

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh tinggi sudu terhadap unjuk kerja pada turbin angin *savonius type L*.

### 3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada bulan Maret 2014 – selesai.

### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

- Kecepatan angin: 3; 5 ; dan 7 m/s
- tinggi sudu : 20cm; 25cm; dan 30cm

#### 2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan dalam penelitian ini. Variabel terikatnya adalah :

- Daya poros dari turbin angin *savonius*.
- Torsi yang dihasilkan oleh turbin angin *savonius*.
- Efisiensi yang dihasilkan turbin angin *savonius*.

#### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama pengujian berlangsung. Variabel terkontrolnya adalah :

- Jumlah Resistor sebanyak 1 buah
- Diameter sudu

### 3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

#### 1. *Anemometer*

*Anemometer* digunakan untuk mengetahui kecepatan angin dari *wind tunnel*. Dalam penelitian digunakan kecepatan angin dalam satuan m/s. *Anemometer* yang digunakan adalah seperti gambar 3.2 seperti berikut :



Gambar 3.1 *Anemometer*

Sumber : Starmeter instrument co.,ltd. 2009

Spesifikasi *Anemometer*:

<i>Measuring range</i>	: -10~45°C
<i>Wind speed measuring range</i>	: 0.3~30 m/s
	°C/°F Selection
<i>Accuracy of temperature</i>	: ± 2°C
<i>Accuracy of wind speed</i>	: ± 5%
<i>Resolution</i>	: 0.1 m/s 0.2°C
<i>Measuring unit</i>	: M/s, Ft/min Knots, Km/hr, Mph

#### 2. *Blower*

Digunakan untuk menggerakkan angin menuju turbin. Sehingga dapat menyebabkan turbin berputar akibat tumbukan angin dari *blower*. *Blower* yang digunakan adalah seperti gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.2 *Blower*

Spesifikasi motor *blower*:

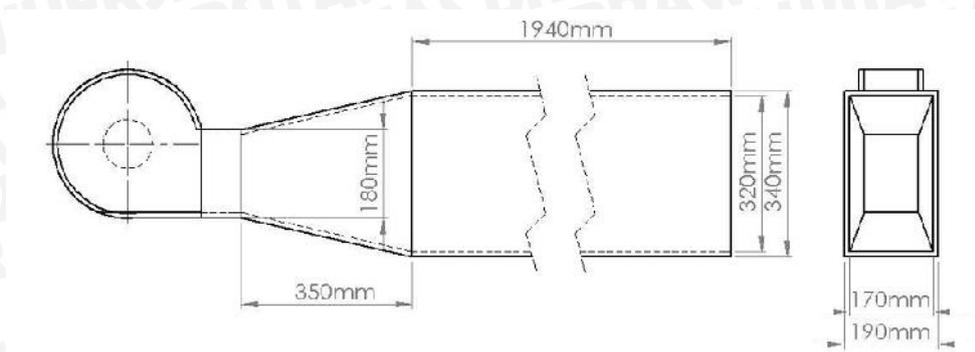
Tipe	: U 7181 No 7076-2977
Model	: 4C 668A
Daya	: 1/6 Hp
Putaran <i>Max</i>	: 1600 RPM
Voltase	: 115/230 V
Ampere	: 2,6 _ 1,3 A

### 3. *Wind tunnel*

Digunakan sebagai terowongan angin yaitu angin yang dari *blower* menuju turbin. Hal ini dapat kita lihat pada gambar 3.4 dan gambar 3.5 seperti berikut :



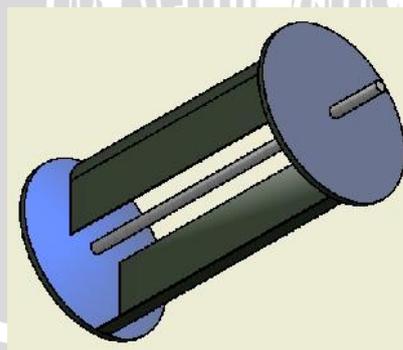
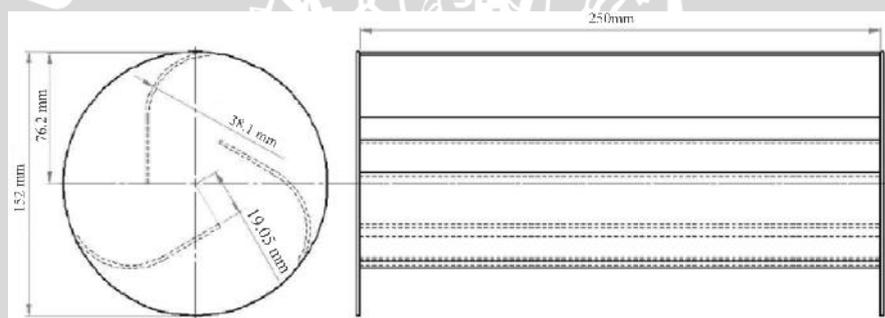
Gambar 3.3 *Wind tunnel*



Gambar 3.4 : Spesifikasi *Wind Tunnel*

#### 4. Sudu turbin

Dalam penelitian ini, sudu turbin terbuat dari pipa PVC dengan diameter 3" = 7.62 cm = 0.0762 m. Seperti pada gambar 3.6 seperti berikut :



Gambar 3.5 : turbin angin *savonius type L*

### 5. Digital Multitester

*Multitester* digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan generator listrik dan mengukur hambatan lampu LED. *Digital multitester* yang digunakan adalah seperti gambar 3.7 seperti berikut.



Gambar 3.6 *Digital multitester*  
Sumber : *Shanghai MCP Corp.* 2009

Spesifikasi :

Merk	: CADIC
Tipe	: Cadic 32B
<i>Battery Voltage</i>	: 9V
<i>Display</i>	: 9 digit 18mm LCD
DC Volt	: 0-1000 V
Ac Volt	: 0-759 V
<i>Ampere max</i>	: 200mA , 10A unfused
<i>Ohm max</i>	: 2000 kOhm
<i>Batery</i>	: 4 x 1,5v AAA battery

### 6. Digital tachometer

Digunakan untuk mengukur kecepatan putar dari poros turbin dalam RPM. *Digital tachometer* yang digunakan adalah seperti gambar 3.8 seperti berikut.



Gambar 3.7 *Digital tachometer*  
 Sumber : *Weafo instrument Co.,Ltd.* 2010

Spesifikasi *Digital tachometer* :

<i>Display</i>	: 5 digits 18mm LCD
<i>Accuracy</i>	: 0.05%+1digit
<i>Sampling time</i>	: 0.5sec (over 120 RPM)
<i>Memory</i>	: Max. value, Min. value, Last value
<i>Test range</i>	: 2.5~99,999 RPM
<i>Resolution</i>	: 0.1RPM (2.5~999.9RPM),1RPM(over 1,000RPM)
<i>Detecting distance</i>	: 50~500mm
<i>Battery</i>	: 4x1.5 V AAA battery

## 7. Generator Listrik

Adalah alat yang digunakan untuk mengkonversikan energi mekanik pada rotor turbin menjadi energi listrik, yang nantinya *output* listriknya di ukur dengan *Digital Multitester*. Generator listrik yang digunakan adalah seperti gambar 3.9 seperti berikut.



Gambar 3.8: Generator listrik

Spesifikasi Generator listrik :

Tipe : MDB2B

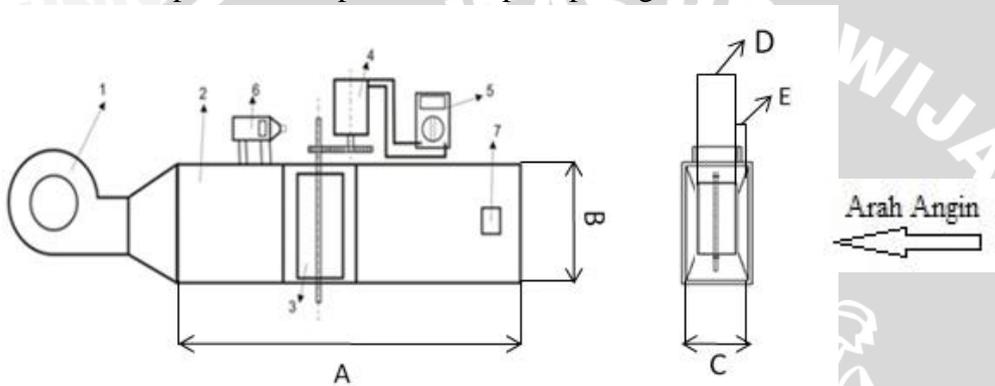
Voltase: 6V

## 8. Resistor

Adalah alat yang digunakan untuk memberikan beban pada aliran listrik yang melalui generator, yang nantinya aliran listrik setelah diberikan beban di ukur dengan *Digital Multitester*.

### 3.5 Instalasi Penelitian

Instalasi penelitian dapat dilihat seperti pada gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.9 : Skema Instalasi Uji

Keterangan gambar :

A = Panjang <i>Wind tunnel</i>	= 1940 mm
B = Tinggi <i>Wind tunnel</i>	= 320 mm
C = Lebar <i>Wind tunnel</i>	= 170 mm
D = Diameter Turbin Angin	= 152 mm
E = Jarak turbin angin dengan dinding <i>Wind tunnel</i>	= 9 mm

- |                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. <i>Blower</i>                | 4. Generator listrik          |
| 2. <i>Wind tunnel</i>           | 5. <i>Digital Multitester</i> |
| 3. Turbin angin <i>Savonius</i> | 6. <i>Digital Tachometer</i>  |
|                                 | 7. <i>Anemometer</i>          |

### 3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari hal-hal yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menguatkan dalam pengambilan hipotesa serta memperjelas hasil penelitian.

#### 2. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk studi terhadap peralatan-peralatan yang diperlukan dalam penelitian.

#### 3. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan dengan mempersiapkan pipa PVC untuk pembuatan suhu turbin dan batang akrilik sebagai poros dari turbin.

#### 4. Perancangan instalasi

Perancangan instalasi dimulai dengan membuat sudu dari pipa PVC, pemasangan sudu di poros, dan penempatan turbin.

#### 5. Pengujian dan pengambilan data

Pengujian dilakukan pada instalasi *windtunnel* dan pengambilan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tegangan dan kuat arus listrik serta putaran poros turbin.

#### 6. Analisa

Analisa pengujian dilakukan dengan menghitung data-data menggunakan rumus kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik.

### 3.7 Metode Pengambilan Data

Adapun proses pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan instalasi *wind tunnel* dan turbin angin dengan jumlah sudu yang telah ditentukan, dimulai dengan tinggi sudu 20cm.
2. Pengambilan data dimulai setelah mengalirkan fluida dari *wind tunnel* ke seluruh instalasi turbin angin. Kecepatan angin diatur dengan melihat *anemometer*, dimana kecepatan dimulai dari 3 m/s, 5 m/s dan 7 m/s. Kecepatan angin diatur dengan mengatur bukaan katup pada *blower*.
3. Memberikan pembebanan berupa tahanan 1 buah resistor
4. Pengambilan data berupa putaran pada poros dengan menggunakan *digital tachometer* dengan pembebanan diatas.
5. Pengambilan data berupa tegangan dan kuat arus yang dihasilkan motor listrik menggunakan *digital multimeter* dengan pembebanan diatas.

6. Mengulangi langkah 1 sampai 5 sebanyak lima kali.
7. Mengganti tinggi sudu dengan jumlah sudu tetap yaitu 3 yang diuji selanjutnya (tinggi sudu 25cm dan 30cm).
8. Mengulangi langkah 1 sampai 5 dengan variasi jumlah sudu yang tetap.
9. Pengolahan data tegangan dan kuat arus listrik beserta putaran poros untuk mendapatkan besar daya poros, torsi dan efisiensi.

### 3.8 Rancangan Tabel Penelitian

Model rancangan penelitian dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui hubungan pengaruh variasi tinggi sudu terhadap unjuk kerja turbin angin *savonius* agar hasil data yang diperoleh dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Dalam penelitian ini diketahui data awal massa jenis udara ( ). Tabel pengambilan data hasil pengujian yang dilakukan yaitu tinggi sudu turbin dengan 20; 25; dan 30 cm. Selain itu pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan kecepatan angin (v) dari 3 m/s sampai 7 m/s seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Rancangan Pengambilan Data Tegangan dan Kuat Arus pada tinggi 20 Cm

Tinggi Sudu 20 Cm		Kecepatan Angin (m/s)								
		3			5			7		
jumlah pengambilan data		V	I	n	V	I	N	V	I	n
		(V)	(A)	(rpm)	(V)	(A)	(rpm)	(V)	(A)	(rpm)
	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	rata-rata									

Tabel 3.2 Tabel Rancangan Pengambilan Data Tegangan dan Kuat Arus pada tinggi 25 Cm

Tinggi Sudu 25 Cm		Kecepatan Angin (m/s)									
		3			5			7			
jumlah pengambilan data		V	I	n	V	I	N	V	I	n	
		(V)	(A)	(rpm)	(V)	(A)	(rpm)	(V)	(A)	(rpm)	
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	rata-rata										

Tabel 3.3 Tabel Rancangan Pengambilan Data Tegangan dan Kuat Arus pada tinggi 30 Cm

Tinggi Sudu 30 Cm		Kecepatan Angin (m/s)									
		3			5			7			
jumlah pengambilan data		V	I	n	V	I	N	V	I	n	
		(V)	(A)	(rpm)	(V)	(A)	(rpm)	(V)	(A)	(rpm)	
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	rata-rata										

Tabel 3.4 Tabel rancangan pengolahan data tinggi sudu 20 Cm

Kecepatan Angin (m/s)	Tinggi sudu 20 Cm			
	BHP(watt)	T (Nm)	$\eta$ (%)	$P_{\text{angin}}$ (watt)
3				
5				
7				

Tabel 3.5 Tabel rancangan pengolahan data tinggi sudu 25Cm

Kecepatan Angin (m/s)	Tinggi sudu 25 Cm			
	BHP(watt)	T (Nm)	$\eta$ (%)	$P_{\text{angin}}$ (watt)
3				
5				
7				

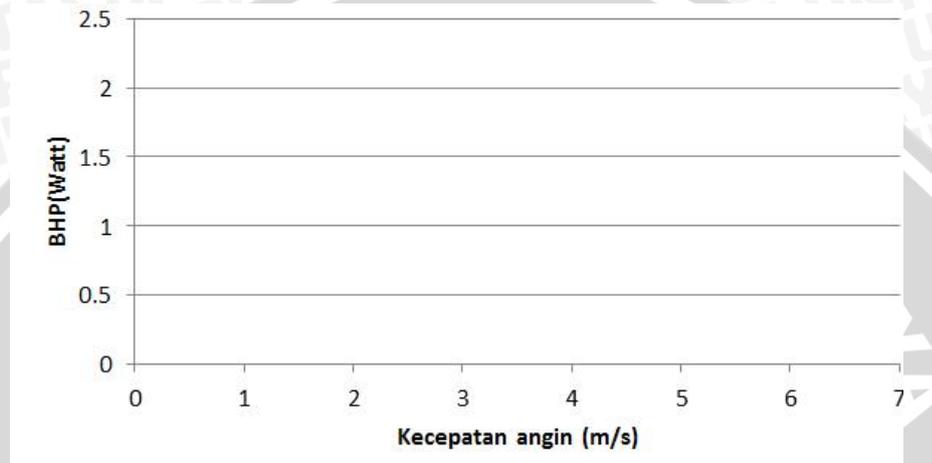
Tabel 3.6 Tabel rancangan pengolahan data tinggi sudu 30Cm

Kecepatan Angin (m/s)	Tinggi sudu 30 Cm			
	BHP(watt)	T (Nm)	$\eta$ (%)	$P_{\text{angin}}$ (watt)
3				
5				
7				

### 3.9 Rencana Analisis Data

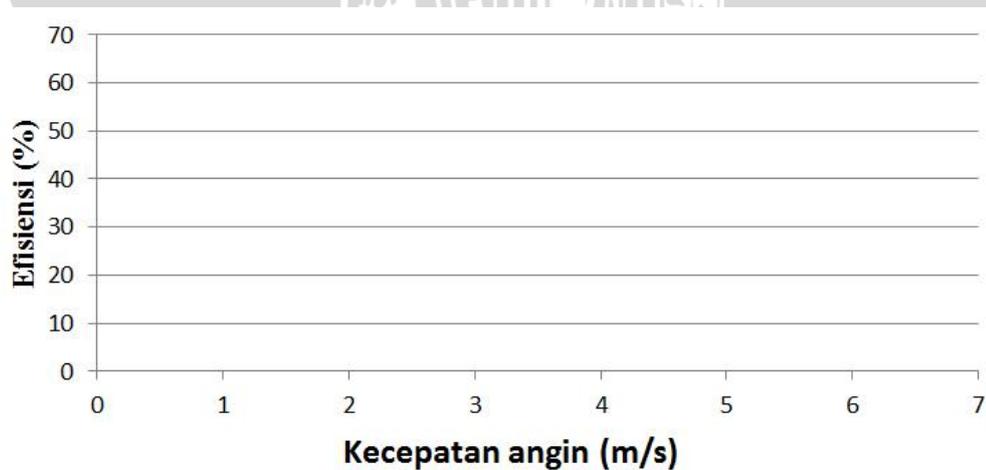
Dari data yang telah diambil dan dilakukan pengolahan maka akan dibuat grafik dengan rancangan sebagai berikut :

- Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap BHP seperti gambar 3.10 seperti berikut.



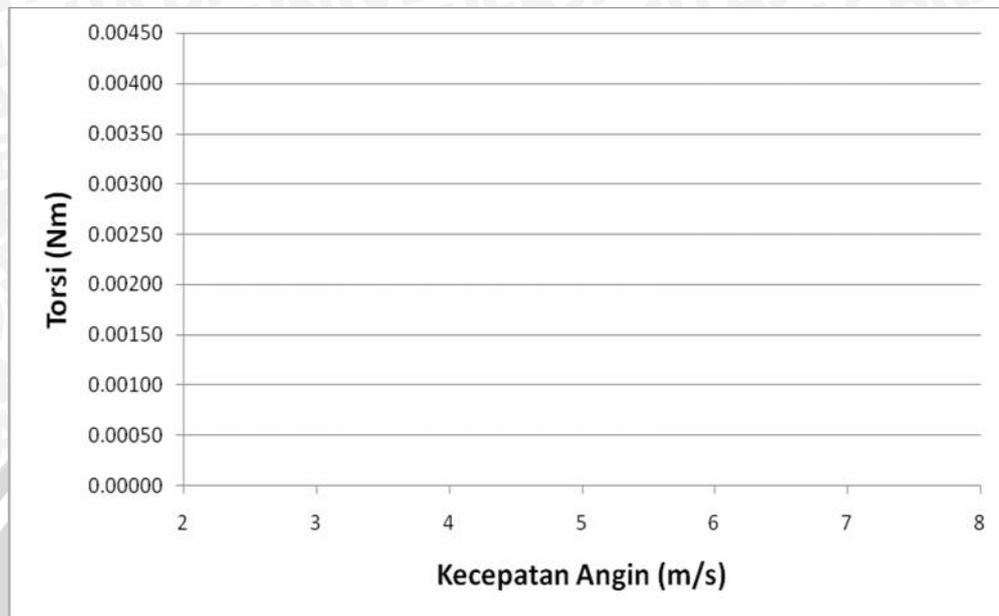
Gambar 3.10: Rencana grafik Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Poros (BHP)

- Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Efisiensi seperti gambar 3.11 seperti berikut.



Gambar 3.11 : Rencana grafik Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Efisiensi

- Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Torsi seperti gambar 3.12 seperti berikut.

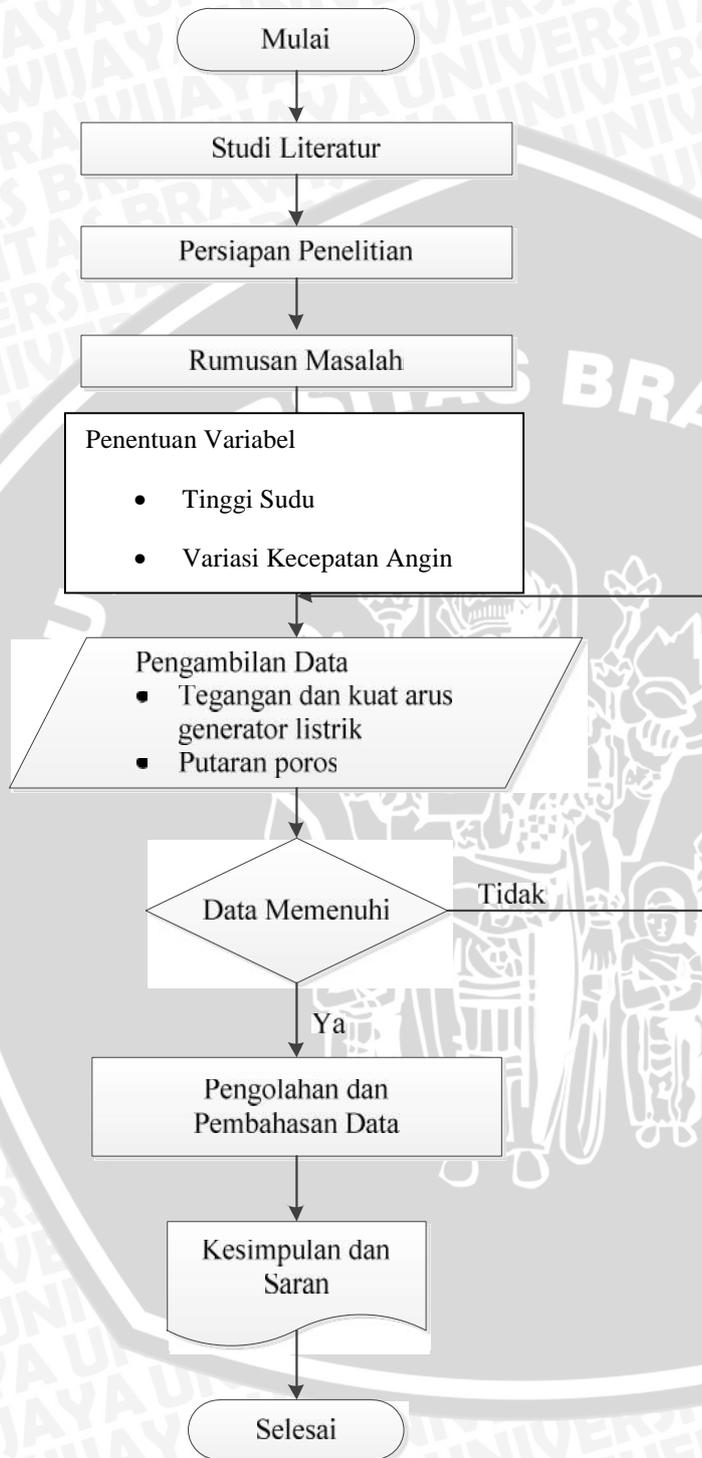


Gambar 3.12 : Rencana grafik Hubungan Putaran dan Torsi



### 3.10 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang digunakan seperti pada gambar 3.13 berikut.



Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian