

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan tujuan untuk bagaimana pengaruh variasi tegangan listrik pada proses pelapisan *double hard anodizing pre-treatment annealling* terhadap keausan aluminium 6061. Kajian literatur juga dilakukan melalui berbagai sumber baik dari jurnal, buku-buku yang ada di perpustakaan maupun dari internet untuk menambah informasi yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian *double hard anodizing* terlebih dahulu lalu dilanjutkan dengan pengujian ketahanan aus hasil *double hard anodizing*.

- Tempat Penelitian

Penelitian *double hard anodizing* dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Mesin FT Universitas Brawijaya dan pengujian keausan dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Mesin FT Universitas Gadjah Mada.

- Waktu penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Mei 2014 sampai dengan bulan Juli 2014.

3.3 Variabel Penelitian

Terdapat tiga variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel terkontrol.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi nilai variabel terikat dan nilainya dapat diubah secara sengaja oleh peneliti untuk menjelaskan hubungan antara fenomena yang diobservasi. Dalam penelitian ini variabel bebas yang dipakai adalah variasi nilai tegangan listrik 15 V, 20 V, 25 V, 30 V serta konsentrasi H_3PO_4 sebesar 1 mol, 2 mol dan 3 mol.

3.3.2 Variabel Terikat

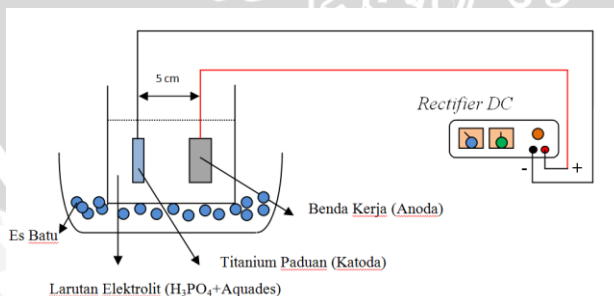
Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas yang diberikan. Dalam penelitian ini variabel terikat yang dipilih adalah nilai ketahanan aus *aluminium* hasil proses *double hard anodizing pre-treatment annealing*.

3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama pengujian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah operasi dilakukan pada temperatur $0^{\circ}C$ sampai $5^{\circ}C$, jarak dari anoda ke katoda adalah 5 cm, arus listrik sebesar 1 Ampere.

3.4 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi *anodizing* dalam penelitian ini menggunakan sumbu arus jenis DC yang didapatkan dari *power supply* dengan kapasitas arus mencapai 5 Ampere dan beda potensial hingga 30 Volt dan dengan molaritas elektrolit 1 mol. Instalasi *anodizing* dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Instalasi Alat Percobaan *Hard Anodizing*

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

3.5.1 Peralatan Penelitian

1. Termometer air raksa

Termometer air raksa sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.2 digunakan untuk mengukur suhu selama proses *pretreatment* dan *anodizing*.



Gambar 3.2 Termometer Air Raksa

Spesifikasi :

- Tingkat ketelitian : 1°
- Temperatur maksimal : 100°C

2. Heater

Heater sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.3 digunakan untuk memanaskan larutan pada proses *pretreatment*.



Gambar 3.3 Heater

Spesifikasi :

- Tegangan : 220 V - 50 Hz
- Daya : 600 W

3. Gelas Ukur

Gelas ukur sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.4 digunakan untuk mengukur volume larutan.



Gambar 3.4 Gelas Ukur

Spesifikasi :

- Merk Pyrex
- Kapasitas 250 ml

4. Power Supply

Power supply sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.5 digunakan sebagai sumber listrik.



Gambar 3.5 Power Supply

Spesifikasi :

- Arus : DC 2A
- Tegangan listrik : 0 - 35 V

5. Pipet

Pipet sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.7 digunakan untuk mengambil larutan.



Gambar 3.7 Pipet

Spesifikasi :

- Kapasitas : 10 ml

6. Kawat

Kawat sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.8 digunakan untuk menggantung spesimen dalam proses *anodizing*.



Gambar 3.8 Kawat

Spesifikasi:

- Panjang : 2 m
- Diameter : 2 mm

7. *Centrifugal Sand Paper Machine*

Centrifugal Sand Paper Machine sebagaimana digambarkan dalam gambar 3.9 digunakan untuk membersihkan permukaan material logam dari karat dan kotoran lain yang tidak diperlukan serta digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen.



Gambar 3.9 *Centrifugal Sand Paper Machine*

Spesifikasi :

- Merk : Saphir
- Buatan : Jerman
- Diameter : 15 cm
- Putaran : 120 rpm

8. Stopwatch

9. Wadah plastik (Tupperware)

10. Alat uji kekerasan

11. Alat uji keausan

Alat uji keausan sebagaimana yang digambarkan dalam gambar 3.10 digunakan untuk pengujian ketahanan aus *aluminium* 6061 setelah mendapatkan perlakuan *hard anodizing* dengan variasi *double anodizing*.



Gambar 3.10 Alat Uji Keausan

Spesifikasi :

- Tingkat ketelitian *disk plate* : 0,01
- Tingkat ketelitian beban : 0,1 mg

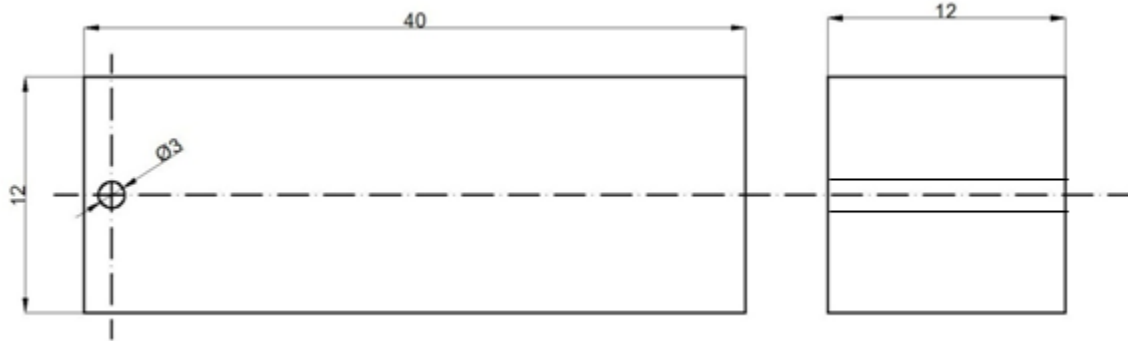
3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

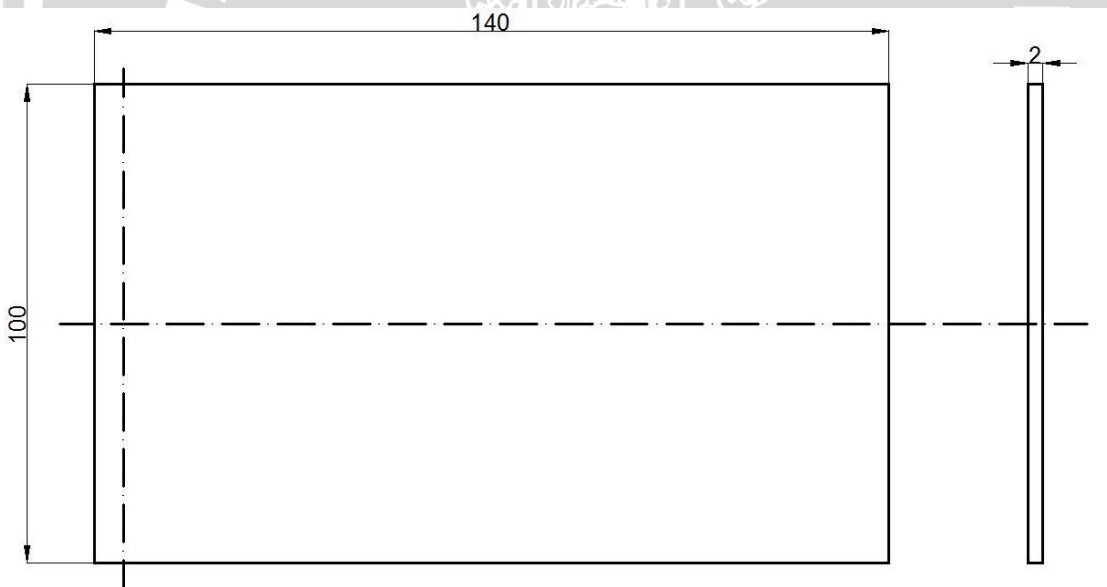
1. *Alumunium* 6061 (benda kerja) berbentuk balok dengan ukuran panjang 40 mm , lebar 12 mm , tebal 12 mm
2. Titanium (sebagai katoda)
3. Batu hijau
4. Amplas
5. Larutan asam sulfat (H_2SO_4)
6. Asam oksalat (H_3PO_4)
7. *Caustic soda* (NaOH)
8. Larutan asam nitrat (HNO_3)
9. *Aquades*
10. Es batu
11. Garam dapur
12. Kain lap

3.5.3 Bentuk dan Dimensi Spesimen yang Digunakan

Bentuk dari spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah seperti pada gambar 3.11 dan 3.12 berikut :



Gambar 3.11 Bentuk dan Dimensi Spesimen *Alumunium 6061*



Gambar 3.12 Bentuk dan Dimensi *Titanium*

3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Studi literatur
2. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
3. Memotong spesimen (*alumunium* dan *titanium*) sesuai dengan desain

4. Haluskan permukaan spesimen yang akan dianodizing dengan *Centrifugal Sand Paper Machine*
5. Melakukan Pre-treatment Annealling (400° C, Holding 60 Menit)
6. Melakukan perlakuan awal (*pre-treatment*) *anodizing* yang meliputi tiga tahap, yaitu :

a) *Degreasing*

- Membuat larutan H_2SO_4 (larutan asam sulfat) dengan konsentrasi 15%
- Memanaskan larutan H_2SO_4 pada temperature 60°C-80°C
- Merendam *alumunium* dalam larutan selama 5-15 menit
- Membersihkan *alumunium* dan merendamnya dalam air murni

b) *Etching*

- Membuat larutan NaOH (*caustic soda*) dengan konsentrasi 5%
- Memanaskan larutan NaOH pada temperatur 30°C-50°C
- Merendam *alumunium* dalam larutan selama 3-10 menit
- Membersihkan *alumunium* dan merendamnya dalam air murni

c) *Desmutting*

- Membuat larutan asam nitrat (HNO_3) dengan konsentasi 10%
- Memanaskan larutan HNO_3 pada temperatur 30°C-50°C
- Merendam *alumunium* dala larutan selama 5-10 menit
- Membersihkan *alumunium* dan meremdamnya dalam air murni

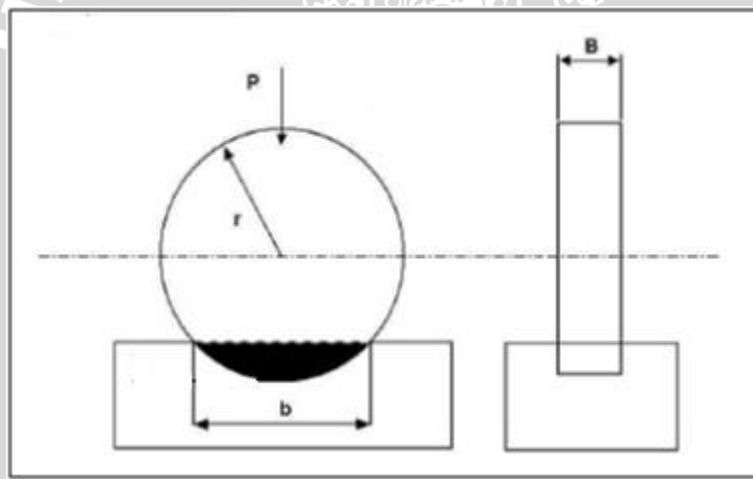
7. Proses *Anodizing* Tahap I

Alumunium hasil *per-treatment* dihubungkan ke sisi anoda (kutub positif) pada *power supply*, kemudian diremdam dalam bak elektrolisis yang berisi larutan asam phospat sebanyak 1000ml pada temperatur 0 sampai 5°C. Sedangkan lempengan *titanium* 100 x 100 mm dengan tebal 2 mm dihubungkan ke sisi katoda (kutub negatif) pada *power supply*. Setelah itu dilakukan pengaturan tegangan listrik pada *power supply*. Kemudian *power supply* dinyalakan dan proses berjalan selama 60 menit.

8. *Alumunium* hasil proses *anodizing* dibersihkan, lalu direndam dengan air murni atau *aquades* lalu dikeringkan dengan kain lap.
9. Melakukan perlakuan *pre-treatment anodizing* (*Degreasing, Etching, Desmutting*)
10. Proses *Anodizing* Tahap II

3.7 Pengujian Keausan

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik dan bertujuan untuk menstimulasikan keausan secara aktual di alam. Salah satu metode pengujian keausan yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode Ogoshi dimana benda uji akan memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (*revolving disk*). Pembebanan gesek ini akan membuat benda uji mengalami kontak secara terus-menerus dan membuat benda uji kehilangan sebagian permukaannya. Besarnya kehilangan permukaan akibat gesekan yang dialami oleh benda uji itulah yang kemudian dijadikan dasar dalam menentukan ketahanan aus dari material. Semakin dalam jejak keausannya maka semakin banyak volume permukaan benda uji yang terkikis dan mengalami keausan, sehingga semakin tinggi nilai keausan spesifik hasil perhitungan maka ketahanan aus dari material uji semakin rendah. Ilustrasi skematis dari proses uji keausan metode ogoshi ini dapat dilihat pada gambar 3.13 berikut :



Gambar 3.13 Skema Metode Ogoshi

Pengujian ini dapat dirumuskan menjadi :

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot p_0 \cdot l_0}$$

(Sriati Djaprie, 1993)

Keterangan :

W_s = Keausan spesifik (mm^2/kg)

B = Tebal *revolving disk* (mm)

b^3 = Lebar celah material yang terabrasi

r = Jari-jari *disk* (mm)

P_0 = Beban tekan (kg)

l_0 = Jarak tempuh proses pengausan

Langkah-langkah persiapan uji keausan adalah sebagai berikut:

1. Letakkan spesimen pada penjepit.
2. Atur beban dan kecepatan yang diberikan terhadap spesimen.
3. Letakkan lengan yang menjepit spesimen sehingga bersinggungan dengan *disk*.
4. Nyalakan mesin uji keausan.
5. Lakukan pengujian selama 30 detik.
6. Setelah dilakukan pengujian, letakkan spesimen di bawah mikroskop untuk mengetahui lebar jejak hasil keausan.

3.8 Uji Kekerasan (Micro Hardness Tester)

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau beban penekanan dari gaya yang diberikan. Pengujian kekerasan merupakan pengujian untuk mengetahui nilai kekerasan suatu material. Salah satu alat yang digunakan pada pengujian kekerasan ini adalah micro hardness tester dengan metode vikers. Indentor yang digunakan berupa piramida intan yang alasnya berbentuk persegi dan besar sudut puncak piramidnya adalah 136° . Nilai kekerasan vikers didapat dengan persamaan berikut:

$$VHN = \frac{F}{A} \times \sin \frac{136^\circ}{2} \quad (\text{Tata Surdia, 1999})$$

Dimana:

VHN = Nilai kekerasan Vikers

F = Beban Uji (gram)

A = Luas permukaan bekas injakan indentor (mm)

3.9 Rancangan Tabel Hasil Penelitian

Dalam percobaan ini akan diteliti pengaruh variasi tegangan listrik terhadap keausan aluminium 6061 pada proses pelapisan *double hard anodizing pre-treatment annealing*.

Tabel 3.1 Rancangan tabel lebar jejak uji keausan *aluminium* 6061 hasil *double hard anodizing*.

Lebar Jejak Keausan (mm)	Molaritas	Tegangan Listrik (V)			
		15	20	25	30
	1	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
	2	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
	3	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂

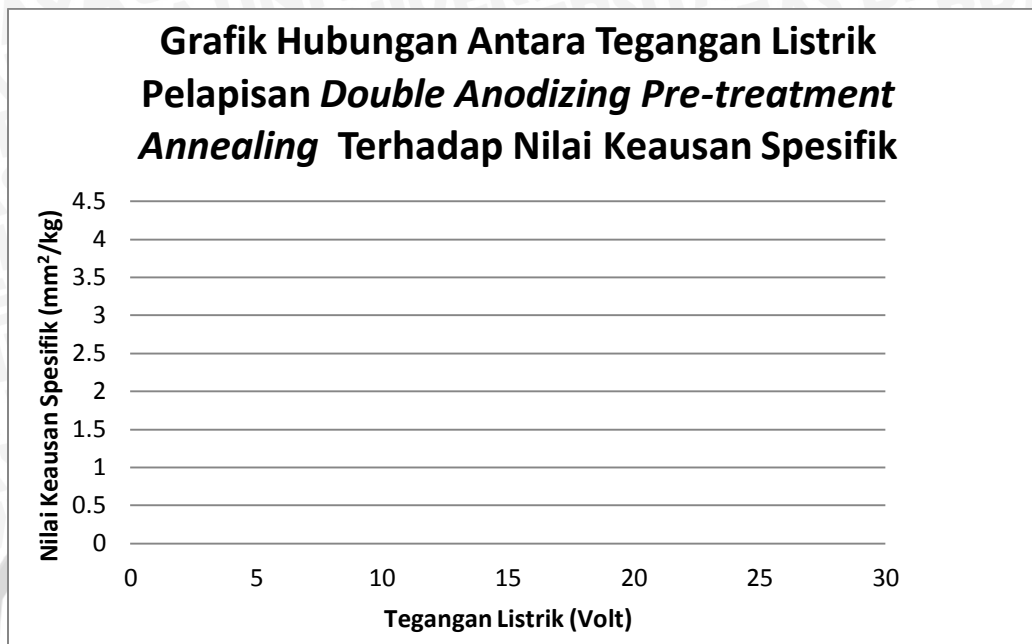
Tabel 3.2 Rancangan tabel nilai keausan spesifik *aluminium* 6061 hasil *double hard anodizing*.

Nilai Keausan Spesifik (mm ² /kg)	Molaritas	Tegangan Listrik (V)			
		15	20	25	30
	1	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
	2	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
	3	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂

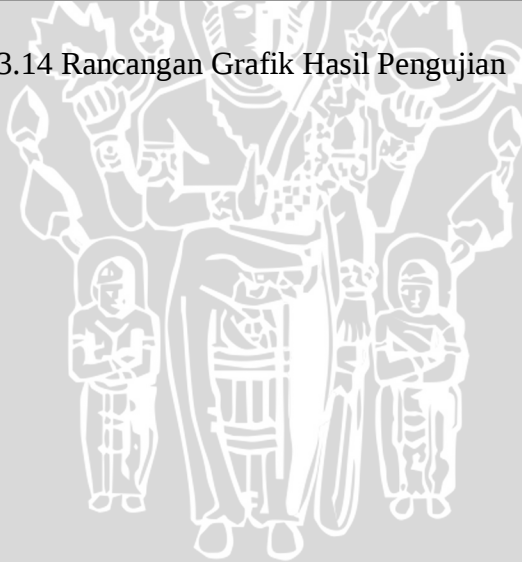
Tabel 3.3 Rancangan tabel nilai kekerasan *aluminium* 6061 hasil *double hard anodizing*.

Nilai Kekerasan (VHN)	Molaritas	Tegangan Listrik (V)			
		15	20	25	30
	1	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
	2	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
	3	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂

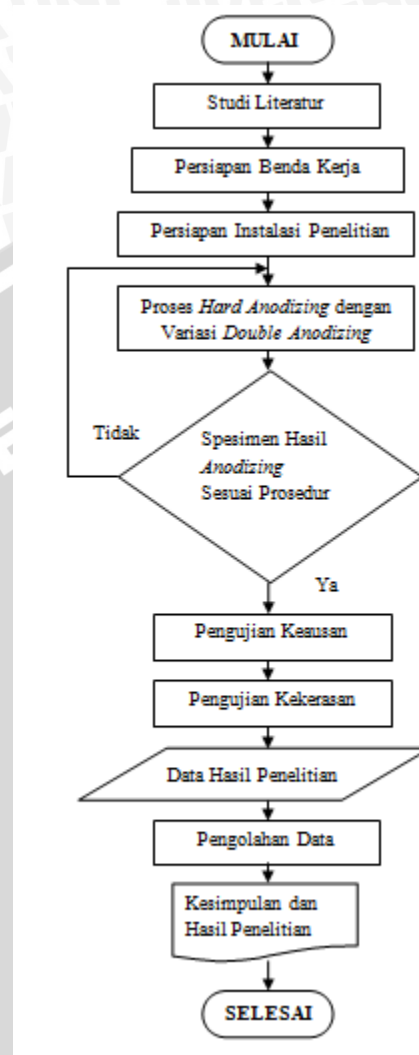
3.10 Rancangan Grafik Hasil Pengujian



Gambar 3.14 Rancangan Grafik Hasil Pengujian



3.11 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian