

UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH LENGTH BLADE PADA DAYA PUTAR SISTEM KONVERSI ENERGI TURBIN ANGIN VERTIKAL

Oleh :
Zenal Abidin¹⁾, Heris Syamsuri²⁾

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh Ciamis 46215¹⁾

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh Ciamis 46215²⁾

ABSTRAK

Potensi sumber daya angin didaerah pada saat musim kemarau sangat berpotensi digunakan pada mesin konversi energi, hembusan angin dapat dikonversi dengan menggunakan turbin udara vertikal dan dikoversi dalam bentuk lain. Sistem konversi energi angin (SKEA) merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik poros turbin untuk kemudian diubah lagi oleh generator menjadi energi listrik. Penelitian diawali dengan kerangka pendekatan program, yaitu suatu kerangka untuk dapat mengetahui permasalahan dan pemecahan pengaruh panjang lengan blade pada turbin angin vertikal jenis cross flow terhadap kinerja turbin. Penelitian mencari torsi, kecepatan sudut, daya dapat dihitung dengan persamaan matematik. menggunakan percobaan eksperimen panjang lengan terhadap daya putar, dengan variabel bebas faktor kecepatan angin 3 m/s. Jumlah tiga blade dengan variasi panjang lengan 20 m,40 m, dan 60m. Dimensi model turbin angin yang paling optimal dari ketiga model hasil simulasi desain dan perhitungan yaitu hasil simulasi desain no 3. Turbin angin turbin panjang lengan 60m menghasilkan daya turbin maksimum sebesar, 30 W.

Kata kunci : turbin udara vertikal, panjang lengan blade, Sistem konversi energi angin

1. PENDAHULUAN

Potensi sumber daya angin didaerah pada saat musim kemarau sangat berpotensi digunakan pada mesin konversi energi, hembusan angin dapat dikonversi dengan menggunakan turbin udara vertikal dan dikoversi dalam bentuk lain. Kecepatan angin berbanding lurus dengan kecepatan putaran poros turbin angin. Perubahan jumlah blade berpengaruh terhadap kinerja putaran poros turbin. Dikarenakan sapuan gaya drag yang di terima pada blade. Semakin besar sapuan yang di terima blade semakin besar putaran turbin yang dihasilkan (Moch Fachruddin Wahyu Permadi 2018).

Pada umumnya bentuk turbin angin yang banyak digunakan adalah turbin

angin sumbu horizontal (Horizontal Axis Wind Turbine-HAWT), turbin angin sumbu vertikal (Vertical Axis Wind Turbine -VAWT) menjadi alternatif untuk menghasilkan energi listrik disebabkan oleh beberapa keuntungannya (Melda Latif 2013).

Kecepatan angin rata-rata di wilayah Indonesia tergolong kecepatan angin rendah, yaitu berkisar antara 3 m/s hingga 5 m/s sehingga sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam skala besar. Meskipun demikian, potensi angin di Indonesia tersedia hampir sepanjang tahun,sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sistem pembangkit listrik skala kecil. Salah satu bentuk kincir angin yang relatif mudah dibuat adalah kincir angin dengan

sumbu vertikal. Kincir angin jenis ini berputar dengan memanfaatkan kecepatan angin dari berbagai arah dan mudah dikonversi untuk membangkitkan energi listrik (Yusuf Ismail Nakhoda, Chorul Saleh 2015)

A. Hubungan Kecepatan Dan Daya

Dalam penelitian ini terdapat beberapa parameter yang harus dihitung, untuk menghitung luas saluran dapat menggunakan persamaan matematik berikut:

- a. Metode penelitian mencari torsi dapat dihitung dengan persamaan matematik :

$$T = F \cdot I$$

Dimana :

T= torsi generator vertikal

F= gaya turbin

I= inersia turbin

- b. Untuk kecepatan sudut turbin diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan matematik :

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

Dimana :

ω = kecepatan sudut

n = putaran poros

60 = satuan waktu per menit

2π = bilangan 2 kali 3,14

- c. Daya turbin dapat dihitung dengan persamaan :

$$Pt = T \cdot \omega$$

Dimana :

Pt = paktor daya

T= torsi turbin

ω = kecepatan sudut

- d. Sistem konversi energi angin (SKEA) merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik poros turbin untuk kemudian diubah lagi oleh generator menjadi energi listrik

$$\text{Energi kinetik} = \frac{1}{2} mv^2$$

... (1)

Daya adalah energi per satuan waktu, maka

$$Pt = \frac{1}{2} (\text{mass flow rate per second}) \cdot Av^2$$

... (2)

dimana :

Pt = daya mekanik angin (Watt)

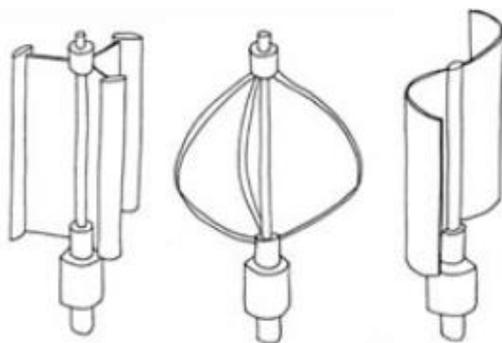
Cp = koeisien daya, $Cp < 0,6$, yang dipakai 0,15

r = kerapatan udara (kg/m^3)

A = luas area turbin (m^2)

v = kecepatan udara (m/s)

B. Turbin Angin Sumbu Vertikal
 Dengan menggunakan turbin angin, energi angin bisa dirubah menjadi energi listrik, turbin angin sumbu vertikal adalah turbin angin yang dapat digunakan pada kecepatan angin yang bervariasi dengan arah yang berbeda-beda. Tidak seperti turbin angin sumbu horizontal, turbin angin jenis ini memiliki kecepatan putar yang rendah dengan torka yang tinggi. Turbin angin sumbu vertikal dikenal dengan beberapa nama dan bentuk antara lain turbin Darrieus, turbin Savonius dan turbin H. Gambar 1 memperlihatkan beberapa bentuk turbin angin sumbu vertikal.



Gambar 1. Turbin angin vertikal

Gambar 1. Turbin angin vertikal menyatakan turbin angin Savonius pertama kali diperkenalkan oleh seorang insinyur Finlandia yang bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922. Turbin angin Savonius adalah turbin angin yang memiliki bentuk dan konstruksi yang sangat sederhana

sehingga dalam proses pembuatannya pun tidak memerlukan biaya yang mahal. Turbin angin Savonius adalah salah satu jenis turbin angin yang digerakkan dengan gaya drag. Turbin ini terdiri atas dua hingga tiga bucket atau sudu yang disusun sedemikian rupa sehingga jika dilihat dari atas akan terlihat seperti membentuk huruf S. Pada turbin angin Savonius luas penampang sapuan turbin adalah panjang diameter bucket turbin (D) dikali tinggi turbin (h), atau secara matematis dapat digambarkan pada persamaan: $A = D \cdot h$. Turbin angin tipe Savonius memiliki koefisien daya (CP) dan tip speed ratio (tsr) yang kecil. harga koefisien daya (CP) berkisar antara 0.08 hingga 1.50 dan harga tip speed ratio (tsr) berkisar antara 0.5 hingga 1.2 [3]. Untuk mengetahui kemampuan torka dari turbin savonius terhadap gerakan generator dinyatakan dengan Persamaan (4) berikut ini [10].

$$P_T = T \cdot \omega_m = T \cdot \frac{2\pi n g}{60}$$

C. Turbin angin yang akan dianalisa merupakan tipe turbin angin sumbu vertikal. Variasi foil yang digunakan adalah NACA 0011, NACA 0015, NACA 0019 dengan variasi jumlah sudu 2, 3 dan 4. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa turbin berupa torsi, daya, dan koefisien power turbin pada setiap variasi (Janurianto 2016).

D. Sistem Konversi Energi Angin

Listrik yang dihasilkan dari Sistem Konversi Energi Angin akan bekerja optimal pada siang hari dimana angin berhembus cukup kencang dibandingkan dengan pada malam hari, sedangkan penggunaan listrik biasanya akan meningkat pada malam hari. Untuk mengantisipasinya sistem ini sebaiknya tidak langsung digunakan untuk keperluan produk-produk elektronik, namun terlebih dahulu disimpan dalam satu media seperti baterai atau aki sehingga listrik yang keluar besarnya stabil dan bisa digunakan kapan saja. Syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan kincir angin dan jari-jari 1 meter dapat dilihat seperti pada tabel 1 berikut .

Tabel 1. Tingkat kecepatan angin 10 meter permukaan tanah

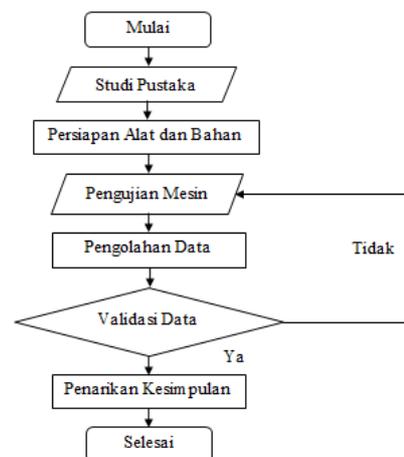
Tingkat Kecepatan Angin 10 meter di atas permukaan Tanah		
Kelas	Kecepatan	Kondisi Alam di Daratan
1	0,00 – 0,02	-----
2	0,3 – 1,5	Angin tenang, asap lurus ke atas
3	1,6 – 3,3	Asap bergerak mengikuti arah angin
4	3,4 – 5,4	Wajah terasa ada angin, daun2 bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5,5 – 7,9	Debu jalan, kertas beterbangan, ranting pohon bergoyang
6	8,0 – 10,7	Ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10,8 – 13,8	Ranting pohon besar bergoyang, air plumpang berombak kecil
8	13,9 – 17,1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17,2 – 20,7	Dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin
10	20,8 – 24,4	Dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24,5 – 28,4	Dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	28,5 – 32,6	Menimbulkan kerusakan parah
13	32,7 – 36,9	Tornado

Pada tabel 1 tingkat kecepatan angin 10 meter permukaan tanah menyatakan

klasifikasi angin pada kelompok 3 adalah batas minimum dan angin pada kelompok 8 adalah batas maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik (Daryanto Y. 2007)

3. METODE PENELITIAN

flowchart



Penelitian diawali dengan kerangka pendekatan program, yaitu suatu kerangka untuk dapat mengetahui permasalahan dan pemecahan pengaruh jumlah blade pada turbin angin vertikal jenis cross flow terhadap kinerja turbin. Metode penelitian ini menggunakan percobaan eksperimen panjang lengan terhadap daya putar, dengan variabel bebas faktor kecepatan angin 3 m/s. Jumlah tiga blade dengan variasi panjang lengan 0,20 m, 0,40 m, dan 0,60m.

Selanjutnya pengujian untuk melihat daya putar paling optimum. Hasil pengujian turbin panjang lengan 0,60m memiliki

pengaruh paling besar terhadap daya mekanik sebesar 30 W pada 100 rpm. Selanjutnya tertinggi kedua di hasilkan panjang lengan 0,40m memiliki pengaruh terhadap daya mekanik sebesar 27 W pada 90 rpm. Sedangkan jumlah panjang lengan dan 0,20m memiliki pengaruh paling besar ketiga terhadap daya mekanik sebesar 26 W pada 80 rpm.

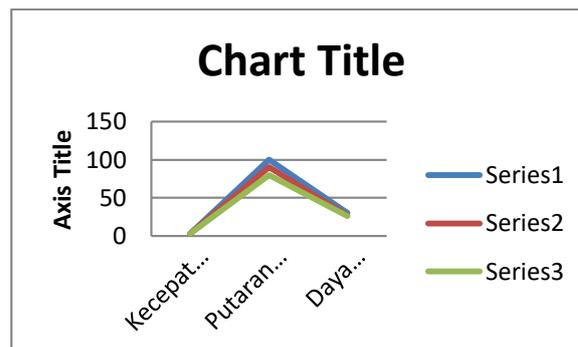
Dimensi model turbin angin yang paling optimal dari ketiga model hasil simulasi desain dan perhitungan yaitu hasil simulasi desain no 3. Turbin angin turbin panjang lengan 0,60m menghasilkan daya turbin maksimum sebesar, 30 W.

4. HASIL PEMBAHASAN

Tabel 1 Gaya Inersia (Fi) Berdasarkan Hasil Pengujian

Kecepatan		
Angin (m/s)	Putaran Poros (rpm)	Paktor Daya (watt)
3	100	30
3	90	27
3	80	26

Pada tabel 1. menyatakan gaya inersia yang diperoleh berdasarkan massa pada bandul putar, makin besar massa maka makin besar pula gaya inersia yang terjadi untuk meja getar paving blok



Gambar 6. Grafik hubungan Kecepatan Angin dan Daya Mekanik

Gambar 6. Grapik hubungan kecepatan angin dan daya mekanik menyatakan dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa prestasi tertinggi adalah jumlah series1 2. Maka peningkatan daya mekanik dengan penambahan lengan blade turbin terpanjang adalah daya mekanik yang memiliki prestasi tertinggi.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dimensi model turbin angin yang paling optimal dari ketiga model hasil simulasi panjang *length blade turbin* dan perhitungan yaitu hasil simulasi desain no 3. Turbin angin turbin panjang lengan 0,60m menghasilkan daya turbin maksimum sebesar 30 W.

Saran

Penulis memberi saran dari hasil analisis untuk pengujian disarankan berada pada kecepatan udara ideal secara plat 3m/s. Supaya hasil pengujian lebih akurat.

6. REPERENSI

Artikel jurnal

- FACHRUDDIN WAHYU PERMADI, M. O. C. H., & HERLAMBA SIREGAR, I. N. D. R. A. (2018). UJI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL JENIS CROSS FLOW DENGAN VARIASI JUMLAH BLADE. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1).
- Latif, M. (2013). Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 10(3), 147-152.
- Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2015). Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 3, pp. 59-67).
- Hicary, H., Suwandi, S., & Qurthobi, A. (2016). Analisis Pengaruh Jumlah Sudu Pada Turbin Angin Savonius Sumbu Vertikal Terhadap Tegangan Dan Arus Di Dalam Proses Pengisian Akumulator. *eProceedings of Engineering*, 3(3).
- Aklis, N., Prastiko, Y. C., & Sukmana, B. M. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin Angin Darrieus-H Sumbu Vertikal NACA 0012. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 17(2).
- Ismail, I., Pane, E., & Triyanti, T. (2017). OPTIMASI PERANCANGAN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE DARRIEUS UNTUK PENERANGAN DI JALAN TOL. *Prosiding Semnastek*.
- Nakhoda, Y. I., & Shaleh, C. (2016). Rancang Bangun Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik Sumbu Vertikal Savonius Portabel Menggunakan Generator Magnet Permanen. *INDUSTRI INOVATIF JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, 5(2).
- Siregar, I. H. (2013). Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Dua Tingkat Dengan Bilah Profile Modified NACA 0018 Dengan dan Tanpa Wind Deflector. *Jurnal Teknik Mesin OTOPRO*, 8, 126-138.
- Janurianto, P. B., Budiarto, U., & Hadi, E. S. (2016). ANALISA EFEKTIFITAS WIND TURBINE SUMBU VERTIKAL DENGAN VARIASI JUMLAH DAN KETEBALAN SUDU AIRFOIL NACA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK TAMBAHAN PADA FISHERIES INSPECTION VESSEL 594 GT MENGGUNAKAN METODE CFD. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(4).
- Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(2).