

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

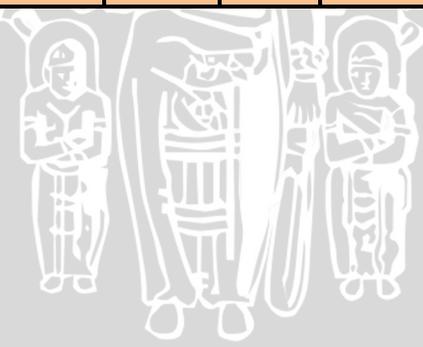
### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian pengaruh tinggi sudu terhadap unjuk kerja turbin angin *savonius type L*.

- Tabel 4.1 Data pengujian tegangan untuk tinggi sudu 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	0,068	0,0668	250,3	0,680	0,0080	420,2	1,550	0,0155	620,7
	2	0,055	0,0055	252,6	0,620	0,00620	386,1	1,630	0,0103	625,2
	3	0,078	0,0078	248,1	0,575	0,00575	388,1	1,435	0,01435	613,1
	4	0,125	0,0125	272,3	0,784	0,00784	422,6	1,420	0,0142	620,5
	5	0,083	0,0083	279,2	0,740	0,00740	412,6	1,710	0,0171	612,6
rata-rata	0,0818	0,03414	259,36	0,135	0,006798	406,8	1,549	0,01429	618,42	



- Tabel 4.2 Data pengujian tegangan untuk tinggi sudu 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	0,145	0.00145	320,2	1,200	0.012	480,2	2,500	0.025	630,6
	2	0,320	0.00320	325,6	1,320	0.0132	482,2	2,620	0.0262	638,2
	3	0,172	0.00172	330,7	0,970	0.00970	487,1	2,625	0.0262	642,1
	4	0,300	0.00300	335,1	0,880	0.00880	480,5	2,655	0.0265	646,2
	5	0,182	0.0082	338,1	1,120	0.00112	484,4	2,680	0.0268	643,3
rata-rata	0,203	0.0003514	329,94	728,37	0.1083	482,48	2,616	0.02614	640,44	

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	0,240	0.00240	410,3	1.680	0.0168	369.600	3,250	0.0325	680,8
	2	0,520	0.00520	397,2	1.820	0.0182	369.250	3,720	0.0375	710,6
	3	0,275	0.00275	420,1	1.465	0.01465	370.000	3,760	0.0376	712,2
	4	0,487	0.00487	380,1	0,976	0.00976	369.200	3,680	0.0368	720,1
	5	0,320	0.00320	404,2	1.380	0.00138	367.200	3,720	0.0372	688,3
rata-rata	0,368	0.01842	402,38	1.269	0.014642	369.050	3,626	0.03626	702,4	

- Tabel 4.3 Data pengujian tegangan untuk tinggi sudu 30 cm

#### 4.1.2 Pengolahan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari nilai daya poros, torsi dan efisiensi turbin angin *savonius type L* dengan pengaruh tinggi sudu. Berikut ini adalah contoh perhitungan data hasil penelitian untuk tinggi sudu 25 cm dan bukaan katup kecepatan angin 7 m/s. Contoh perhitungan:

Data yang diperoleh pada saat penelitian adalah sebagai berikut:

- Tinggi turbin (h) = 0,25 m
- Efisiensi motor listrik ( ) = 80 %
- Kecepatan angin (v) = 3,5 dan 7 m/s
- Massa jenis udara ( ) = 1,18 kg/m<sup>3</sup>

Contoh perhitungan data:

- Luas penampang turbin (A)

Contoh pada diameter turbin = 15.2 cm = 0.152 m

$$\begin{aligned}
 A &= D \cdot h \\
 &= 0,152 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \\
 &= 0,01905 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Daya angin (P<sub>angin</sub>)

Contoh pada kecepatan angin (v) = 7m/s

$$\begin{aligned}
 P_{\text{angin}} &= \frac{1}{2} A v^3 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 1,18 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,01905 \text{ m}^2 \cdot (7 \text{ m/s})^3 \\
 &= 3,86 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Daya poros (BHP)

Contoh pada kecepatan angin (v) = 7 m/s dan tinggi sudu 25cm

Didapatkan :

Tegangan listrik (V) = 2,616 Volt ; dan arus (I) = 0.02614Ampere

$$BHP = \frac{P}{\gamma_{motor}}$$

$$BHP = \frac{V.I}{\gamma_{generator}}$$

$$= \frac{3,256 \times 0,666}{0,8}$$

$$= 0,267 \text{ Watt}$$

- Torsi (Nm)

$$T = \frac{BHP}{2 \pi \frac{n}{60}}$$

$$= \frac{0,267}{2,3,14 \cdot \frac{641,400}{60}}$$

$$= 0,00398 \text{ Nm}$$

- Efisiensi ( % )

$$= \frac{BHP}{P_{angin}} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{0,267}{3,86} \cdot 100 \%$$

$$= 6,93 \%$$

Dari data-data hasil penelitian dapat diolah menjadi data daya poros (BHP), torsi (T), efisiensi ( % ), dengan menggunakan perhitungan seperti contoh diatas. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.4 sampai dengan 4.6 berikut:

Tabel 4.4 Tabel Data Hasil Perhitungan Jumlah Sudu 2

Kecepatan Angin (m/s)	Jumlah Sudu 2 Buah			
	BHP (watt)	T (Nm)	(%)	P <sub>angin</sub> (watt)
3	0.021	0.00083	7.05	0.30
5	0.102	0.00243	7.23	1.40
7	0.233	0.00364	6.04	3.86

Tabel 4.5 Tabel Data Hasil Perhitungan Jumlah Sudu 3

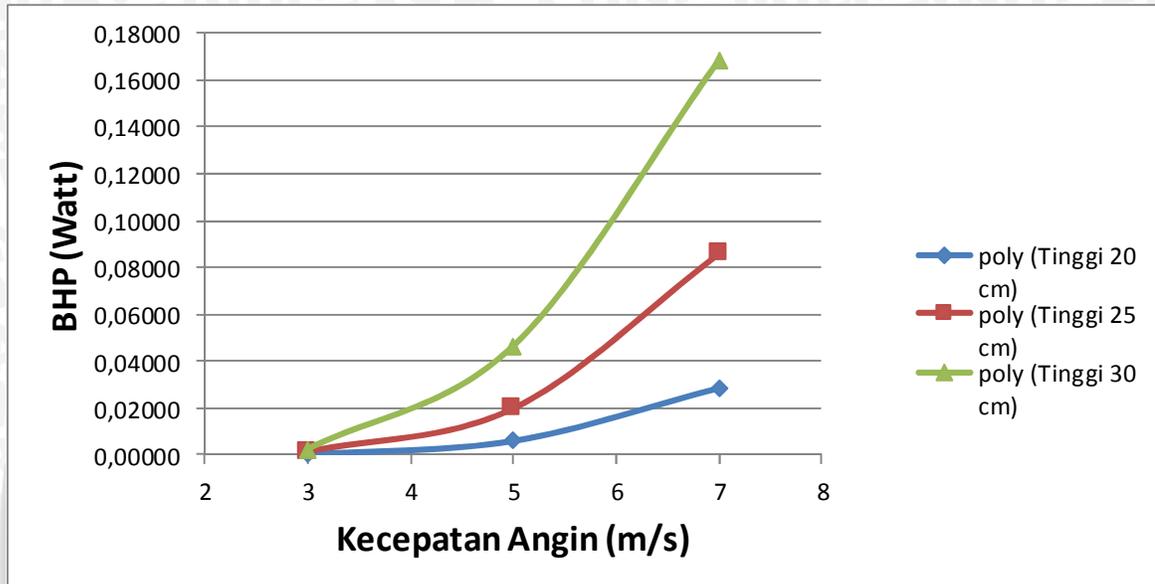
Kecepatan Angin (m/s)	Jumlah Sudu 3 Buah			
	BHP (watt)	T (Nm)	(%)	P <sub>angin</sub> (watt)
3	0.029	0.00084	9.59	0.30
5	0.143	0.00282	10.20	1.40
7	0.267	0.00398	6.93	3.86

Tabel 4.6 Tabel Data Hasil Perhitungan Jumlah Sudu 4

Kecepatan Angin (m/s)	Jumlah Sudu 4 Buah			
	BHP (watt)	T (Nm)	(%)	P <sub>angin</sub> (watt)
3	0.017	0.00071	5.57	0.30
5	0.081	0.00209	5.74	1.40
7	0.191	0.00320	4.95	3.86

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Daya Poros (BHP)



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap daya poros (BHP)

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap daya poros yang dihasilkan. Pada awal sampai akhir grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap daya poros pada jumlah sudu yang sama mengalami kecenderungan yang meningkat. Semakin meningkatnya kecepatan angin akan menyebabkan semakin besar momentum angin yang menumbuk turbin setiap detiknya, maka perbedaan tekanan antara bagian depan sudu dan bagian belakang sudu meningkat, sehingga gaya dorong yang dihasilkan semakin meningkat pula. Akibat dari peningkatan gaya dorong ini akan menyebabkan peningkatan dari daya poros turbin itu sendiri.

Hal tersebut dapat dilihat pada turbin angin dengan jumlah sudu 2 buah, pada kecepatan angin 3 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.021 watt, kecepatan angin 5 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.102 watt dan pada kecepatan angin 7 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.233 watt. Daya poros maksimal didapat pada jumlah sudu 3, yakni pada kecepatan angin 3 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.029 watt, kecepatan angin 5 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.143 watt dan kecepatan angin 7 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.267 watt. Hal ini terjadi karena pada turbin dengan jumlah sudu 3 buah

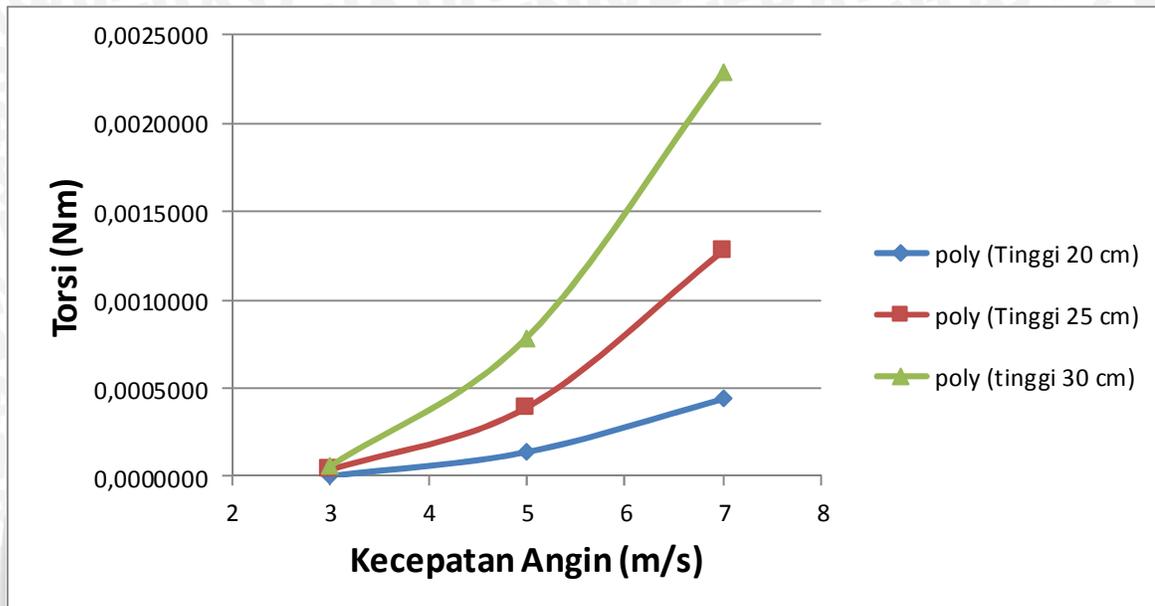
mempunyai jarak antara sudu yang satu dengan lainnya terhadap poros sudu turbin mempunyai kerenggangan yang menjadikan aliran dapat mengalir dan menerpa sudu dibelakang poros dan ini akan meningkatkan gaya dorong serta mengurangi gaya hambat negatif pada sudu sehingga aliran turbulensi yang terdapat pada turbin tersebut relatif kecil. Pada turbin dengan jumlah sudu 4 buah dapat dilihat bahwa mempunyai nilai daya poros yang terendah dari yang lainnya yaitu pada kecepatan angin 3 m/s daya poros yang dihasilkan adalah 0,017 watt, kecepatan angin 5 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.081 watt dan kecepatan angin 7 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.191 watt. Hal ini dikarenakan gaya drag pada masing-masing sudu lebih tinggi daripada jumlah sudu yang lain, serta terdapat turbulensi di area poros turbin sehingga dapat menurunkan performa turbin itu sendiri. Bertambahnya jumlah sudu yang akan mengakibatkan bertambahnya pula berat dari turbin sehingga membutuhkan gaya dorong yang besar untuk memutar sudu turbin.

Hal itu dapat disebabkan karena semakin tinggi gaya dorong yang dihasilkan, juga akan meningkatkan putaran dari turbin. Semakin tinggi putaran maka daya motor yang dihasilkan akan semakin meningkat pula. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut yaitu:

$$BHP = \frac{P_{motor}}{\eta_{motor}}$$

#### 4.2.2 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Torsi

Gambar 4.2 Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap torsi



Pada gambar 4.2 grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap torsi pada jumlah sudu yang sama mengalami kecenderungan yang meningkat. Semakin meningkatnya kecepatan angin akan menyebabkan semakin besar momentum angin yang menumbuk sudu turbin. Hal ini yang menyebabkan semakin tinggi kecepatan angin akan semakin tinggi pula gaya dorong yang dihasilkan yang akan meningkatkan putaran dari turbin. Semakin tinggi putaran maka daya poros yang dihasilkan akan semakin meningkat pula. Dengan demikian torsi yang dihasilkan besar. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut yaitu:

$$T = \frac{BHP}{2 \pi \frac{n}{60}}$$

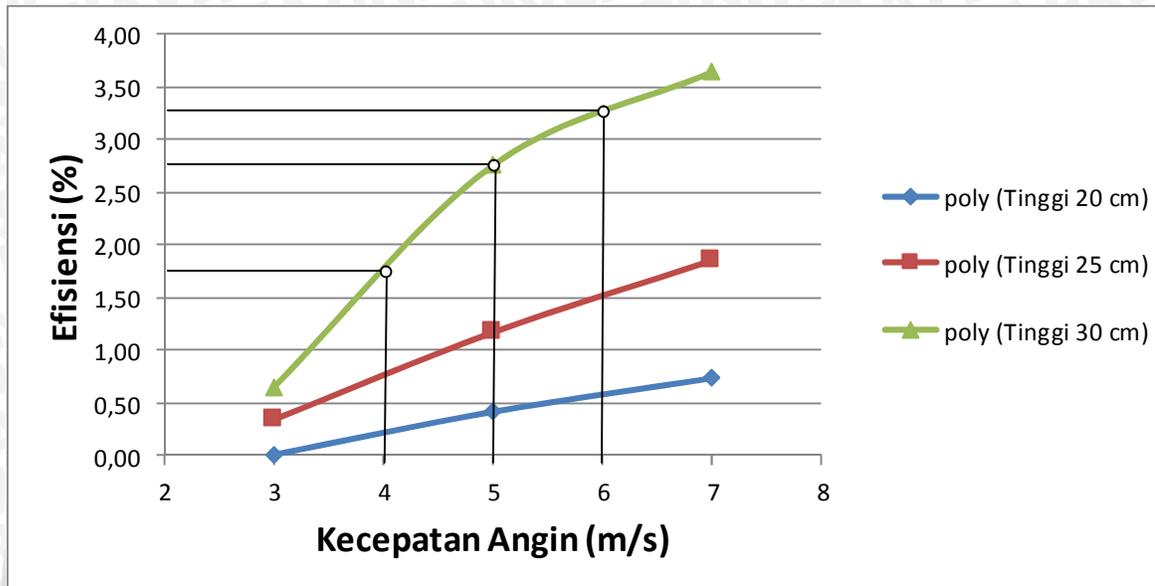
Pada grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap torsi dapat kita lihat bahwa turbin dengan jumlah sudu 3 buah mempunyai nilai torsi yang paling tinggi dengan 0.00084 Nm pada kecepatan angin 3 m/s, 0.00282 Nm pada kecepatan angin 5 m/s dan 0.00398 Nm pada kecepatan angin 7 m/s. Turbin dengan jumlah sudu 4 buah dengan nilai torsi yang terendah dengan dengan 0.00071 Nm pada kecepatan angin 3 m/s, 0.00209 Nm pada kecepatan angin 5 m/s dan 0.00320 Nm pada kecepatan angin 7 m/s. hal ini dikarenakan

pada turbin dengan sudu 3 buah mempunyai daya poros yang paling tinggi dibandingkan yang lainnya sehingga torsi yang dihasilkan juga paling tinggi dibanding dengan yang lain. Pada turbin dengan jumlah sudu 4 buah dapat dilihat bahwa mempunyai nilai torsi yang terendah dari yang lainnya yaitu pada kecepatan angin 3 m/s daya poros yang dihasilkan adalah 0.00071 Nm, kecepatan angin 5 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.00209 Nm dan kecepatan angin 7 m/s diperoleh daya poros sebesar 0.00320 Nm. Hal ini dikarenakan dapat kita lihat bahwa pada turbin angin dengan jumlah sudu 4 buah memiliki nilai BHP terendah sehingga torsi yang dihasilkan juga terendah.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



#### 4.2.4 Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap efisiensi dipulau jawa,ntb dan ntt dengan tinggi sudu 30cm



Memperhatikan tabel 2.1 utamanya perihal kecepatan angin di seluruh indonesia,yaitu dari 2,5 m/s hingga mendekati devinisi 5 m/s.Sementara hasil penelitian ini sesuai tertera pada gambar 4.4 bahwa dari kecepatan 4-5 yang memiliki kondisi efisiensi tertinggi dari 1,8 – 2,75 adalah justru manakalatinggi sudu 30 cm.Dengan kata lain bahwa kondisi optimum sistem dimiliki apabila tinggi sudu pada 30 cm.Secara umum dari rens efisiensi yang di tentukan bahwa titik optimum kinerja sistem sudu ini diterapkan di indonesia menduduki efisiensi 2,275 pada kondisi kecepatan angin 4,5 m/s.Mengacu pada tabel 2.1 kecepatan angin 4,5 berada pada lokasi NTB,NTT,Sulsel dan Sultra.Dengan kata lain bahwa kebijakan pemerintah republik ini akan memiliki kondisi optimal di dalam pengambilan keputusan sistem energi nasional,utamanya menyangkutpenerapan turbin angin mana kala diterapkan di lokasi NTB,NTT,Sulsel dan Sultra.

Agar saran dari penulis dapat menyentuh hati pemerintah agar dapat menerima gagasan dalam penerapan energi terbarukan yaitu dengan **menggunakan kincir angin yang digunakan dalam mendapatkan energi listrik yang hemat dan ramah lingkungan**,untuk Indonesia yang lebih baik kedepan nya.