



## Optimalisasi Turbin Angin Darrieus dengan Variasi Perbandingan Jumlah Sudu

Muhammad Suprpto\*<sup>1</sup>, Idzani Muttaqin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, Indonesia

[muhammadsuprpto13@gmail.com](mailto:muhammadsuprpto13@gmail.com)<sup>1</sup>, [idzanimuttaqin@gmail.com](mailto:idzanimuttaqin@gmail.com)<sup>2</sup>

Alamat: Jl. Adhyaksa No.2, Sungai Miai, Kec. Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70123

Korespondensi Penulis : [muhammadsuprpto13@gmail.com](mailto:muhammadsuprpto13@gmail.com)\*

**Abstract.** Wind energy is a renewable energy that has the potential to be developed as an electricity generator. Indonesia has the potential for wind energy throughout the year but the wind speed is still classified as low wind speed. Development of a small scale Darrieus wind turbine that can operate at low wind speeds. In this research, variations in the number of blades 2, 3 and 4 are the focus to improve the performance of the Darrieus wind turbine. Testing at a wind speed of 3.4 m/s, the turbine with 2 blades had the highest rotation value of 128 Rpm, 4 blades had a rotation value of 98.6 and the lowest rotation result was 3 blades with a rotation value of 76.5 Rpm.

**Keywords:** blades, wind speed, turbine, Darrieus

**Abstrak.** Energi angin merupakan salah satu energi terbarukan yang memiliki potensi dikembangkan sebagai pembangkit tenaga listrik, indonesia memiliki potensi energi angin sepanjang tahun namun kecepatan angin masih tergolong kecepatan angin rendah. Pengembangan turbin angin darrieus skala kecil yang dapat beroperasi pada kecepatan angin rendah, pada penelitian ini variasi jumlah sudu 2, 3 dan 4 menjadi fokus untuk meningkatkan kinerja pada turbin angin darrieus. Pengujian pada kecepatan angin 3,4 m/s turbin dengan jumlah sudu 2 memiliki nilai putaran tertinggi sebesar 128 Rpm, jumlah sudu 4 memiliki nilai putaran 98.6 dan hasil putaran terendah pada jumlah sudu 3 dengan nilai putaran 76,5 Rpm.

**Kata Kunci :** Sudu, kecepatan angin, Turbin, Darrieus

### 1. PENDAHULUAN

Energi angin telah lama dikenal dan dimanfaatkan manusia misalnya untuk pembangkit tenaga listrik, namun energi angin di wilayah Indonesia tergolong kecepatan angin rendah, meskipun demikian, potensi angin di Indonesia tersedia hampir sepanjang tahun, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan pembuatan sistem pembangkit listrik skala kecil. Salah satunya pembuatan turbin angin, yang nantinya akan bisa membantu menghasilkan tenaga listrik dan bisa mencukupi kebutuhan listrik masyarakat. (Sando Krisna Wardani, 2017)

Angin yang dialami di lokasi tertentu sangat bergantung pada topografi lokal dan faktor lainnya, dan kecepatan dan arah angin seketika sangat bervariasi daripada rata-rata per detik. Rata-rata kecepatan angin per detik di Syamsudin Noor Airport mengalami variasi musiman kecil sepanjang tahun.

Saat ini masih banyak orang yang belum menyadari selain sebagai pelindung bangunan tempat tinggal ternyata sudu Darrieus juga mempunyai potensi sebagai penghasil energi, salah satunya Turbin Angin. (Suprpto, M., & Muttaqin, I. 2022) Untuk itu perlu dilakukan penelitian Seberapa besar perbedaan pengaruh material plastic penutup pagar dan kayu triplek pada Turbin Angin Darrieus Bertingkat, sebagai pembangkit listrik tenaga angin untuk putaran rendah sesuai dengan potensi angin di Kalimantan Selatan.

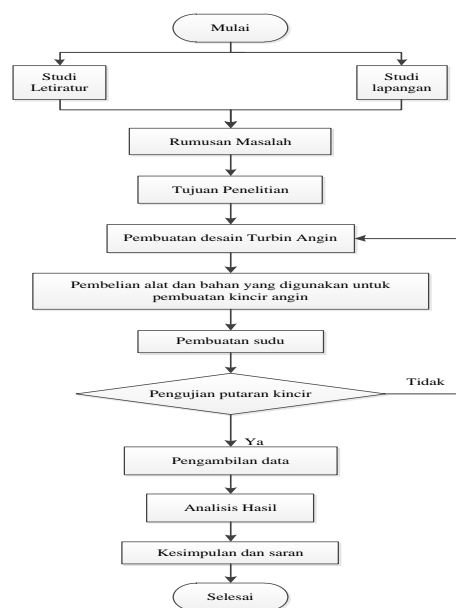
Turbin angin Darrieus adalah salah satu jenis turbin angin yang memiliki sumbu vertikal yang cocok di letakkan pada 10 meter di atas permukaan tanah dengan potensi angin yang cukup baik, dengan memanfaatkan aliran angin yang ada. Konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari variasi sudu. Pada perkembangannya turbin Darrieus ini banyak mengalami perubahan bentuk rotor, untuk menghasilkan daya listrik yang lebih maksimal.

Turbin angin yang sesuai untuk kecepatan angin rendah adalah jenis turbin darrieus, tetapi perlu dilakukan beberapa modifikasi untuk menambah daya tangkap angin dengan menambahkan 2, 3 dan 4 sudu

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian

Langkah kerja dalam penelitian ini meliputi perencanaan kincir hingga analisis data. Langkah kerja dalam penelitian ini dalam bentuk gambar diagram alir seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.

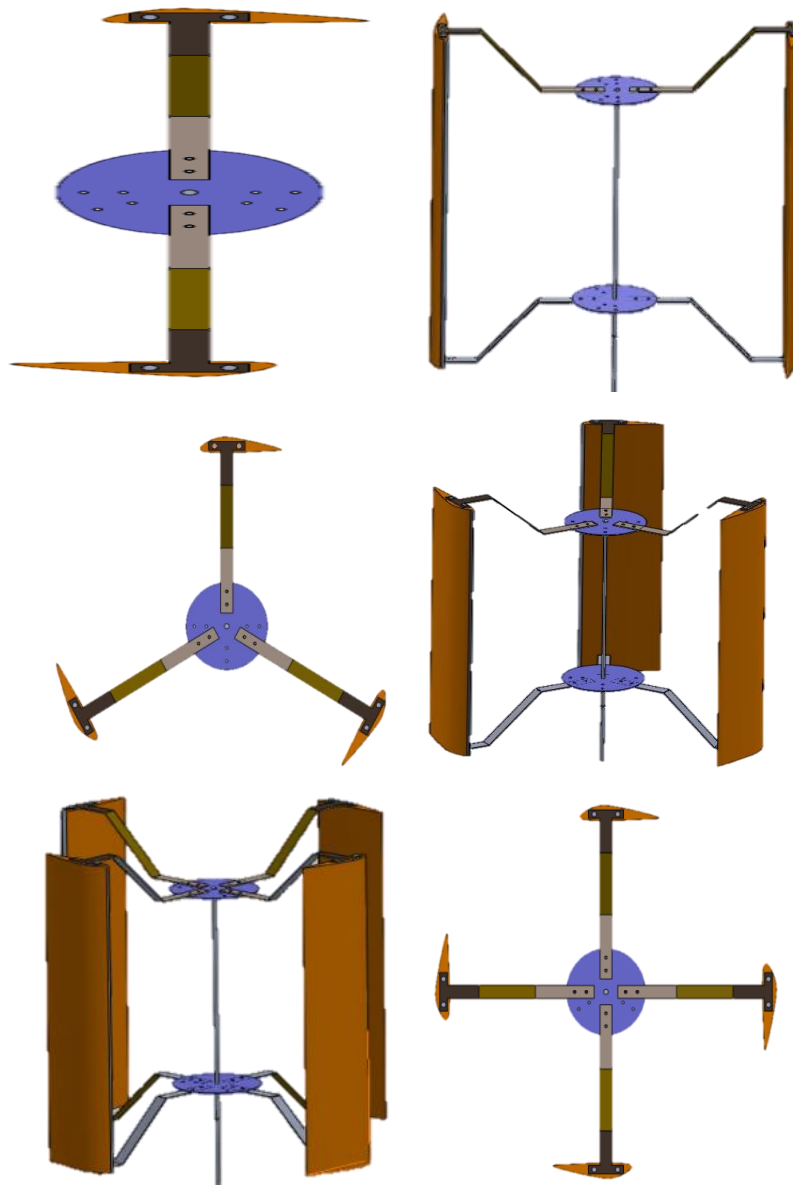


**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Sumber : Data pribadi

## Desain Turbin Angin Darrieus

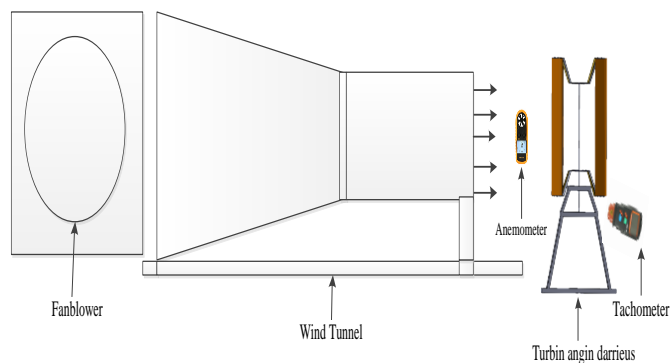
Turbin angin darrieus dengan desain kincir angin, dengan 2 buah kincir, 3 buah kincir dan 4 buah kincir pada gambar 2



**Gambar 2.** Desain kincir angin 2, 3 dan 4 sudu  
(sumber : dokumen Pribadi)

## Pengambilan Data Dan Pengolahan

Pengujian atau pengambilan data dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammad Arsyad Al-Banjari, Banjarmasin. Proses pengambilan data dilakukan secara bergantian sesuai dengan variasi kecepatan angin dan variasi jumlah sudu. Berikut pemasangan posisi turbin angin yang akan diteliti seperti pada Gambar 3



**Gambar 3.** Posisi turbin pada saat penelitian

Sumber : Data pribadi

Setelah semua komponen terpasang seperti pada Gambar 2, maka dilakukan pengambilan data sebagai berikut :

- 1) Atur turbin angin sesuai dengan variasi yang akan diuji.
- 2) Hidupkan *blower* dan atur kecepatan sesuai dengan variasi yang akan diuji.
- 3) Setelah jumlah sudu dan kecepatan angin sesuai dengan variasi.
- 4) Setelah semua selesai diatur maka selanjutnya lakukan pengambilan data.
- 5) Ambil data putaran poros dengan menggunakan *Tachometer*.
- 6) Lakukan ulang langkah 1-4 sampai semua variasi selesai.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian turbin angin Derrieus tipe H dengan penampang sudu menggunakan bentuk *airfiol* NACA 2415 dengan variasi jumlah sudu, dan kecepatan angin di dapatkan data sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data hasil pengujian dengan variasi kecepatan angin dan jumlah sudu 2

No	Jumlah sudu	Kecepatan angin	Putaran turbin (Rpm)				Rata-Rata
			1	2	3	4	
1	2	2,7 m/s	104,8	108,7	113,4	117,9	111,2
2	2	2,9 m/s	113,8	113,3	118,4	115,3	115,2
3	2	3,0 m/s	116,4	119,3	120,4	119,1	118,8
4	2	3,2 m/s	118,8	125,4	130,2	131	126,35
5	2	3,4 m/s	120,9	124,1	133,4	134	128,1

Sumber : Data pribadi

**Tabel 2.** Data hasil pengujian dengan variasi kecepatan angin dan jumlah sudu 3

No	Jumlah sudu	Kecepatan angin	Putaran turbin (Rpm)				Rata-Rata
			1	2	3	4	
1	3	2,7 m/s	69	67,6	71,8	69	69,35
2	3	2,9 m/s	76,2	71,7	69,4	72,7	72,5
3	3	3,0 m/s	71,3	71,1	73,7	74,6	72,675
4	3	3,2 m/s	74,4	73,6	73,5	77,7	74,8
5	3	3,4 m/s	75,6	75,4	74,5	80,5	76,5

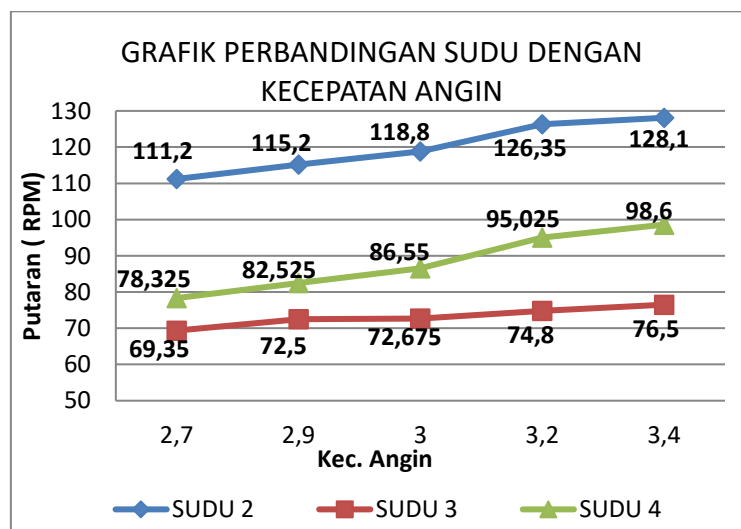
Sumber : Data pribadi

**Tabel 3.** Data hasil pengujian dengan variasi kecepatan angin dan sudu 4

No	Jumlah sudu	Kecepatan angin	Putaran turbin (Rpm)				Rata-Rata
			1	2	3	4	
1	4	2,7 m/s	74,4	78,1	80,5	80,3	78,325
2	4	2,9 m/s	78,2	78,7	83,3	98,9	82,525
3	4	3,0 m/s	82,3	83,8	84,5	95,6	86,55
4	4	3,2 m/s	89,8	94	96,5	99,8	95,025
5	4	3,4 m/s	97,9	98,6	98,5	99,4	98,6

Sumber : Data pribadi

Dari grafik di atas di perbandingan jumlah sudu dan kecepatan angin



**Gambar 4.** Grafik perbandingan sudu dan kecepatan

Sumber : Data pribadi

Berdasarkan gambar 7 diatas dapat diketahui bahwa putaran turbin dengan jumlah sudu 3 menghasilkan putaran yang lebih rendah dibandingkan jumlah sudu yang lain. Pada kecepatan angin 3,4 m/s, sudu dengan jumlah 2 menghasilkan putaran 128,1 rpm, sedangkan pada sudu dengan jumlah 4 menghasilkan putaran turbin 98,6 rpm dan pada sudu dengan jumlah 3 menghasilkan putaran 76,5 pada kecepatan yang sama.

### **Perhitungan Pengolahan Data**

Berikut contoh perhitungan untuk mengolah data-data hasil pengujian turbin angin Darrieus tipe H dengan penampang sudu menggunakan airfoil NACA seri 2415. Contoh perhitungan diambil dari Tabel 1 nomer 5 dengan menggunakan beberapa asumsi untuk mempermudah perhitungan. Diasumsikan massa jenis udara 1,225 kg/m<sup>3</sup>, gaya pengimbang 1,1 N diameter dari bilah 0,83 m, tinggi turbin 0,95 m, kecepatan angin rata-rata 3,4 m/s.

### **Pengujian Daya Turbin Angin**

Perhitungan besar daya angin yang ditangkap oleh turbin angin sebagai berikut:

$$P_{angin} = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3$$

$$A = d \cdot h$$

$$= (0,83) \cdot (0,95)$$

$$= 0,7885$$

$$P_{angin} = \frac{1}{2} (1,225)(0,7885)(3,4^3)$$

$$= \frac{1}{2} (1,225)(0,7885)(39,304)$$

$$= 18,98 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan didapatkan besar daya angin sebesar 18,98 W

### **Perhitungan Torsi**

Torsi yang dihasilkan oleh turbin angin sebagai berikut :

$$T = F L$$

$$= 1,1 * 0,415$$

$$= 0,456$$

Dari perhingan didapatkan besar torsi yang dihasilkan sebesar 0,456 Nm

### **Perhitungan Daya Turbin**

Setelah mendapatkan besar torsi yang dihasilkan maka dapat dihitung besarnya daya yang dihasilkan oleh turbin. contoh perhitungan diambil dari Tabel 1 nomer 5. Sebagai perhitungan besar daya dihasilkan oleh turbin:

$$P_{turbin} = \frac{(2 \pi n T)}{60}$$

$P_{\text{turbin angin}}$

$$= (2 * 3,14 * 128,1 * 0,456)/60$$

$$= 6,113 \text{ W}$$

Dari perhitungan besar daya yang dihasilkan oleh turbin sebesar 6,113 W

### Perhitungan Tip Speed Ratio

Besar *tip speed ratio* yang dihasilkan dapat dihitung perhitungan digunakan data pada Tabel 1 nomer 5. Perhitungan besar *tip speed ratio*:

$$tsr = \frac{2 \pi n r}{60 v}$$

$$tsr = (2 * 3,14 * 128,1 * 0,415) / (60 * 3,4)$$

$$tsr = 1,64$$

Dari perhitungan didapatkan besar tip speed ratio yang dihasilkan oleh turbin sebesar 1,64.

### Perhitungan Koefisien Daya

Koefisien daya yang dihasilkan oleh turbin berikut perhitungan besar koefisien daya turbin:

$$C_p = \left( \frac{P_{\text{turbin}}}{P_{\text{angin}}} \right) \times 100\%$$

$$= \left( \frac{6,11}{18,98} \right) \times 100\%$$

$$= 0,32$$

Dari perhitungan didapatkan besar koefisien daya sebesar 0,32

**Tabel 4.** Data hasil perhitungan pada Jumlah sudu 2, 3, dan 4 dengan variasi Kecepatan angin

No	Jumlah sudu	Putaran turbin (rpm)	Torsi (Nm)	Daya Angin	Daya Turbin	tsr	Cp
1	2	111,2	0,456	9,50	5,31	1,79	0,56
2	2	115,2	0,456	11,77	5,50	1,73	0,47
3	2	118,8	0,456	13,04	5,67	1,72	0,43
4	2	126,35	0,456	15,82	6,03	1,71	0,38
5	2	128,1	0,456	18,98	6,11	1,64	0,32
6	3	69,35	0,456	9,50	3,31	1,11	0,35
7	3	72,5	0,456	11,77	3,46	1,08	0,29
8	3	72,675	0,456	13,04	3,47	1,05	0,27
9	3	74,8	0,456	15,82	3,57	1,02	0,22
10	3	76,5	0,456	18,98	3,65	0,98	0,19
11	4	78,325	0,456	9,50	3,74	1,26	0,39

12	4	82,525	0,456	11,77	3,94	1,24	0,33
13	4	86,55	0,456	13,04	4,13	1,25	0,32
14	4	95,025	0,456	15,82	4,53	1,29	0,28
15	4	98,6	0,456	18,98	4,70	1,26	0,25

#### 4. KESIMPULAN

1. Perbandingan turbin angin sumbu vertikal dengan variasi jumlah sudu terhadap putaran turbin, menunjukkan perbedaan antara sudu 2, sudu 3, dan sudu 4 terutama pada putaran turbin yang mana pada jumlah sudu 2 memiliki putaran yang lebih tinggi daripada jumlah sudu yang lain. Saat menggunakan sudu 2, kecepatan angin 3,4 m/s menghasilkan putaran 128,1 rpm sedangkan pada sudu 3 menghasilkan putaran turbin sebesar 76,5 rpm pada kecepatan angin 3,4 m/s dan pada sudu 4 menghasilkan putaran turbin sebesar 98,6 rpm pada kecepatan angin 3,2 m/s.
2. Kecepatan angin memiliki pengaruh yang besar terhadap pada putaran turbin, semakin besar kecepatan maka semakin besar pula putaran yang dihasilkan pada sudu 2 dengan nilai putaran 128,1 rpm kecepatan angin 3,4 m/s.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Almohammadi, K. M., Ingham, D. B., Ma, L., & Pourkashanian, M. (2015). Modelling dynamic stall of a straight blade vertical axis wind turbine. *Journal of Fluids and Structures*.
- Kanyako, F., & Janajre, I. (2014). Vertical axis wind turbine performance prediction: High and low fidelity analysis. In *Proceedings of the 2014 IAJC-ISAM International Conference*.
- Kusuma, M. W. T., Aziz, A., & Mainil, R. I. (2016). Kaji eksperimental kinerja turbin angin sumbu vertikal tipe Darrieus H 4 blade profile NACA 2415 dengan variasi sudut pitch. *Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau*.
- Mainil, R. I., et al. (2016). Kaji eksperimental turbin angin Darrieus-H dengan bilah tipe NACA 2415 (PhD thesis). *Riau University*.
- Saputra, G. (2016). Kaji eksperimental turbin angin Darrieus-H dengan bilah tipe NACA 2415. *JOM Teknik Mesin, Universitas Riau*.
- Saputra, G., Aziz, A., & Mainil, R. I. (2016). Kaji eksperimental turbin angin Darrieus-H dengan bilah tipe NACA 2415. *Laboratorium Rekayasa, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau*.
- Suprpto, M., & Muttaqin, I. (2022). Analisis turbin angin vertikal hybrid Savonius bertingkat dan Darrieus tipe H-Rotor. *AL JAZARI: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(2).
- Taufiqurrahman, R., Rahman, & Suphandani, V. (2017). Penelitian numerik turbin angin Darrieus dengan variasi jumlah sudu dan kecepatan angin. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri*.