

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental. Metode ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan terhadap suatu proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan yang berbeda terhadap suatu proses dibandingkan sehingga diperoleh suatu pola kejadian yang saling berhubungan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengujian *anodizing* dan dilanjutkan dengan pengujian laju keausan aluminium 6063 hasil *anodizing*.

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian mengenai *anodizing* ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang. Untuk pengujian komposisi aluminium (anoda) maupun titanium (katoda) dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang. Untuk pengujian keausan dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

3.2.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan 25 Mei 2012 sampai 25 Juni 2012.

3.3 Variabel Penelitian

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

3.3.1 Variabel Bebas

Dalam penelitian ini variabel bebas yang dipakai adalah variasi rapat arus listrik (*current density*) yaitu $1\text{A}/\text{dm}^2$, $2\text{A}/\text{dm}^2$, $3\text{A}/\text{dm}^2$

3.3.2 Variabel Terikat

Dalam penelitian ini variabel terikat yang dipilih adalah laju keausan aluminium 6063 hasil *anodizing*.

3.3.3 Variabel Terkontrol

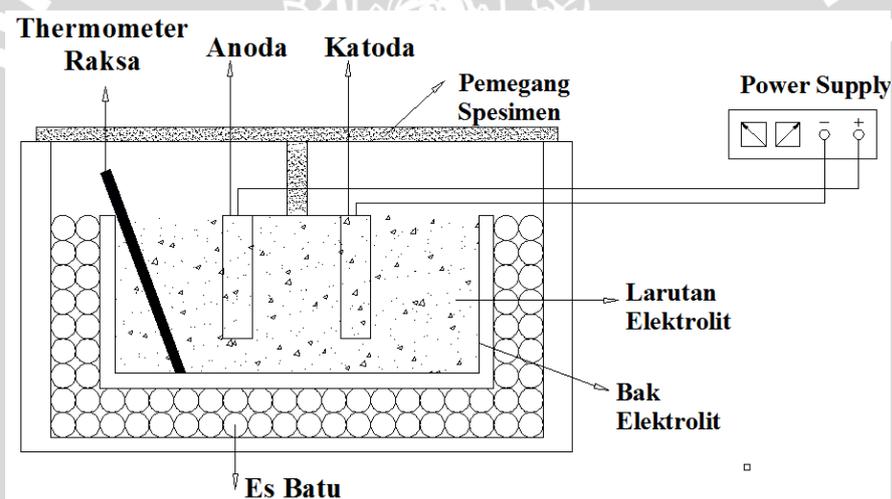
Dalam penelitian ini variabel terkontrol yang dipilih adalah variasi jarak anoda dengan katoda yaitu 25mm, 50mm, 75mm dan 100mm.

3.4 Peralatan dan Bahan yang Digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang dijelaskan di bawah ini.

3.4.1 Peralatan yang Digunakan

1. Instalasi *anodizing*



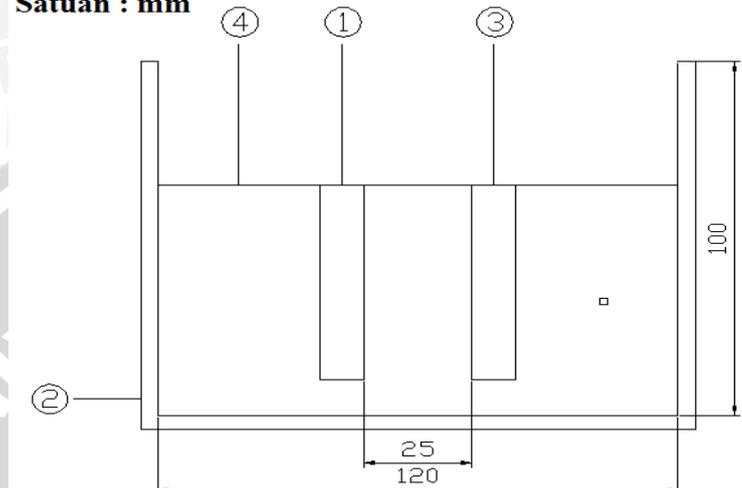
Gambar 3.1 Instalasi alat percobaan *Continuous Hard Anodizing*

Gambar 3.1 di atas merupakan gambar instalasi percobaan *Continuous Hard Anodizing*. Alat uji ini menggunakan sumber arus jenis DC yang didapatkan dari *power supply* dengan kapasitas arus mencapai 1,5 ampere dan beda potensial 30 Volt.

Keterangan Gambar 3.2 :

1. Anoda
2. Bak Elektrolit (ukuran : 120x120x100)
3. Katoda
4. Batas permukaan larutan elektrolit

Satuan : mm



Gambar 3.2 Posisi Anoda Pada Bak Elektrolit

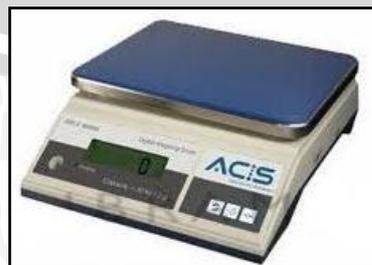
Gambar 3.2 di atas adalah skema yang menunjukkan posisi anoda pada bak elektrolit instalasi *anodizing*.

2. Power Supply

Digunakan sebagai sumber listrik dengan arus listrik maksimum mencapai 1.5 Ampere dan Tegangan maksimal mencapai 30 Volt.

3. Timbangan

Digunakan untuk menentukan prosentase bahan-bahan anodizing serta menimbang berat spesimen sebelum dan sesudah uji keausan. Timbangan yang digunakan yaitu timbangan dengan ketelitian 4 digit dibelakang koma dengan satuan gram.



Gambar 3. 3 Timbangan Digital

5. *Power Hack Saw*

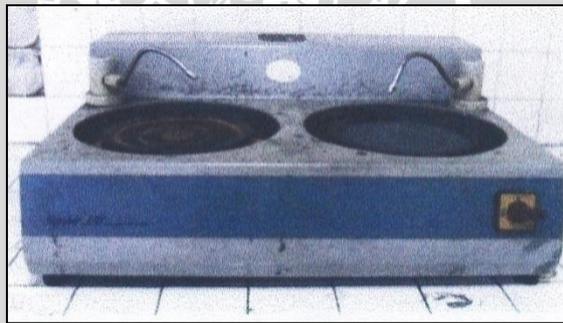
Digunakan untuk memotong spesimen.



Gambar 3.4 *Power Hack Saw*

6. *Centrifugal Sand Paper Machine*

Digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen.



Gambar 3.5 *Centrifugal Sand Paper Machine*

7. Alat uji Laju Keausan (*Ogoshi Testing Machine MFG. CO., LTD*)

Digunakan untuk mengukur laju keausan spesimen.



Gambar 3.6 *Ogoshi Testing Machine MFG. CO., LTD Heater*

8. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menentukan volume setiap larutan yang akan digunakan sebelum melakukan proses *pre-treatment* dan *anodizing*.



Gambar 3.7 Gelas Ukur

9. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menghitung saat proses *pre-treatment* dan pada saat proses *anodizing* berlangsung.

10. Termometer raksa

Termometer raksa berfungsi untuk melihat kenaikan temperatur larutan pada saat *pre-treatment* dan pada saat proses *anodizing* berlangsung.

11. Pipet

Digunakan saat pencampuran bahan-bahan larutan elektrolit.

12. Masker

Masker digunakan sebagai alat keamanan pernafasan pada saat proses *anodizing* berlangsung.

13. Sarung tangan

Sarung tangan digunakan pada setiap rangkaian proses *anodizing* yang berfungsi untuk melindungi kulit tangan dari bahan-bahan kimia yang membahayakan kulit.

14. Wadah plastik

Wadah plastik digunakan untuk instalasi *anodizing*.

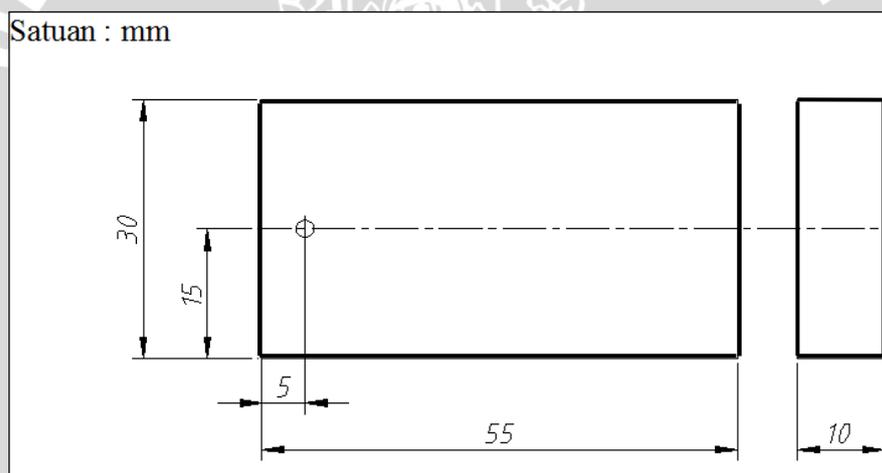
3.4.2 Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Aluminium 6063 (benda kerja) berbentuk plat dengan ukuran 46 mm ; 20 mm ; 5 mm. Komposisi Al 6063 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Komposisi Paduan Aluminium 6063

Unsur	Kandungan %
Fe	0,35
Cu	0,1
Mg	0,45
Ti	0,014
Al	<i>balance</i>



Gambar 3.8 Dimensi dan Ukuran Benda Kerja

- b. Lempengan titanium (sebagai katoda)

Berbentuk plat yang memiliki komposisi sebagai berikut :

Tabel 3.2 Komposisi Katoda Titanium

Unsur	Kandungan
Titanium	91,89 %
Aluminium	0,44 %
Carbon	7,67 %

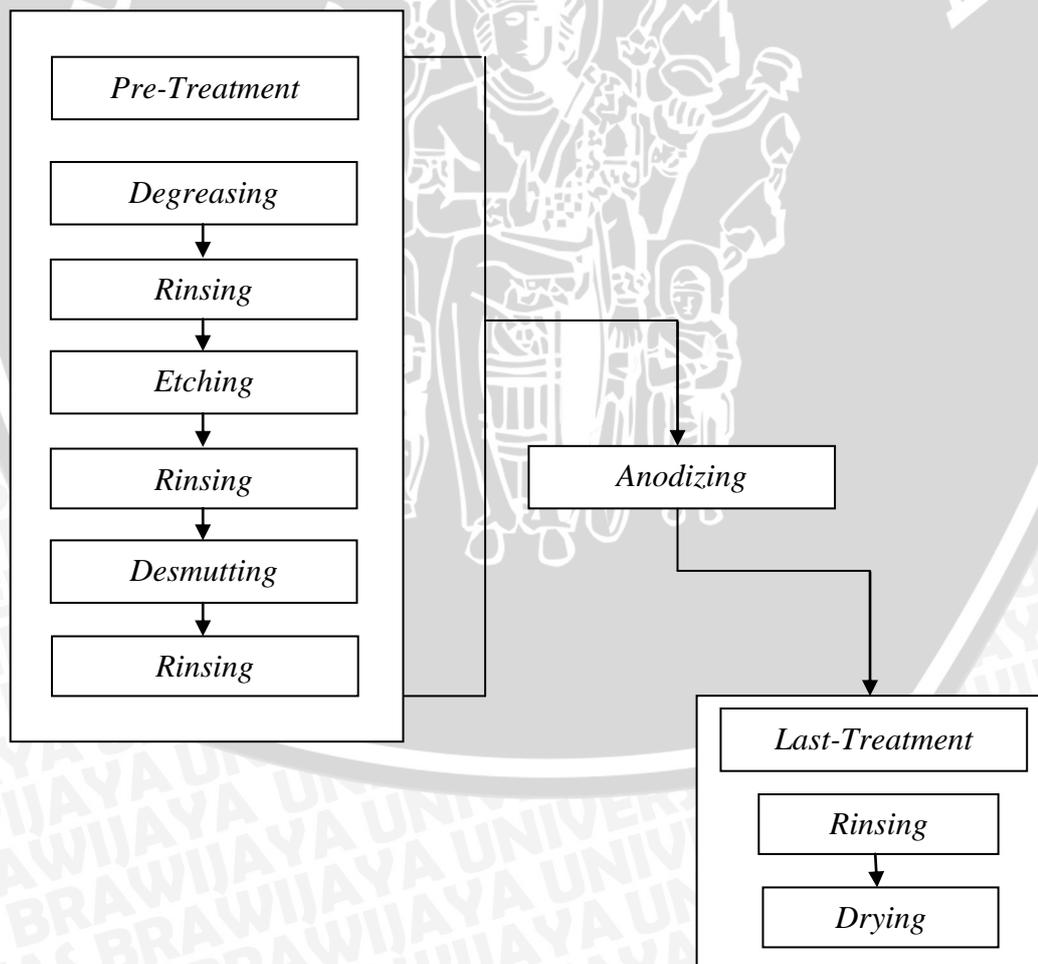
- c. Larutan asam fosfat (H_3PO_4)
- d. Asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)
- e. Asam nitrat
- f. Asam sulfat
- g. *Caustic soda* (NaOH)
- h. Air murni (aquades)
- i. Es batu

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam *anodizing* ini ada tiga tahap, yaitu :

1. Perlakuan awal (*Pre-treatment*)
2. Proses *Anodizing*
3. Perlakuan akhir (*Last Treatment*)

Secara skematis dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.9 Diagram Alir Proses *Anodizing*

Keterangan :

a. *Degreasing*

Degreasing adalah langkah pertama yang biasa dilakukan dalam proses *anodizing*. *Degreasing* dilakukan untuk menghilangkan oli atau lemak yang terdapat pada permukaan aluminium sebelum diproses *anodizing*. Pembersihan yang dilakukan biasanya dilakukan dengan menggunakan larutan asam pada temperatur tertentu. *Degreasing* atau pembersihan dengan menggunakan larutan asam ini biasanya dilakukan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 15 % dan dipanaskan pada temperatur $60^{\circ}C$ sampai $80^{\circ}C$ dan aluminium direndam selama 5-15 menit, kemudian aluminium direndam dalam air murni (*aquades*).

b. *Rinsing*

Rinsing adalah proses pembersihan benda kerja dengan menggunakan air murni (*aquades*). Tujuan dari *rinsing* itu sendiri adalah untuk menghilangkan sisa-sisa zat kimia yang terbawa dari proses selanjutnya.

c. *Etching*

Etching dilakukan dengan tujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan film oksida aluminium natural yang terdapat pada permukaan. Oksida aluminium akan larut karena direndam dalam larutan alkali seperti soda api (*caustic soda*). Oleh sebab itu *etching* dilakukan dengan cara merendam aluminium dalam larutan *caustic soda*. Temperatur NaOH yang digunakan umumnya adalah sekitar $30^{\circ}C$ sampai $50^{\circ}C$ dan dilakukan dalam 3-10 menit, kemudian aluminium direndam dalam air murni.

d. *Desmutting*

Desmutting, bertujuan untuk menghilangkan bekas bercak hitam pada proses *Etching*. Proses ini menggunakan larutan asam nitrat dengan konsentrasi 10%. Proses ini dilakukan pada temperatur $25^{\circ}C$ sampai $40^{\circ}C$ dan aluminium direndam selama 5-10 menit, kemudian aluminium direndam dalam air murni.

e. *Anodizing*

Proses *Anodizing* dilakukan pada aluminium hasil pre-treatment dan dihubungkan pada sisi anoda (kutub positif) di *power supply* kemudian

direndam dalam *tupperware* (bak elektrolisis) 12 x 12 x 10 cm yang berisi larutan campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 1% sebanyak 2000 ml pada temperatur 10 sampai 12⁰C, dan pada sisi katoda sebagai (kutub negatif) di *power supply* dihubungkan ke lempengan titanium 6 x 3 cm dengan tebal 3 mm, setelah itu pengaturan *current density* dan jarak anoda dengan katoda yang telah direncanakan. Kemudian *power supply* dinyalakan dalam proses berjalan 50 menit.

Cara pengaturan rapat arus yang diberikan

$$\begin{aligned}\text{Luas Permukaan material} &= 2(30 \times 50) + 2(10 \times 50) + 2(30 \times 17) \text{ mm}^2 \\ &= 5000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,50 \text{ dm}^2\end{aligned}$$

- Rapat arus 1A/dm²

Arus yang digunakan sebesar 0,50 Ampere dengan luasan material 0,50 dm² sehingga didapat rapat arus sebesar $\frac{0,50 \text{ Ampere}}{0,50 \text{ dm}^2} = 1 \frac{\text{A}}{\text{dm}^2}$

- Dengan cara yang sama maka dapat diatur penggunaan arus listrik untuk mendapatkan rapat arus yang diinginkan, dimana dalam penelitian ini luasan permukaan material yang digunakan semua sama, yaitu 0,50 dm². Penggunaan rapat arus untuk 1;2;3 A/dm² berturut-turut adalah 0,50 ; 1 ; 1,5 Ampere.

f. *Drying*

Drying adalah proses pengeringan benda kerja. *Drying* dilakukan dengan cara mengusap benda kerja dengan kain yang halus dan meletakkannya pada tempat yang kering.

3.6 Pengujian

Adapun cara pengujian dari spesimen terlebih dahulu diukur ketebalan dari lapisan oksida yang terbentuk dengan *Thickness Coating Gauge* dimana untuk mengukur ketebalan lapisan oksida tanpa memerlukan akses ke kedua sisi potongan benda uji. Alat ini merupakan sebuah pengukur ketebalan ultrasonik untuk pengujian non-destruktif. Alat ukur bekerja dengan menentukan ketebalan sampel dan mengukur jumlah waktu yang diperlukan suara untuk melintasi dari

transduser melalui materi ke ujung belakang bagian, dan kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan untuk refleksi kembali ke transduser. Pengukur ketebalan ultrasonik kemudian menghitung data berdasarkan kecepatan suara melalui sampel yang diuji.

Kemudian baru diuji nilai kekerasannya. Pengujian kekerasan dengan metode *Vickers* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indentor intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk pyramid.

Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indentor (diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$. Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode *vickers* yaitu :

$$HV = 1,854 \frac{F}{d^2} \quad (3.1)$$

Dengan,

HV = Nilai kekerasan Vickers

F = Beban (kgf)

d = diagonal (mm)

Setelah didapatkan data berupa ketebalan lapisan oksida dan nilai kekerasan Vickers, selanjutnya dilakukan pengujian inti yakni pengujian laju keausan. Pengujian keausan dilakukan dengan mesin *ogoshi*, dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (*revolving disc*) sesuai dengan parameter tertentu seperti kecepatan, jarak luncur dan pembebanan. Pembebanan ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. (Instruction Manual, 2012) Sampel untuk uji aus merupakan sampel yang diambil dari cetakan balok yang telah dipotong dengan ukuran $\pm 3 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm} \times 0.7 \text{ cm}$ Terdapat beberapa jenis pilihan untuk setiap variabel yang digunakan. Dalam pengujian

ini, variabel yang digunakan adalah sama untuk semua kondisi, sebagaimana telah disajikan dalam tabel di bawah ;

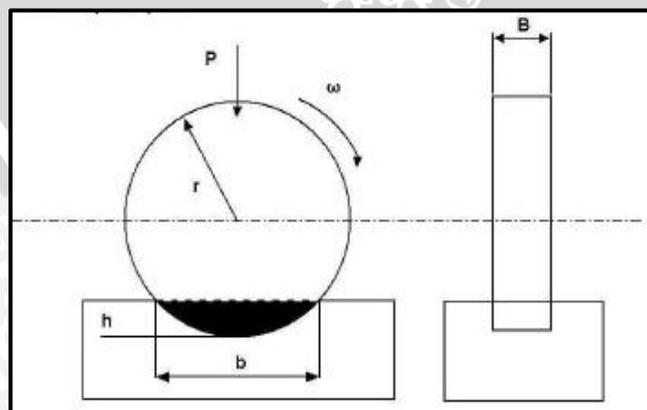
Tabel 3.3 Variabel yang Digunakan Dalam Pengujian Keausan

Jarak luncur (meter)	25
Kecepatan Putar (m/s)	2.38
Beban Final (Kg)	2.12
Kecepatan motor (rpm)	1430

Setelah pengujian keausan dilakukan, maka besar celah terabrasif (b) dapat dihitung besarnya dengan menggunakan alat mikroskop optik.



Gambar 3.10 *Optic Microscope*
 Sumber: Utomo, 2008 : 63



Gambar 3.11 Abrasi dengan *Revolving Disc*
 Sumber: Instruction Manual of Ogoshi, 2012: 3

$$W = \frac{B \cdot b^3}{12r} \quad (3.2)$$

Dengan ;

B = Tebal *revolving disc* (mm)

r = Jari-jari *disc* (mm)

b = Lebar celah material yang terabrasi (mm)

W = Volume material terabrasi (mm³)

Nilai W kemudian digunakan untuk menghitung nilai V (Laju keausan material) dengan menggunakan rumus :

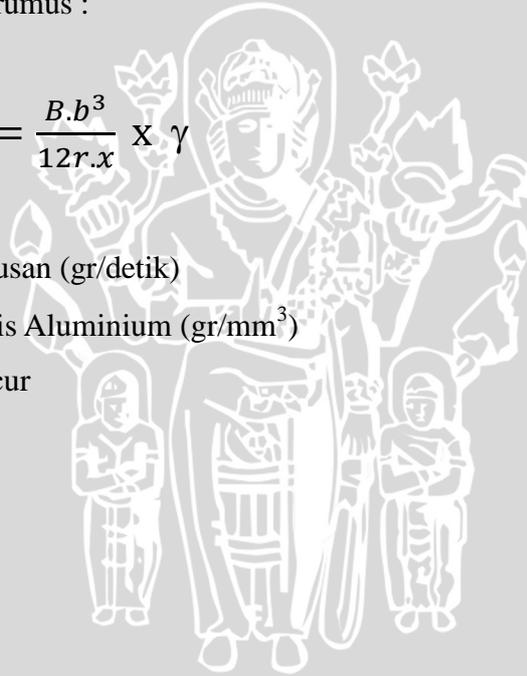
$$V = \frac{W}{x} \times \gamma = \frac{B \cdot b^3}{12r \cdot x} \times \gamma \quad (3.3)$$

Dengan ;

V = Laju Keausan (gr/detik)

γ = Berat Jenis Aluminium (gr/mm³)

X = Jarak luncur



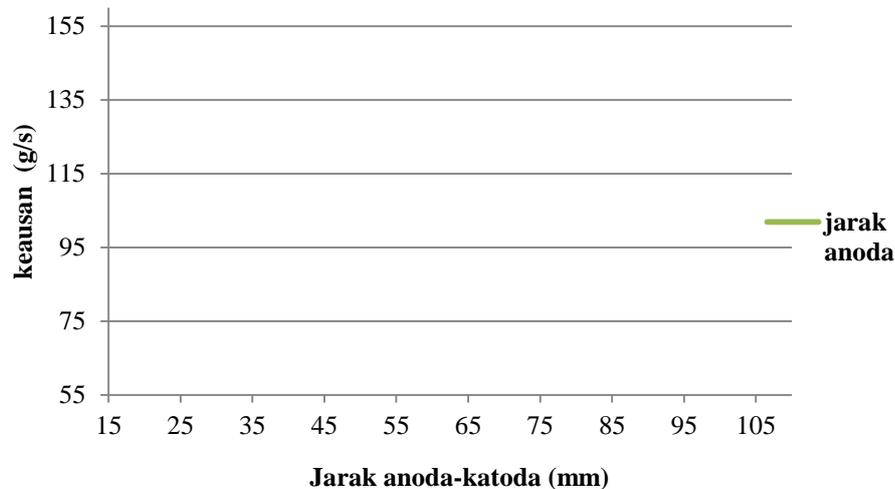
3.7 Rancangan Penelitian

Tabel 3.4 Rancangan Tabel Penelitian

Variabel	Jarak anoda – katoda (mm)				Σ baris	Rata - rata
	variasi	25	50	75		
Current Density (A/dm ²)	1					
	2					
	3					
	Σ kolom					
	Rata-rata					

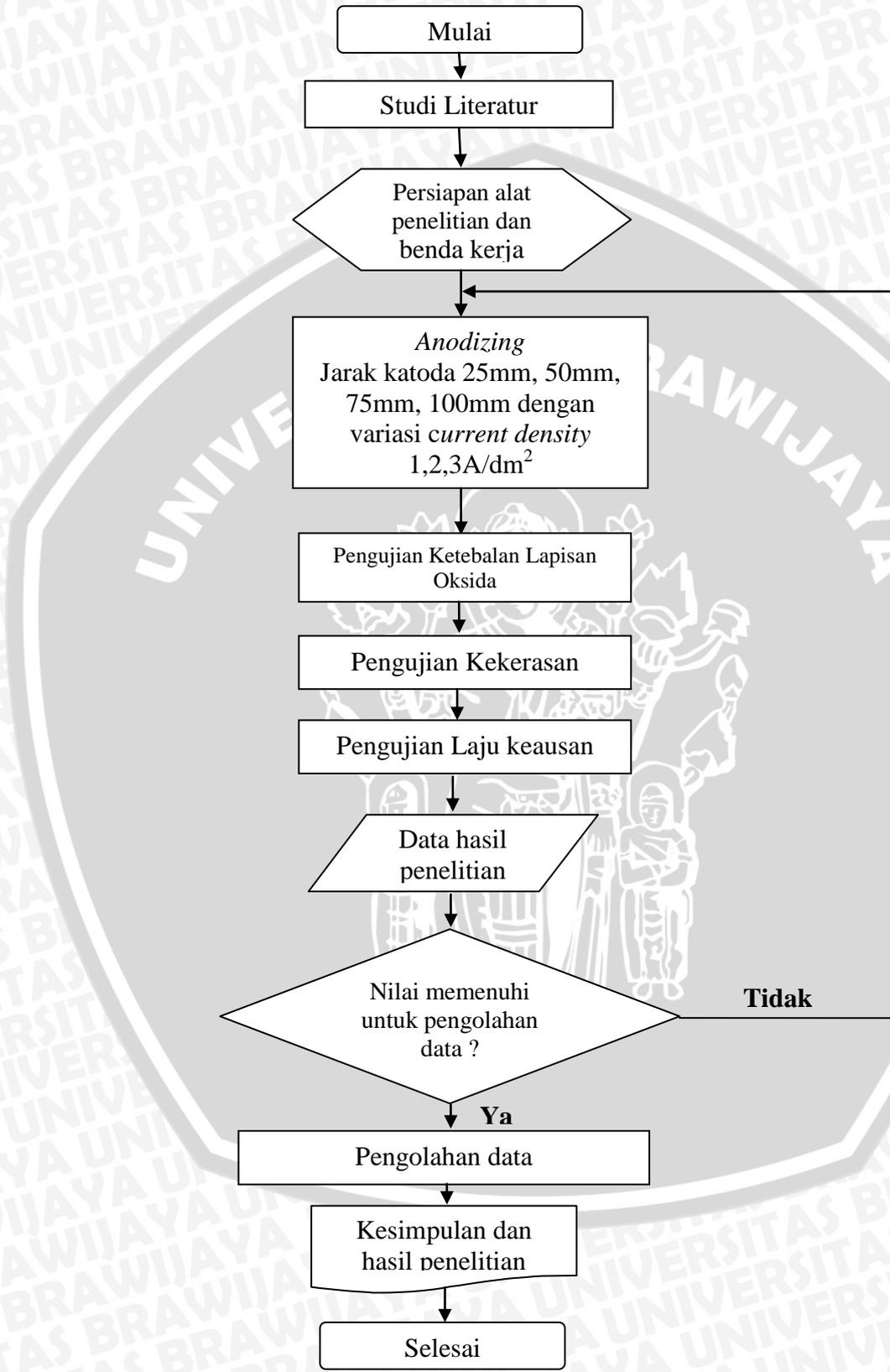
3.7.1 Analisis Grafik

Analisis grafik dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Microsoft excel*,



Gambar 3.12 Rancangan Grafik Uji Laju Keausan

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian

