

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian kinerja turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan variasi radius bagian depan sudu dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai tabel 4.3.

Tabel 4.1 Data pengujian besar tegangan motor listrik (V)

Radius Bagian Depan Sudu	Kecepatan Angin (m/s)				
	3	4	5	6	7
5 mm	0,82	1,31	1,95	2,72	3,38
	0,83	1,37	1,96	2,64	3,41
	0,79	1,29	1,92	2,89	3,29
10 mm	1,01	1,63	2,38	3,15	4,22
	1,06	1,61	2,39	3,13	4,17
	1,03	1,69	2,41	3,18	4,25
15 mm	1,19	1,83	2,68	3,69	5,05
	1,14	1,84	2,71	3,62	5,14
	1,17	1,92	2,72	3,73	5,07

Tabel 4.2 Data pengujian kuat arus motor listrik (A)

Radius Bagian Depan Sudu	Kecepatan Angin (m/s)				
	3	4	5	6	7
5 mm	0,0082	0,0131	0,0195	0,0272	0,0338
	0,0083	0,0137	0,0196	0,0264	0,0341
	0,0079	0,0129	0,0192	0,0289	0,0329
10 mm	0,0101	0,0163	0,0238	0,0315	0,0422
	0,0106	0,0161	0,0239	0,0313	0,0417
	0,0103	0,0169	0,0241	0,0318	0,0425
15 mm	0,0119	0,0183	0,0268	0,0369	0,0505
	0,0114	0,0184	0,0271	0,0362	0,0514
	0,0117	0,0192	0,0272	0,0373	0,0507

Tabel 4.3 Data pengujian besar putaran poros turbin (rpm)

Radius Bagian Depan Sudu	Kecepatan Angin (m/s)				
	3	4	5	6	7
5 mm	299,7	400,3	510,7	636,2	803,9
	308,5	394,7	498,4	652,4	832,1
	274,6	390,1	504,2	642,5	821,5
10 mm	347,1	443,4	519,7	688,3	840,3
	322,4	432,1	529,6	680,2	839,2
	331,5	412,3	525,9	692,6	842,5
15 mm	363,5	468,5	572,5	743,3	845,7
	375,2	473,4	564,3	756,3	852,4
	381,8	452,7	587,7	733,6	862,1

4.1.2 Pengolahan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari nilai daya poros, torsi dan efisiensi turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan variasi radius bagian depan sudu. Berikut ini adalah contoh perhitungan data hasil penelitian untuk radius bagian depan sudu 15 mm dan bukaan katup kecepatan angin 7 m/s. Contoh perhitungan:

Data yang diperoleh pada saat penelitian adalah sebagai berikut:

- Tinggi turbin (h) = 30 cm = 0,3 m
- Diameter turbin (d) = 11,4 cm = 0,114 m
- Hambatan () = 100 Ohm
- Efisiensi motor listrik () = 80 %
- Kecepatan angin (v) = 3, 4, 5, 6, dan 7 m/s
- Temperatur udara ruangan (T) = 27 °C
- Massa jenis udara () = 1,18 kg/m³

(berdasar tabel viskositas dan massa jenis udara pada tekanan 1 atm J.P. Holman, 1997 : 589)

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

- Luas penampang turbin (A)

$$\begin{aligned} A &= d \cdot h \\ &= 0,114 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} \\ &= 0,0342 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Daya angin (P_{angin})

$$\begin{aligned} P_{\text{angin}} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,18 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,0342 \text{ m}^2 \cdot (7 \text{ m/s})^3 \\ &= 6,921054 \text{ kg m}^2/\text{s}^3 \end{aligned}$$

- Daya poros (BHP)

Contoh pada radius bagian depan sudu 15 mm.

Didapatkan:

- Arus listrik (I) = 0,0514 Ampere
- Tegangan Listrik (V) = 0,0514 Ampere . 100 Ohm = 5,14 Volt
- generator = 80%

$$BHP = \frac{P_{generator}}{y_{generator}}$$

$$\begin{aligned} BHP &= \frac{V \cdot I}{y_{generator}} \\ &= \frac{5,14 \cdot 0,0514}{0,8} \\ &= 0,330245 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- Torsi (Nm)

$$\begin{aligned} T &= \frac{BHP}{2 \cdot f \cdot \frac{n_{generator}}{60}} \\ &= \frac{0,330245}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{852,4}{60}} \\ &= 0,0029612 \text{ Nm} \end{aligned}$$

- Efisiensi ()

$$\begin{aligned} &= \frac{BHP}{P_{angin}} \cdot 100 \% \\ &= \frac{0,330245}{6,921054} \cdot 100 \% \\ &= 4,7716 \% \end{aligned}$$

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.

Tabel 4.4 Data hasil perhitungan radius bagian depan sudu 5 mm

Kecepatan Angin (m/s)	Daya Angin (kg m ² /s ³)	BHP (Watt)	T (Nm)	(%)
3	0,544806	0,008405	0,000214	1,542750
	0,544806	0,008611	0,000213	1,580610
	0,544806	0,007781	0,000217	1,428310
4	1,291392	0,021451	0,000410	1,661100
	1,291392	0,023461	0,000454	1,816740
	1,291392	0,020801	0,000408	1,610760
5	2,522250	0,047531	0,000711	1,884480
	2,522250	0,048020	0,000736	1,903860
	2,522250	0,046080	0,000698	1,826940
6	4,358448	0,092480	0,001111	2,121860
	4,358448	0,087120	0,001021	1,998880
	4,358448	0,104401	0,001242	2,395380
7	6,921054	0,142805	0,001358	2,063340
	6,921054	0,145351	0,001335	2,100130
	6,921054	0,135301	0,001259	1,954920

Tabel 4.5 Data hasil perhitungan radius bagian depan sudu 10 mm

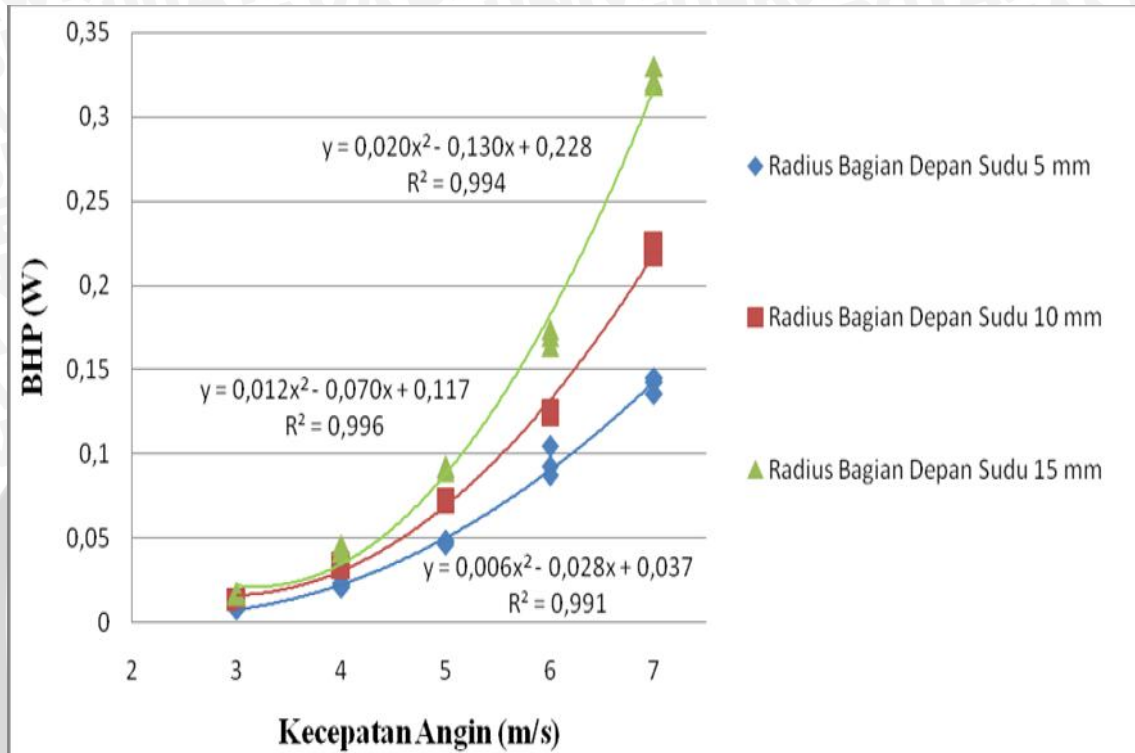
Kecepatan Angin (m/s)	Daya Angin (kg m ² /s ³)	BHP (Watt)	T (Nm)	(%)
3	0,544806	0,012751	0,000281	2,340510
	0,544806	0,014045	0,000333	2,577980
	0,544806	0,013261	0,000306	2,434120
4	1,291392	0,033211	0,000572	2,571740
	1,291392	0,032401	0,000573	2,509020
	1,291392	0,035701	0,000662	2,764560
5	2,522250	0,070805	0,001041	2,807220
	2,522250	0,071401	0,001030	2,830860
	2,522250	0,072601	0,001055	2,878430
6	4,358448	0,124031	0,001377	2,845770
	4,358448	0,122461	0,001376	2,809740
	4,358448	0,126405	0,001395	2,900230
7	6,921054	0,222605	0,002025	3,216350
	6,921054	0,217361	0,001980	3,140580
	6,921054	0,225781	0,002048	3,262240

Tabel 4.6 Data hasil perhitungan radius bagian depan sudu 15 mm

Kecepatan Angin (m/s)	Daya Angin (kg m ² /s ³)	BHP (Watt)	T (Nm)	(%)
3	0,544806	0,017701	0,000372	3,249090
	0,544806	0,016245	0,000331	2,981800
	0,544806	0,017111	0,000343	3,140800
4	1,291392	0,041861	0,000683	3,241560
	1,291392	0,042320	0,000683	3,277080
	1,291392	0,046080	0,000778	3,568240
5	2,522250	0,089780	0,001199	3,559520
	2,522250	0,091801	0,001243	3,639660
	2,522250	0,092480	0,001203	3,666570
6	4,358448	0,170201	0,001750	3,905090
	4,358448	0,163805	0,001655	3,758330
	4,358448	0,173911	0,001812	3,990210
7	6,921054	0,318781	0,002881	4,605960
	6,921054	0,330245	0,002961	4,77160
	6,921054	0,321311	0,002849	4,642520

4.2 Pembahasan

4.2.1 Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Daya Poros (BHP)

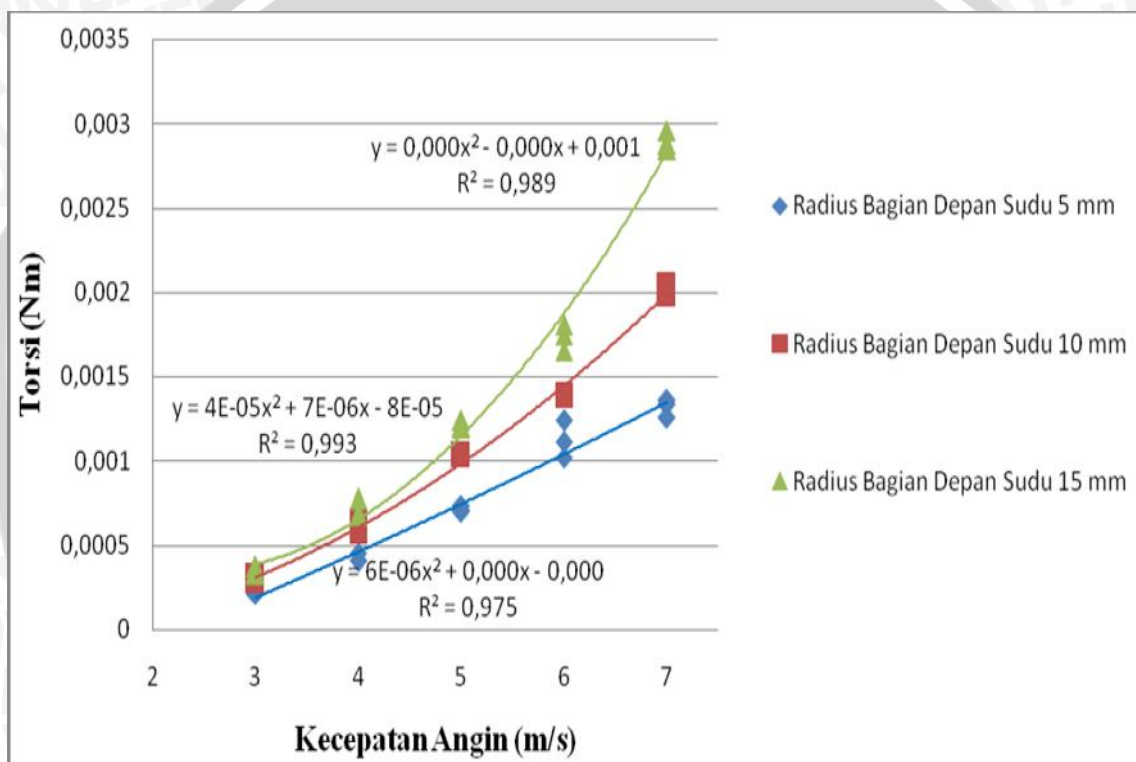


Grafik 1. Hubungan kecepatan angin terhadap daya poros (BHP)

Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap daya poros (BHP) pada grafik 1, dapat dilihat bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap daya poros yang dihasilkan. Pada awal sampai akhir grafik hubungan kecepatan angin terhadap daya poros pada radius depan sudu yang sama mengalami kecenderungan yang meningkat. Semakin meningkatnya kecepatan angin akan menyebabkan semakin besar momentum angin yang menumbuk penampang sudu turbin tiap detiknya, maka perbedaan tekanan antara bagian depan sudu dan bagian belakang sudu akan semakin meningkat, sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga semakin meningkat, akibat dari peningkatan gaya drag ini akan menyebabkan peningkatan putaran pada poros turbin. Peningkatan putaran pada poros turbin menyebabkan peningkatan pada tegangan dan arus yang dihasilkan motor listrik. Semakin tinggi tegangan dan arus motor listrik yang dihasilkan, daya motor listrik semakin meningkat.

Dari grafik 1, dapat diketahui bahwa turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm mempunyai nilai daya poros yang lebih besar jika dibandingkan dengan turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu yang lainnya. Pada turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm, daya poros tertinggi dicapai pada kecepatan angin 7 m/s, dan daya poros terendah dicapai pada kecepatan angin 3 m/s.

4.2.2 Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Torsi (T)



Grafik 2. Hubungan kecepatan angin terhadap torsi (T)

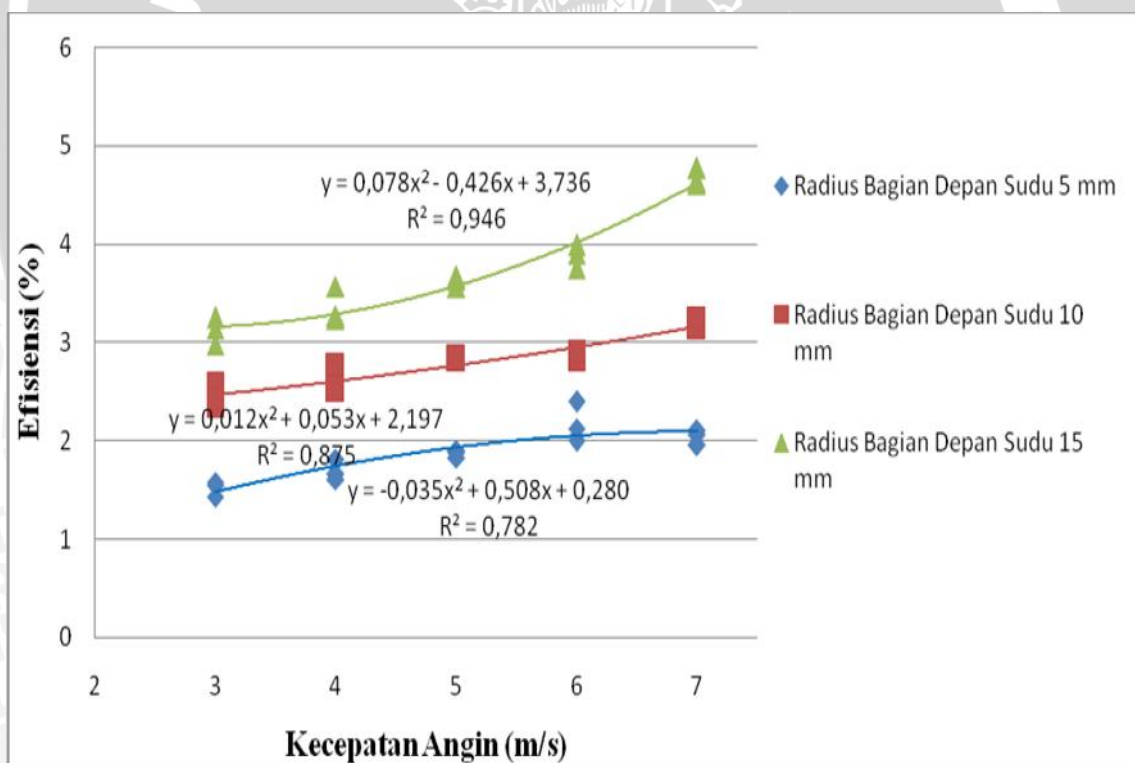
Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap torsi (T) pada grafik 2, dapat dilihat hubungan kecepatan angin terhadap torsi dapat dilihat bahwa pada kecepatan angin yang sama untuk turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius depan sudu yang berbeda terdapat perbedaan torsi yang bekerja. Hal ini dikarenakan pada sudu dengan radius depan sudu yang kecil memiliki luas daerah tangkap gaya yang berbeda dengan radius depan sudu yang lebih besar. Dengan demikian torsi yang dihasilkan oleh masing-masing turbin angin dengan variasi radius depan sudu akan berbeda.

Dari grafik 2, dapat diketahui juga bahwa hubungan antara kecepatan angin terhadap torsi mengalami kecenderungan meningkat. Hal ini dikarenakan semakin

meningkatnya kecepatan angin maka gaya yang dihasilkan juga meningkat, sehingga torsi yang dihasilkan juga meningkat.

Dari grafik 2, terlihat bahwa turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm mempunyai nilai torsi yang paling besar jika dibandingkan dengan turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu yang lainnya. Pada turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm, torsi tertinggi dicapai pada kecepatan angin 7 m/s, dan torsi terendah dicapai pada kecepatan angin 3 m/s. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya kecepatan angin pada radius bagian depan sudu yang sama maka gaya terpaan angin yang mengenai radius bagian depan sudu semakin meningkat, sehingga torsi yang dihasilkan juga meningkat.

4.2.3 Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Efisiensi ()



Grafik 3. Hubungan kecepatan angin terhadap efisiensi ()

Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap efisiensi () pada grafik 3, dapat dilihat hubungan antara kecepatan angin dan efisiensi, bahwa semakin meningkatnya kecepatan angin maka kenaikan daya poros semakin besar dan mengakibatkan efisiensi juga meningkat. Peningkatan efisiensi ini dikarenakan efisiensi

merupakan perbandingan antara daya poros dengan daya angin, seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan grafik 1, sehingga efisiensi yang dihasilkan juga semakin meningkat.

Dari grafik 3, dapat diketahui bahwa turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm mempunyai nilai efisiensi yang paling besar jika dibandingkan dengan turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu yang lainnya. Pada turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J efisiensi tertinggi dicapai pada radius bagian depan sudu 15 mm dengan kecepatan angin 7 m/s, dan efisiensi terendah dengan kecepatan angin 3 m/s. Hal ini dikarenakan semakin bertambahnya peningkatan kecepatan angin maka luas bidang terima semakin besar, sehingga gaya dorong yang dihasilkan angin dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh turbin *Darrieus* tipe sudu-J ini.

