

STUDI EKSPERIMEN VARIASI JUMLAH SIRIP DAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE BILAH BERSIRIP

Sarjono¹, Sari Riski Lestari²

¹Jurusan Teknik Mesin, STTR Cepu, ²Mahasiswa S-1 Jurusan Teknik Mesin, STTR Cepu.

E-mail: sarjono508@yahoo.co.id¹, saririski52@gmail.com²

ABSTRACT

Finned blade type wind turbine is a type of vertical shaft wind turbine that has the main rotor axis perpendicular to the ground surface with fins on each blade. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the number of fins and wind speed on the performance of vertical axis wind turbine types of finned blades. The independent variables in this study were the number of fins on the blades (7, 9, and 11) and wind speeds from 4 m / s, 5 m / s, 6 m / s, 7 m / s and 8 m / s. The dependent variable in this study was the performance of wind turbines, namely BHP (Break Horse Power), torque and efficiency. Besides the controlled variable was the number of blades in the wind turbine type finned blades as many as 3 pieces with a height of 2.5 x 10-1 m and width 6 x 10-2 m. The results showed that the use of the number of fins on different finned blades affected the performance of the fin blade type wind turbine. BHP and maximum torque were obtained from the use of 7 pieces of strip iron at wind speeds of 8 m / s. The generated power was 0.04 Watt with a torque of 0.043 Nm. While the maximum efficiency was 0.27%. Maximum efficiency was resulted in the use of 7-pinned blades with a wind speed of 6 m / s.

Keywords: *finned blade type wind turbine, BHP, torque, efficiency*

INTISARI

Turbin angin tipe bilah bersirip adalah jenis turbin angin poros vertikal yang memiliki sumbu rotor utama tegak lurus terhadap permukaan tanah dengan sirip-sirip yang ada di setiap bilahnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sirip dan kecepatan angin terhadap unjuk kerja turbin angin sumbu vertikal tipe bilah bersirip. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah sirip pada bilah (7, 9, dan 11) dan kecepatan angin mulai 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, 7 m/s dan 8 m/s. Variabel terikat pada penelitian ini adalah unjuk kerja turbin angin yaitu BHP (*Break Horse Power*), torsi dan efisiensi. Sedangkan variabel terkontrolnya adalah jumlah bilah pada turbin angin tipe bilah bersirip sebanyak 3 buah dengan tinggi 2,5 x 10-1 m dan lebar 6 x 10-2 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan jumlah sirip pada bilah bersirip yang berbeda-beda berpengaruh terhadap unjuk kerja turbin angin tipe bilah bersirip. BHP dan torsi maksimal diperoleh pada penggunaan bilah bersirip 7 buah pada kecepatan angin 8 m/s. Daya yang dihasilkan sebesar 0,04 Watt dengan torsi sebesar 0,043 Nm. Sedangkan efisiensi maksimal adalah 0,27 %. Efisiensi maksimal dihasilkan pada penggunaan bilah bersirip 7 dengan kecepatan angin 6 m/s.

Kata kunci: turbin angin bilah bersirip, BHP, torsi, efisiensi.

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan jumlah penduduk dan pabrik/industri, mengakibatkan peningkatan akan kebutuhan energi, salah satunya adalah energi listrik (Kadir, 2010).

Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi indikator peningkatan kemakmuran, namun juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya.

Sehubungan dengan hal tersebut perlu diupayakan pemenuhannya, salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pengembangan

sumber energi baru adalah dengan pemanfaatan energi angin.

Bentuk pemanfaatan sumber energi angin yaitu dengan turbin angin tipe bilah bersirip. Turbin ini dapat digunakan di tempat-tempat yang memiliki arah angin yang bervariasi (Sain, dkk. 2014). Sirip di setiap bilahnya merupakan salah satu bagian penting yang mempengaruhi unjuk kerjanya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jumlah sirip untuk turbin angin sumbu vertikal tipe bilah bersirip agar mencapai efisiensi turbin dengan performa

yang baik seperti yang diharapkan (Kurniawan dkk. 2014).

Marnoto (2011) dalam penelitiannya tentang turbin angin bilah bersirip dengan variasi panjang (0,3 m; 0,215 m; 0,155 m), lebar bilah (0,3 m; 0,25 m; dan 0,2 m), jumlah sirip tiap bilah (10, 7, 5) dan variasi kecepatan angin antara 3,1-7,8 m/s dengan tujuan untuk mengetahui efisiensi, daya poros dan torsi. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kincir angin bilah bersirip dapat berputar mulai kecepatan 3,1 m/s dan efisiensi mencapai 2,17 % - 23,54 %.

Demikian juga Dani (2014) yang telah melakukan penelitian tentang variasi jumlah bilah, variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kecepatan angin sebesar 3, 4, 5, 6, dan 7 m/s serta jumlah sirip 3 buah, 5 buah, 7 buah. Pada pengujian ini daya poros, torsi, dan efisiensi tertinggi tercapai pada jumlah sirip sebanyak 7 buah, panjang dan lebar masing-masing adalah 25 cm dan 6 cm dengan suhu ruangan 27°C.

Kemudian, Yashero (2014) juga meneliti tentang turbin angin tipe bilah bersirip dengan variasi kecepatan angin 3, 4, 5, 6, 7 m/s dan variasi lebar bilah 4; 5; 6 cm telah diperoleh daya poros tertinggi yang dicapai turbin dengan lebar bilah 6 cm yaitu sebesar $6,97 \times 10^{-2}$ Watt pada kecepatan 7 m/s. Torsi yang tertinggi dicapai oleh turbin dengan panjang bilah 0,25 m dan kecepatan 7 m/s yaitu sebesar $2,93 \times 10^{-3}$ Nm. Untuk efisiensinya yang tertinggi diperoleh pada bilah dengan panjang 6 cm sebesar 4,19 % pada kecepatan 5 m/s.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut tentang studi eksperimen variasi jumlah sirip terhadap unjuk kerja turbin angin tipe bilah bersirip.

Diagram Alir Penelitian Untuk prosedur penelitian disajikan dalam bentuk flow chart sebagai berikut:

LANDASAN TEORI

1. Turbin Angi Tipe Bilah Bersirip.

Turbin angin tipe bilah bersirip memiliki prinsip kerja sama dengan turbin pada umumnya. Prinsip kerja turbin tipe bilah bersirip adalah akibat kecepatan aliran udara akan menyebabkan sudu berputar dengan kecepatan putar tertentu. Kelebihan dari turbin jenis ini ialah tidak harus diarahkan ke angin untuk menghasilkan energi listrik. Turbin ini mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah.

2. Bilah (*blade*)

Bilah (*blade*) berfungsi untuk menangkap energi kinetik dari angin dan mengubahnya menjadi energi mekanis. Bagian penting dari bilah turbin jenis ini ialah siripnya. Angin yang diterima oleh turbin ini akan menerpa sirip-sirip yang ada disetiap bilahnya. Sirip tersebut memiliki prinsip kerja dengan turbin pada umumnya. Dimana angin kemudian akan dikonversikan melalui bilah dan mengubahnya menjadi energi mekanik. Turbin angin tipe bilah bersirip bekerja dengan memanfaatkan penangkapan angin dengan bilah dan sirip yang tertutup, bila saat sirip terbuka gaya hambat pada bilah semakin kecil dan putaran semakin kencang.

3. Perhitungan Unjuk Kerja

Meliputi perhitungan daya, torsi dan efisiensi. Brake Horse Power (BHP) adalah daya turbin yang diukur setelah mengalami pembebanan misalnya: generator, gearbox, pompa ataupun perangkat tambahan lainnya. BHP diperoleh dari perhitungasn dengan persamaan:

$$P_{generator} = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

$$BHP: P_{generator} / \eta_{generator} \dots\dots\dots(2)$$

keterangan :

$P_{generator}$: Daya motor listrik (Watt)

V : Tegangan motor listrik (Volt)

I : Arus listrik (Ampere)

Torsi dihitung dengan persamaan

$$T: 71620 N/n \dots\dots\dots (3)$$

keterangan:

T : torsi (kg-cm)

N : daya (HP)

N : putaran poros turbin (rpm)

Efisiensi (η) Untuk menyatakan performa suatu mesin biasanya dinyatakan dalam efisiensi yang merupakan perbandingan antara efek manfaat yang diperoleh dengan pengorbanan yang dilakukan. Nilai efisiensi dapat diperoleh dengan rumus:

$$\eta : BHP / Pa \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$$Pa : \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \dots\dots\dots(5)$$

keterangan :

H : Efisiensi (%)

- Pa : Daya angin (Watt)
 A : Luas penampang sudu (m²)
 v : Kecepatan (m/s)
 ρ : Kerapatan udara (kg/m³)

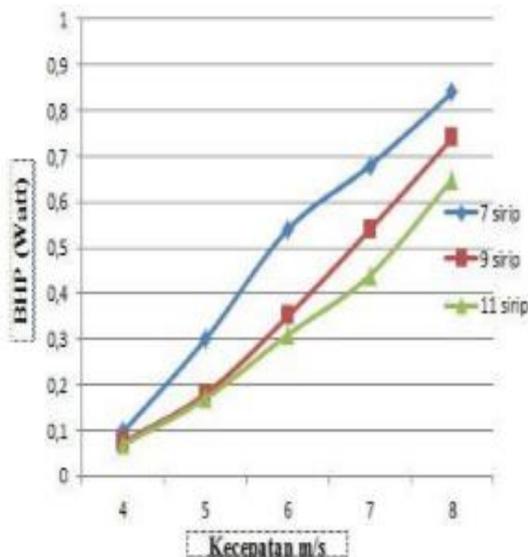
4. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi STTR Cepu dengan metode eksperimental. Adapun Langkah-langkah Penelitian adalah:

1. Menyiapkan bahan penelitian terdiri atas: turbin angin sumbu vertikal tipe bilah bersirip sebagai benda uji.
2. Menyiapkan alat penelitian terdiri atas: blower, anemometer, multimeter, dan tachometer.
3. Pastikan benda uji dan peralatan yang digunakan dalam keadaan baik dan siap pakai, sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.
4. Pengambilan data dimulai dari variasi jumlah sirip 7, 9 dan 11 dengan kecepatan udara 4 m/s sampai dengan 8 m/s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang sudah diambil dan dilakukan perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hubungan antara BHP dan kecepatan angin

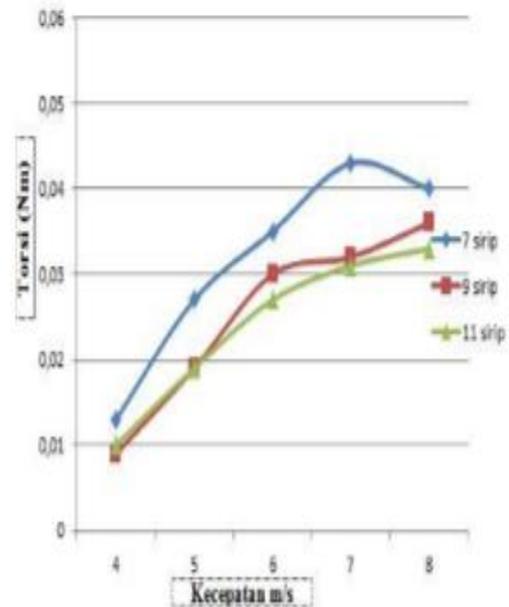
Dari gambar 2 yaitu grafik hubungan antara BHP dan kecepatan angin

menunjukkan bahwa, BHP paling rendah dihasilkan oleh turbin angin dengan jumlah bilah 11 sirip pada kecepatan 4 m/s sebesar 0,07 watt.

Sedangkan BHP Tertinggi dihasilkan oleh turbin angin dengan jumlah sirip 7 pada kecepatan angin 8 m/s sebesar 0,84 watt.

Peningkatan nilai BHP ini disebabkan karena adanya kecepatan angin yang semakin meningkat, sehingga turbin akan berputar pada kecepatan poros yang tinggi. Jadi putaran poros turbin angin yang tinggi ini akan mempengaruhi meningkatnya daya turbin angin yang dihasilkan.

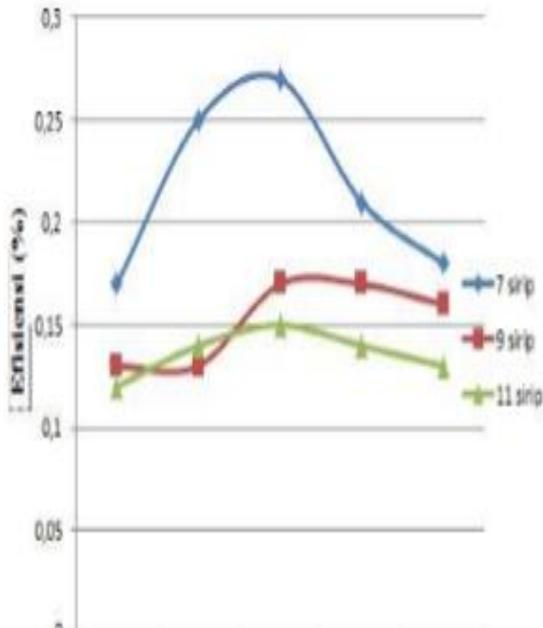
Kecepatan angin yang semakin meningkat dan diiringi oleh penggunaan bilah bersirip yang semakin besar jumlahnya mempengaruhi terhadap BHP yang dihasilkan oleh turbin angin poros vertical tipe bilah bersirip.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan Torsi

Gambar 3 adalah grafik hubungan torsi dengan kecepatan angin. Disini jelas terlihat bahwa torsi paling rendah dihasilkan oleh penggunaan bilah dengan jumlah sirip 11 pada kecepatan angin 4m/s. nilai torsi yang dihasilkan adalah 0,010 Nm. Sedangkan torsi tertinggi diperoleh pada penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 pada kecepatan angin 7 m/s sebesar 0,043 Nm. Nilai torsi pada masing-masing variasi jumlah sirip ada kecenderungan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan angin. Hal ini disebabkan oleh karena adanya kenaikan

daya poros. Sesuai dengan persamaan torsi adalah 71620 N/n kgcm. Jika putaran mesi konstan (tetap), maka kenaikan dayaj akan diikuti dengan meningkatnya nilai torsi. Ketika arah angin berlawanan dengan arah bilah, angin yang menumbuk pada bilah dengan jumlah sirip yang sedikit akan membentuk sudut buka yang lebih besar jika dibandingkan dengan penggunaan bilah dengan jumlah sirip yang banyak.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan efisiensi

Pada Gambar 4. yaitu grafik hubungan antara kecepatan angin dengan efisiensi terlihat bahwa, efisiensi tertinggi terjadi pada penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 diikuti penggunaan bilah dengan jumlah sirip 9 dan 11. Hal ini disebabkan karena BHP yang dihasilkan oleh penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 nilainya paling besar jika dibandingkan dengan ke duanya.

Gambar 4. menunjukkan bahwa efisiensi maksimal terjadi pada kecepatan angin 5 sampai dengan 6 m/s, pada penggunaan bilah dengan jumlah sirip 7 (data hasil pengujian dengan jumlah sirip 7 pada Tabel 1), jumlah sirip 9 (data hasil pengujian dengan jumlah sirip 9 pada Tabel 2), maupun jumlah sirip 11 (data hasil pengujian dengan jumlah sirip 11 pada Tabel 3). Hal ini disebabkan karena kenaikan BHP yang dihasilkan tidak sebanding dengan daya angin yang peningkatannya semakin besar seiring peningkatan kecepatan angin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi tertinggi yang diperoleh pada bilah dengan sirip 7 buah dan kecepatan angin sebesar 6 m/s dengan efisiensi sebesar 0,27 %.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian dengan Jumlah Sirip 7

Kecepatan udara m/s	Putaran poros rpm	Tegangan volt	Arus ampere
4	75,0	0,103	0,76
5	104,9	0,160	1,50
6	143,7	0,240	1,80
7	179,4	0,270	2,01
8	205,7	0,320	2,10

Tabel 2. Data Hasil Pengujian dengan Jumlah Sirip 9

Kecepatan udara m/s	Putaran poros rpm	Tegangan volt	Arus ampere
4	70,12	0,090	0,67
5	86,24	0,130	1,12
6	108,43	0,180	1,53
7	157,31	0,220	1,97

8	198,21	0,280	2,14
---	--------	-------	------

Tabel 3. Data Hasil Pengujian dengan Jumlah Sirip 11

Kecepatan udara m/s	Putaran poros rpm	Tegangan volt	Arus ampere
4	65,54	0,094	0,82
5	83,23	0,120	1,10
6	107,82	0,160	1,53
7	135,76	0,190	1,86
8	190,46	0,250	2,08

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi kecepatan angin mempengaruhi unjuk kerja turbin angin sumbu vertical tipe bilah bersirip.
2. Jumlah sirip pada turbin angin tipe bilah bersirip mempengaruhi kinerja turbin, hal ini ditunjukkan karena kenaikan daya turbin.
3. Nilai BHP dan torsi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan angin, karena momentum angin yang menerpa bilah semakin besar.
4. Efisiensi paling tinggi yang diperoleh adalah 0,27 % pada kecepatan angin rata-rata 6 m/s pada bilah dengan jumlah 7 sirip.

DAFTAR PUSTAKA

- Kadir, Abdul. 2010. *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Dan Potensi Ekonomi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kurniawan Dani, dkk. 2014. *Pengaruh Jumlah Sirip Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Tipe Bilah Bersirip*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Marnoto, Tjukup. 2011. *Peningkatan Efisiensi Kincir Angin Poros Vertical Melalui System Buka Tutup Sirip Pada 3 Sudu*. Jogjakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Sain, Muttaqin Yashero. 2014. *Pengaruh Variasi Bilah Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Tipe Bilah Bersirip*. Malang. Universitas Brawijaya.