

# ANALISIS PERFORMA TURBIN ANGIN DARRIEUS-H NACA 3412 DENGAN VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN PANJANG CHORD

Arif Rochman Fachrudin <sup>1)</sup>, Fina Andika Frida Astuti <sup>2)</sup>

arfachrudin@gmail.com <sup>1)</sup>, fina.andika@gmail.com <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Malang

<sup>2)</sup> Program Studi D-III Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

## Abstrak

Energi listrik di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar, namun kapasitas terpasangnya masih kecil karena belum tergarap dengan baik. Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi angin yang dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin dan pembangkit listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh panjang chord dan kecepatan angin terhadap daya turbin yang dibangkitkan oleh turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus-H Naca 3412. Variasi kecepatan angin yang digunakan adalah 3,4 m / s; 3,6 m / dtk; 4,0 m / dtk; 4,4 m / s dan 4,6 m / s dan variasi panjang chord 100 mm, 130 mm, 150 mm, 170 mm dan 200 mm. Hasil dari penelitian ini adalah semakin panjang chord maka daya turbin semakin besar dan semakin besar kecepatan angin maka daya turbin yang dihasilkan akan semakin besar. Daya turbin terbesar terjadi pada panjang chord terbesar yaitu 200 mm dan pada kecepatan angin terbesar 4,5 m/s yaitu 37,559 Watt.

**Kata Kunci :** *darrieus, panjang chord, turbin angin, vertical axis*

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar, namun kapasitas terpasangnya masih kecil. Hal ini karena energi listrik belum dieksplorasi secara efektif dan efisien [1]. Untuk cadangan energi angin dengan cadangan energi 60,6 GW dan kapasitas terpasang baru 1,1 MW atau 0,02% dengan kecepatan angin rata-rata di Jawa Timur tahun 2017 sebesar 3,7 m / s dan 2018 sebesar 3,8 m / s.

Saat ini dibutuhkan energi yang ramah lingkungan dan upaya untuk menggabungkan kebutuhan sumber energi tak terbarukan menjadi Energi Baru dan Terbarukan [2]. Berdasarkan [3], potensi dan pemanfaatan EBT di Indonesia masih sangat kecil. Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi

angin. Dengan penggunaan turbin angin, energi angin diubah menjadi energi mekanik dan kemudian dapat menghasilkan listrik melalui generator. Turbin merupakan turbin yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi, murah, karena tidak memerlukan komponen yang rumit dan mudah dalam pengoperasian serta perawatannya.

Secara garis besar turbin angin dibedakan menjadi dua, yaitu turbin sumbu vertikal dan turbin sumbu horizontal. Turbin angin sumbu vertikal memiliki bilah yang bergerak di sekitar sumbu yang terletak vertikal. Turbin angin sumbu horizontal memiliki bilah yang bergerak mengelilingi sumbu horizontal.

Kelebihan dari turbin angin sumbu vertikal adalah turbin angin sumbu vertikal memiliki konstruksi yang kuat dan tidak memerlukan arah arah angin, sehingga turbin ini sangat

tepat bila digunakan di tempat-tempat yang memiliki arah angin yang berbeda-beda. Dengan sumbu vertikal, penempatan genset dan gear box dapat ditempatkan di bawah blade, sehingga desain lebih praktis dan sangat efektif dalam keperluan perawatan.

Penelitian tentang turbin angin sumbu vertikal [4] meneliti pengaruh radius putar terhadap kinerja turbin angin sumbu vertikal. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semakin besar radius belok maka daya semakin besar [5] dan [6] dalam penelitiannya menyatakan bahwa kecepatan angin dan jumlah sudu berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Jumlah bilah yang efektif menurut penelitiannya adalah 3 bilah.

Penelitian ini difokuskan pada analisis panjang chord sudu terhadap unjuk kerja turbin angin sumbu vertikal Darrieus-H Naca 3412. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh panjang chord dan kecepatan angin terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus-H.

## 2. METODE PENELITIAN

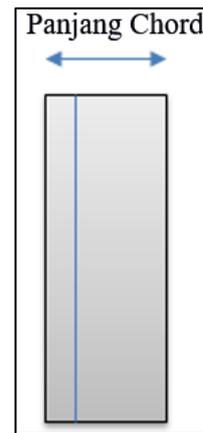
### 2.1 Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah prototipe. Adapun metode penelitian yang dilakukan yaitu studi literatur, perancangan, instalasi, dan pengujian sebagaimana terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

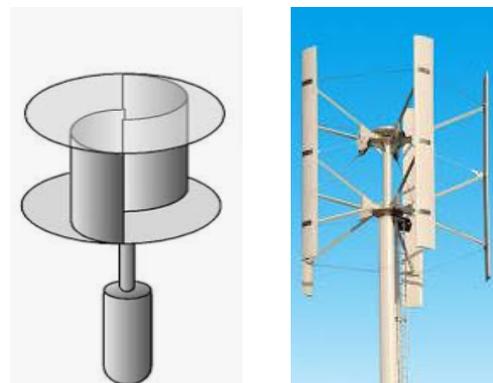
Variabel bebas yang digunakan yaitu kecepatan angin 3,6 m/s, 4,0 m/s, 4,6 m/s. Panjang chord yaitu 100 mm, 140 mm dan 200 mm. Panjang chord pada bilah ditunjukkan pada Gambar 2. Variabel terikat yaitu daya turbin.



Gambar 2. Chord

### 2.2 Studi Literatur

Turbin angin sumbu vertikal yang umum digunakan adalah jenis Savonius dan Darrieus. Turbin angin Savonius dapat berputar karena adanya gaya hambat. Efisiensi yang dapat dicapai oleh turbin angin jenis ini adalah sekitar 30%. Keunggulan dari turbin savonius adalah mampu bekerja dengan kecepatan rendah. Turbin angin savonius ditunjukkan pada Gambar 3.

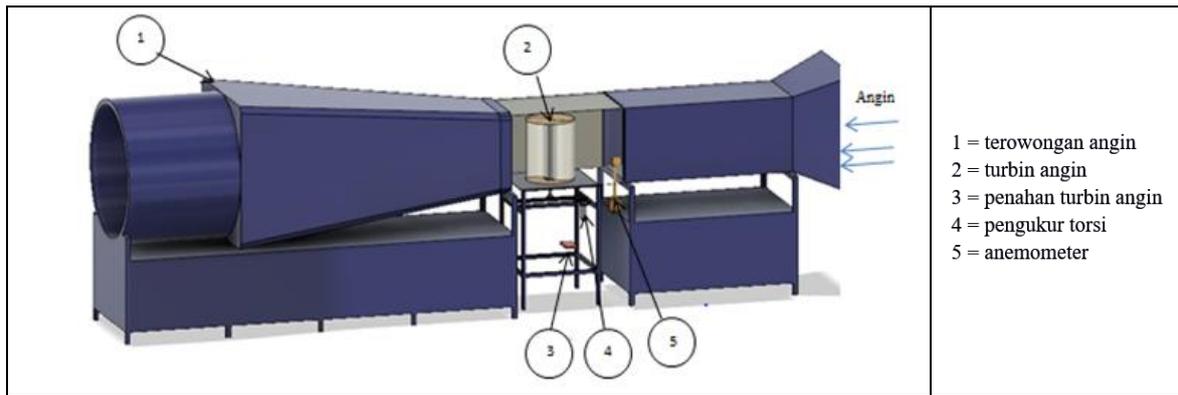


(a) Savonius

(b) Darrieus

Gambar 3. Turbin

Turbin angin Darrieus yang ditunjukkan pada Gambar 3b, memiliki bilah yang disusun dalam posisi simetris dengan sudut bilah yang disesuaikan relatif terhadap poros. Pengaturan ini cukup efektif untuk menangkap berbagai arah angin. Berbeda dengan Savonius, Darrieus memanfaatkan gaya angkat yang terjadi saat angin bertiup. Bilah turbin Darrieus bergerak di sekitar poros [7].



Gambar 5. Instalasi Penelitian

Pada turbin Darrieus terdapat bentuk sudu yang diwakili oleh sebuah airfoil NACA. Airfoil NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) adalah suatu bentuk informasi bentuk aerodinamis yang dapat menggambarkan gaya angkat tertentu terhadap benda lain dan dengan bantuan solusi matematis. Geometri airfoil memiliki pengaruh yang besar terhadap karakteristik aerodinamis dengan parameter penting berupa CL, selanjutnya akan dikaitkan dengan gaya angkat yang dihasilkan. Tenaga angin yang dibutuhkan untuk memutar turbin angin dirumuskan :

$$P = A \cdot \rho \cdot V \tag{1}$$

Dimana  $\rho$  Merupakan Massa jenis udara ( $\text{kg} / \text{m}^3$ ), A merupakan Luas sapuan ( $\text{m}^2$ ), dan V merupakan kecepatan angin ( $\text{m} / \text{s}$ ). Tenaga turbin adalah kemampuan turbin untuk memanfaatkan tenaga angin yang bekerja pada turbin menjadi tenaga mekanik berupa putaran poros. Tenaga turbin dirumuskan sebagai berikut :

$$P_t = T \cdot \omega \tag{2}$$

$$P_t = T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n / 60 \tag{3}$$

Dimana T merupakan torsi (Nm),  $\omega$  merupakan kecepatan sudut, ( $\text{rad} / \text{s}$ ), dan N merupakan putaran (Rpm)

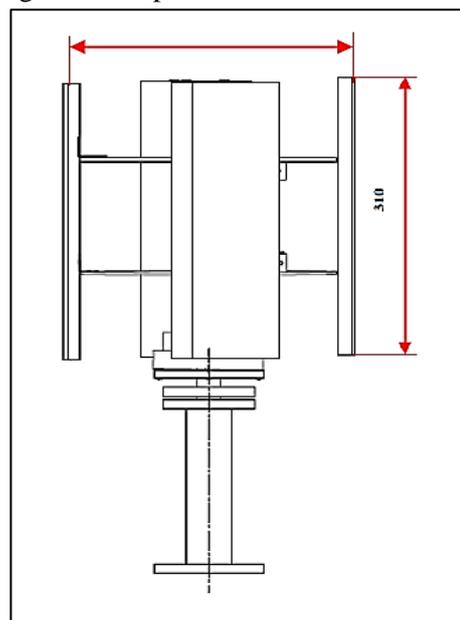
Torsi adalah hasil kali gaya kerja (Newton) dan jarak sumbu dari pusat rotasi. Persamaan torsi adalah sebagai berikut :

$$T = r \cdot F \tag{4}$$

Dimana T merupakan torsi yang dihasilkan dari putaran poros (Nm), F merupakan gaya pada poros akibat torsi (N), dan R merupakan jarak atau jari-jari lengan ke sumbu (m).

### 2.3 Perancangan

Tahap perancangan terdiri dari perancangan komponen turbin dengan menentukan dimensi komponen yang digunakan dan perancangan instalasi penelitian. Turbin angin sumbu vertikal ditunjukkan pada Gambar 4. Komponen dan spesifikasi turbin yang digunakan adalah sebagai berikut pada tabel 1.



Gambar 4. Sumbu Vertikal dengan 4 Blades

Tabel 1. Spesifikasi Turbin

Spesifikasi	Diskripsi
Tipe Turbin	Darrieus-H
Tipe Aksis	Vertical Axis
Panjang Chord	100 mm, 130 mm 150 mm. 170 mm dan 200 mm
Diameter <i>Rotary Axis</i>	300 mm
Material Blade	seng
Tinggi Blade	300 mm
Jumlah Blade	4 pieces
NACA	3412



Gambar 6. Eksperimen

Tabel 2. Hasil Pengujian

Kec. angin (m/s)	Panjang Chord (mm)	Beban (N)	Rotasi (Rpm)	Daya Turbin (Watt)
3,4	100	23,72	76,4	1,889
	130	28,26	78,88	3,333
	150	33,16	81,04	8,131
	170	37,42	82,46	12,298
	200	39,93	86,46	16,131
3,6	100	28,25	80,64	3,844
	130	35,05	84,66	11,058
	150	37,19	86,5	13,670
	170	44,88	90,92	22,710
	200	47,97	95,64	28,022
4	300	32,61	89,04	10,391
	350	36,08	90,64	14,232
	400	41,83	95,52	21,819
	450	47,81	96,86	28,473
	500	56,09	100,64	34,862
4,4	100	36,92	94,64	16,573
	130	41,00	99,04	22,505
	150	45,66	102,4	28,934
	170	54,86	104,4	36,313
	200	64,34	106,9	37,001
4,6	100	42,64	102,6	25,791
	130	49,76	106,66	35,555
	150	54,25	108,84	36,667
	170	64,16	112,86	37,512
	200	68,09	117,16	37,559

#### 2.4 Instalasi

Pada instalasi uji, turbin angin ditempatkan di terowongan angin. Poros turbin angin terhubung ke pengukur torsi dan takometer. Selain itu, ditempatkan pula anemometer sebagai alat pengukur kecepatan angin. Selanjutnya nyalakan blower untuk menghasilkan angin. Instalasi pengujian ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari hasil pengujian dan perhitungan ditunjukkan pada tabel 2. Hubungan antara kecepatan angin dan tenaga turbin. Hasil pengujian terlihat pada tabel 2. Semakin besar kecepatan angin maka daya turbin semakin besar. Nilai daya turbin terbesar pada kecepatan angin 4,6 m / s pada panjang chord 200 mm yaitu 37,559 Watt, sedangkan nilai terkecil terjadi pada kecepatan angin terendah yaitu 3,4 m / s dan pada panjang chord terpendek adalah sebesar 37,559 Watt. 100 mm, yaitu dari 1,889 Watt. Hal ini disebabkan semakin besar kecepatan angin maka semakin besar pula daya angin pada turbin tersebut sehingga daya yang diubah menjadi tenaga turbin juga semakin besar.

Hubungan Panjang chord dengan Tenaga Turbin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar panjang chord maka daya turbin yang dihasilkan akan semakin besar. Dengan panjangnya chord tersebut maka blade akan mendapatkan gaya angkat yang lebih besar dari pada daya drag, yang menghasilkan kecepatan putar dan daya turbin yang lebih besar. Daya turbin terbesar terjadi pada panjang chord terpanjang 200 mm dan kecepatan angin terbesar 4,6 m/s yaitu 37,559 Watt.

---

#### 4. KESIMPULAN

Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan angin maka daya turbin yang dihasilkan akan semakin besar. Semakin panjang chord pada tiap sudu maka semakin besar pula tenaga turbin yang dihasilkan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwono, BSA, Rahbini, Ubud salim, Djumahir, and Solimun., (2015), Analysis of dominants factor of renewable energy energy strategy, Journal Elsevier – Energy Procedia. Vol. 68, pp. 136-144.
- [2] P Smil, Vaclav., (2006), Energy at The Crossroads, Background notes for a Presentation at the Global Science Forum Conference on Scientific Challenges for Energy Research, Paris
- [3] <http://www.esdm.go.id/>
- [4] 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
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] U. S. Dharma and M. Masherni, “Pengaruh Desain Sudu Terhadap Unjuk Kerja Prototype Turbin Angin Vertical Axis Savonius,” Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin, vol. 5, no. 2, pp. 138–148, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i2.246.