

## 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. Pada penelitian ini penulis ingin mengetahui bagaimana pengaruh variasi rapat arus dan tegangan terhadap ketebalan lapisan oksida aluminium 6061 hasil *anodizing*.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengujian *anodizing* dan dilanjutkan dengan pengujian ketebalan dan kekerasan permukaan aluminium 6061 hasil *anodizing*.

##### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian mengenai *anodizing* ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang. Untuk pengujian ketebalan lapisan oksida dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

##### 3.2.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 31 Desember 2012 sampai 4 Januari 2013.

#### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini: variable bebas, variable terikat, variable terkontrol.

##### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

Variasi tegangan 15, 20 dan 25 volt

Variasi arus listrik yaitu 1,5 dan 2A.

##### 3.3.2 Variabel Terikat

Dalam penelitian ini variable terikat yang dipilih adalah ketebalan dan kekerasan permukaan aluminium 6061 hasil *anodizing*.

##### 3.3.3 Variabel Terkontrol

Dalam penelitian ini variabel terkontrol yang dipilih adalah:

Konsentrasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) 3 mol

Konsentrasi Asam Oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) 1 mol sebanyak 1%

Jarak anoda dan katoda 5 cm.

Suhu elektrolit pada saat proses 0-10°C.

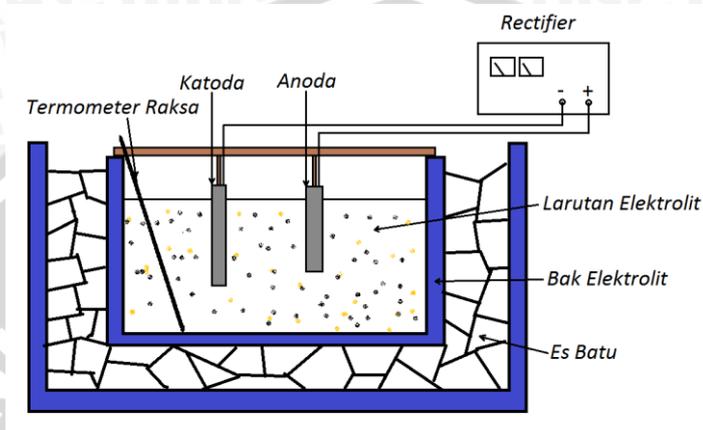
### 3.4 Peralatan dan Bahan yang Digunakan

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

#### 3.4.1 Peralatan yang Digunakan

##### 1. Instalasi *anodizing*

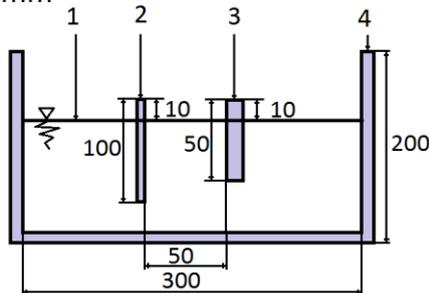
instalasi *anodizing* dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Instalasi alat percobaan *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.

Satuan: mm



Keterangan Gambar 3.2 :

1. Batas permukaan larutan elektrolit
2. Katoda Titanium
3. Anoda Aluminium
4. Bak Elektrolit (ukuran : 300x200x200)

Gambar 3.2 Posisi Anoda dan Katoda Pada Bak Elektrolit

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

##### 2. *Power Supply/ rectifier*

Digunakan sebagai sumber listrik. *Power supply/ rectifier* dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Power Supply/ Rectifier

Spesifikasi:

- Arus maksimal : 2 A
- Tegangan maksimal : 30 volt

### 3. Timbangan

Digunakan untuk menentukan prosentase bahan-bahan *anodizing* serta menimbang berat specimen sebelum dan sesudah uji kekerasan. Timbangan dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Timbangan Digital

Spesifikasi:

- Ketelitian : 0,0001 g

#### 4. Power Hack Saw

Digunakan untuk memotong spesimen. *Power hack saw* dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut.



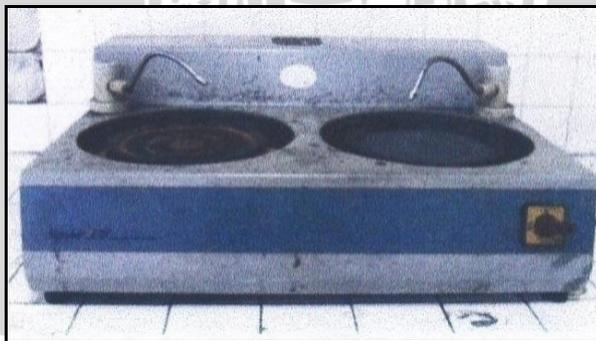
Gambar 3.5 *Power Hack Saw*

Spesifikasi:

- Motor : 400V x 0,4 kW x 4P
- Type : SM-180
- Cool Pump : Flow 2lt/min
- Berat total : 160 kg
- Dimensi : 1000 x 450 x 750 mm

#### 5. Centrifugal Sand Paper Machine

Digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen. *Centrifugal Sand Paper Machine* dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 *Centrifugal Sand Paper Machine*

Spesifikasi:

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

## 6. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menentukan volume setiap larutan yang akan digunakan sebelum melakukan proses *pre-treatment* dan *anodizing*. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.



Gambar3.7 Gelas Ukur

Spesifikasi:

- Merk : pyrex
- Kapasitas : 100 ml

## 7. Stopwatch

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

## 8. Termometer raksa

Termometer raksa berfungsi untuk melihat kenaikan temperatur larutan pada saat *pre-treatment*. Termometer dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut



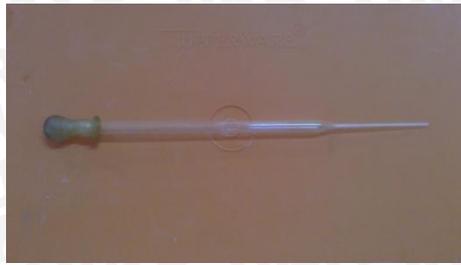
Gambar 3.8 Termometer Raksa

Spesifikasi:

- Ketelitian  $2^{\circ}\text{C}$
- Temperatur maksimal  $250^{\circ}\text{C}$

## 9. Pipet

Digunakan saat pencampuran bahan-bahan larutan elektrolit. Pipet dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9 Pipet

Spesifikasi:

- Kapasitas : 10 ml

#### 10. Masker

Masker digunakan sebagai alat keamanan pernafasan pada saat proses *anodizing* berlangsung. Masker dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10 Masker

#### 11. Sarung tangan

Sarung tangan digunakan pada setiap rangkaian proses *anodizing* yang berfungsi untuk melindungi kulit tangan dari bahan-bahan kimia yang membahayakan kulit. Sarung tangan dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut.



Gambr 3.11 Sarung Tangan

Spesifikasi:

- Bahan latex

#### 12. Wadah plastik

Wadah plastik digunakan untuk instalasi *anodizing*.

### 3.4.2 Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- Aluminium 6061 (benda kerja) berbentuk plat dengan ukuran 50mm; 30mm; 6mm.

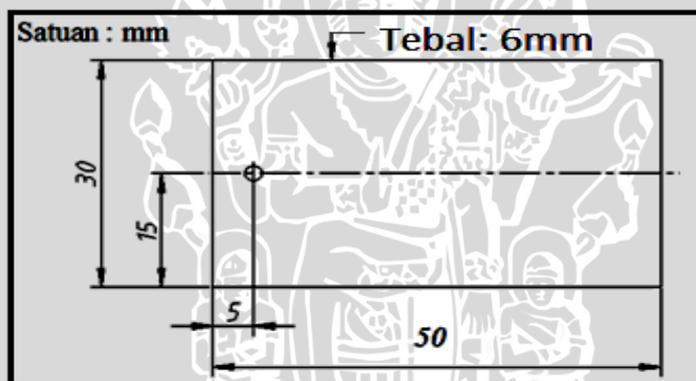
Komposisi Al 6061 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Komposisi Paduan Aluminium 6061

Unsur	Kandungan (%)
Magnesium	0,08
Silikon	0,68
Tembaga	0,21
Seng	0,06
Titanium	0,08
Mangan	1,01
Kromium	0,05
Besi	0,22
Aluminium	Balance

Sumber: PT. Sutindo Sejahtera

Dimensi dan ukuran benda kerja ditunjukkan pada gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.12 Dimensi dan Ukuran Benda Kerja

- Lempengan titanium (sebagai katoda)

Berbentuk plat yang memiliki komposisi sebagai berikut :

Tabel 3.2 Komposisi Katoda Titanium

Unsur	Kandungan (%)
Titanium	92,2
Besi	0,54
Nikel	0,29
Seng	0,14
Tm	0,90
Ca	2,43
P	2,6
Yb	0,9
Re	0,3

Sumber: Pengujian EDAX Laboratorium MIPA UM

- c. Larutan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )
- d. Asam oksalat ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )
- e. Asam nitrat
- f. Asam sulfat
- g. *Caustic soda* ( $\text{NaOH}$ )
- h. Air murni (aquades)
- i. Es batu

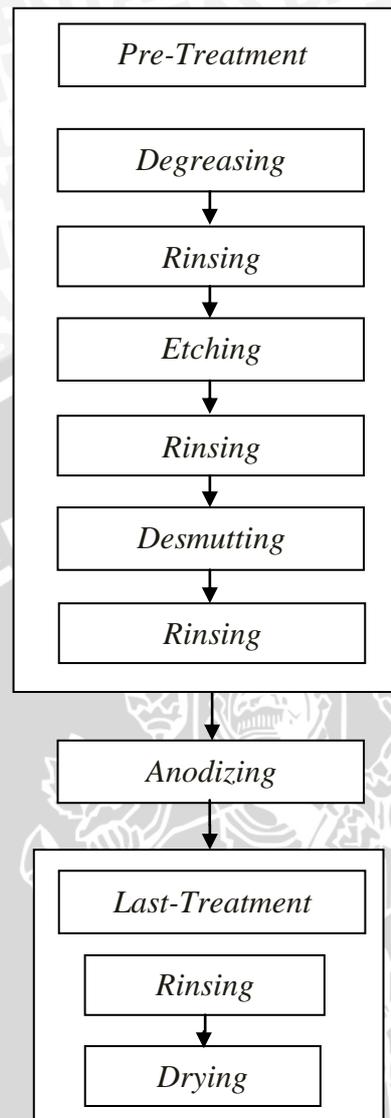
### 3.5 Prosedur Penelitian

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 seperti gambar 3.13 berikut :



Gambar 3.13 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 temperature tertentu. *Degreasing* atau pembersihan dengan menggunakan larutan asam ini biasanya dilakukan menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan konsentrasi 15 % dan dipanaskan pada temperatur  $60\text{ }^{\circ}C$  sampai  $80\text{ }^{\circ}C$  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 sebelumnya.

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<sup>0</sup>C sampai 50<sup>0</sup>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<sup>0</sup>C sampai 40<sup>0</sup>C dan aluminium direndam selama 5-10 menit, kemudian aluminium direndam dalam air murni.

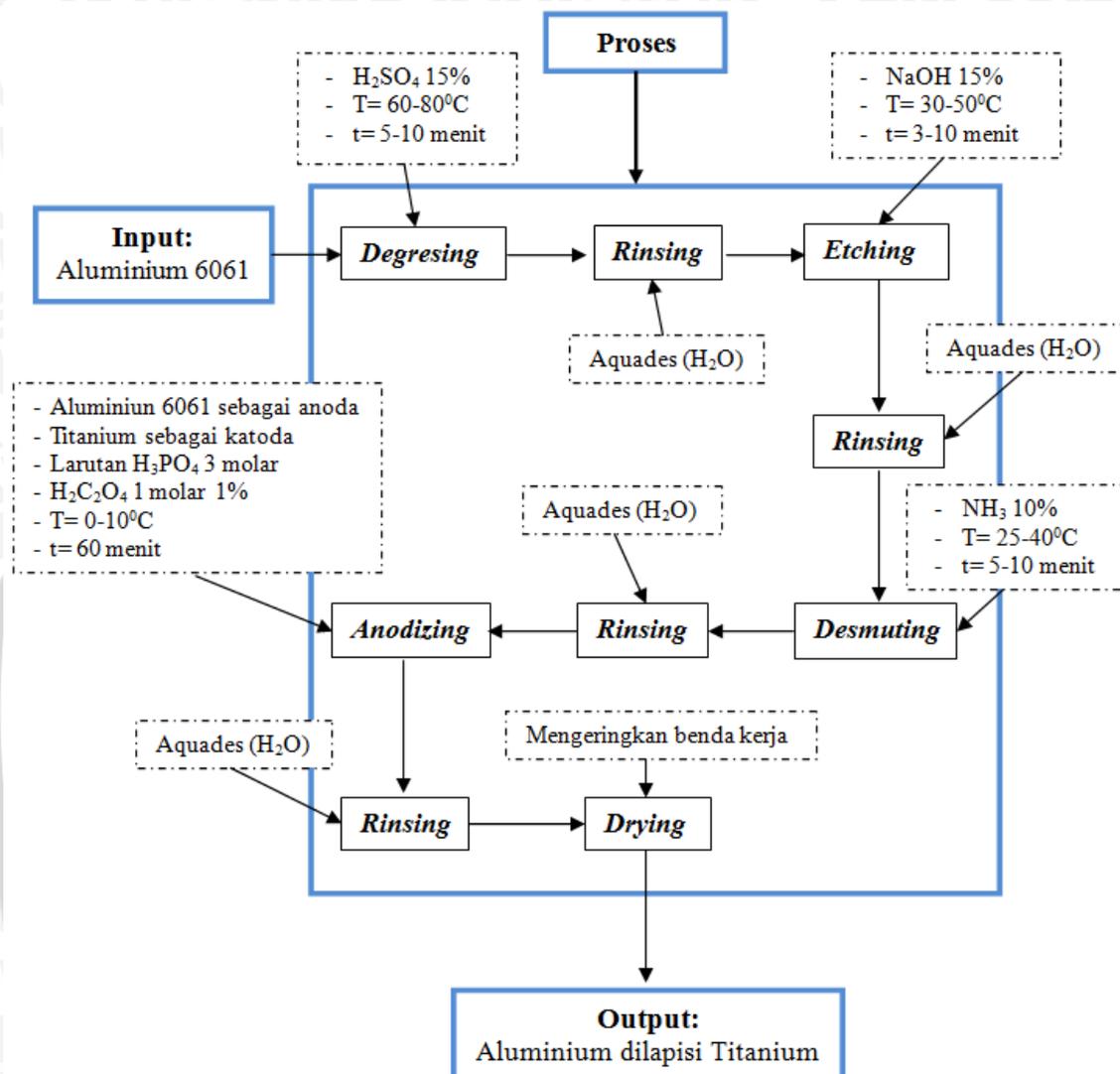
e. *Anodizing*

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<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 3 mol dan asam oksalat (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) 1 mol sebanyak 1% sebanyak 2000 ml pada temperatur 0-10<sup>0</sup>C, dan pada sisi katoda sebagai (kutub negatif) di *power supply* dihubungkan kelempeangan titanium 6 x 3 cm dengan tebal 3 mm, setelah itu pengaturan *current density* dan tegangan yang telah direncanakan. Kemudian *rectifier* dinyalakan dan *anodizing* dilakukan selama 60 menit.

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.

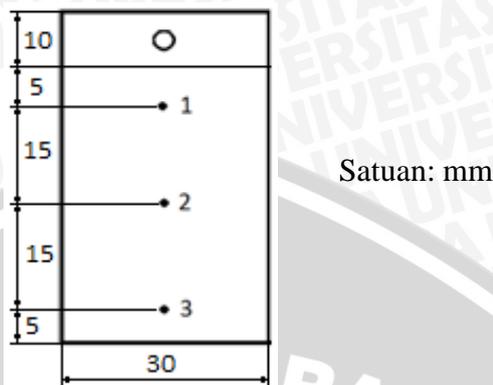
### 3.6 Diagram Sistem Produksi



Gambar 3.14 Diagram Sistem Produksi

### 3.7 Pengujian

Penelitian ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan setiap variasinya. Titik pengambilan data dapat dilihat pada gambar 3.15 sebagai berikut.



Gambar 3.15 Titik Pengujian Ketebalan dan Kekerasan

Pengambilan titik tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara titik yang dekat dengan sumber arus listrik (titik 1) dengan titik yang jauh dari sumber arus listrik (titik 3) pada spesimen hasil anodizing dilakukan pengujian ketebalan dan kekerasan permukaan.

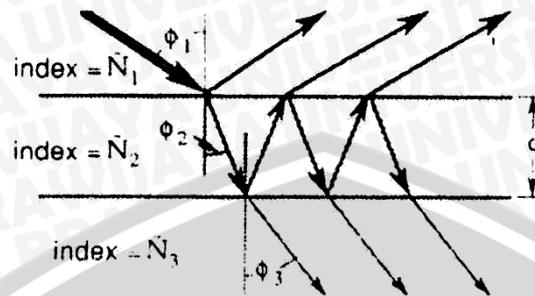
Adapun cara pengujian dari spesimen terlebih dahulu diukur ketebalan dari lapisan oksida yang terbentuk dengan *Thickness Coating Gauge* dimana untuk mengukur ketebalan lapisan oksida tanpa memerlukan akses ke kedua sisi potongan benda uji. *Thickness Coating Gauge* dapat dilihat pada gambar 3.16 berikut.



Gambar 3.16 *Thickness Coating Gauge*  
Sumber: Anonymous 7, 2013

Alat ukur *Thickness Coating Gauge* bekerja dengan menentukan ketebalan sampel dengan menggunakan sistem pemantulan gelombang (SWE= *Single wavelight ellipsometry*). Parameter pengukuran dari alat ukur ini adalah dengan membandingkan

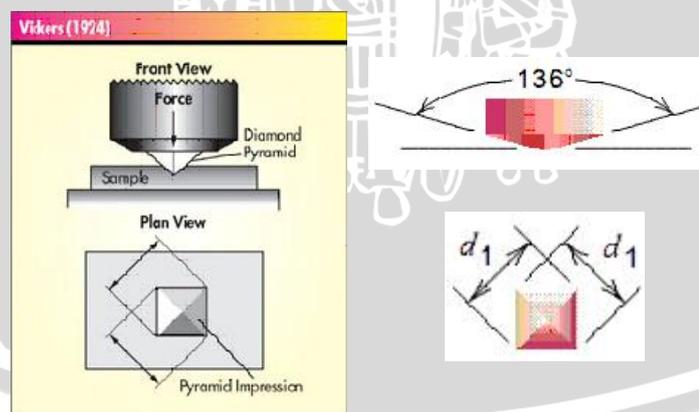
amplitudo pada permukaan 1 ( $N_1$ ) dengan amplitudo pantulan gelombang pada permukaan 2 setelah melewati lapisan oksida ( $N_2$ ). Seperti pada gambar 3.17 berikut.



Gambar 3.17 Sistem Pemantulan Gelombang Pada Lapisan Oksida  
Sumber: ASM Hand Book, 1994: 1728

Setelah dilakukan pengujian ketebalan lapisan kemudian dilakukan pengujian pengukuran kekerasan permukaan aluminium hasil *anodizing* dengan menggunakan metode *vickers*. Pengujian kekerasan dengan metode *Vickers* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramit seperti ditunjukkan pada gambar 3.18.

Angka kekerasan *Vickers* (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji ( $F$ ) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indenter (diagonalnya) ( $A$ ) yang dikalikan dengan  $\sin(136^\circ/2)$ .



Gambar 3.18 Mekanisme Pengujian *Vickers*  
Sumber: Anonymous 6, 2012

Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode *vickers* dapat dilihat pada persamaan – persamaan di bawah ini :

$$HV = \frac{F}{A} \times \sin \frac{136^\circ}{2} \quad (3-1)$$

$$HV = \frac{F \times \sin \frac{136^\circ}{2}}{\frac{d^2}{2}} \quad (3-2)$$

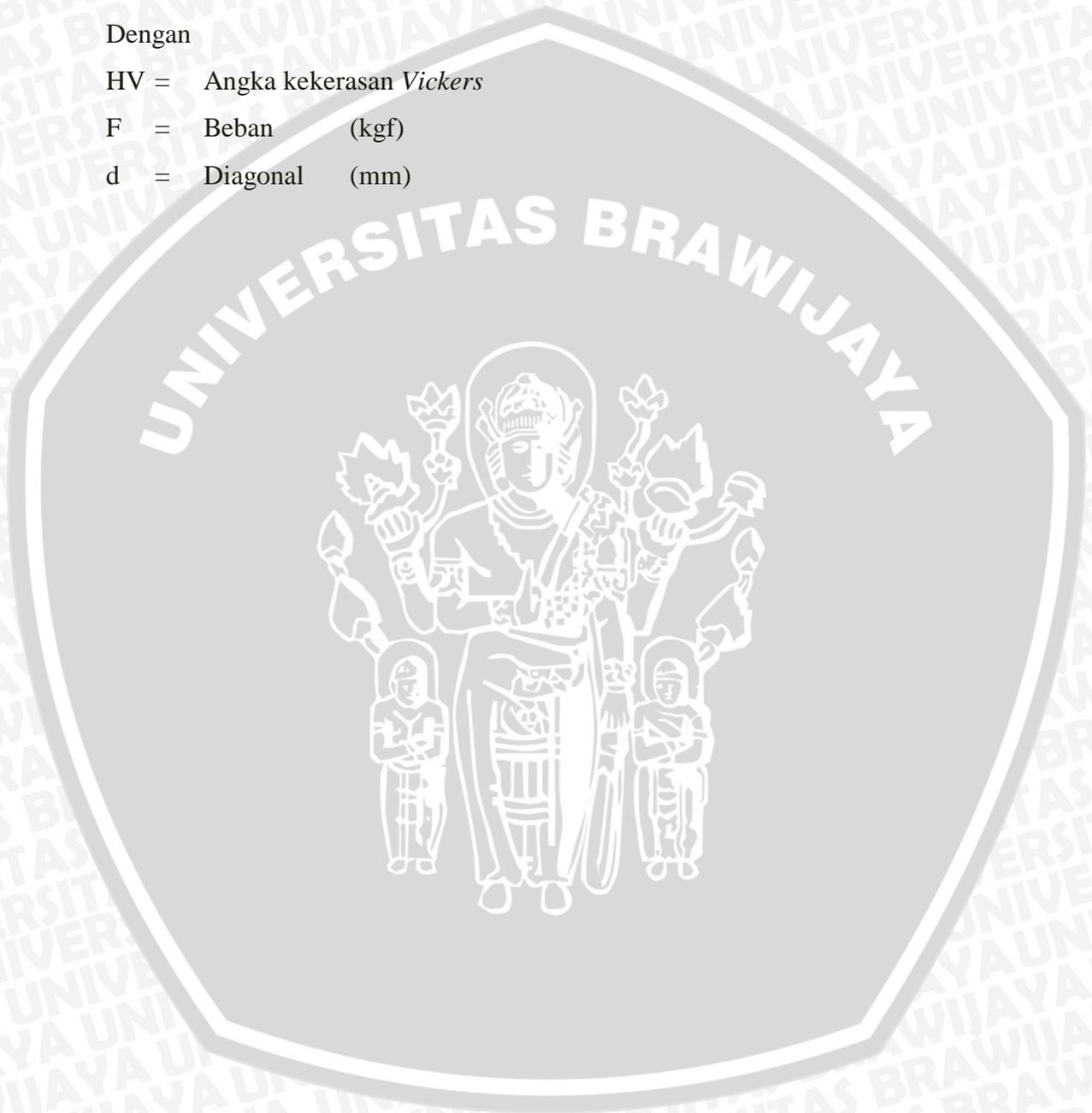
$$HV = 1,854 \frac{F}{d^2} \quad (3-3)$$

Dengan

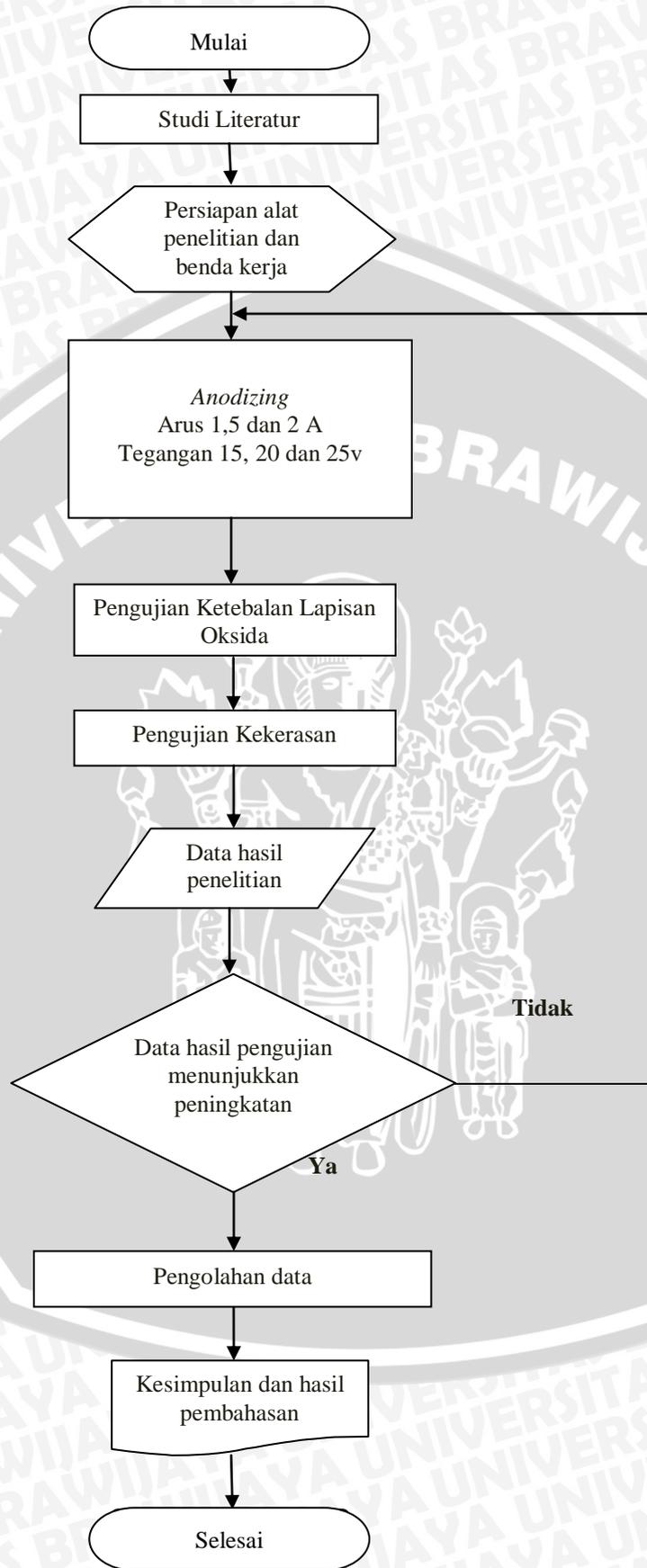
HV = Angka kekerasan *Vickers*

F = Beban (kgf)

d = Diagonal (mm)



### 3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian

