

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian pengaruh jumlah bilah terhadap unjuk kerja turbin angin bilah bersirip

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian

Tinggi Sudu	Pengambilan Data Ke -	Tegangan (V); Arus (I); Putaran (n)														
		5 m/s			5.5 m/s			6 m/s			6.5 m/s			7 m/s		
		V (V)	I (mA)	n (rpm)	V (V)	I (mA)	n (rpm)	V (V)	I (mA)	n (rpm)	V (V)	I (mA)	n (rpm)	V (V)	I (mA)	n (rpm)
0.15 m	1	0.55	3.28	95.10	0.59	4.88	136.58	1.08	5.61	148.02	1.27	6.13	203.15	1.39	6.19	2.22
	2	0.60	3.26	95.13	0.57	4.92	136.51	1.06	5.81	148.86	1.17	5.76	202.94	1.43	6.22	2.32
	3	0.67	3.39	95.16	0.60	4.60	138.93	1.01	5.59	147.82	1.33	5.82	202.06	1.42	6.24	2.23
	4	0.66	3.25	95.10	0.56	4.72	138.51	1.02	5.74	148.04	1.22	5.96	203.26	1.43	6.21	2.28
	5	0.63	3.26	95.06	0.56	4.84	139.59	0.98	5.66	148.37	1.19	6.03	201.95	1.40	6.21	2.21
	6	0.62	3.37	95.02	0.57	4.58	137.89	1.02	5.77	148.81	1.17	5.76	202.63	1.40	6.24	2.27
	Rata-rata	0.60	3.30	95.10	0.58	4.77	138.00	1.03	5.70	148.33	1.23	5.92	202.67	1.41	6.22	226.00
0.20 m	1	0.67	7.08	124.48	0.87	8.63	131.25	1.08	8.75	128.00	1.27	9.23	152.00	1.37	10.40	170.00
	2	0.75	7.13	125.43	0.84	8.70	131.27	1.11	8.89	130.00	1.26	9.18	160.00	1.37	10.35	175.00
	3	0.64	7.13	126.24	0.85	8.64	129.50	1.07	8.73	127.00	1.31	9.22	159.00	1.38	10.40	178.00
	4	0.67	7.08	125.87	0.87	8.59	130.48	1.12	8.85	131.00	1.29	9.22	151.00	1.41	10.42	170.00
	5	0.73	7.07	123.88	0.83	8.52	131.50	1.11	8.87	129.00	1.30	9.15	154.00	1.44	10.45	177.00
	6	0.71	7.10	126.07	0.83	8.54	129.94	1.08	8.78	129.00	1.26	9.21	160.00	1.44	10.37	174.00
	Rata-rata	0.70	7.10	125.33	0.85	8.60	130.67	1.10	8.81	129.00	1.28	9.20	156.00	1.40	10.40	174.00
0.25 m	1	0.99	7.52	121.67	1.16	8.18	148.66	1.43	8.85	159.65	1.59	9.58	176.00	1.60	10.72	197.36
	2	1.04	7.53	121.73	1.11	8.15	148.62	1.46	8.88	159.70	1.61	9.54	174.00	1.60	10.70	197.34
	3	0.97	7.46	121.60	1.12	8.26	148.70	1.48	8.90	159.63	1.58	9.57	183.00	1.66	10.72	197.37
	4	0.99	7.54	121.70	1.15	8.25	148.67	1.43	8.94	159.66	1.63	9.58	173.00	1.64	10.70	197.33
	5	0.97	7.46	121.61	1.10	8.15	148.65	1.45	8.91	159.67	1.59	9.58	183.00	1.64	10.68	197.29
	6	1.03	7.51	121.71	1.14	8.23	148.74	1.42	8.90	159.70	1.58	9.56	181.00	1.65	10.70	197.31
	Rata-rata	1.00	7.50	121.67	1.13	8.20	148.67	1.45	8.90	159.67	1.60	9.57	178.00	1.63	10.70	197.33

Dari data-data hasil penelitian dapat diolah menjadi data daya angin ( $P_{\text{angin}}$ ), daya poros (BHP), Torsi (T), Efisiensi ( $\eta$ ), dengan menggunakan perhitungan seperti contoh diatas. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Tabel Pengolahan Data

Kecepatan Angin	Panjang Turbin											
	0,15 m				0,20 m				0,25 m			
	$P_{\text{angin}}$ (kg m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup> )	BHP (Watt)	T (Nm)	$\eta$ (%)	$P_{\text{angin}}$ (kg m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup> )	BHP (Watt)	T (Nm)	$\eta$ (%)	$P_{\text{angin}}$ (kg m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup> )	BHP (Watt)	T (Nm)	$\eta$ (%)
5.00	0.70	0.002	0.000248	0.35	0.94	0.006	0.000473	0.66	1.18	0.009	0.000736	0.79
5.50	0.93	0.003	0.000330	0.51	1.25	0.009	0.000667	0.73	1.57	0.013	0.000810	0.80
6.00	1.21	0.007	0.000472	0.61	1.62	0.012	0.000896	0.75	2.04	0.017	0.001020	0.83
6.50	1.54	0.009	0.000429	0.59	2.07	0.015	0.000901	0.71	2.59	0.019	0.001026	0.74
7.00	1.92	0.011	0.000463	0.57	2.58	0.016	0.000860	0.61	3.24	0.022	0.001055	0.67

#### 4.1.2 Pengolahan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari nilai daya poros, torsi dan efisiensi turbin angin tipe bilah bersirip dengan pengaruh panjang bilah. Di bawah ini adalah contoh perhitungan data hasil penelitian untuk panjang bilah 0,25 m dan kecepatan angin 5 m/s. Contoh perhitungan:

Data yang diperoleh pada saat penelitian adalah sebagai berikut :

- Panjang bilah (p) = 0,25 m
- Lebar bilah (l) = 0,065 m
- Efisiensi motor listrik ( $\eta$ ) = 80%
- Kecepatan angin (v) = 5 - 7 m/s
- Temperatur udara ruangan (T) = 27° C

Dari temperatur udara pada 27° C tersebut didapatkan nilai massa jenis udara sebagai berikut (berdasar tabel viskositas dan massa jenis udara pada tekanan 1 atm (J.P Holman, 1997 : 589). Massa jenis udara ( $\rho$ ) = 1,18 kg/m<sup>3</sup>

Contoh perhitungan data :

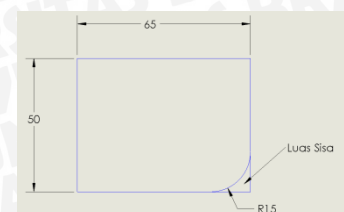
- Luas penampang turbin (A)

Contoh pada panjang bilah 0,25 m; panjang sirip 0,05 m; lebar sirip

$$0,065\text{m}; \text{Luas Sisa} = (d^2 \cdot (1 - 0,25\pi)) / 4$$

$$A_{\text{sirip}} = (p \times l) - (d^2 \cdot (1 - 0,25\pi)) / 4 = 0,0032 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{bilah}} = 5 \times A_{\text{sirip}} = (5 \times 0,0032) \text{ m}^2 \\ = 0,016 \text{ m}^2$$



- Daya Angin ( $P_{\text{angin}}$ )

Contoh pada kecepatan angin ( $v$ ) = 5 m/s

$$\begin{aligned} P_{\text{angin}} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,18 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,016 \text{ m}^2 \cdot (5)^3 \text{ m/s} \\ &= 1,18 \text{ kg m}^2/\text{s}^3 \end{aligned}$$

- Daya Poros (BHP)

Contoh pada kecepatan angin ( $v$ ) = 5 m/s dan panjang bilah 0,25 m

Didapatkan :

Tegangan listrik ( $V$ ) = 1,0 Volt ; dan arus ( $I$ ) = 7,5 mAmpere

$$BHP = \frac{P}{\eta_{\text{motor}}}$$

$$BHP = \frac{V \cdot I}{\eta_{\text{motor}}}$$

$$\begin{aligned} BHP &= \frac{1 \times 0,0075}{80 \%} \\ &= 0,009 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- Torsi (Nm)

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

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

$$= \frac{0,009}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{121,67}{60}}$$

$$= 0,000736 \text{ Nm}$$

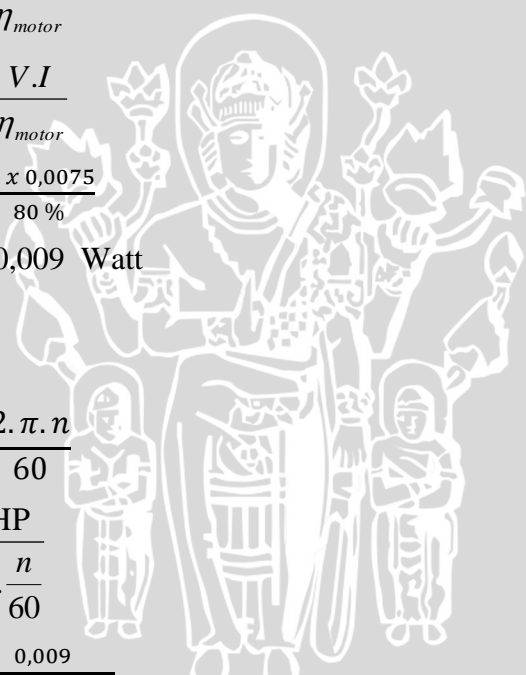
- Efisiensi ( $\eta$ )

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

$$= \frac{0,009}{1,18} \cdot 100\%$$

$$= 0,79\%$$

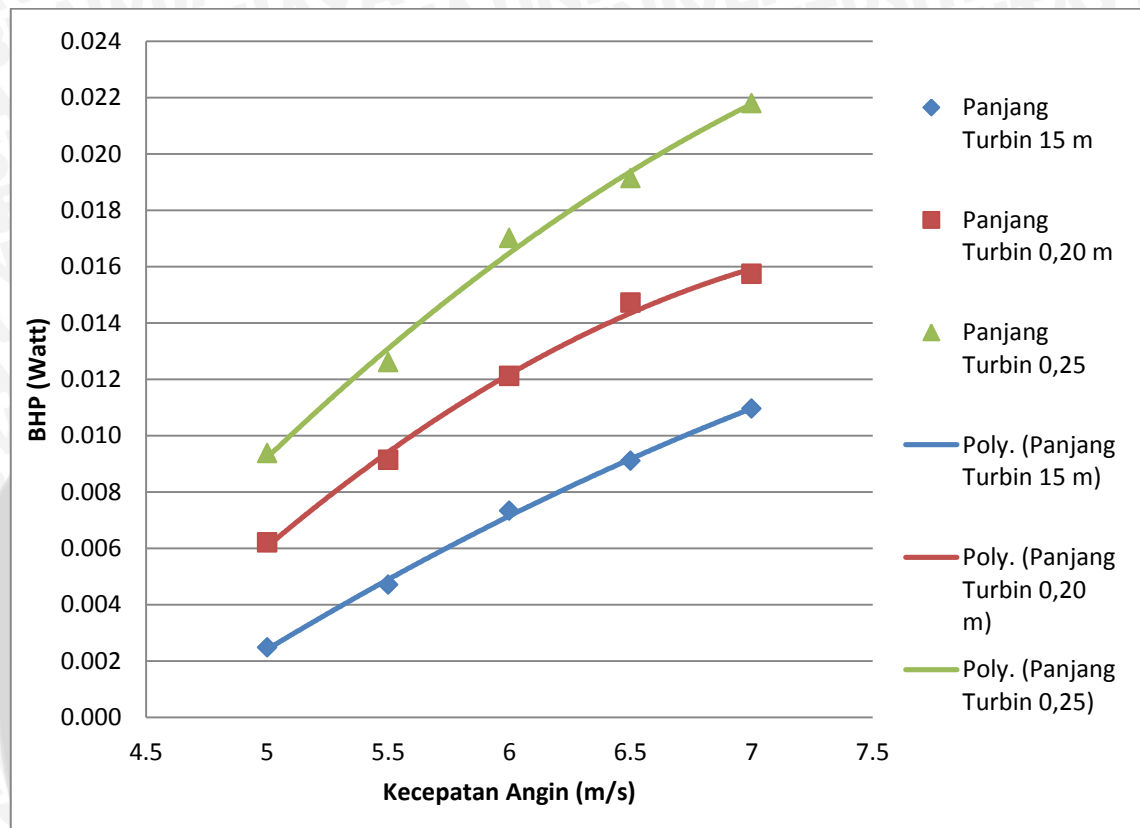
UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap *Brake Horse Power* (BHP)

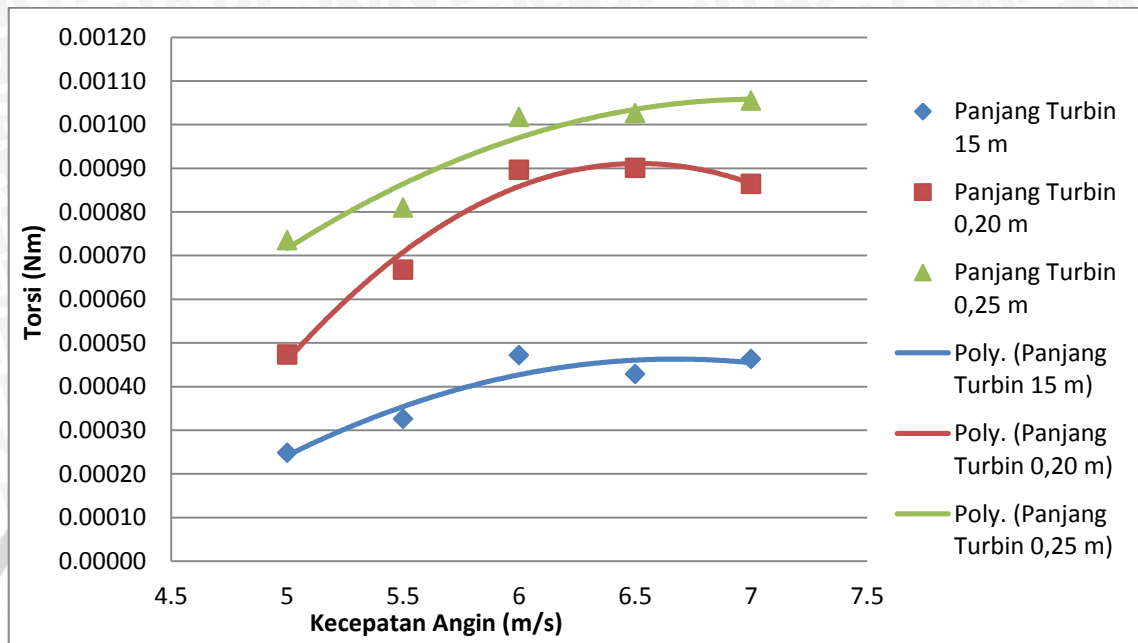


Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap BHP

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kecenderungan grafik semakin meningkat seiring bertambahnya kecepatan angin. Hal itu disebabkan karena momentum angin yang menumbuk turbin meningkat setiap detiknya sehingga gaya *drag* dan torsi untuk memutar turbin juga semakin besar. Pada kecepatan angin yang sama semakin panjang bilah/sudu maka BHP yang di hasilkan juga akan semakin besar karena luasan bidang tangkapnya yang semakin luas.

BHP dari yang tertinggi sampai yang terendah dicapai oleh panjang bilah 0,25 m kemudian 0,20 m kemudian 0,15 m. BHP tertinggi dicapai oleh turbin dengan panjang bilah 0,25 m yaitu sebesar 0,022 watt. Sedangkan pada panjang bilah 0,20 m BHP tertinggi sebesar 0,016 watt, dan pada panjang bilah 0,15 m BHP tertinggi sebesar 0,011 watt. BHP tertinggi yang dicapai oleh masing-masing panjang bilah terjadi pada kondisi kecepatan angin 7m/s.

#### 4.2.2 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Torsi



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Torsi

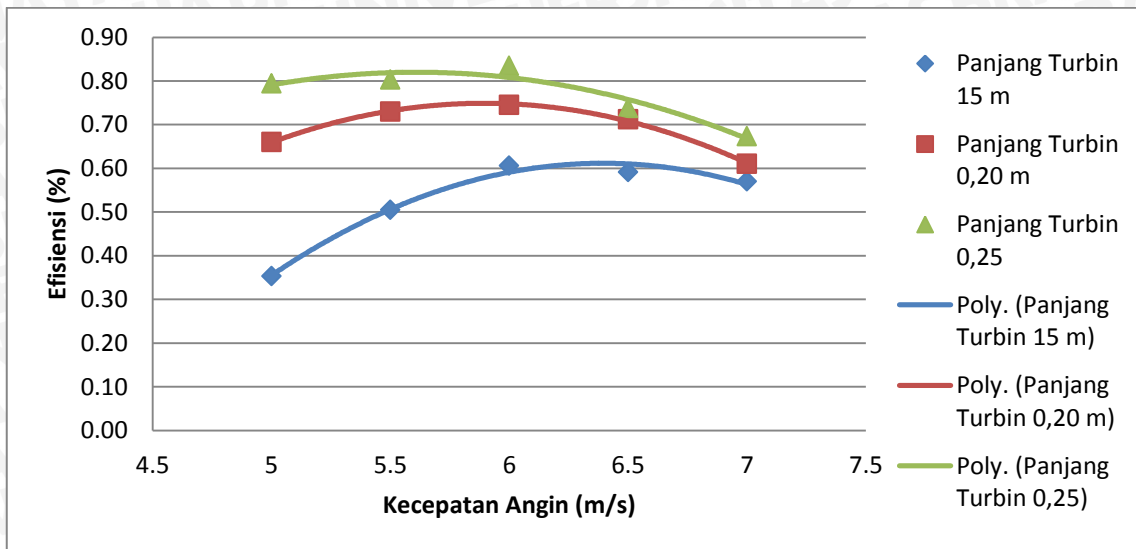
Dari grafik terlihat bahwa grafik cenderung meningkat seiring bertambahnya kecepatan angin sehingga torsi semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan gaya drag yang bekerja pada bilah juga semakin besar, sehingga torsi juga semakin naik. Kenaikan torsi dikarenakan daya poros yang juga semakin meningkat seiring bertambahnya kecepatan angin. Kenaikan BHP sendiri dikarenakan putaran poros yang semakin meningkat sehingga dihasilkan voltase dan Arus yang besar pula. Seperti pada rumus:

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

Pada kecepatan angin 5-7 m/s turbin dengan panjang bilah 0,25 m cenderung memiliki torsi yang lebih besar dibandingkan panjang bilah yang lain. Hal ini dikarenakan pada turbin dengan bilah 0,25 m memiliki daerah tangkap yang lebih besar sehingga gaya drag yang bekerja pada bilah pun akan besar pula dan torsi pada poros juga semakin tinggi.

Torsi tertinggi dicapai oleh turbin dengan panjang bilah 0,25 m yaitu sebesar 0,001055 Nm diikuti panjang bilah 0,20 m sebesar 0,000901 Nm, dan selanjutnya panjang bilah 0,15 sebesar 0,000472 Nm

### 4.2.3 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Efisiensi



Gambar 4.3: Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Efisiensi

Pada grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap efisiensi dapat dilihat bahwa grafik cenderung naik kemudian mengalami penurunan. Efisiensi adalah perbandingan antara output dibandingkan input. Efisiensi tertinggi dicapai oleh bilah dengan panjang 0,25 m dan yang terendah dicapai bilah 0,15 m. Hal ini dikarenakan BHP yang dihasilkan oleh bilah dengan panjang 0,25 m cenderung lebih besar. Pada grafik dengan panjang bilah 0,20 m dan 0,25 m terlihat grafik mengalami penurunan setelah mencapai efisiensi puncaknya. Penurunan dikarenakan kenaikan BHP tidak sebanding dengan daya angin yang peningkatannya semakin besar seiring peningkatan kecepatan angin.

Nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada bilah dengan panjang 0,25 m dan kecepatan angin 6 m/s dengan efisiensi sebesar 0,83%. Nilai efisiensi sangat kecil dikarenakan *losses* yang terjadi karena transmisi roda gigi dari poros ke generator, berat turbin, dan bentuk bilah yang tidak rata.