

Unjuk Kerja Model Turbin Angin Poros Horizontal Dengan Variasi Bentuk Blade

Sarjono ^{a,*}, Mohammad Akmal Wahyudi^b,

^a Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu

^b Mahasiswa S-1 Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu

*E-Mail: sarjono508@yahoo.co.id

Abstract

The purpose of this research is to find out the Horizontal shaft wind turbine Model work with Blade shape variations. In this research the variation is done on the blade shape. The Blade is designed with curved shape, inverted linear taper and rectangular with size 8 cm x 20 cm at 20° tilt angle with wind speed 7; 8; 9; 10; and 11 m/s. The results showed that variations in the blade shape affected the horizontal shaft wind turbine work. Brake Horse Power (BHP) is maximally obtained with a rectangular shape blade of 1, 1 watt at a wind speed of 11 m/s with a torque of 0.0221 Nm on the blade shape and the same wind speed. While the high efficiency is achieved with a rectangular shape blade at a wind speed of 7 m/s by 21%.

Keywords: Wind turbine; Blade; BHP; Torque; Efficiency.

1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan jumlah penduduk dan industri, mengakibatkan peningkatan kebutuhan energi, salah satunya adalah energi listrik. Banyak energi alternatif dari alam yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik, salah satunya adalah pemanfaatan tenaga angin.

Turbin angin poros horizontal merupakan salah satu alat yang memanfaatkan energi angin sebagai sumber tenaganya. Prinsip alat ini mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik dan selanjutnya digunakan sebagai penggerak generator untuk menghasilkan energi listrik.

Desya (2011), telah melakukan penelitian pada turbin angin sumbu horizontal 6 sudu dengan diameter 1,5 meter dan NACA 4412; hasil penelitiannya menunjukkan bahwa turbin angin mulai berputar pada kecepatan angin 2,7 m/s dan pada kecepatan angin 7,5 m/s menghasilkan arus sebesar 0,7 ampere. Sedangkan daya keluaran dari turbin adalah 2,4 Watt sampai dengan 16,8 Watt dengan efisiensi sebesar 3,9%.

Aryanto (2013), dalam penelitiannya menyatakan bahwa turbin angin poros horizontal dengan variasi jumlah blade, putaran terbesar yang di hasilkan oleh turbin terjadi pada jumlah blade 5. Turbin angin poros horizontal memiliki efisien sistem (η) maksimum 3,07% dengan jumlah blade 5 pada kecepatan angin 4 m/s, sedangkan untuk top speed ratio (TSR) maksimum λ : 2,11 pada jumlah blade 5 dengan kecepatan angin 4 m/s.

Koehuan (2014), dalam penelitiannya tentang turbin angin dengan variasi sudut blade menyatakan bahwa: terjadi korelasi antara perubahan sudut blade dengan unjuk kerja turbin angin. Pada sudut blade 0° dengan kecepatan angin 4,03 m/s, efisiensinya adalah 54,7 %, pada sudut

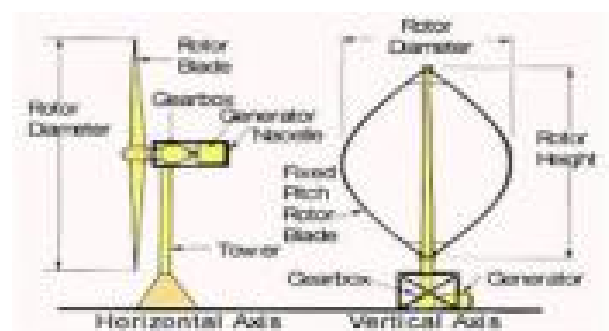
blade 5° sebesar 59,9 % dan pada sudut blade 10° efisiensinya 70,1 %. Namun pada saat penambahan kecepatan angin 5,05 m/s dan 6,08 m/s efisiensinya berkurang menjadi 32,5 % dan 25 % pada sudut blade yang sama, ini menunjukkan bahwa turbin angin poros horizontal model contra rotating cocok beroperasi pada kecepatan angin rendah 4,03 m/s pada sudut blade 10°.

Penelitian mengenai pengaruh bentuk blade terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal dengan batasan masalah:

- Jumlah blade turbin angin 3 buah;
- Pengujian dilakukan dengan 3 variasi bentuk blade yaitu: blade melengkung, *blade taper linier*, dan blade persegi panjang;
- Luas blade sama besar di setiap variasi dengan tinggi blade 200 mm dan lebar bilah 80 mm.

2. Kerangka Teori

2.1. Turbin Angin



Gambar 1. Kincir Angin HAWT dan VAWT

Turbin angin adalah alat untuk mengubah energi kecepatan atau kinetik angin menjadi energi mekanik. Turbin angin banyak ditemui di negara-negara Eropa dan lebih dikenal dengan *windmill*. Blade memegang peranan penting, karena blade berfungsi mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik.



Gambar 2. Jenis *Blade*

Jumlah blade pada rotor turbin angin sangat bervariasi. Berikut ini beberapa konsep jumlah blade:

1. Konsep satu sudu, sulit seimbang, membutuhkan angin yang sangat kencang untuk menghasilkan daya angkat memutar, konsep ini dikembangkan di negara Jerman.
2. Konsep dua sudu, mudah untuk seimbang, tetapi keseimbangan masih mudah untuk bergeser. Disain sudu harus memiliki kelengkungan yang tajam untuk dapat menangkap energi angin secara efektif, tetapi pada kecepatan angin rendah sekitar 3 m/s putarannya sulit dimulai.
3. Konsep tiga sudu, lebih seimbang dan kelengkungan sudu lebih halus untuk dapat menangkap energi angin secara efektif.
4. Konsep multi sudu (misalnya 8 sudu), memiliki efisiensi rendah, tetapi dapat menghasilkan momen gaya awal yang cukup besar untuk berputar, cocok untuk kecepatan angin rendah walaupun dioperasikan dengan transmisi gear 1:10. Konsep seperti ini banyak ditemui pada turbin angin untuk keperluan pemompaan air, karena murah dan mampu bekerja pada kecepatan angin rendah sehingga tower tidak terlalu tinggi dan air dapat dipompa secara kontinyu.

Angin merupakan udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara rendah. Oleh karena itu karenaberat jenisnya berkurang maka naik ke atas. Proses ini menyebabkan pergeseran udara yang disebut angin.

2.2. Perhitungan Unjuk Kerja

2.2.1. Brake Horse Power (BHP)

Brake Horse Power (BHP) adalah daya turbin yang diukur setelah mengalami pembebanan (misalnya: generator, gearbox, pompa ataupun perangkat tambahan lainnya). BHP diperoleh dari besar daya yang dihitung dengan persamaan:

$$B : \frac{P_t}{\eta_t} \quad (1)$$

$$P_{\text{generator}} : V \times I \quad (2)$$

dimana:

$P_{\text{generator}}$: Daya motor listrik (watt)
 V : Tegangan motor listrik (volt)
 I : Arus listrik (ampere)

2.2.2. Torsi

Torsi didefinisikan sebagai ukuran keefektifan gaya dalam menghasilkan momen putar sumbu poros pada putaran tertentu. Besar torsi dapat dihitung dengan persamaan:

$$T = \frac{6 B}{2\pi} \quad (3)$$

dimana:

T : Torsi (Nm)
 n : Putaran poros (rpm)

2.2.3. Efisiensi

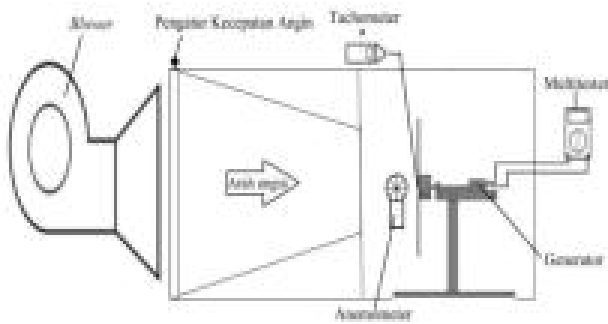
Efisiensi (η) menyatakan performa suatu mesin yang merupakan perbandingan antara energi yang diperoleh dengan energi yang dipakai. Nilai efisiensi dapat diperoleh dengan persamaan:

$$P_a : \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \quad (4)$$

dimana:

η : Efisiensi (%)
 P_a : Daya angin (watt)
 A : Luas penampang sudu (m^2)
 v : Kecepatan angin (m/s)
 ρ : Kerapatan udara (kg/m^3)

3. Metodologi



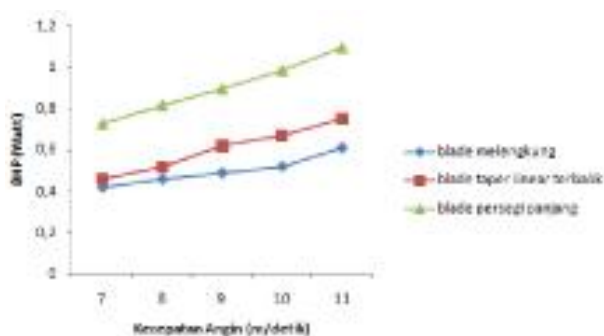
Gambar 3. Skema Alat Penelitian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi STTR Cepu dengan menggunakan metode eksperimental. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan penelitian terdiri atas: turbin angin poros horizontal sebagai benda uji, *windtunnel* sebagai terowongan dan motor DVD sebagai generator listrik.
2. Alat penelitian terdiri atas: blower sebagai sumber energi angin, anemometer sebagai alat pengukur kecepatan angin, multimeter sebagai alat pengukur voltase dan ampere, dan tachometer sebagai alat pengukur putaran poros pada turbin angin.
3. Sebelum melakukan penelitian, perlu dilakukan persiapan, diantaranya menyiapkan dan memastikan benda uji dan peralatan dalam keadaan baik, siap pakai dan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.
4. Pengambilan data yang pertama adalah variasi bentuk blade melengkung, ke dua bentuk blade taper linier terbalik, dan ketiga bentuk blade persegi panjang dengan variasi kecepatan angin sebesar 7 m/s sampai dengan 11 m/s.
5. Pengambilan data meliputi putaran poros, arus, dan tegangan yang dihasilkan.

4. Hasil dan Pembahasan

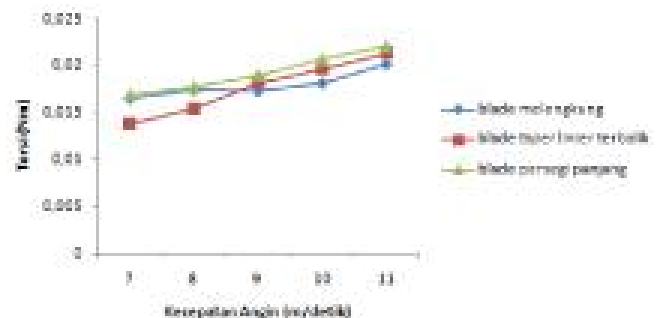
Hasil pengujian daya dengan variasi bentuk *blade* dan kecepatan angin yang berbeda disajikan dalam grafik berikut ini:



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara BHP dan Kecepatan Angin

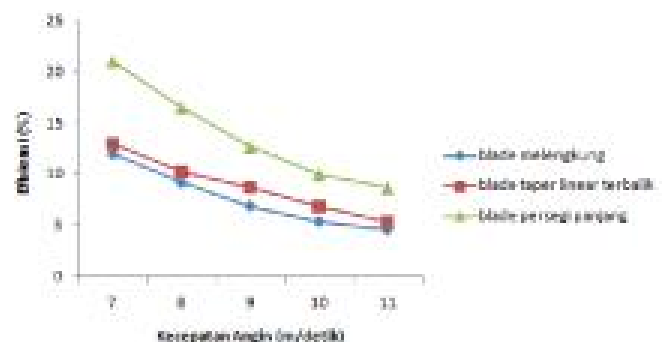
Dari gambar 4. Terlihat bahwa hubungan antara kecepatan angin dengan bentuk blade terhadap BHP yang dihasilkan sangat signifikan. Hal ini dibuktikan dengan adanya kenaikan daya pada bentuk blade empat persegi panjang dengan variasi kecepatan angin 7 m/s sampai dengan 11 m/s.

Daya maksimal yang dihasilkan dengan bentuk *blade* empat persegi panjang adalah 1,1 Watt pada kecepatan angin 11 m/s. Ternyata kenaikan kecepatan angin diikuti oleh kenaikan daya, karena kecepatan angin berpengaruh langsung terhadap putaran poros yang akan meningkatkan daya yang dihasilkan.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Dengan Torsi

Pada gambar 5. Menunjukkan adanya korelasi daya dan torsi yang signifikan. Hal ini terlihat bahwa torsi maksimal terjadi pada penggunaan bentuk *blade* empat persegi panjang sebesar 0,0221 Nm pada kecepatan angin 11 m/s. Ternyata kenaikan kecepatan angin diikuti oleh kenaikan daya dan torsi, karena kecepatan angin mempengaruhi putaran poros yang dihasilkan oleh turbin angin.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin dan Efisiensi

Berdasarkan gambar 6. Yaitu tentang grafik hubungan antara kecepatan angin dan efisiensi, menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan oleh *blade* bentuk persegi panjang memiliki efisiensi terbesar jika dibandingkan dengan bentuk *blade* melengkung dan bentuk *blade taper linier*, baik pada kecepatan angin terendah yaitu 7 m/s sampai kecepatan angin tertinggi yaitu 11 m/s.

Hal ini disebabkan karena variasi kecepatan angin memberikan peningkatan putaran poros turbin angin yang

diikuti oleh kenaikan daya poros dan torsi yang dihasilkan turbin angin tipe poros horizontal.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Bentuk blade turbin angin tipe horizontal sangat berpengaruh terhadap kinerja turbin. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kenaikan daya, torsi, dan efisiensi pada turbin dengan menggunakan bentuk blade empat persegi panjang.
2. Efisiensi maksimal diperoleh dengan blade bentuk persegi panjang pada kecepatan angin 11 m/detik sebesar 21 %.

Daftar Pustaka

Artikel jurnal:

- A. Desya, Andhika; 2011; *Perencanaan, Pembuatan, Dan Pengujian Turbin Angin Sumbu Horizontal Enam Sudu Diameter Satu Setengah Meter*; Institut Teknologi Bandung; Bandung
- A. Koehuan, Verdy; 2014; *Studi Eksperimental Variasi Sudut Blade Terhadap Kinerja Rotor Blade Turbin Angin Tipe Propeler Poros Horizontal Model Contra Rotating*; Universitas Nusa Cendana; Kupang Nusa Tenggara Timur.
- Aryanto, Firman; 2013; *Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal*; Universitas Mataram; Mataram Nusa Tenggara Barat.

Buku :

- Fox, Robert W. and McDonald Alan T.; 1994; *Introduction to Fluid Mechanics*; New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kadir, Abdul; 2010; *Energi Sumber Daya, Inovasi Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*; Universitas Indonesia; Jakarta.
- V, Dobrovolsky. K, Zablonsky. S, Mak. A, Radchik. And L, Erlich; 1974; *Machine Elements*; Moscow.

Skripsi/tesis/disertasi:

- Wibowo, Heri; 2011; *Pengaruh Perubahan Jumlah Blade 4 Dan 2 Terhadap Performa Kincir Angin Savonius Dengan Bentuk Blade Spiral*; STTR Cepu