



Optimasi Pengaruh Variasi Jumlah Sudu terhadap Kinerja Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus-H

The Effect of Variety of The Number of Valves on The Performance of Darrieus-H Type Vertical Wind Turbin

Dwi Bayu Kristanto¹⁾, Nely Ana Mufarida²⁾, Rohimatush Shofiyah³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
nelyana@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pemakaian energi fosil menyebabkan semakin berkurangnya jumlah cadangan persediaan minyak bumi mengakibatkan harga dan permintaan minyak yang lebih besar dibandingkan dengan produksi. Indonesia yang berada di wilayah ekuator adalah daerah yang mempunyai sirkulasi angin Hadley, Walker dan lokal. Kondisi ini berpotensi untuk pembangunan Turbin Angin sebagai pemanfaatan energi angin untuk pembangkit listrik yang saat ini masih bergantung pada minyak bumi, Penelitian ini bertujuan untuk mencari efisiensi dan kinerja terbaik turbin angin sumbu vertikal variasi sudu 3, 4 dan 5, dari bahan PVC board dengan ketebalan 25cm, tinggi sudu 75cm, tinggi tiang 100cm dan generator yang digunakan adalah generator DC 12 volt. dengan pengukuran terhadap putaran poros, arus dan tegangan keluaran generator. Data hasil penelitian paling tinggi didapat pada turbin angin dengan variasi 3 Sudu, pada kecepatan angin 6 m/s yang menghasilkan Daya Generator 2,38 Watt dan Putaran Poros 120 Rpm.

Kata Kunci: energi angin, turbin angin vertikal, variasi sudu.

Abstract

The Use of fossil energy causes a decrease in the amount of reserves of petroleum supplies resulting in higher oil prices and demand compared to production. Indonesia, which is located in the equatorial region, is an area that has Hadley, Walker and local wind circulations. This condition has the potential for the construction of Wind Turbines as the utilization of wind energy for power plants which currently still depend on petroleum. This study aims to find the best efficiency and performance of vertical axis wind turbines with variations of 3, 4 and 5 blades, from PVC board material with a thickness of 25cm, blade height 75cm, pole height 100cm and the generator used is a 12 volt DC generator. by measuring the shaft rotation, generator output current and voltage. The highest research data is obtained on a wind turbine with a variation of 3 blades, at a wind speed of 6 m/s which produces a 2.38 Watt Generator Power and a Shaft Rotation of 120 Rpm.

Keywords: wind energy, vertical wind turbine, blade variation.

PENDAHULUAN

Energi adalah salah satu bagian terpenting di kehidupan sehari-hari, yang mana setiap aktivitas manusia di dunia selalu membutuhkan energi, contohnya sebagai alat penerangan, bidang industri, kebutuhan alat rumah tangga, transportasi, dan masih banyak lagi sesuatu di sekitar kehidupan manusia yang sangat memerlukan energi. Indonesia dan dunia sampai saat ini masih tergantung pada energi fosil dalam bentuk minyak dan gas bumi. Pemakaian energi fosil menimbulkan permasalahan besar, salah satunya yaitu semakin berkurangnya jumlah

cadangan persediaan minyak bumi mengakibatkan harga dan permintaan minyak yang lebih besar dibandingkan dengan produksi, ditambah dengan pertumbuhan konsumsi listrik sejumlah 8,3% per tahun [1]. Permintaan minyak di seluruh dunia, khususnya Indonesia telah meningkat akibat meningkatnya populasi penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola pemakaian energi. Indonesia yang berada di wilayah ekuator adalah daerah yang mempunyai sirkulasi angin. Kondisi seperti ini berpotensi untuk pembangunan Turbin Angin sebagai pemanfaatan energi angin untuk pembangkit listrik yang sampai saat ini masih bergantung pada minyak bumi [2].

Kabupaten Jember dengan kondisi geografis yang strategis merupakan wilayah yang sangat luas dan melimpahnya sumber daya dari alam, dimana sangat berpeluang untuk mengembangkan potensi daerahnya. Posisi yang terletak diantara pegunungan Argopuro dan Samudera Hindia berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik yang berorientasi pada pemanfaatan energi alam, salah satu pemanfaatan energi angin adalah membangun sebuah pembangkit listrik dengan memaksimalkan potensi angin yang ada di wilayah kabupaten Jember. Permasalahan utama yang muncul adalah diperlukan sebuah cara untuk mengetahui karakteristik kondisi angin yang nantinya digunakan sebagai acuan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), sementara itu diperlukan waktu yang lama untuk mengetahui karakteristik kondisi angin di daerah rencana pembangunan PLTB, sehingga perlu analisis yang sesuai untuk perencanaan pembangunan PLTB yang memadai. Kecepatan rata-rata angin di daerah pantai selatan kabupaten Jember (pantai Watu Ulo) yaitu 4,209 ms². Sementara dari penelitian sebelumnya tentang potensi energi angin di pantai Watu Ulo tersebut didapatkan nilai parameter (k) yaitu 2,561 dan skala (c) yaitu 4,863. karakteristik angin di daerah Pantai wisata Watu Ulo kabupaten Jember memiliki variasi kecepatan angin sedang dan tiupan angin kencang yang sedikit [3].

Wilayah laut selatan Kabupaten Jember memiliki potensi untuk dibangun sebuah Turbin Angin karena berpotensi energi angin besar sebagai pendukungnya. Salah satu parameter untuk mengetahui karakteristik angin yaitu menggunakan analisis Weibull. Karakteristik kecepatan angin di pantai Puger memiliki jangkauan antara 1,3 - 15,0 m/s, sehingga dapat diambil karakteristik distribusi probabilitasnya dengan membuat sebuah kurva karakteristik Weibull dengan menggunakan parameter k-form (k) adalah 3,068; dan parameter skala (c) adalah 7,807. Peneliti menyimpulkan bahwa kecepatan angin yang dapat digunakan yaitu antara 3,5 - 10,5 m/s mencapai 91,11%, sehingga masih memiliki potensi yang cukup untuk dibangun PLTB dengan turbin dari ukuran kecil sampai sedang. Sementara itu, dengan melihat dari potensi dayanya, dengan laju rata-rata angin sebesar 6,1 m/s, memiliki potensial daya sebesar 3025 watt dan daya yang diserap oleh turbin mencapai 1.758 watt. Nilai ini akan cukup berguna jika jumlah turbin yang digunakan semakin besar [4].

Turbin angin sebelumnya dibuat untuk memenuhi kebutuhan para petani untuk membantu kerja pada penggilingan padi, kebutuhan aliran sungai dan lainnya. Turbin angin dahulu dikenal sebagai kincir angin di negara-negara Eropa, dan saat ini Turbin angin banyak dibangun dan dikembangkan secara luas untuk pasokan

energi listrik di dunia, dengan konsep konversi energi dan penggunaan energi terbarukan [5],[6].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental, yaitu analisa pengaruh perbandingan variasi jumlah sudu 3, 4 dan 5 terhadap kinerja turbin angin sumbu vertikal darrieus tipe-H menggunakan sudut sudu 5° yang di uji kinerjanya di laboratorium Universitas Muhammadiyah Jember. Selanjutnya bahan penelitian dibuat dengan ukuran yang sesuai pada turbin yang akan diamati. Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian turbin angin untuk mengetahui jumlah sudu terbaik dari turbin angin sumbu vertikal tipe darrieus-H terhadap daya yang dihasilkan.

Daya yang dapat dihasilkan oleh angin (Daya mekanik) adalah

$$P_A = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (1)$$

Dimana:

P_A = Daya angin (watt)

ρ = Densitas udara (1,1543 kg/m³)

A = Luas penampang kincir (m²)

V = Kecepatan angin (m/s)

Daya yang dapat dihasilkan oleh generator (Daya Elektrik)

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

Dimana:

$P_{\text{generator}}$ = Daya generator listrik (Watt)

V = Tegangan generator listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian

1. Tachometer

Penggunaan alat ini adalah sebagai penghitung rotasi poros. Tachometer yang digunakan adalah tachometer digital KW06-563 yang bekerja dengan memancarkan cahaya untuk membaca sensor dalam bentuk pemantul cahaya yang diletakkan pada poros.

2. Avometer

Avometer YX-1000A alat ukur untuk mengukur keluaran daya kelistrikan pada generator.

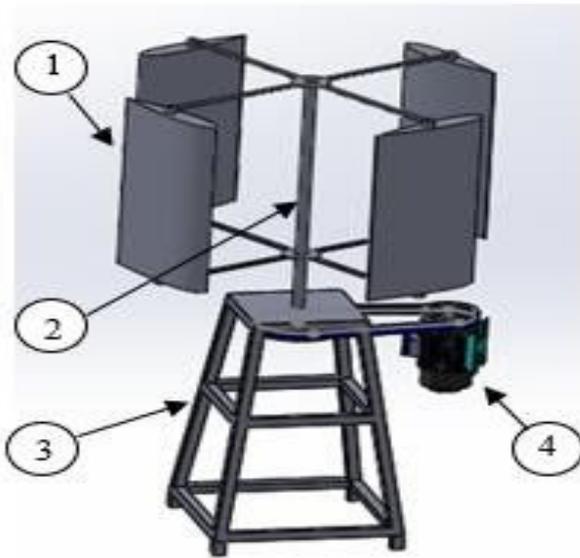
3. Anemometer

Anemometer GM816 berfungsi sebagai alat pengukur kecepatan angin.

Bahan-bahan penelitian

1. Baling – baling (Sudu) :
 - a) Bahan : *Pvc board* dan lembaran aluminium
 - b) Jumlah : 4 buah
 - c) Panjang *chord* : 25 cm
 - d) Panjang span : 75 cm
 - e) Tebal maksimal : 45 mm pada 75mm dari panjang *chord*
2. Generator DC
 - a) Produk : Generator listrik DC
 - b) *Output* : DC
 - c) Panjang : 11cm
 - d) Lebar : 8cm
 - e) Diameter *pulley* : 6 cm
 - f) *Output max* : 350 watt, 300rpm
3. Tiang penyangga turbin
 - a) Tinggi tiang : 100 cm
 - b) Bahan : Besi siku

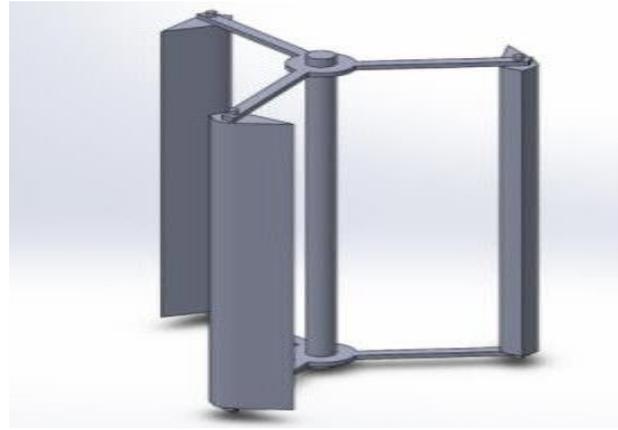
Desain Turbin Angin



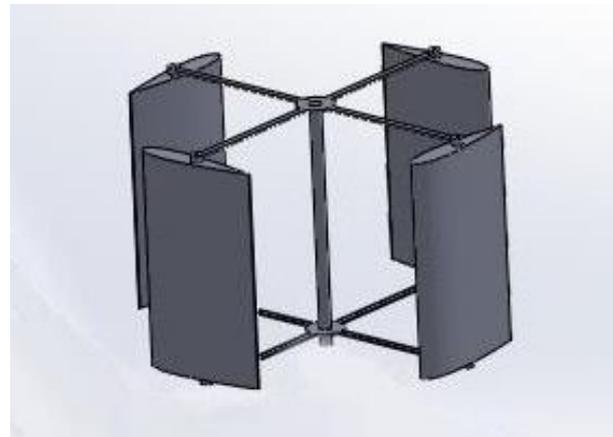
Gambar 1. Desain 3D turbin angin

Keterangan:

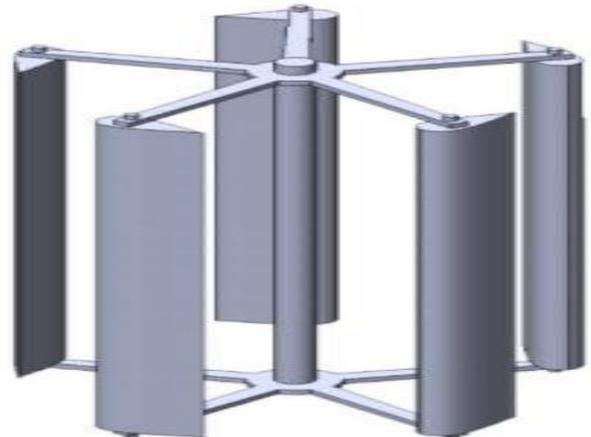
1. Sudu
2. Poros
3. Tiang penyangga
4. Generator



Gambar 2. Desain variasi 3 sudu



Gambar 3. Desain variasi 4 sudu



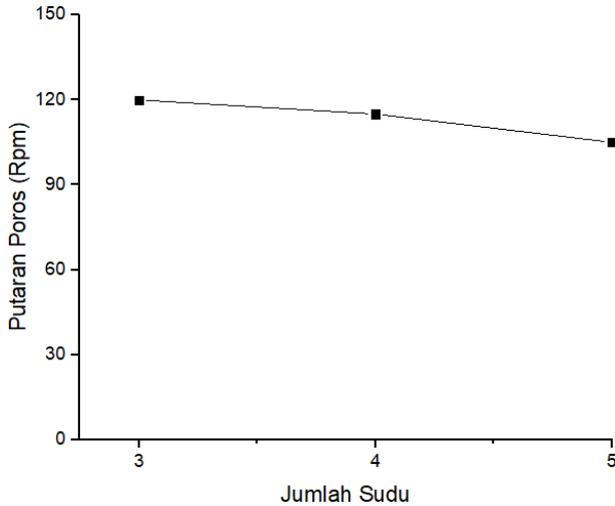
Gambar 4. Desain variasi 5 Sudu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Turbin Angin

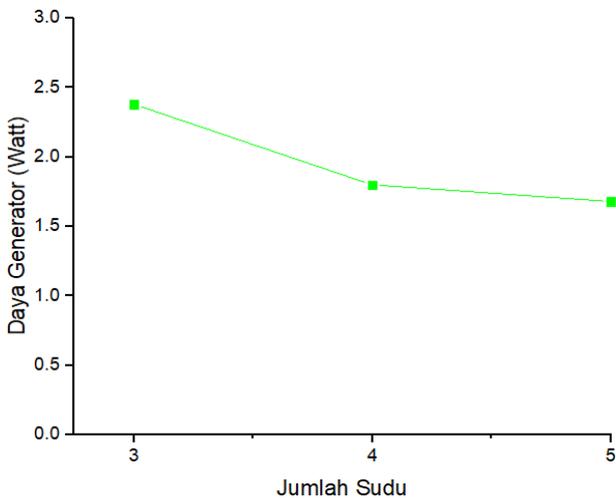
No.	Jumlah Sudu	Putaran Poros (rpm)	Daya Generator (watt)
1	3	120	2,28
2	4	115	1,8
3	5	105	1,68

Hasil pengukuran perbandingan turbin angin dengan variasi sudu 3, 4 dan 5. Pada kecepatan angin 6 m/s.



Gambar 5. Data hasil perbandingan putaran poros turbin angin variasi sudu 3, 4 dan 5.

Dari grafik data perbandingan diatas didapatkan hasil dari variasi 3 sudu sebesar 120 Rpm, variasi 4 sudu sebesar 115 Rpm dan variasi 5 sudu sebesar 105 Rpm. Hasil terbaik didapatkan pada variasi 3 sudu, Hal ini dikarenakan turbin dengan variasi 3 Sudu mempunyai jarak kerenggangan yang menjadikan aliran turbulensi angin relatif kecil sehingga mampu meningkatkan gaya momen serta mengurangi daya hambat angin.



Gambar 6. Grafik perbandingan daya generator

Dari grafik data perbandingan hasil terbaik diatas dapat dilihat bahwa Daya Generator paling tinggi didapatkan pada turbin angin dengan variasi 3 sudu sebesar 2,38 Watt. dan hasil paling rendah didapatkan pada turbin angin dengan variasi 5 sudu sebesar 1,68 Watt.

Data hasil perbandingan diatas dapat dilihat perbandingan bahwa semakin sedikit sudu yang digunakan

maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada turbin angin variasi 3 sudu mempunyai jarak kerenggangan yang menjadikan aliran turbulensi angin relatif kecil sehingga mampu meningkatkan gaya momen serta mengurangi daya hambat angin.

PENUTUP

Simpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jumlah sudu dan kecepatan angin mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan. data hasil penelitian paling tinggi didapat pada turbin angin dengan variasi 3 Sudu, dengan kecepatan angin 6 m/s yang menghasilkan Daya Generator 2,38 Watt dan Putaran Poros 120 Rpm. Sedangkan hasil penelitian yang paling rendah didapat pada turbin angin dengan variasi 5 Sudu yaitu menghasilkan Daya Generator 1,68 Watt dan Putaran Poros 105 Rpm.

Saran

Perlu pengembangan lebih lanjut tentang turbin angin, salah satunya yaitu pada ukuran turbin angin agar mendapatkan daya listrik yang lebih besar. dan untuk variasi pemodelan turbin bisa dikembangkan lagi agar mendapatkan turbin angin dengan tingkat efisiensi yang baik agar nantinya mampu menjadi pembangkit energi listrik untuk daerah-daerah yang belum dialiri listrik dari PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Abidin, "Strategi Pengembangan Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso Berbasis Energi Minihidro," vol. 5, no. 1, pp. 6–15, 2021.
- [2] Suprpto M. Analisis Turbin Angin Sumbu Vertikal Dengan 4, 6 Dan 8 Sudu. 2016.
- [3] Widiyanto P, Arif M, Prawidyasari D, Faraby H, Hardianto T. Potensi Tenaga Angin dengan metode weibull analisis di Pantai Watu Ulo Kabupaten Jember. Siniregi 3. Jember. 2018.
- [4] Parmaputra. 2015. Aplikasi Energi Terbarukan Melalui Pengukuran Potensi Angin dengan Metode Analisis Weibull pada Pantai Puger Jember. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
- [5] Razak A, dkk. pengaruh sudut sudu terhadap kinerja turbin angin sumbu horizontal. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila. 2018.
- [6] Ismail. Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus Untuk Penerangan Di Jalan Tol. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila. 2017.