

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan rentang waktu Juni - Oktober 2010. Hasil penelitian kemudian dilakukan pengujian ketebalan lapisan di Laboratorium Material, Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Peralatan Pokok yang Digunakan dalam Proses Pelapisan**

Berikut adalah beberapa komponen utama sebagai kelengkapan syarat berlangsungnya proses pelapisan dengan media elektrolit yang mengalir.

###### **a. Bak Plating**

Yang dimaksud dengan bak plating disini adalah tempat berlangsungnya proses pelapisan. Bak ini menampung elektrolit selama proses pelapisan, tempat dicelupkannya kedua elektroda, dan sekaligus tempat berlangsungnya pelepasan partikel-partikel anoda untuk kemudian terikat ke permukaan katoda. Bak berdimensi 25 x 10 x 10 cm, dibuat dari material kaca, sehingga tidak berpengaruh terhadap proses pelapisan yang berlangsung.



Gambar 2. Bak plating

b. *Power Supply/Adaptor*

*Power supply/adaptor* berkedudukan sebagai penyedia arus DC yang dibutuhkan pada proses pelapisan. Adaptor mengubah arus AC 220V dari sumber arus listrik PLN menjadi arus DC 3 - 12V yang dibutuhkan dalam proses pelapisan. Agar keluaran arus yang keluar dari adaptor sebesar 0,5 A, sesuai dengan kriteria arus yang dibutuhkan, maka adaptor terangkai dengan rangkaian peubah arus L200C.



Gambar 3. Power supply/adaptor

c. Elektroda (Anoda dan Katoda)

Elektroda, terdiri dari anoda dan katoda, berperan sebagai dua buah kutub yang dibutuhkan dalam suatu proses elektrolisis. Dalam hal ini, anoda akan melepaskan partikelnya, untuk kemudian dengan bantuan elektrolit dan hantaran arus listrik DC akan diterima dan melekat pada katoda. Pada prosesnya, anoda akan diperankan oleh lempengan tembaga, sementara baja karbon rendah berposisi sebagai katoda.

d. Penghantar

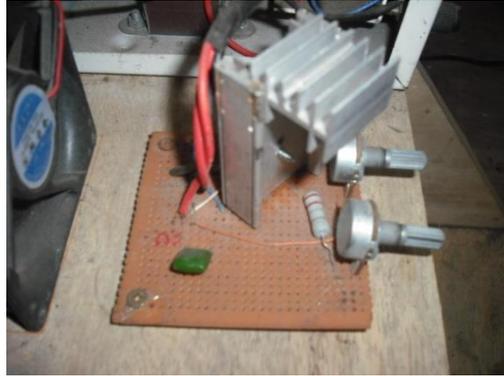
Penghantar yang dimaksud adalah beberapa ruas kabel yang menghubungkan antara anoda, adaptor berikut pengubah arus, multimeter, dan katoda.



Gambar 4. Kabel penghantar arus DC

e. Rangkaian Pengubah Arus L200C

Rangkaian ini memungkinkan suplai arus yang bervariasi sesuai dengan yang dikehendaki, yakni pada 0,5 ampere, dengan tegangan konstan 6V DC. Rangkaian ini memiliki komponen utama IC L200C dan resistor variabel (*rheostat*) sebagai instrumen pengubah arus.



Gambar 5. Pengubah arus DC dengan output 0 – 2,0 ampere

f. Multitester

Multitester pada dasarnya memiliki fungsi yang beragam pada pengukuran beberapa variabel yang terkait dengan listrik. Akan tetapi, pada penelitian ini hanya digunakan sebagai display dan alat kontrol arus DC yang mengalir selama proses pelapisan. Amperemeter terangkai dengan kutub negatif adaptor dan katoda.

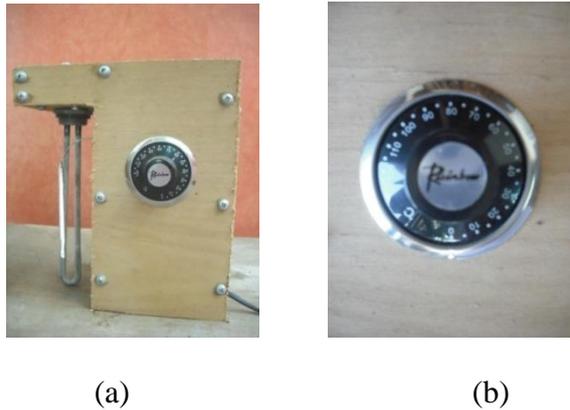


Gambar 6. Multitester digital

g. Thermostat dan Pemanas Elektrik

Thermostat berfungsi sebagai sensor temperatur elektrolit dan pengatur temperatur. Instrumen ini terhubung dengan pemanas

elektrik, sehingga mampu memberikan perintah kepada pemanas untuk bekerja memberikan panas atau menghentikan suplai energi panas tergantung pada kesesuaian antara temperatur elektrolit dengan yang dikehendaki.



Gambar 7. (a) Thermostat, sensor temperatur, dan pemanas elektrolit  
(b) Panel pengatur temperatur

## 2. Peralatan Pendukung untuk Mambantu Proses Pelapisan

Selain komponen utama tersebut di atas, terdapat beberapa peralatan lain yang keberadaannya berfungsi menunjang proses pelapisan, antara lain:

### a. Heater

Heater di sini digunakan untuk memanaskan larutan NaOH dan pada air bilas pada proses post-plating proses pelapisan.

### b. Termometer

Termometer berfungsi sebagai kontrol temperatur larutan NaOH dan pada air bilas pada proses post-plating proses pelapisan.

c. Mesin polishing

Mesin polishing yang digunakan adalah mesin gerinda tangan dengan piringan untuk merekatkan lembaran abrasif dan *polishing machine* pada proses pengkondisian/penghalusan permukaan benda kerja.

d. Kompresor

Peran kompresor pada proses pelapisan ini sebagai pengering bagi benda kerja setelah proses pembilasan di akhir proses preparasi, sebelum benda kerja tersebut dilapisi.

e. Bak preparasi dan post plating treatment

Berupa bejana untuk menampung cairan-cairan preparasi, yakni NaOH dan HCl, serta air bilas dan air post plating treatment.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Peralatan pendukung; (a) heater, (b) termometer, (c) mesin polishing

### 3. Peralatan Pengujian

#### a. Timbangan Digital

Timbangan digital dengan tingkat ketelitian sebesar 0,01 gram ini digunakan dalam menentukan massa spesimen sebelum dan setelah dilakukan pelapisan, sehingga massa lapisan dapat dihitung dengan pengurangan kedua nilai massa tersebut.

#### b. Mikroskop

Mikroskop digunakan sebagai alat untuk memperbesar gambar daerah lapisan, sekaligus untuk mengukur ketebalan lapisan yang terbentuk. Mikroskop ini memiliki tingkat perbesaran yang bervariasi, yang pada pengujian ini memaksimalkan tingkat perbesaran 100x. Untuk keperluan pengukuran ketebalan, tersedia skala mikro dengan ukuran 0,0125 mm per satuan skala mikroskop.

### 4. Bahan Uji dan Pelapis

Spesifikasi spesimen yang digunakan sebagai berikut:

#### a. Bahan/spesimen uji

Bahan uji/benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon sedang AISI 1045 dengan dimensi spesimen uji 40 x 25 x 4 mm. Sehingga luas permukaannya adalah sebesar 0,252 dm<sup>2</sup>.



Gambar 9. Bahan uji baja karbon sedang AISI 1045

b. Bahan pelapis

Bahan yang digunakan untuk melapisi spesimen uji adalah tembaga murni.

**5. Bahan Pembuat Elektrolit (Larutan Asam Sulfat)**

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat elektrolit sianida adalah sebagai berikut:

- a. Aqua demineralisasi
- b. Tembaga sulfat
- c. Asam sulfat
- d. Brightener

**C. Prosedur Percobaan**

Percobaan dilakukan dengan melalui serangkaian urutan kegiatan, diawali dengan kegiatan preparasi alat, bahan dan komponen penelitian lainnya, sampai dengan pengujian hasil penelitian, guna memperoleh data data akurat

mengenai penelitian yang dilakukan. Secara rinci, penelitian yang dilakukan dapat dijabarkan sebagai urutan kegiatan sebagai berikut:

### **1. Penyediaan dan Perakitan Alat Pelapisan**

Menyediakan dan mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan, baik alat utama maupun perkakas pendukung. Langkah berikutnya adalah proses perakitan alat pelapisan. Alat-alat yang utama dirangkai sedemikian rupa untuk dapat mengakomodasi proses pelapisan.

### **2. Pembuatan Larutan Elektrolit**

Untuk menghasilkan larutan elektrolit yang dibutuhkan untuk proses pelapisan, dilakukan dengan melalui urutan tahap berikut:

- a. Menuangkan Aqua demineralisasi sebanyak 400 ml ke dalam gelas kimia lalu panaskan hingga suhu  $60^{\circ}\text{C}$ .
- b. Menakar tembaga sulfat sebanyak 220 gram lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia sambil diaduk hingga larut.
- c. Menambahkan aqua demineralisasi ke dalam gelas kimia hingga volumenya menjadi 1000 ml.
- d. larutan didinginkan hingga suhunya kembali berada pada suhu ruangan.
- e. Asam sulfat dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak 32.6 ml, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia dan diaduk hingga larut.
- f. Larutan didinginkan hingga suhu larutannya kembali berada pada suhu ruangan.

- g. Larutan yang sudah ada diberi brightener AC-2 MU sebanyak 10 ml, dan diaduk hingga larut.
- h. Langkah berikutnya adalah mencampur brightener AC-2 maintenance A sebanyak 0.5 ml ke dalam gelas larutan, kemudian diaduk hingga larut.
- i. Langkah yang sama dilakukan dengan bahan brightener AC-2 maintenance B sebanyak 0.5 ml.
- j. Terakhir, larutan diaduk kembali untuk meyakinkan bahwa keseluruhan bahan telah tercampur dengan baik, kemudian larutan tersebut dipindahkan ke dalam bak untuk elektroplating dan siap untuk digunakan.

### **3. Persiapan Benda Kerja**

Benda kerja yang akan dilapisi pada umumnya belum berada dalam keadaan siap untuk dilapisi. Hal itu selain dikarenakan permukaannya masih tertutup kotoran, debu, kerak, maupun minyak, juga disebabkan tingkat kerataan permukaan yang masih buruk. Oleh sebab itu, pembersihan dan perataan permukaan mutlak diperlukan. Secara spesifik, persiapan benda kerja dilakukan sebagai berikut:

#### **a. Pengkondisian kerataan permukaan**

Kegiatan ini bertujuan untuk memperbaiki kehalusan permukaan benda kerja. Benda kerja yang didapat telah melalui proses pemotongan untuk menyesuaikan dimensi dengan menggunakan

gergaji otomatis, dan menghasilkan sebuah specimen uji dengan permukaan yang sangat kasar. Untuk itu perlu dilakukan penghalusan permukaannya.

Penghalusan permukaan dilakukan dengan cara pengasahan (*polishing*) sederhana, dengan menggunakan kertas abrasif amplas. Ukuran abrasif bervariasi dari bilangan yang rendah, yang menunjukkan permukaan *abrasive* yang lebih kasar, bertahap ke nilai yang lebih tinggi, yang menunjukkan permukaan *abrasive* yang lebih halus.

Dalam penelitian ini, penggunaannya diawali dengan pengamplasan dengan amplas bernomor 100, kemudian berturut-turut dilanjutkan dengan amplas nomor 240, 400, 800, 1000 dan diakhiri dengan amplas bernomor 1500.

#### b. Pembersihan Alkali dan Pengompleks

Pada benda kerja yang telah mengalami penghalusan secara mekanis terdapat sisa-sisa lemak, debu dan kotoran dari udara, bahkan dapat juga mengalami korosi. Pembersihan dilakukan menggunakan senyawa karbonat dan pengompleks. Bahan karbonat yang digunakan adalah soda api (NaOH) yang efektif mengikat minyak dan lemak. Sedangkan pengompleks menggunakan detergen untuk mempertinggi efisiensi pembersihan benda kerja dan pengemulsian kotoran dengan cepat.

c. Pencelupan Asam (*Acid Dipping*)

Setelah tahap pembersihan dan pembilasan menggunakan air, maka tahap selanjutnya adalah pencelupan Asam. Proses pencelupan ini memiliki tujuan selain menghilangkan lapisan tipis oksida hasil persinggungan permukaan dengan udara, juga untuk menghilangkan sisa-sisa *metal cleaner* dari pembersih. Selain itu, bahan pencelup juga berfungsi sebagai aktivator benda kerja yang akan dilapisi.

Pencelupan dilakukan dengan menggunakan senyawa asam. Bahan pencelup umumnya berasal dari larutan asam kuat, yaitu asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Pada penelitian ini, asam klorida (HCl) dipilih sebagai senyawa pencelupnya.

Komposisi larutan untuk pencelupan bahan baja menggunakan HCl maupun H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tergantung dari jenis baja yang digunakan. Untuk baja karbon sedang, komposisi larutan pencelup ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi dan kondisi operasi larutan pencelup HCl (Purwanto)

HCl atau H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50 – 150 ml
Air	Hingga 1 liter
Temperatur	Ruangan
Waktu pencelupan	5 – 15 detik

Setelah benda kerja telah melalui proses pencelupan, kemudian benda kerja dicuci dengan menggunakan air bersih. Setelah itu, air yang membasahi benda kerja dikeringkan dengan menggunakan kompressor.

Hal ini adalah prosedur terakhir yang dilakukan sebelum benda kerja dilapisi.

#### 4. Proses Pelapisan dan Pengujian Hasil Pelapisan

Urutan tahap proses pelapisannya adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan komponen alat pelapisan
- b. Menyiapkan spesimen yang telah dipreparasi, dan mengukur massa awalnya, sebagai data pembandingan untuk menentukan massa lapisan.
- c. Menghidupkan sumber arus dan mengatur arus yang mengalir yaitu sebesar 0,5 ampere.
- d. Memberikan sejumlah panas pada elektrolit hingga pada temperatur konstan pada 40°C.
- e. Mencilupkan elektroda, yakni tembaga sebagai anoda dan benda kerja sebagai katoda ke dalam elektrolit kemudian mengatur jarak anoda-katoda. Untuk percobaan pertama jarak anoda-katoda adalah 12 cm.
- f. Mengatur posisi pemerata arus. Untuk percobaan pertama posisi pemerata arus adalah 3 cm dari anoda.
- g. Menghentikan proses setelah memenuhi waktu yang ditentukan, yakni selama 15 menit,
- h. Melakukan *post-plating cleaning*, yakni dengan mencelupkan spesimen ke dalam air bersih bersuhu 93 – 100°C selama minimal 3 menit.
- i. Mengukur massa spesimen setelah pelapisan, sebagai data pembandingan untuk menentukan massa lapisan.

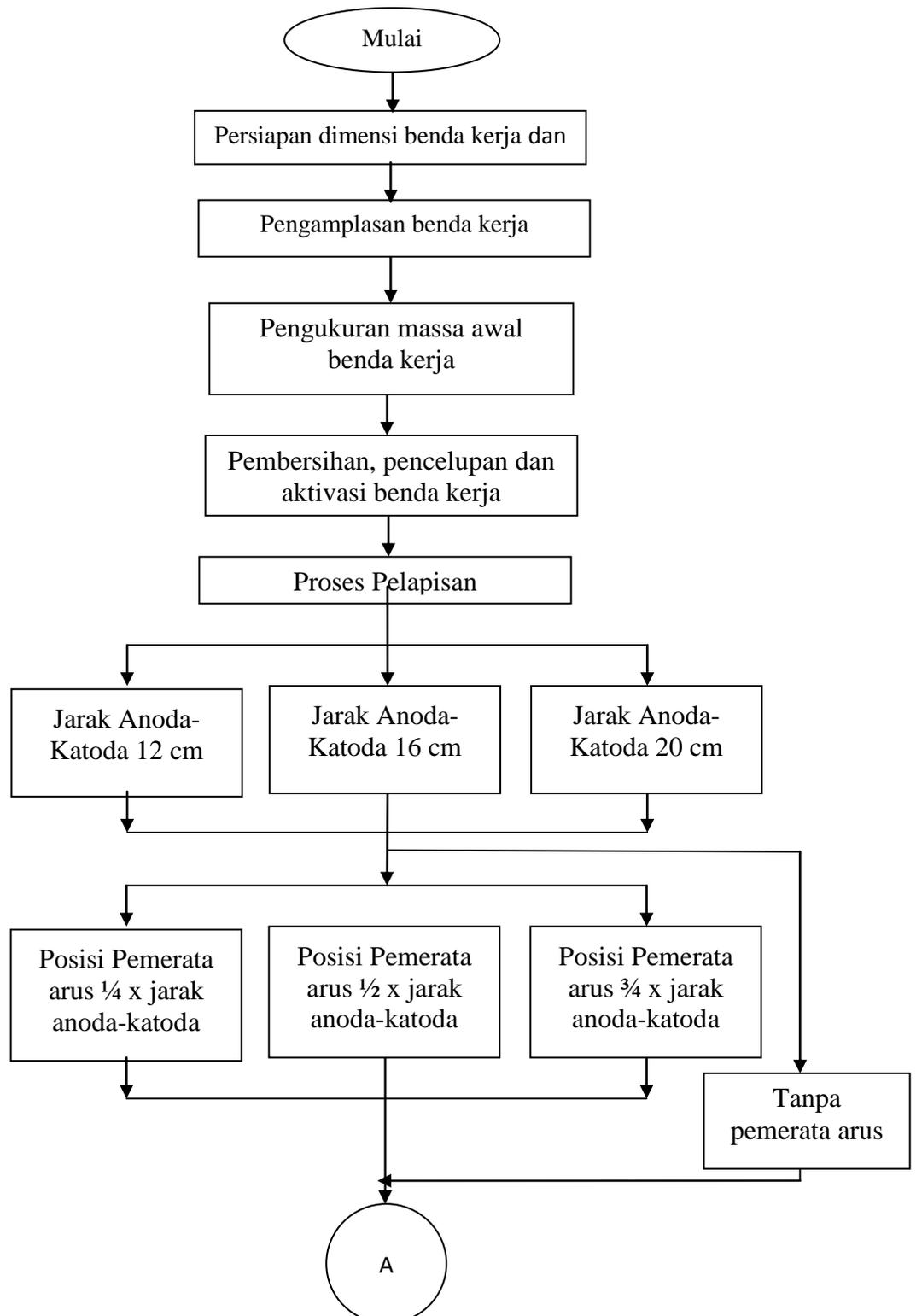
- j. Mengulangi pelapisan untuk kombinasi varian jarak anoda-katoda dan posisi pemerata arus yang lain.
- k. Setelah seluruh proses pelapisan dan pengujian massa lapisan selesai, kemudian spesimen uji dilakukan proses mounting dengan menggunakan resin pada sebuah cetakan
- l. Setelah resin mengeras, spesimen kemudian dipotong untuk mendapatkan irisan melintang lapisan, sehingga lapisan dapat dilihat dan diukur ketebalannya.
- m. Permukaan irisan melintang yang diperoleh dihaluskan dengan pengamplasan berjenjang dan diakhiri dengan menggunakan amplas 1500, hingga permukaannya menjadi sangat halus.
- n. Melakukan pengamatan dan pengujian ketebalan lapisan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x.
- o. Mengambil gambar permukaan dengan kamera dan mengukur ketebalan lapisan yang terlihat.

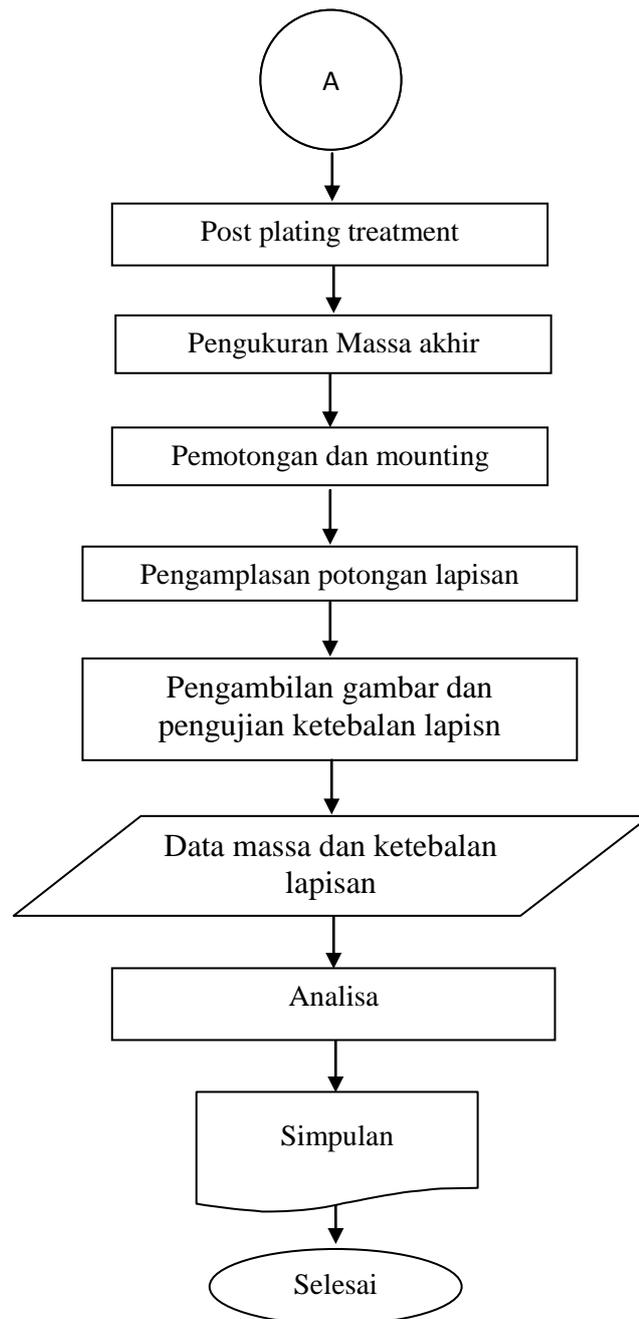
#### **D. Metode Pengambilan Data**

Penelitian ini menggunakan dua variabel bebas data, yakni jarak anoda-katoda dan posisi pemerata arus. Untuk sampai pada nilai efisiensi katoda, maka dibutuhkan massa aktual lapisan dan massa teoritis lapisan. Besaran massa aktual lapisan didapat dari pengurangan massa akhir spesimen setelah dilapisi dikurangi massa awal spesimen sebelum dilapisi menggunakan timbangan digital. Sementara besaran massa teoritis lapisan diperoleh dari rumusan hukum Faraday. Ketebalan aktual lapisan adalah ketebalan lapisan

rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian ketebalan lapisan di beberapa titik pada sampel yang diukur menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Sedangkan ketebalan teoritisnya didapat dari penerapan hukum Faraday.

### E. Alur Proses Pelapisan





Gambar 10. Diagram alir proses elektroplating