesium dan nikel, namun reaksi dengan timah dan tembaga memerlukan asam sulfat yang panas dan pekat timbal dan tungsten tidak bereaksi dengan asam sulfat reaksi antara asam sulfat dengan logam biasanya akan menghasilkan hidrogen seperti yang ditunjukkan pada persamaan di bawah ini namun reaksi dengan timah akan menghasilkan sulfur dioksida daripada hidrogen. $\text{Fe} (\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + \text{FeSO}_4 (\text{aq})$ $\text{Sn} (\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow \text{SnSO}_4 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{SO}_2 (\text{g})$ baja dapat digunakan tergantung pada temperatur baja pada umumnya tidak dapat digunakan pada temperatur diatas 1750 F.



Gambar 2. 2. Korosi Baja Dalam Asam Sulfat Sebagai Fungsi Konsentrasi (Sugiyarta, 2012).

8. 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.

Tabel 2. 1. Data Spesifikasi Nikel.

Kreteria	Spesifikasi
Titik lebur	1453 C ⁰
Titik didih	2913 C ⁰
Massa atom	58,6934 gr/mol
Masa jenis	8,908 gr/cm ³
Struktur kristal	FCC
Kalor peleburan	17,48 kj/mol
Kalor penguapan	377,5 kj/mol

(manurung, 2014).

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 (Jamaludin, 2019).

beberapa karakteristik dari logam nikel :

Lambang : Ni
 Density : 8,9 g/cm³
 elektron valensi : 2
 Massa atom : 58.71gr/mol

Nikel pada paduannya terutama dibuat secara elektrolisasi nikel adalah logam yang berwarna keabuabuan mempunyai sel satuan kubus berpusat muka (fcc), setelah diketahui nilai kekuatan tariknya 4555 kgf/mm²,

K	= Konstanta Faktor (mm/year = 87,6)
D	= Densitas (gram/cm ³)
A	= Luas Permukaan (inc ²)
T	= Waktu (jam)

Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat, kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan suistunable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut juga dapat dijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat objek tersebut.

b) Metode Elektrokimia

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda kelemahan metode ini adalah tidak dapat menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi hanya pada waktu tertentu saja hingga secara umur pemakaian maupun kondisi

untuk dapat di treatment tidak dapat diketahui kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat di ukur hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang didasari pada hukum faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CR = \frac{BA \cdot i \cdot t}{n \cdot F} \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana :
- CR = Laju Korosi (gram)
 - BA = Berat Atom
 - i = Besar arus yang mengalir (Coulomb / detik)
 - t = Lama reaksi (detik)
 - n = Banyaknya elektron
 - F = Bilangan Faraday (Coulomb / detik)

Metode ini menggunakan pembandingan dengan meletakkan salah satu material dengan sifat korosif yang sangat baik dengan bahan yang akan diuji hingga beda potensial yang terjadi dapat diperhatikan dengan adanya pembandingan tersebut.

10. Knalpot Sepeda Motor

Knalpot adalah alat peredam kebisingan yang dipasang pada kendaraan pada knalpot terdapat tabung peredam suara yang disebut silencer secara umum knalpot pada kendaraan berfungsi untuk mengalirkan gas pembakaran engine dan menstabilkan kerja engine terhadap lingkungan ada banyak bentuk tabung peredam knalpot dilapangan ini bergantung kepada mesin

kendaraan dipasang tinggi dan rendahnya tingkat kebisingan pada knalpot akan tergantung beberapa faktor antara lain :

- a) Volume knalpot.
- b) Bentuk dan konstruksi knalpot.
- c) Panjang saluran keluar antara mesin ke knalpot.
- d) Bahan yang di gunakan oleh knalpot.

Ada 3 fungsi utama dari knalpot yaitu :

1) Meredam bising

Knalpot bertugas untuk meredam suara mesin pada proses pembakaran diruang mesin menimbulkan suara bising agar lebih nyaman saat digunakan, knalpot bisa membantu meredam suara bising saat proses pembakaran berlangsung makanya keberadaan knalpot disepeda motor ini sangat penting.

2) Mengurangi polusi

Knalpot juga bertugas untuk mengontrol polusi yang dikeluarkan dari sisa pembakaran mesin didalam knalpot ada teknologi *catalytic converter* yang bisa membantu mengurangi polusi *Catalytic converter* bertugas mengonversi karbon yang keluar dari sisa pembakaran di dalam mesin.

3) Bisa menambah tenaga

Knalpot juga bisa membantu tenaga mesin dengan desain, bahan, perhitungan yang tepat knalpot bisa membantu menambah mesin biar

optimal adapun komponen penyusun dari knalpot motor tersebut beserta fungsinya adalah sebagai berikut :

a) Header atau leher knalpot

Header atau leher knalpot merupakan bagian yang langsung terhubung dengan mesin kendaraan untuk jumlah leheran tergantung dari banyaknya silinder biasanya untuk motor 4 tak memiliki lebih dari satu silinder bahkan banyak silinder untuk mobi fungsi utama header ini adalah sebagai penghubung keseluruhan dari sistem knalpot (*full system*) dari sisa hasil pembakaran yang dihasilkan mesin untuk disalurkan kedalam silencer kemudian dibuang setelah melalui proses penyaringan oleh resonator.



Gambar 2. 3 Header Knalpot Motor Beat Fi.

(Sumber : Gambar pribadi).

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. (Effendi, 2009) Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi rapat arus terhadap ketebalan lapisan elektroplating seng pada baja karbon rendah. Sampel penelitian yang digunakan adalah baja karbon Rendah berbentuk silinder dengan diameter 40 mm dan tebal 12 mm. Variasi rapat arus yang digunakan adalah 1 A/dm² , 3 A/dm² , 5 A/dm² , 7 A/dm² , dan 9 A/dm², rincian sampel penelitian adalah satu sampel diperlakukan satu kali elektroplating dengan rapat arus yang telah ditentukan, kemudian dihitung selisih berat sebelum dan sesudah dilakukan *electroplating*, setiap sampel perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak empat kali sehingga sampel secara keseluruhan sebanyak 20 buah. Data awal hasil eksperimen berupa selisih berat sebelum dan sesudah dilakukan *electroplating*, diolah dengan menggunakan rumus sehingga didapatkan data akhir berupa ketebalan lapisan.
2. (Sugiyarta, 2012) *Electroplating* adalah proses untuk melindungi logam dari pengaruh lingkungan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan dan arus listrik terhadap ketebalan lapisan nikel pada penelitian ini variabel bebasnya adalah arus listrik dan konsentrasi larutan. Arus listrik divariasikan 50, 55, dan 60 A. Konsentrasi larutan divariasikan menjadi 3 yaitu konsentrasi 1 (NiSO₄ 300 gr, NiCl₂ 40 gr, H₃BO₃ 40gr, H₂O 1000 ml), konsentrasi 2 (NiSO₄ 325 gr, NiCl₂ 45 gr, H₃BO₃ 40gr, H₂O 1000 ml) dan konsentrasi 3 (NiSO₄ 350 gr, NiCl₂ 50 gr, H₃BO₃ 40gr, H₂O 1000ml). Spesimen berupa plat baja karbon rendah berukuran 50mm x 30mm

x 1.8 mm sebanyak 27 buah. Pada konsentrasi 1, besar arus listrik tidak berpengaruh terhadap ketebalan nikel pada konsentrasi 2 dan 3, semakin besar arus listrik akan diperoleh hasil lapisan yang makin tebal. Semakin tinggi konsentrasi NiSO₄ dan NiCl₂ maka lapisan nikel akan semakin tebal. Ketebalan minimum diperoleh pada konsentrasi 1 pada arus 55 A yaitu 5,06 μm dan hasil pengukuran tertinggi pada konsentrasi 3 dengan arus 60 A ketebalan 23,26 μm .

3. (Manurung, 2014) Proses pelapisan nikel digunakan secara luas untuk tujuan dekoratif teknik dan electroforming karena penampilan dan sifat lain dari elektrodeposisi nikel dapat bervariasi pada rentang yang luas dengan mengontrol parameter operasi. *Electroplanting* adalah salah satu metode untuk menyimpan nikel di permukaan baja karbon rendah untuk perlindungan korosi dan tujuan dekoratif. Penelitian proses elektroplanting dengan variasi arus searah 4 amper, 6 amper, 8 amper dan 10 amper, dari parameter *electroplanting*, diketahui bahwa 10 amper dan arus searah 12 volt memberikan perlindungan pada permukaan baja karbon rendah dengan 4,920 μm endapan nikel dan laju korosi 0,0098 mpy.
4. (Wijaya, 2017) Baja karbon rendah merupakan baja dengan kadar karbon sekitar 0,1% karbon dan rentan terhadap korosi, sehingga penampilannya menjadi jelek, kotor serta berubah warna agar penampilannya tetap menarik dilakukan pelapisan salah satunya dilakukan proses *electroplating* krom. *Electroplating* krom (Cr) berfungsi untuk meningkatkan kekerasan permukaan dan menghambat serangan korosi akibat lingkungan.

Electroplating flash chrome merupakan proses lapisan krom (Cr) dengan lapisan sangat tipis dan bertujuan untuk mengeraskan permukaan logam dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rapat arus dan waktu optimum *electroplating* flash chrome baja karbon rendah pada suhu proses 60oC dalam larutan elektrolit asam kromat dan asam sulfat dengan perbandingan 100:1 dan dilakukan aerasi hasil penelitian menunjukkan bahwa baja karbon telah mengalami pelapisan mempunyai perubahan warna, peningkatan berat, tebal serta kondisi terbaik dicapai pada rapat arus 35A/dm² selama 75 detik mencapai ketebalan 5,4 µm dengan efisiensi 2,67% serta memiliki ketahanan korosi yang baik di dalam larutan NaCl 3,56 % dalam waktu 1 minggu. Hasil elektroplating flash chrome pada baja karbon mencapai sekitar 8 m dengan peningkatan kekerasan dari 47,7 HRc menjadi 64,7 HRc.

5. (Kimia, 2020) *Electroplating* adalah salah satu proses pelapisan logam untuk menghambat laju korosi manambah kekuatan mekanik dan untuk memperbaiki estetika logam dengan menggunakan arus listrik. Hard chrome adalah salah satu contoh proses *electroplating* yang menggunakan larutan asam kromat proses *electroplating* dilakukan dengan bantuan arus listrik searah dari rectifier yang dialirkan dari kutub positif rectifier menuju logam yang bersifat sebagai anoda sedangkan kutub negative rectifier menuju logam yang bersifat sebagai katoda, dalam penelitian ini sebagai anoda adalah logam sebagai katoda adalah logam baja karbon sebelum melakukan proses *electroplating* permukaan logam baja karbon harus bersih dari kotoran dan

lemak, karenanya pre treatment pada logam baja karbon merupakan hal kritis yang mempengaruhi hasil pelapisan pre treatment pada logam baja karbon dilakukan menggunakan kertas abrasif, larutan asam, larutan basa dan air bersih. Penelitian ini mengacu pada ASTM B 177-68 dengan mevariasikan waktu proses dan jarak antara anoda dan katoda. Waktu proses pelapisan bervariasi yaitu 45 menit, 60 menit dan 75 menit. Jarak antara anoda dan katoda bervariasi yaitu 4 cm, 7 cm, 10 cm dan 12 cm. penelitian ini dilakukan dengan suhu larutan elektrolit 60°C dan arus listrik 7 ampere dengan luas permukaan benda kerja 22 cm². Pada waktu proses 45 menit.

6. (Napitupulu, 2022) Pelapisan secara listrik atau *electroplating* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memperindah tampak rupa dan juga untuk memperbaiki sifat mekanis dari logam. Pengujian ini dilakukan dengan mempersiapkan spesimen yang telah diukur dengan berbagai variasi waktu untuk di *electroplating* dengan kuat arus 10 Amper dengan tegangan 12 Volt. Hasil uji korosi menunjukkan bahwa spesimen hasil *electroplating* dengan penahanan 40 menit sebesar 0,1889847379 mpy, 30 menit sebesar 0,1771731918 mpy, 20 menit sebesar 0,1417385534 mpy, dan tanpa pelapisan 0,93298832 mpy, dilihat dari hasil pengkorosian pada setiap spesimen maka pelapisan yang paling aman adalah pelapisan dengan penahanan 20 menit dan paling cepat terkorosi adalah spesimen tanpa pelapisan. Hasil uji keras dari setiap spesimen yang diuji menunjukkan naiknya kekerasan pada daerah yang terlapsi oleh *electroplating*. Hasil uji

tebal lapisan menunjukkan pada penahanan 40 menit merupakan hasil lapisan yang lebih tebal dibandingkan dengan penahanan 30 menit dan 20 menit.

7. (Rozak, 2017) Pelapisan logam merupakan proses pelapisan yang menggunakan prinsip pengendapan logam dengan cara elektrokimia dan saat ini pelapisan logam sangat dikenal luas dibidang industri dan teknologi. Analisis penelitian ini sangat diperlukan agar mampu memberikan hasil pada kualitas benda yang akan dilapisi. Aplikasi baja ST-41 ini digunakan untuk peralatan otomotif, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi tegangan dan lama pencelupan terhadap kepadatan pelapisan nikel pada baja ST-41. Pelapisan logam dilakukan menggunakan dua variasi, yaitu variasi tegangan diantaranya 4 volt, 5 volt, dan 6 volt. Variasi yang kedua adalah variasi lama pencelupan diantaranya 5 menit, 15 menit, dan 30 menit. Pada penelitian ini yang dihitung adalah kepadatan dari hasil pelapisan nikel yaitu tegangan 4 volt dan 6 volt, pada baja ST41 melalui proses pengujian struktur mikro yang dilakukan setelah proses pelapisan nikel serta menganalisa tegangan dan lama pencelupan. Hasil penelitian diperoleh kepadatan terendah pelapisan nikel pada baja ST-41 ini memiliki variasi yang paling rendah kepadatannya yaitu pada variasi 4 volt dan lama pencelupan 5 menit dengan kepadatan lapisan yaitu 16,1 gr/cm³ dan memiliki hasil dengan kepadatan lapisan paling tinggi yaitu pada variasi tegangan 6 volt dan lama pencelupan 30 menit dengan nilai kepadatan lapisan 54 gr/cm³. Semakin besar tegangan dan lama pencelupan pada proses pelapisan maka nilai kepadatan lapisan akan meningkat.

8. (Danar Pratama, 2018) Knalpot pada sepeda motor yang secara langsung terkena panas yang cukup tinggi akibat dari fungsinya yang sebagai saluran pembuangan sisa pembakaran dari sepeda motor tersebut, selain terkena panas secara langsung dari fungsinya sebagai saluran sisa pembuangan knalpot juga sering berkontak langsung dengan lingkungan sekitarnya yang pada akhirnya membuat korosi mudah terjadi maka dari itu perlu dilakukan suatu penanganan maupun pencegahan agar material itu bertahan dalam pemakaiannya, pada penelitian terdahulu bahwa pelapisan dapat memperbaiki sifat mekanik pada suatu material. Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi lapisan tegangan dan variasi kuat arus pelapisan terhadap uji laju korosi. Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian eksperimen kuantitatif deskriptif, dalam penelitian ini menggunakan variabel bebas dengan variasi tegangan pelapisan 2 volt, 3 volt, dan variasi kuat arus 3 ampere, 4 ampere, 5 ampere sedangkan variabel terikatnya adalah uji laju korosi dan ketebalan permukaan. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat ketahanan korosi pada knalpot sepeda motor setelah dilakukan proses pelapisan logam menggunakan nikel-krom dengan variasi tegangan dan kuat arus.
9. (Jamaludin, 2019) *Electroplating* atau proses pelapisan suatu logam dengan logam lain dengan cara elektrolisa bertujuan untuk melindungi logam yang mudah rusak atau korosi dengan logam yang lebih tahan karat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi dari aluminium alloy 2024 yang sudah di elektroplating dengan metode polarisasi linear. Korosi pada struktur

pesawat terbang adalah sesuatu hal yang tidak boleh diabaikan karena bisa menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kecelakaan pesawat terbang. Aluminium alloy 2024 merupakan salah satu jenis paduan logam yang paling sering dipilih sebagai bahan untuk membuat struktur pesawat terbang, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh sampel mengalami korosi tetapi laju korosinya yang berbeda-beda. Laju korosi yang terjadi pada sampel asli mengalami serangan korosi yang paling besar karena tidak memiliki bahan pelapis sebagai pelindung. Sampel yang memiliki bahan pelapis juga pada dasarnya mengalami serangan korosi tetapi dapat dilihat bahwa sampel dengan bahan pelapis lebih tebal dapat menghambat laju korosi yang terjadi.

10. (Saefuloh, 2017) Salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan korosi dari carbon steel yaitu dengan memberikan lapisan proteksi pada permukaan carbon steel dengan paduan logam yang memiliki ketahanan tinggi terhadap lingkungan korosif. Salah satu teknik pelapisan pada logam adalah dengan menggunakan arus listrik searah atau biasa disebut dengan teknik *electroplating*. Teknik pelapisan *electroplating* merupakan salah satu teknik pelapisan yang relatif mudah dikerjakan, sederhana dan ekonomis, namun cukup potensial dan salah satu material coating yang dapat melindungi baja dari serangan korosi adalah nikel cobalt. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus terhadap, kekerasan, laju korosi dan ketebalan lapisan dengan membuat variasi arus listrik pada saat proses *electroplating*. Hasil uji menunjukkan kuat arus pada saat proses *electroplating* memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik baja st 41. Hasil uji menyebutkan bahwa

semakin tinggi kuat arus listrik yang digunakan maka laju korosi yang didapatkan akan semakin rendah. Hasil uji juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka ketebalan lapisan dan kekerasan yang di dapatkan akan semakin tinggi.

11. (Paridawati, 2013) *Electroplating* adalah pelapisan permukaan logam dengan proses elektrokimia penggunaan baja pada masa sekarang ini sangatlah pesat, umumnya banyak digunakan untuk mengatasi alat-alat permesinan, konstruksi maupun pipa minyak atau gas. Peningkatan sifat-sifat fisis baja dapat dilakukan dengan proses pelapisan menggunakan metode *electroplating*. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan pengaruh variasi tegangan listrik dan lama waktu *electroplating* terhadap ketebalan pada baja karbon rendah dengan pelapisan chrome. Manfaat dilakukan penelitian yaitu untuk mendapatkan informasi pengaruh tegangan listrik dan waktu terhadap ketebalan baja karbon rendah dengan pelapisan chrome. dilapisi dengan menggunakan metode elektroplating dengan variasi tegangan listrik 1,5-2- 2,5-3-3,5 volt serta lama waktu pelapisan 5, 10, dan 15, menit. Selanjutnya dilakukan pengujian ketebalan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu penelitian yang memungkinkan peneliti memanipulasi variabel dan meneliti akibat pada metode ini variabel-variabel dikontrol sedemikian rupa sehingga variabel luar yang mungkin dapat dihilangkan dan perlakuan tersebut mengenai pengaruh variasi tegangan arus listrik *electroplating* nikel terhadap laju korosi pada baja karbon rendah st-41 leheran knalpot sepeda motor.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Jadwal penelitian merupakan rencana penelitian dari awal persiapan sampai akhir penyelesaian. Jadwal penelitian ini dibuat sebagai Batasan waktu atau target waktu penyelesaian penelitian pengujian ini akan dilakukan di tempat sebagai berikut :

1. Pengujian komposisi di laboratorium Cv prima logam Tegal.
2. Proses persiapan sampel benda uji di UPTD lik takaru.
3. Proses *electroplating* nikel di jasa indah pelapisan logam.
4. Proses uji korosi di laboratorium Universitas Gajah mada Yogyakarta.

Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian 2023.

NO.	Kegiatan	Bulan					
		Mart	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags
1.	Persiapan						
	a. mencari literature						
	b. studi literature						
	c. penyusunan proposal						
	d. persiapan alat dan bahan						
2.	Pelaksanaan						
	a. seminar proposal						
	b. pengujian						
3.	Penyelesaian						
	a. pengolahan data						
	b. pembahasan						
	c. penyusunan laporan						
	d. ujian skripsi						

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh penelitian untuk dipeleajari sehingga di peroleh informasi tentang hal tersebut, kemudian dalam penelitian ini ada dua macam variabel, yaitu :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi tegangan arus listrik 8 volt proses *electroplating* nikel pada baja karbon rendah st-41 leheran knalpot sepeda motor.

2. Variabel terikat

Variabel terikat (dependen), merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah pengaruh laju korosi baja karbon st-41.

D. Metode Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. interview

suatu teknik pengumpulan data dengan mengadakan wawancara langsung dengan sumber data (responden) ditempat penelitian.

2. observasi

Teknik pengumpulan data dan keterangan mengadakan pengamatan langsung keadaan yang sebenarnya terjadi dalam suatu perusahaan atau industry kecil terhadap penelitian yang akan dilakukan jasa indah pelapisn logam.

3. Eksperimen

suatu metode penelitian yang digunakan untuk menganalisa laju pelapisan nikel dengan proses *electroplating* pada baja karbon rendah st-41.

4. Studi Pustaka

Suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi-informasi data yang dibutuhkan sebagai referensi dengan mempelajari dari buku terkait atau jurnal.

E. Metode Analisa Data

Metode dalam Analisa data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif yaitu menggambarkan data hasil penelitian data dalam bentuk table atau grafik dengan hasil maksimum langkah-langkah pengujian ini dilakukan 3 spesimen raw material, variasi arus 2A 3 spesimen, 4A 3 spesimen, 6A 3 spesimen dan 8A 3 spesimen dengan tegangan 8 Volt dan waktu yang ditetapkan semuanya 40 menit untuk mengetahui laju korosi (mpy) pada baja karbon rendah ST-41 adapun langkah-langkah pengujian dilakukan berdasarkan urutan sebagai berikut :

Tabel 3. 2. Pengambilan Data Pengujian Laju Korosi.

Waktu	Sample	Laju korosi (MPY)	Luas korosi (mm ²)	Laju korosi rata-rata (MPY)
Raw Material	1	0,00118	1488	0,00138
	2	0,00148	1484	
	3	0,00146	1496	
Variasi Arus 2A	1	0,00059	1474	0,00099
	2	0,00059	1484	
	3	0,00177	1485	
Variasi Arus 4A	1	0,00059	1489	0,00069
	2	0,00059	1485	
	3	0,00088	1490	
Variasi Arus 6A	1	0,00077	1713	0,00070
	2	0,00053	1666	
	3	0,00078	1690	
Varisi Arus 8A	1	0,00028	1548	0,00045
	2	0,00054	1633	
	3	0,00053	1647	

F. Instrumen Penelitian

1. Alat-alat

- a) Bak larutan merupakan salah satu peralatan utama yang berfungsi untuk menampung larutan elektrolit, larutan pencuci dan air pembilas.



Gambar 3. 1. Bak Larutan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- b) Stopwatch digunakan untuk membaca waktu pelapisan.



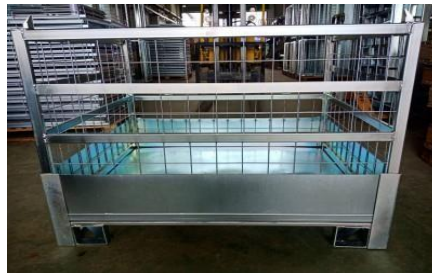
Gambar 3. 2. *Stopwatch*
(Sumber : dokumentasi pribadi)

- c) Trafo merupakan peralatan yang berguna untuk mengarahkan arus listrik 6 – 12 volt dan jumlah arus ampere relatif rendah yaitu 5 – 10 A.



Gambar 3. 3. Trafo Rectifier
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- d) Rak benda kerja merupakan salah satu peralatan tambahan yang berfungsi sebagai tempat menggantung benda yang akan dilapisi dan sebagai penghantar arus listrik.



Gambar 3. 4. Rak Benda Kerja
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- e) Amplas besi digunakan untuk memperhalus permukaan benda atau spesimen yang akan dilapisi krom dan nikel agar menjadi lebih halus dengan cara menggosoknya.



Gambar 3. 5. Amplas Besi.
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

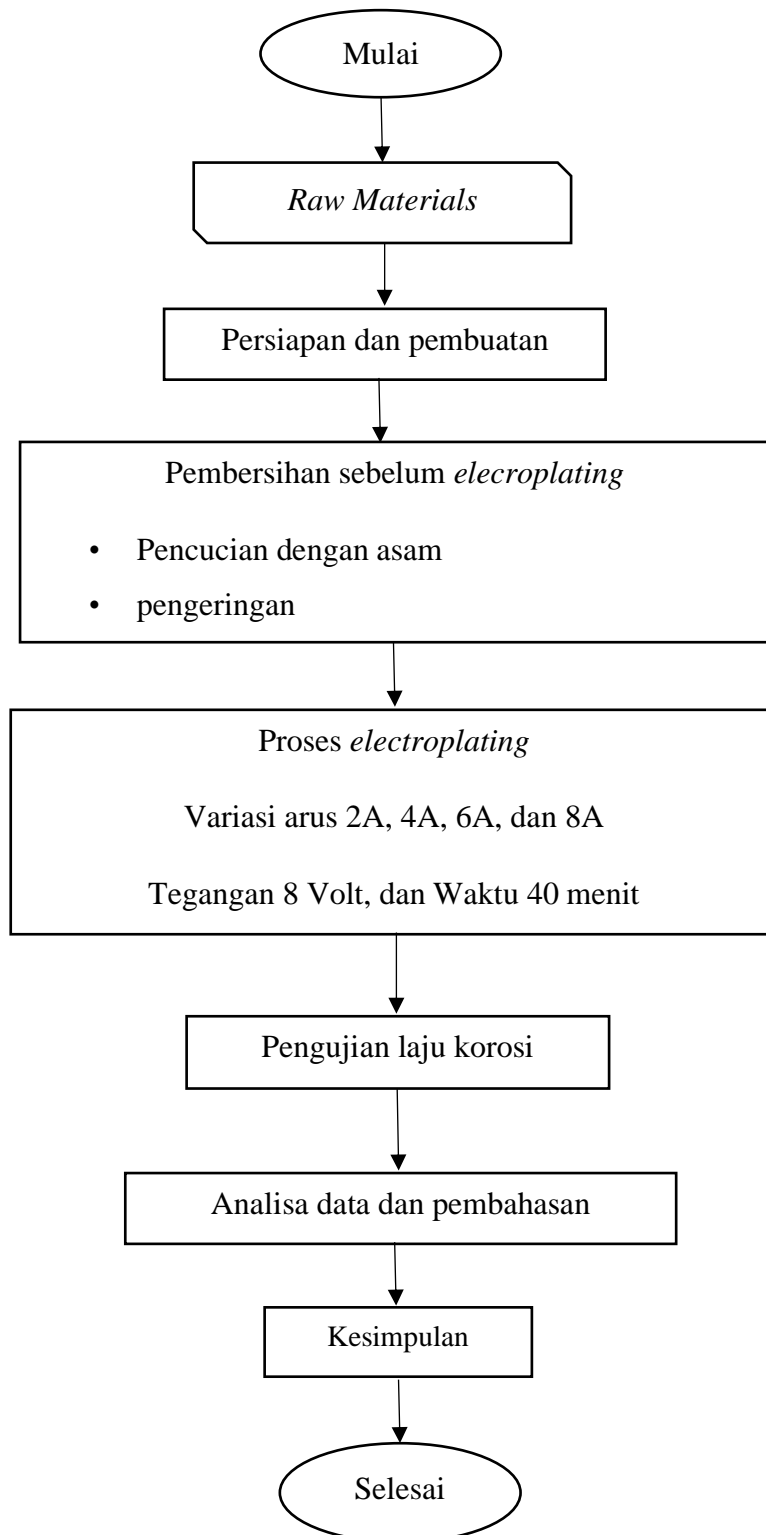
2. Bahan-bahan

- a) Asam sulfat digunakan untuk menghilangkan kotoran karena korosi yang terjadi pada permukaan spesimen pada proses awal pengerjaan sebelum proses elektroplating, penggunaan asam sulfat dicampur air dengan tujuan agar ukuran spesimen tidak berubah banyak.

- b) Air sabun digunakan untuk menghilangkan lemak yang menempel pada spesimen.
- c) Nikel merupakan pelapis logam yang akan digunakan dalam penelitian ini melalui proses *electroplating*.
- d) spesimen yang digunakan yaitu baja karbon rendah jenis st-41 dengan ukuran diameter 14 mm dan ketebalan 2 mm.



Gambar 3. 6. Spesimen Baja Karbon Rendah ST-41.
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

G. Diagram Alur Peneliti

Gambar 3. 7. Diagram Alur.

