

## ANALISA PENGARUH VARIASI DIMENSI & KETEBALAN BENDA UJI PADAPROSES ELEKTROPLATING DENGAN LARUTAN NIKEL

Rizki Hanafi<sup>1</sup>, Dydo Prasetyo<sup>2</sup>, Surya Dharma<sup>3</sup>

Teknik Mesin<sup>1,2,3</sup>, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

rizkihanafi@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, dydoprasetyo@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,

suryadharm@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Elektroplating adalah sebuah perlakuan terhadap permukaan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat dari sebuah baja. Proses elektroisis menjadi dasar dalam proses elektroplating dimana terjadi pemisahan molekul asam kromat menjadi ion-ion kromat yang kemudian di depositkan pada permukaan objek. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi luas permukaan benda uji (produk) terhadap kualitas hasil *elektroplating*. Dimana produk tersebut terdiri dari 3 buah besi ST 37 berbentuk besi siku dengan luas permukaan yang beragam yaitu 20 mm × 30 mm, 40 mm × 30 mm, dan 60 × 30 mm. Dimana setiap produk dilapisi dengan arus yang tetap sebesar 2,8 A. Jarak antara anoda – katoda adalah 20 cm dan waktu perendaman adalah 60 menit. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian Tampak fisik sebelum dan sesudah di *elektroplating*, Pengujian struktur mikro dan juga pengujian kekerasan dan ketebalan benda. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terjadinya perbandingan yang cukup signifikan antara produk-produk tersebut.

**Kata Kunci :** *Elektroplating*, Besi ST 37, Luas Permukaan

### PENDAHULUAN

Salah satu ilmu bidang pengetahuan dan teknologi yang terkait langsung dengan perkembangan Industri adalah bidang bahan utama terutama logam. Hal ini ditunjukkan dengan berbagai barang yang dibuat, dibentuk, dicetak, sehingga menjadi wujud akhirnya yang dikehendaki. Beraneka ragam produk seperti velg ban, bumper mobil bahkan kabel sekalipun diperlukan tahap penyelesaian (*finishing*). Proses *finishing* itu bermacam-macam. Ada yang sekedar dipoles agar halus dan mengkilat, dapat pula dilapisi dengan logam lain agar sifatnya berubah, dapat dicat atau dipernis, ada dilapisi enamel, ada pula yang pelapisannya dari turunan subtratnya sendiri misalnya dalam bentuk oksidasinya, penghitaman baja, anodisasi dan sebagainya. *Finishing* dilakukan logam-logam yang mudah korosi, misalnya baja yang termasuk murah dan kuat.

Melihat kerugian yang sering terjadi yang ditimbulkan oleh korosi ini maka *finishing* dilakukan oleh manusia untuk dapat mencegah korosi tersebut. Salah satu cara *finishing* untuk mencegah korosi adalah dengan melakukan proses elektroplating. Elektroplating itu sendiri merupakan proses pelapisan suatu logam dengan logam lain didalam larutan elektrolit dengan menggunakan arus listrik. Selain memproteksi logam dari korosi, proses *Elektroplating* juga bertujuan untuk menambah nilai dekoratif dari suatu logam.

Berbagai macam upaya penelitian dilakukan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pada saat proses elektroplating. Salah satunya penelitian yang dilakukan Malikurrahman di tahun 2015 dengan tujuan untuk menganalisa pengaruh variasi penambahan konsentrasi dari elektrolit terhadap ketebalan, daya lekat dan laju korosi.

Berdasarkan uraian diatas maka didapat suatu masalah “bagaimana pengaruh proses elektroplating dengan variasi dimensi produk pelapis pada baja karbon rendah” pada penelitian ini melakukan proses elektroplating dengan pelapis tembaga pada baja karbon rendah yang selanjutnya diuji untuk mengetahui kualitasnya.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut Tri Priyo Ambudi (2005) densitas arus dan temperatur plating nikel mempengaruhi terhadap *adhesivitas* dan kehalusan permukaan pada proses elektroplating tembaga- nikel. Kurang tepatnya pengaturan arus dan temperatur bak menyebabkan kurangnya kerataan *coating* pada substrat. Sehingga perlu diteliti batasan arus dan temperature sehingga mempunyai kerekatan dan kehalusan permukaan yang tinggi. Pada proses electroplating hasil kerataan permukaan sangat dipengaruhi oleh temperature, waktu pencelupan, jarak antar anoda katoda, dan densitas arus komposisi kimia. Sedangkan kerekatannya dipengaruhi oleh densitas arus dan temperatur. Metode yang digunakan meliputi tembaga - nikel. Kurangnya kerataan coating pada substrat diakibatkan kurang tepatnya pengaturan arus dan temperatur bak, sehingga perlu diteliti batasan arus dan temperature sehingga mempunyai kerekatan dan kehalusan permukaan yang tinggi. Pada proses elektroplating hasil kerataan permukaan sangat dipengaruhi oleh temperature, waktu pencelupan, densitas arus komposisi kimia dan jarak antar anoda katoda. Sedangkan kerekatannya dipengaruhi oleh densitas arus dan temperatur. Metode yang digunakan meliputi beberapa prosedur percobaan yaitu persiapan specimen uji, proses elektroplating tembaga konstan, proses electroplating nikel dengan pengaturan densitas arus dan temperatur, proses pencucian setelah elektroplating, pengujian kehalusan permukaan, dan pengujian banding dari hasil penelitian didapat bahwa adhesivitas dan kehalusan permukaan coating dipengaruhi oleh densitas arus dan temperatur serta kebersihan permukaan *coating*.

### ***Elektroplating***

*Elektroplating* adalah proses pengendapan ion logam pelindung (anoda) yang dikehendaki di atas logam lain (katoda). Selama proses pengendapan berlangsung terjadi reaksi kimia pada elektroda (anoda-katoda) dan elektrolit menuju arah tertentu secara tetap. Untuk hal tersebut dibutuhkan arus listrik searah (DC) dan tegangan yang konstan. Proses elektroplating dilakukan dalam bejana yang disebut sel elektrolisa berisi cairan elektrolit/rendaman (*bath*). Pada rendaman ini tercelup paling tidak dua elektroda yang masing-masing dihubungkan dengan arus listrik, terbagi menjadi kutub positif (+) dan negatif (-) dikenal sebagai anoda (+) dan katoda (-). Anoda dalam larutan elektrolit ada yang larut dan ada yang tidak larut. Anoda yang tidak larut berfungsi sebagai penghantar arus listrik saja sedangkan anoda yang larut berfungsi selain penghantar arus listrik juga sebagai bahan baku pelapis. Katoda diartikan sebagai benda kerja yang dilapisi, dihubungkan kutub negatif sumber arus listrik. Elektrolit berupa larutan yang molekulnya dapat larut dalam air dan terurai menjadi partikel-partikel bermuatan positif atau negatif.

Beberapa reaksi yang terjadi ketika proses elektroplating:

#### 1. Reaksi elektrokimia

Reaksi elektrokimia yaitu reaksi yang menghasikan transfer, bentuk energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya. Melalui saling interaksi antara arus listrik dan reaksi reduksi-oksidasi. Pemberian arus listrik dalam proses elektroplating akan menimbulkan reaksi reduksi oksidasi, dengan kata lain energi listrik diubah menjadi energi kimia.

#### 2. Reaksi Reduksi

Jika sel elektrolit digunakan tembaga sebagai anoda dan benda yang akan dilapisi sebagai katoda. Keduanya di celupkan kedalam bak yang berisi larutan nikel dengan konsentrasi tertentu, kemudian arus dialirkan kedalam larutan tersebut maka benda katoda akan terlapisi dengan nikel.

### **Hukum Faraday**

Dalam semua proses elektrokimia reaksi yang terjadi di setiap elektroda adalah berbanding langsung dengan arus yang melalui sel. Penemuan ini dikemukakan oleh ilmuwan inggris Michael Faraday pada percobaan-percobaannya, kemudian melahirkan hukum Faraday.

Seperti yang telah diuraikan diatas bahwa berat ion yang di endapkan pada peristiwa elektrolisis adalah sebanding dengan besarnya arus listrik yang melalui sel elektrolisis, sebagaimana yang dirumuskan dalam hukum Faraday.

Dimana:

$$W = \frac{e \cdot i \cdot t}{F}$$

Dimana:

W = berat ion yang diendapkan (gram)

E = Ar/Valensi

i = arus yang dialirkan (ampere)

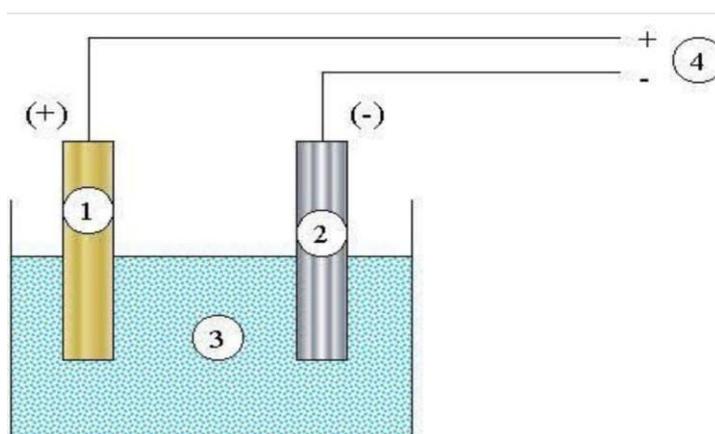
t = waktu (detik)

F = konstanta faraday (96.500)

### Prinsip Kerja

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

1. Anoda dihubungkan pada kutub positif dari sumber listrik.
2. Katoda dihubungkan pada kutub negatif dari sumber listrik.
3. Larutan elektrolit ditampung dalam bak penampung.
4. Anoda dan katoda direndamkan dalam larutan elektrolit.



Gambar 1. Mekanisme Proses Pelapisan

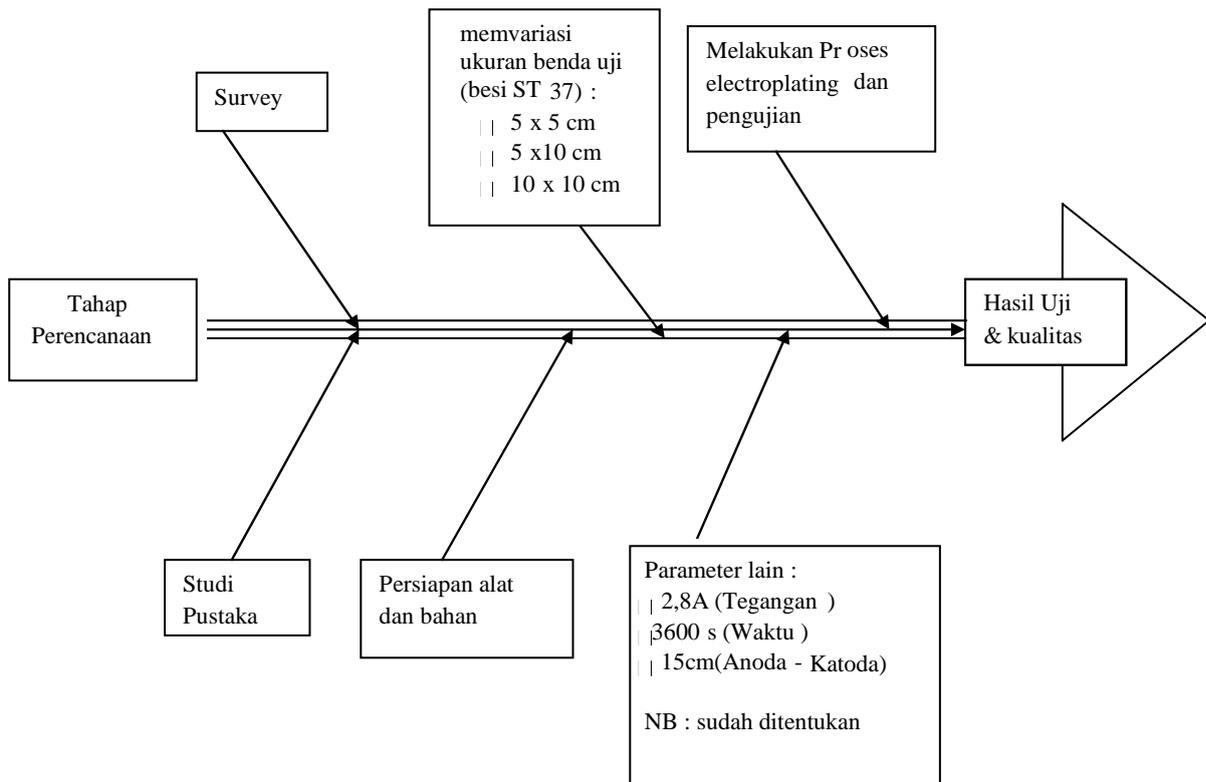
Keterangan:

1. Anoda (bahan pelapis)
2. Katoda (benda yang dilapisi)
3. Elektrolit
4. Sumber arus searah

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen semu karena peneliti tidak mungkin melakukan kontrol atau manipulasi pada semua variabel yang relevan kecuali, beberapa variabel yang diteliti. Ada beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu tahapan perencanaan, persiapan alat dan bahan, pelaksanaan proses elektroplating dan pengujian produk hasil elektroplating. Objek atau produk yang digunakan pada penelitian ini adalah rancang bangun alat elektroplating nikel dengan kapasitas 10 liter. Untuk sampel disini peneliti menggunakan baja karbon rendah ST 37. Lokasi penelitian dilaksanakan yaitu di lingkungan yang terbuka dan udara bebas, atau halaman rumah. (jl. Flamboyan raya perumahan taman asoka asri blok A no.26).

### Rancangan Kegiatan



Gambar 2. Rancangan Kegiatan

### Teknik Pengumpulan Data

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan eksperimen dan mengamati hasilnya secara langsung atau secara tampak visual. Kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil pengujian yang telah dilakukan. Adapun data yang diperoleh meliputi bahan spesimen yang digunakan, besarnya tegangan, waktu, dan jarak anoda – katoda dan ketebalan.

### Pengujian Foto Mikroskop (Metalografi)

Pengujian foto mikroskop dilakukan untuk mengetahui hasil permukaan lapisan dari hasil electroplating. Pengujian dilakukan di Politeknik Negeri Medan Gedung ATB lantai 2. Menggunakan alat foto mikroskop ZEISS A×IO Vert.A1 yang dihubungkan ke komputer. Dengan spesifikasi lensa perbesaran 50×0,75 HD pada ketiga objek untuk mendapatkan hasil dari permukaan yang telah dilapisi dengan jarak anoda dan katoda yang berbeda.



Gambar 3. Alat Uji Foto Mikroskop ZEISS A×IO Vert.A1

### Pengujian *Microvickers Hardness*

Pengujian *Microvickers Hardness* dilakukan untuk mengetahui hasil kekerasan permukaan produk/objek terhadap kualitas pada proses elektroplating yang sudah dilakukan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji yaitu *Vickers Testing Machine* dengan beban penekanan 10 gram.

Secara teori kekerasan vickers dimasukkan dalam rumus, yaitu:

$$\text{VHN} = \frac{1,854 P}{d^2}$$

Dimana:

P = Beban (gr)

d = Panjang diagonal rata-rata ( $\mu\text{m}$ )



Gambar 4. Alat Uji *Vickers Testing Machine (Microvickers)*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bahan Subtrat (katoda)

Objek uji yang berupa plat baja strip diuji komposisi kimianya dan didapatkan beberapa persentase kandungan yang terdapat di dalam logam tersebut. Dari hasil pengujian komposisi kimia di laboratorium logam ceper, objek yang digunakan dapat dimasukkan ke dalam golongan baja karbon rendah AISI 1023.

### Pengamatan Tampak Fisik

Dalam proses pengamatan yang dilakukan yakni dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap pada benda objek benda uji. Selanjutnya proses pelapisan telah berlangsung. Setelah proses pelapisan selesai objek benda uji yang telah terlapis pada permukaan benda uji tersebut benar-benar bersih dan kering, maka dapat dilakukan pengamatan tampak fisik dari hasil pelapisan. Masing- masing objek dari beberapa variasi diamati secara visual dan selanjutnya dilakukan dokumentasi dari setiap kuat arus serta waktu yang telah ditentukan, seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut:

Tabel 1. Pengamatan tampak fisik objek setelah di *elektroplating*

No.	Bahan yang digunakan	Besar Tegangan	Waktu (menit)	Jarak Anoda Katoda (cm)	Keterangan beserta Gambar
1.	Besi siku ST-37 (20 mm×30 mm ×1,8 mm)	2,8V 1,10A	60	20	
2.	Besi siku ST-37 (40 mm×30 mm × 1,8 mm)	2,8V 1,20 A	60	20	
3.	Besi siku ST-37 (60 mm×30 mm ×1,8 mm)	2,8V 1,42 A	60	20	

Pada Tabel 1 diperoleh bahwa data pada pengujian pengaruh variasi luas permukaan pada objek pertama (20 mm × 30 mm × 1,8 mm) adalah pelapisan tidak sempurna. Setelah mengamati objek secara langsung sisi sisi pada objek yang terlapisi tampak terkelupas dan menghitam dikarenakan arus yang tinggi dan waktu perendaman yang terlalu lama. Kemudian, untuk variasi objek kedua (40 mm × 30 mm × 1,8 mm) adalah cukup terlapisi secara sempurna dan merata pada setiap sisi objek. Namun, hanya pada ujung sisi objek yang belum terlapisi, dikarenakan pengaduk elektrolit yang dihasilkan oleh *aerator* tidaklah besar. Untuk hasil akhir dengan cara melakukan polishing untuk mendapatkan hasil yang mengkilap dan maksimal. Kemudian, untuk variasi ketiga pada ukuran luas permukaan (60 mm × 30 mm × 1,8 mm) adalah tidak terlapisi sempurna dan kurang merata kesetiap sisi pada objek. Hal ini disebabkan karena kurangnya waktu perendaman pada saat melakukan elektroplating.

#### Pengujian Foto Mikroskop (Metalografi)

Adapun hasil dari pengujian foto mikroskop dengan alat *ZEISS A×IO Vert.A1* dengan lensa perbesaran 50×, 0,75 HD pada ketiga objek.

## Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

Tabel 2. Pengujian Foto Mikroskop (Metalografi)

No.	Bahan yang digunakan	Besar Tegangan	Waktu (menit)	Jarak Anoda Katoda (cm)	Keterangan beserta Gambar
1.	Besi siku ST37 (20 mm×30 mm ×1,8 mm)	2,8V 1,10A	60	20	
2.	Besi siku ST37 (40 mm×30 mm ×1,8 mm)	2,8V 1,20A	60	20	
3.	Besi siku ST37 (60 mm×30 mm ×1,8 mm)	2,8V 1,42A	60	20	

Dari Tabel 2 dapat dilihat struktur lapisan permukaan objek yang diperbesar 50 kali perbesaran. Dari data tersebut tampak terlihat struktur lapisan objek pertama tampak hitam dan tidak teratur, Hal ini terjadi karena lamanya proses perendaman dan tegangan arus yang terlalu tinggi yang menyebabkan objek tersebut mengalami pemanasan berlebih yang memengaruhi mikrostruktur dasarnya.

Untuk struktur objek yang kedua tampak rapi dan teratur hal ini terjadi karena kuat arus dan waktu perendaman sesuai dengan luas permukaan yang di elektroplating. Sedangkan Objek ketiga dengan luas permukaan terluas dari ketiga produk terlihat struktur lapisannya tampak kabur dan tidak rapihal ini juga tampak secara visual dimana pelapisannya tidak terlapis sempurna dan merata.

### Pengujian Kekerasan Permukaan

Hasil pengujian dari masing-masing objek Pengaruh Jarak Anoda Dan Katoda Terhadap Kualitas Produk Pada Proses Elektroplating dengan objek berupa baja ST-37 dilampirkan dalam bentuk tabel dan diagram. Pengujian dilakukan di LAB. NDT (*Non Destructive Test*) Gedung ATB Lantai 2 Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan dengan ketentuan sebagai berikut:

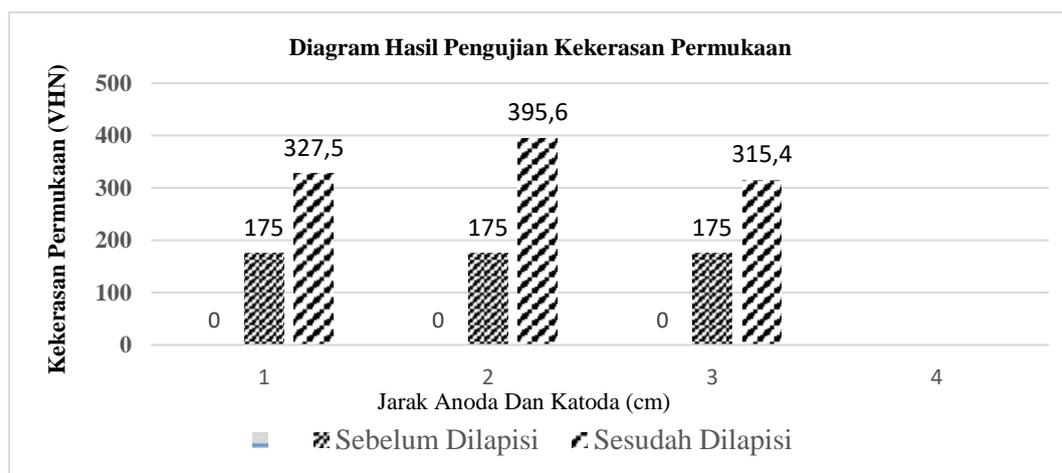
- Beban Indentor : 10 gram
- Waktu : 5-10 detik

Kekerasan baja ST-37 yang telah melewati proses nikel elektroplating dengan waktu 60 menit, dan jarak anoda dan katoda yang berbeda, diuji menggunakan alat *Vickers Testing Machine*

(Microvikers). Adapun hasil dari pengujian kekerasan permukaan dengan alat *Vickers Testing Machine* (Microvikers) dengan beban 10 gram dapat dilihat pada tabel dan diagram dibawah ini.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (µm)		Diagonal indentasi Rata-rata (µm)	Beban Penekanan (gram)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	7,62	7,25	7,44	10	335,5	<b>327,5</b>
	2	6,4	7,82	7,11		366,8	
	3	9,82	9,06	8,14		280,2	
2	1	6,39	7,52	6,96	10	383,4	<b>395,6</b>
	2	7,52	5,84	6,68		415,6	
	3	6,6	7,23	6,92		387,8	
3	1	7,14	7,12	7,13	10	364,8	<b>315,4</b>
	2	7,65	8,11	7,88		298,7	
	3	8,14	8,06	8,10		282,7	



Gambar 4. Diagram Hasil Pengujian Kekerasan Gambar

## SIMPULAN

Hasil dan pembahasan pengujian pelapisan logam baja karbon rendah ST37 berbasis electroplating dengan memvariasikan luas permukaan dapat disimpulkan Pengaruh variasi luas permukaan terhadap hasil elektroplating adalah semakin luas permukaan maka semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi juga daya yang dibutuhkan dan begitu pula sebaliknya dimana semakin kecil luas permukaan maka daya dan waktu yang harus lebih renda agar tidak terjadinya kerusakan struktur material. Kemudian sebelum melakukan pelapisan benda kerja (specimen) sebaiknya terlebih dahulu dibersihkan dan dihaluskan secara merata menggunakan kertas pasir atau amplas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ambudi Priyo, T (2005), Tugas Akhir: Pengaruh densitas arus dan temperature plating nikel terhadap adhesivitas dan kehalusan permukaan pada proses electroplating tembaga nikel.

Hartomo, A.J. & Kaneko, T (1992). Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating). Yogyakarta: AndiOffset.

Malikurrahman (2015), Expert in The word of chrome, total chrome, Kartasuro.

Setiawan, A. & S. Agus Yulianto (2014). Pengaruh Prosentase Karbon Pada Baja Karbon Proses Electroplating Tembaga, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Suarsana, I.K (2008). Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol. 2 No. 1, Juni 2008 (48-60), Jimbaran Bali.

Van Vlack, Lawerench H (1992) "Ilmu dan Teknologi Bahan", Erlangga, Jakarta.