

OPTIMASI DAYA TURBIN ANGIN TIPE DARRIEUS-H NACA 3412 DENGAN PEMILIHAN TINGGI SUDU DAN KECEPATAN ANGIN

Fina Andika Frida Astuti^{1*)}, Arif Rochman Fachrudin²⁾

¹⁾ Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang

²⁾ Program Studi D4 Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Malang, Malang

*Email Korespondensi : fina.andika@polinema.ac.id

ABSTRAK

Energi angin merupakan sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan dengan menggunakan turbin angin sehingga menghasilkan listrik melalui putaran poros yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana pemanfaatan secara optimal turbin angin tipe Darrieus –H naca 3412 dengan variasi pada dimensi sudu dan kecepatan angin. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah eksperimen, yaitu memvariasikan dimensi sudu dan variasi kecepatan angin. Dimensi sudu yang divariasikan dalam penelitian ini adalah tinggi sudu, yaitu sebesar 300 mm, 350 mm, 400 mm, 450 mm dan 500 mm, sedangkan kecepatan angin yang gunakan adalah 3 m/det , 3,5 m/det dan 4 m/ det. Dari penelitian dihasilkan, bertambahnya kecepatan angina dan bertambahnya tinggi sudu maka daya output yang dihasilkan semakin besar. Daya output terbesar pada kecepatan angin terbesar (5 m/s) pada tinggi sudu terbesar (500 mm), yaitu sebesar 3,62 W.

Kata kunci: sumbu vertikal, darrieus, daya turbin

ABSTRACT

Wind energy is a renewable energy source that can be utilized by using wind turbines to generate electricity through the resulting shaft rotation. The purpose of this study is how to optimally utilize the Darrieus-H naca 3412 type wind turbine with variations in blade dimensions and wind speed. In this study, the method used was experimental, namely varying the blade dimensions and wind speed variations. The dimensions of the blades that are varied in this study are the blade height, which is 300 mm, 350 mm, 400 mm, 450 mm and 500 mm, while the wind speeds used are 3 m / s, 3.5 m / s and 4 m / s. . From the research, the increase in wind speed and the higher the blade height, the greater the output power. The largest output power at the largest wind speed (5 m / s) at the largest blade height (500 mm), which is 3.62 W.

Key words: vertical axis, darrieus, turbine power

PENDAHULUAN

Angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang belum termanfaatkan secara maksimal baik skala nasional maupun skala internasional. Kebutuhan energi di dunia ini semakin lama semakin meningkat. Energi yang banyak digunakan sekarang ini adalah energi bahan bakar fosil. Energi fosil semakin menipis ketersediaannya, sehingga perlu adanya energi lain untuk dikembangkan, salah satunya adalah energi angin.

Energi angin termasuk energi fleksibel karena dapat digunakan di daerah manapun, baik di daerah lembah, daerah pegunungan maupun daerah laut. Namun, energi angin belum sepenuhnya digunakan di Indonesia yaitu hanya 1.060 KW dari 28.658.360 KW kapasitas listrik yang dihasilkan PLN[1]. Negara Indonesia mempunyai kecepatan angin berkisar dari 2 m/det sampai 6 m/det. Kondisi ini sesuai untuk pembangkit listrik tenaga angin dengan skala kecil (10 kW) dan skala menengah (10-100 kW). Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan dengan menggunakan turbin angin. Energi angin menggerakkan sudu-sudu turbin angin sehingga menghasilkan energi mekanik, yaitu berupa putaran

poros[2]. Putaran poros diteruskan ke generator sehingga menghasilkan energi listrik. Turbin angin mempunyai kelebihan mudah dioperasikan dan mudah pemeliharaannya.

Turbin angin secara umum diklasifikasikan menjadi dua berdasarkan sumbu putarnya, yaitu turbin angin dengan sumbu vertikal dan turbin angin dengan sumbu horisontal. Berdasarkan konstruksinya, masing masing turbin angin tersebut mempunyai kelemahan dan kelebihan. Turbin angin sumbu vertikal mempunyai konstruksi yang lebih kuat, akan tetapi berefisiensi lebih kecil disbanding efisiensi turbin angin sumbu horizontal, sehingga banyak penelitian dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensinya.

Beberapa jenis turbin angin sumbu vertikal diantaranya adalah turbin angin Darrieus dan salah satunya yaitu Darrieus tipe H. Turbin angin ini memakai lengan untuk menghubungkan sudu dengan poros utama. Turbin ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Turbin Angin Darrieus Sumbu Vertikal

Turbin Darrieus adalah turbin dengan *vertical axis* yang dikembangkan oleh seorang berasal dari Perancis bernama Georges Jean Marie Darrieus pada tahun 1931. Turbine darrieus mempunyai kelebihan yaitu tidak terlalu memperhitungkan arah aliran dikarenakan bentuknya yang simetri, tekanan gravitasi tidak mampu balik pada bentuk sudunya, bisa beroperasi pada head dan kecepatan yang rendah. Kelemahannya kelemahan tidak mampu melakukan self-starting serta getaran ketika beroperasi tinggi.

Bentuk dari sudu dapat ditunjukkan dengan standar Airfoil [3] yang dinamakan dengan NACA (National Advisory Committee for Aeronautics). NACA merupakan Standar yang menunjukkan bentuk aerodinamika pada sudu / sayap. Bentuk aerodinamika pada sudu/sayap diperlukan untuk memberikan gaya angkat tertentu pada sudu / sayap sehingga sudu bisa berputar pada porosnya dan sayap bisa mengangkat badan pesawat.

Daya yang ditimbulkan oleh angin adalah energi kinetik dari potensi daya udara yang bergerak, sebagaimana dirumuskan pada persamaan 1 berikut:

$$P = 0,5. \rho. v^3 \quad (1)$$

Dengan

ρ : Kerapatan udara (kg/m^3)

A : Luas hembusan (m^2)

V: kecepatan angin (m/s)

Torsi merupakan kekuatan putar yang dapat didapatkan dengan perkalian antara jarak sumbu putar dengan gaya yang bekerja pada titik yang berjarak dari sumbu pusat sesuai dengan persamaan 2:

$$T = r. F \quad (2)$$

Dengan

T: torsi yang dihasilkan dari putaran poros (N.m)

F: gaya pada poros akibat puntiran (N)

R: jarak atau jari-jari lengan ke poros (m)

Daya turbin merupakan kemampuan turbin untuk merubah daya angin sesuai persamaan 3 berikut:

$$\begin{aligned} P_t &= T \cdot \omega \\ &= T \cdot 2\pi \cdot n/60 \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan

T : torsi (Nm)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

N : putaran (Rpm)

Penelitian mengenai turbin angin sumbu vertikal, meneliti tentang kinerja turbin angin sumbu vertikal dengan variasi sudut pitch. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sudut pitch 0° adalah yang paling efektif [1], [4] dan [5] dalam penelitiannya menghasilkan bahwa kecepatan angin dan jumlah sudu berpengaruh kepada daya listrik yang dibangkitkan. Jumlah sudu yang efektif menurut penelitiannya adalah sudu berjumlah 3.

Dari penjelasan-penjelasan diatas serta penelitian-penelitian sebelumnya, pemanfaatan energi angin adalah penting dalam rangka sebagai salah satu ketahanan energi dan sebagai energi alternatif selain bahan bakar fosil. Permasalahan permasalahan dalam turbin angin adalah bagaimana menghasilkan daya maksimum dari turbin angin, utamanya turbin angin sumbu vertikal, sehingga dalam penelitian ini dilakukan optimasi pada turbin angin sumbu vertikal darrieus tipe H sehingga menghasilkan daya yang optimum.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu:

Tahapan Perancangan

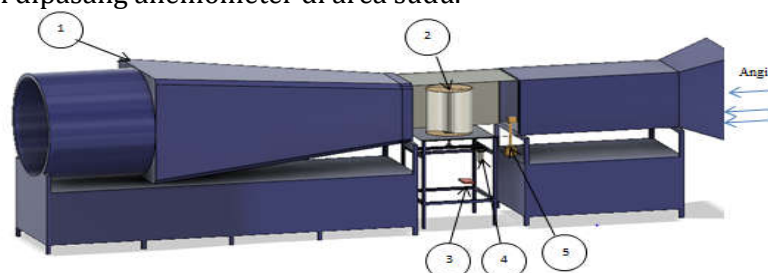
Tahapan perancangan meliputi perancangan elemen turbin, penentuan dimensi turbin dan perancangan instalasi pengujian. Spesifikasi turbin yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi dari Turbin Angin

No	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Turbin	Darrieus tipe H
2	Sumbu	Vertikal Aksis
3	Diameter	40 mm
4	Panjang Chord	70 mm
5	Tinggi Blade	300 mm ; 350 mm, 400mm ; 450 mm ; 500 mm
6	Material Blade	Seng
7	Jumlah Blade	4
8	No NACA	3412

Instalasi Pengujian

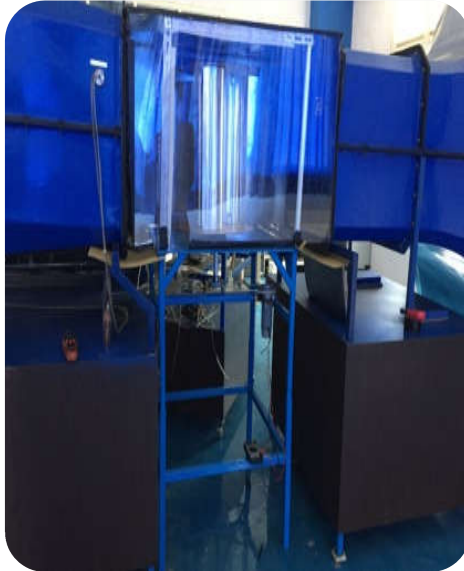
Instalasi pengujian ditunjukkan pada gambar 2. Turbin diletakkan pada terowongan angin. Untuk simulasi kecepatan angin menggunakan kipas angin (fan), dan untuk mengukur kecepatan angin dipasang anemometer di area sudu.



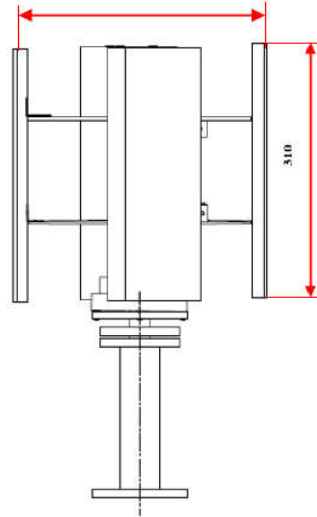
Gambar 2. Instalasi Pengujian

Keterangan :

1. Kipas angin (Fan)
2. Terowongan angin
3. Turbin
4. Anemometer
5. Pengukuran torsi



Gambar 3 Eksperimen



Gambar 4 Turbin sumbu Vertikal

Tahapan Pengujian

Setelah tahap perancangan telah selesai dilakukan dan terpenuhi, berikutnya dilakukan tahapan pengujian. Langkah-langkah pada tahap pengujian adalah sebagai berikut:

1. Memvariasikan tinggi sudu dan memvariasikan kecepatan angin. Tinggi sudu yang divariasikan adalah 300 mm, 350 mm, 400 mm, 450 mm dan 500 mm, sedangkan kecepatan angin yang divariasikan : 3 m/det ; 3,5 m/det dan 4 m/det.
2. Menempatkan alat ukur kecepatan udara, alat ukur kecepatan poros (tacho meter) dan alat ukur Torsi berupa neraca pegas.
3. Menjalankan blower dengan mengatur kecepatan udara pada panel yang terdapat pada komponen wind tunnel..
4. Menunggu turbin angin bekerja sampai stabil.
5. Mencatat data kecepatan putaran turbin dengan menggunakan tachometer.
6. Mencatat data gaya pada turbin dengan cara memasang tali dengan ujung diikat dengan neraca pegas, sementara ujung satunya diikat pada puli. Tali akan menarik neraca pegas ketika turbin bergerak, sehingga bisa dilihat gaya yang terjadi. Untuk menghitung torsi, gaya tersebut dikalikan dengan jari jari puli.
7. Dari data-data diatas hitung nilai torsi, daya poros,.
8. Data data yang dari hasil pengambilan data diolah dalam bentuk grafik.

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas penelitian dalam penelitian ini adalah :
 - a. Kecepatan angin: 3 m/s, 3,5 m/s, 4 m/s . (disimulasikan dengan fan).
 - b. Tinggi sudu turbin angin: 300 mm, 350 mm, 400 mm, 450 mm, 500 mm.
2. Variabel terikatnya adalah daya turbin, yaitu daya poros yang dihasilkan oleh turbin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

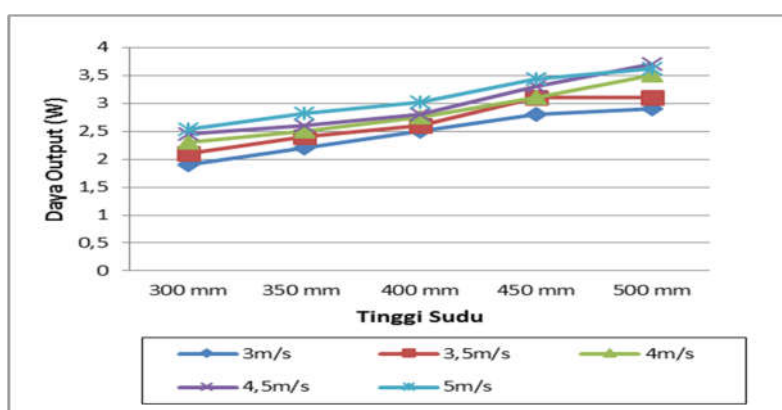
Data Hasil Pengujian

Tabel 1. Tabel Hasil pengujian kecepatan angin dengan tinggi sudu.

Kec. Angin (m/s)	Tinggi Sudu (mm)	Beban (N)	Putaran (Rpm)	Jari jari (m)	Daya Poros (W)
3	300	23,11	76,4	0,1	1,90
	350	27,63	78,88	0,1	2,20
	400	32,26	81,04	0,1	2,50
	450	36,77	82,46	0,1	2,80
	500	39,93	86,46	0,1	2,90
3,5	300	26,97	80,64	0,1	2,10
	350	32,35	84,66	0,1	2,40
	400	35,81	86,5	0,1	2,60
	450	44,88	90,92	0,1	3,10
	500	47,21	95,64	0,1	3,10
4	300	32,61	89,04	0,1	2,30
	350	36,08	90,64	0,1	2,50
	400	41,83	95,52	0,1	2,75
	450	47,81	96,86	0,1	3,10
	500	56,09	100,64	0,1	3,50
4,5	300	36,92	94,64	0,1	2,45
	350	41,00	99,04	0,1	2,60
	400	45,66	102,4	0,1	2,80
	450	54,86	104,4	0,1	3,30
	500	62,98	106,9	0,1	3,70
5	300	41,37	102,6	0,1	2,53
	350	47,93	106,66	0,1	2,82
	400	52,36	108,84	0,1	3,02
	450	61,70	112,86	0,1	3,43
	500	67,53	117,16	0,1	3,62

Pembahasan

Daya turbin angin dengan variasi sudu ditunjukkan gambar 1.



Gambar 5. Grafik hubungan Tinggi sudu engan daya output

Berdasarkan gambar 5, semakin tinggi sudu turbin angin pada semua kecepatan angin, menghasilkan daya turbin angin semakin besar. Semakin tinggi ukuran sudu turbin dapat diartikan bahwa luasan sudu yang menangkap angin semakin besar sehingga memberikan hasil yang berbeda dengan ukuran tinggi sudu yang lainnya. Daya turbin terendah terjadi pada turbin angin dengan tinggi sudu paling rendah dan kecepatan angin paling rendah. Daya output semakin besar seiring pertambahan dari ukuran tinggi sudu pada masing masing kecepatan angin. Daya turbin angin terbesar ada di kecepatan angin 5 m/s yang berketinggian sudu paling tinggi yaitu 500 mm yaitu sebesar 3,62 W.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan bahwa pemanfaatan turbin angin paling optimal pada semua kecepatan angin adalah pada sudu yang berukuran tinggi. Kecepatan angin dan tinggi sudu turbin angin sumbu vertikal naca 3412 mempunyai pengaruh daya output yang dihasilkan. Semakin besar kecepatan angin dan semakin tinggi sudu maka akan semakin besar daya output yang berupa daya poros yang dihasilkan. Daya output terbesar pada kecepatan angin terbesar (5 m/s) dengan tinggi sudu terbesar (500 mm), yaitu sebesar 3,62 W.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Politeknik Negeri Malang yang telah memfasilitasi penelitian dan telah membantu proses pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] F. Andika and F. Astuti, "Pengaruh Sudut Pitch Pada Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus-H Naca 3412," vol. 2, no. 2, pp. 72–76, 2019.
- [2] Sudargana and R. G. K. Yuniarso, "Analisa Perancangan Turbin Darrieus Pada Hydrofoil NACA 0015 Dari Karakteristik C1 dan C0 Pada Variasi Sudut Serang Menggunakan Regresi Linier pada Matlab," vol. 14, no. 1, pp. 21–28, 2012.
- [3] T. Mesin and F. Teknik, "Airfoil Simetris Terhadap Koefisien Angkat," vol. 11, no. 1, pp. 110–124.
- [4] A. R. Fachrudin, "Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus-H Naca 3412 Dengan Sudut Pitch 0 0," vol. 19, no. 2, pp. 195–202, 2018.
- [5] A. R. Fachrudin, M. E. Martawati, and B. S. Agus, "Pengambilan Keputusan Pemilihan Daya Listrik Kincir Angin Sumbu Vertikal," vol. III, no. 2, pp. 32–36, 2017.