

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

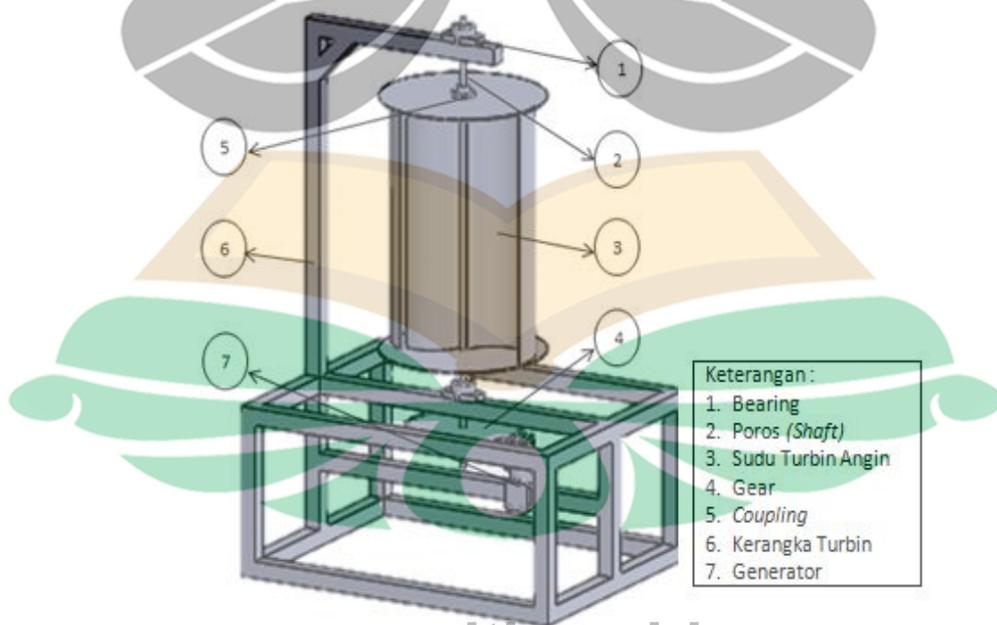
Tempat dan waktu untuk melakukan proses eksperimen penelitian Tugas Akhir ini berlokasi di Lab. Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan dan dilaksanakan pada periode bulan Desember 2019 – Juni 2020.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengerjaan penelitian Tugas Akhir. Prosedur penelitian meliputi proses perancangan dan pembuatan turbin angin tipe Savonius, bahan dan peralatan penelitian, diagram alir perancangan, metode pengambilan data dan metode analisis data.

3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Turbin Angin Tipe Savonius

Proses Pembuatan turbin angin tipe Savonius diawali dari proses desain dengan menggunakan *Software design CAD*. Hasil desain rancangan turbin angin tipe Savonius dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



www.itk.ac.id

Gambar 3.1 Rancangan turbin angin Savonius

Pada Gambar 3.1 menunjukkan rancangan turbin angin tipe Savonius yang akan dibuat. Desain turbin angin tipe Savonius ini memiliki diameter *endplate* sebesar 200 mm. *Aspect ratio* yang digunakan adalah 1,5 sehingga tinggi rotor turbin adalah 300 mm. Poros (*shaft*) yang digunakan pada penelitian ini dengan diameter 8 mm. Material yang digunakan untuk poros adalah baja ST 41. Poros (*shaft*) turbin angin tipe Savonius ini akan berputar ketika sudu berputar dan akan mentransmisikan daya ke generator.

Bantalan (*bearing*) digunakan untuk menumpu poros turbin angin sehingga putaran poros berputar secara baik tanpa adanya gesekan. Bantalan yang digunakan pada penelitian ini dengan spesifikasi pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Spesifikasi bantalan yang digunakan

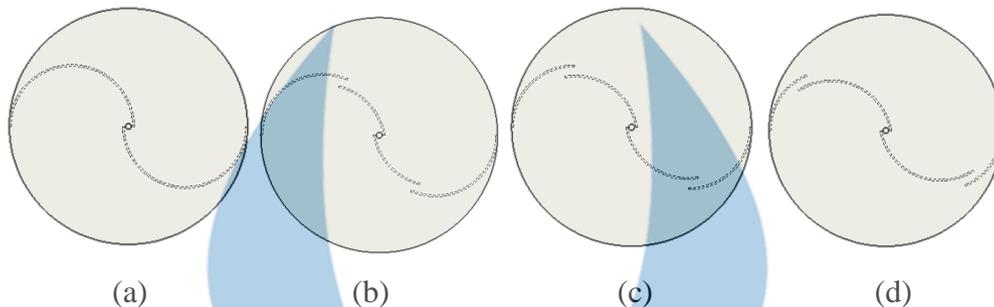
Spesifikasi	Keterangan
Type	<i>Pillow block bearing</i>
Code	KFL08
Diameter Shaft	8 mm

Pada penelitian turbin angin tipe Savonius ini menggunakan sudu sebanyak 2 sudu yang terbuat dari material aluminium, kemudian tinggi, lebar dan tebal sudu dianggap konstan. Tinggi sudu yang digunakan seperti yang didefinisikan sebelumnya sebesar 300 mm dan lebar 200 mm. Sudut kelengkungan sudu yang digunakan sebesar 90°. Hal ini dianggap konstan pada semua sudu yang akan dibuat dalam penelitian ini, agar perbandingan variabel *independent* terhadap variabel *dependent* dapat diamati pengaruhnya. Adapun variasi *angle slotted* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 *Angle slot* yang digunakan

Jumlah sudu	<i>Angle Slot</i> (°)
2	5°
2	10°
2	15°

Berdasarkan variabel *independent* yang telah ditentukan pada penelitian ini, digunakan variasi posisi *slotted blade* serta variasi *angle slotted* sesuai Tabel 3.2. Adapun variasi posisi *slotted blade* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Rancangan sudu 2 dimensi (a) blade standar (b) *slotted blades* 30% (c) *slotted blades* 50% (d) *slotted blades* 70%

Generator digunakan sebagai alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang digunakan pada penelitian ini dengan spesifikasi pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Spesifikasi generator yang digunakan

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	Motor Dc
Voltage	0,1 V – 24 V
Current	0,01 A – 0,4 A
Rated speed	200 – 6000 rpm

Kerangka yang digunakan didesain dengan dimensi yang menyesuaikan dimensi sudu turbin angin dan komponen lain yang akan menempati kerangka turbin angin. Kerangka turbin angin dibuat dengan material *hollow steel* 2x2 dengan metode penyambungan menggunakan las, mur dan baut.

3.2.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

Pada penelitian turbin angin vertikal tipe Savonius ini, digunakan beberapa bahan dan peralatan penelitian sebagai menunjang proses pengerjaan penelitian.

A. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian turbin angin vertikal tipe Savonius ini diantaranya sebagai berikut.

A.1 Plat aluminium

Plat aluminium digunakan dalam pembuatan sudu turbin angin dan *end plate* dengan ketebalan 1 mm.

A.2 Silinder baja ST 41

Silinder baja ST 41 digunakan sebagai bahan pembuatan poros (*shaft*).

A.3 *Hollow steel*

Hollow steel dengan ukuran 2x2 cm digunakan sebagai material pada kerangka turbin angin Savonius

A.4 Baut dan mur

Baut dan mur digunakan untuk menggabungkan atau *assembly* komponen-komponen turbin angin seperti pada *Pillow block bearing* dengan kerangka turbin dan lain-lainnya.

B. Peralatan Penelitian

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian turbin angin vertikal tipe Savonius ini diantaranya sebagai berikut.

B.1 Alat pembuatan turbin angin

1. Las listrik
2. Mesin gerinda tangan
3. Mesin bor
4. Penggaris
5. *Cutter*
6. Tang
7. Obeng dan kunci-kunci

B.2 Alat pengambilan data

1. *Multimeter* (Gambar 3.3) digunakan untuk mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan dari generator turbin angin.



Gambar 3.3 *Multimeter*

2. *Tachometer* (Gambar 3.4) digunakan untuk mengukur putaran rotasi rotor turbin angin, dalam satuan rpm.



Gambar 3.4 *Tachometer*

3. *Anemometer* (Gambar 3.5) digunakan untuk mengukur kecepatan angin dalam satuan m/s.



Gambar 3.5 *Anemometer*

4. Kipas angin (Gambar 3.6) digunakan untuk memberikan tiupan udara yang digunakan untuk memutar sudu turbin angin.



Gambar 3.6 Kipas angin

5. *Windtunnel* (Gambar 3.7) digunakan sebagai lorong untuk menumpulkan dan menghembuskan udara menuju sudu turbin angin.

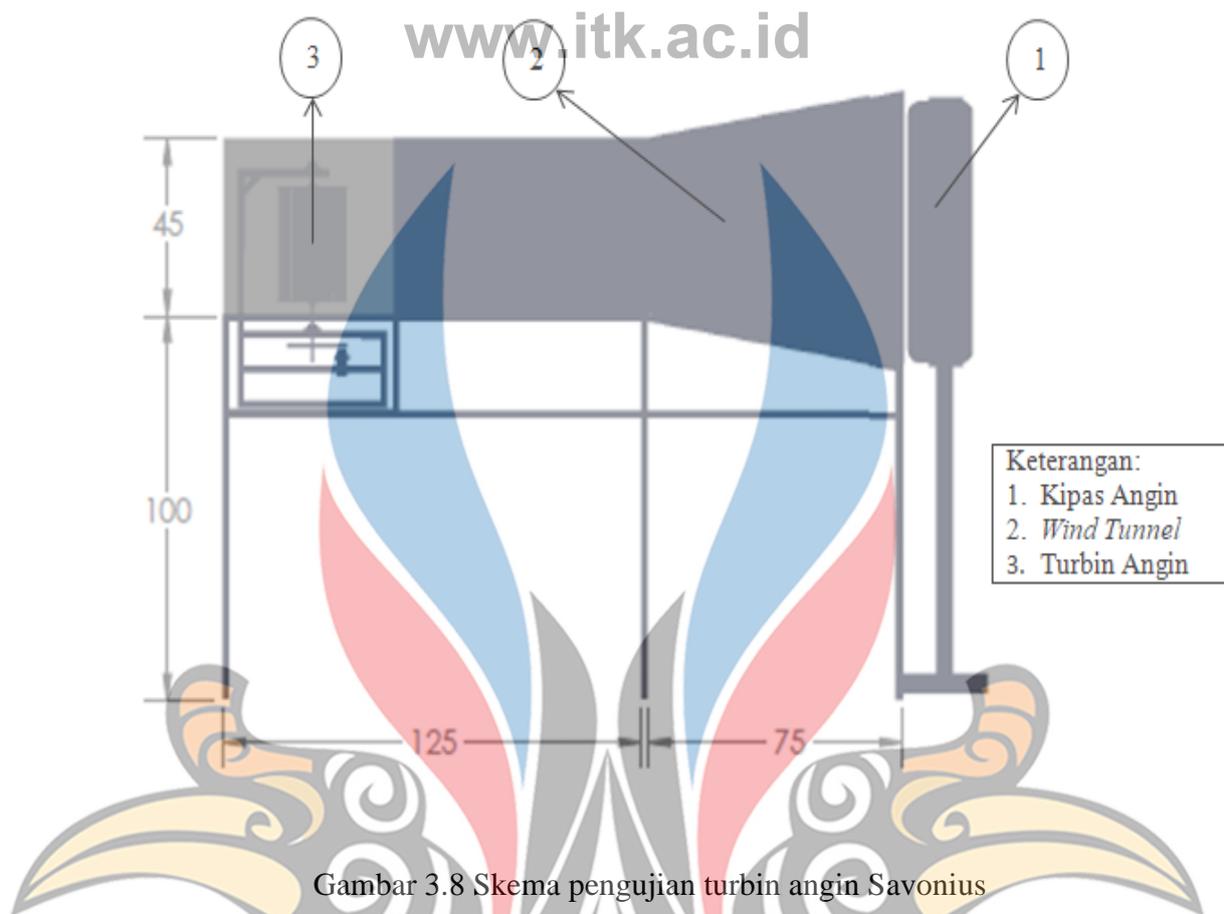


Gambar 3.7 *Windtunnel*

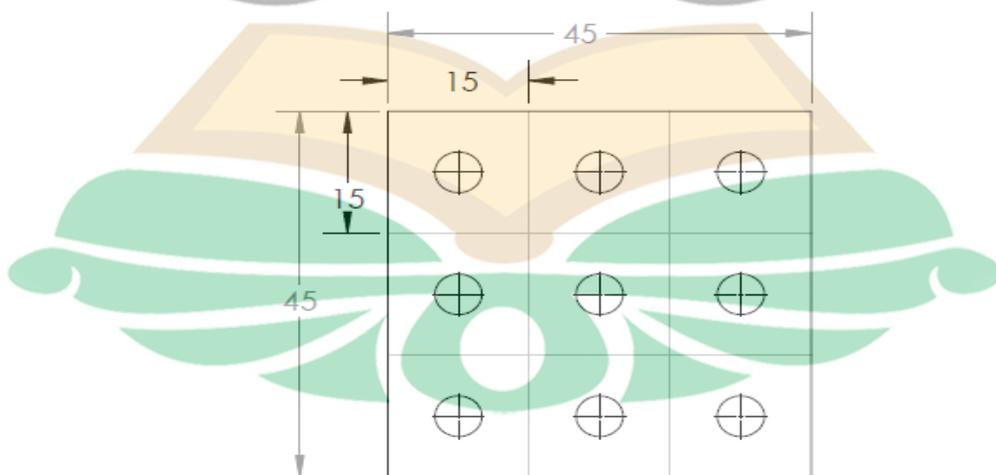
3.2.3 Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ” Studi Eksperimen Pengaruh Posisi *Slotted Blades* dan *Slot Angle* Terhadap Performa Turbin Angin Savonius “ dengan metode pengambilan data yang ditunjukkan pada Gambar 3. 8 berikut.

www.itk.ac.id



Pengujian eksperimen turbin angin ini dilakukan dengan menggunakan *windtunnel* dengan kipas angin sebagai sumber angin, kemudian kecepatan angin pada *windtunnel* akan diukur menggunakan *anemometer*.



Gambar 3.9 Titik pengukuran angin dengan *anemometer*

Gambar 3.9 menunjukkan skema pengukuran kecepatan angin, untuk mempermudah mendapatkan kecepatan angin yang sesuai maka dilakukan terlebih dahulu pengukuran angin yang keluar dari *windtunnel* pada 9 titik pengukuran dengan ukuran lebar 45 cm dan panjang 45 cm, kemudian hasil pengukuran tersebut di rata-ratakan untuk didapatkan kecepatan angin yang relatif sama, sehingga dapat mempermudah pada saat pengambilan data pengujian turbin angin.

Selanjutnya setelah didapatkan kecepatan angin maka dilakukan pengujian turbin angin pada saat poros sudu turbin angin berputar maka putaran poros rotor turbin angin diukur menggunakan *tachometer* untuk mendapatkan nilai putaran turbin angin dalam satuan rpm dan tegangan dan kuat arus yang keluar dari generator diukur menggunakan *multimeter*. Kemudian semua data yang telah didapatkan dicatat untuk selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisis.

3.2.4 Metode Analisis Data

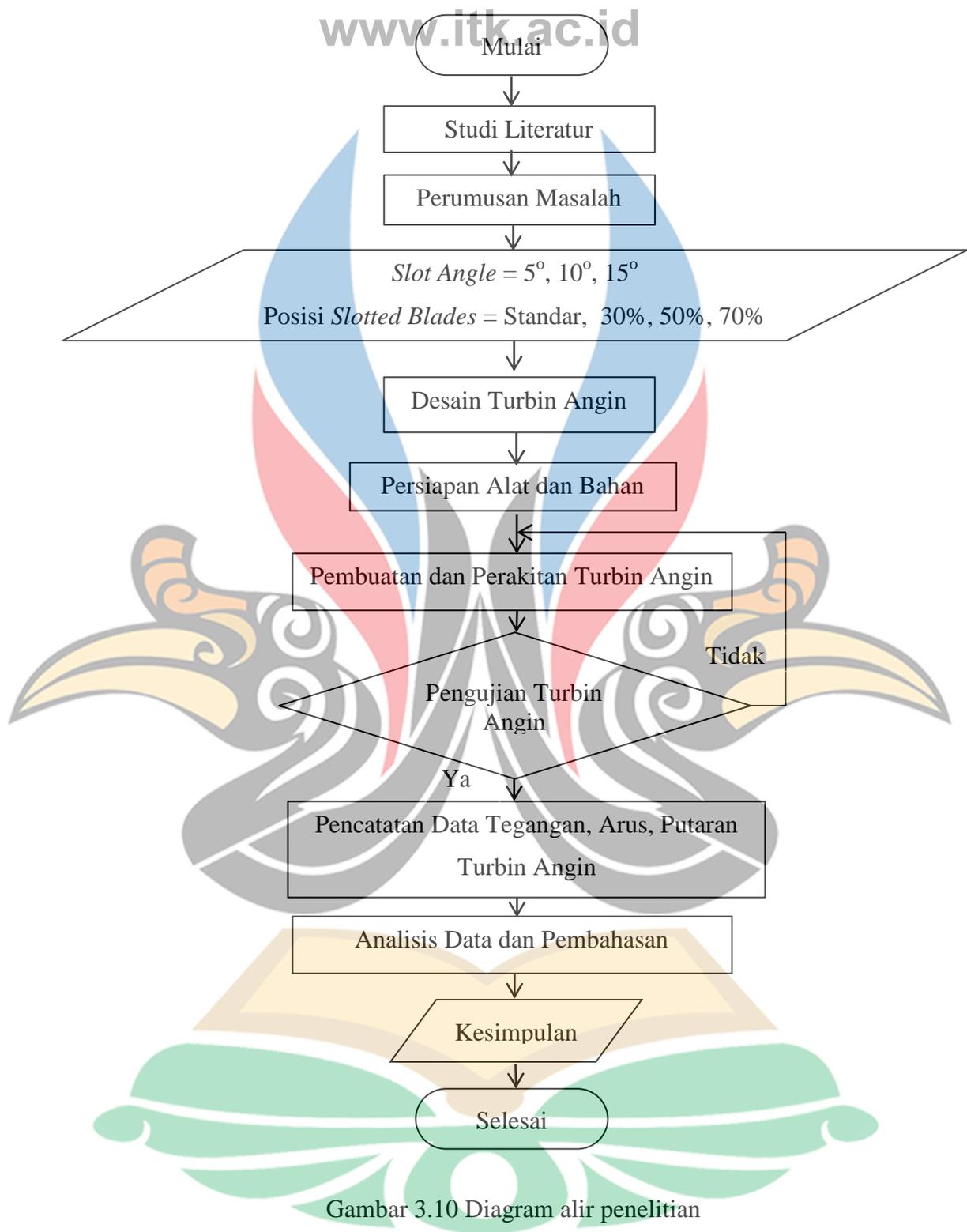
Analisis pada penelitian turbin angin tipe *Savonius* dilakukan dengan pengolahan hasil data yang diambil, kemudian dilakukan perhitungan yang memperoleh nilai berupa daya listrik keluaran, *Tip Speed Ratio (TSR)*, *Coefficient of Power (C_p)* atau koefisien daya sehingga didapatkan grafik-grafik berikut untuk memudahkan pengolahan data dan pengambilan kesimpulan

1. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap daya yang dihasilkan.
2. Grafik pengaruh *Tip Speed Ratio (TSR)* terhadap koefisien daya (C_p).
3. Grafik pengaruh *Tip Speed Ratio (TSR)* terhadap koefisien torsi (C_T).

Berdasarkan grafik tersebut selanjutnya dilakukan analisis untuk didapatkan pengaruh *slot angle* dan posisi *slotted blades* terhadap performa turbin angin *Savonius*.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian " Studi Eksperimen Pengaruh Posisi *Slotted Blades* dan *Slot Angle* Terhadap Performa Turbin Angin *Savonius* " digunakan diagram alir penelitian yang ditunjukkan seperti pada Gambar 3.10



3.4 Variabel Penelitian

Dalam penelitian variabel-variabel dapat mempengaruhi penelitian ataupun dapat menjadi acuan terhadap hasil akhir. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel kontrol, variabel *independent* dan variabel *dependent*.

3.4.1 Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan sehingga pengaruh variabel *independent* (variabel bebas) terhadap variabel *dependent* (variabel terikat) tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3.4 Variabel kontrol

Variabel	Variasi Nilai
Tinggi sudu turbin	300 mm
Diameter <i>endplate</i>	200 mm
<i>Aspect ratio</i>	1,5
Jumlah sudu	2

3.4.2 Variabel *Independent*

Variabel *independent* atau variabel bebas adalah sebuah variabel yang memengaruhi variabel *dependent* dapat berbentuk upaya yang dilakukan untuk dapat melihat perubahan yang terjadi terhadap variabel *dependent*. Variabel *independent* dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Variabel *independent*

Variabel	Variasi Nilai
<i>Angle Slotted</i>	5°; 10°; 15°
<i>Slotted Blade</i>	Standar; 30%; 50%; 70%

Berdasarkan variabel bebas yang telah ditentukan maka didapatkan variasi pengujian pada penelitian studi eksperimen pengaruh posisi *slotted blades* dan *slot angle* terhadap performa turbin angin Savonius. Variasi pengujian eksperimen dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Variasi pengujian turbin angin

No	Variasi		Data Pengujian			
	Posisi <i>Slotted Blades</i>	<i>Slot Angle</i>	Arus (mA)	Tegangan (V)	Kec. Putaran Poros (rpm)	Kec. Angin (m/s)
1.	Standar	Standar				
2.	30%	5°				
3.	50%	5°				
4.	70%	5°				
5.	30%	10°				
6.	50%	10°				
7.	70%	10°				
8.	30%	15°				
9.	50%	15°				
10.	70%	15°				

3.4.3 Variabel *Dependent*

Variabel *dependent* atau variabel terikat adalah variabel yang nilainya akan berubah terhadap faktor tertentu. Variabel *dependent* dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3.7 Variabel *dependent*

Variabel	Variasi Nilai
Daya listrik Keluaran	Watt
<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	Konstanta
Koefisien Daya (C_p)	Konstanta
Koefisien Torsi (C_T)	Konstanta