

PENGARUH PERUBAHAN SUDUT DEFLEKTOR TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN H-DARRIEUS TIGA SUDU

¹Nofrianto Pasae, ²Frans R Bethony, ³Risa Lasarus,
⁴Lery Alfriany Salo, ⁵Ananda Sebastian Tonapa

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Kristen Indonesia Toraja

⁵Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Kristen
Indonesia Toraja

e-mail : nofrianto@ukitoraja.ac.id

e-mail : frobethony@gmail.com

e-mail : risa@ukitoraja.ac.id

e-mail : lerysalo@ukitoraja.ac.id

ABSTRAK

Angin merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan saat ini. Energi angin termasuk energi yang dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Pemanfaatan sumber energi angin sebagai pembangkit listrik merupakan salah satu upaya untuk memenuhi akan kebutuhan energi listrik yang semakin hari jumlah kebutuhannya semakin meningkat baik itu dibidang industri maupun dibidang komersial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan sudut deflektor terhadap torsi, daya, dan efisiensi dari turbin angin h- darrieus tiga sudu.

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dimana penulis melakukan pengujian turbin angin darrieus tipe horizontal menggunakan deflector bersudut kemiringan 30° 45° 60° dengan perubahan sudut deflektor pada kecepatan angin 3,6 m/s.

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan sudut deflektor pada turbin angin h- darrieus tiga sudu berpengaruh terhadap torsi, daya, serta efisiensi yang dihasilkan oleh pada 3 sudu sebesar 0,11 turbin. Pada penelitian ini yang mendominasi efisiensi tertinggi adalah pada sudut deflektor 45°. Torsi tertinggi dihasilkan pada sudut 45° sebesar 0,46 Nm. Daya turbin tertinggi yang dihasilkan adalah 135,8Watt. Efisiensi tertinggi dihasilkan pada sudut deflektor 45° sebesar 25,31, %.

Kata Kunci : Daya, Darrieus, efisiensi, jumlah sudu, sudut deflektor, torsi, turbin angin, tiga sudu.

I. Pendahuluan

Salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia adalah ketersediaan energi. Dalam aktivitas manusia sehari-hari, energi selalu menjadi unsur penting dalam memperlancar serta mendukung pekerjaan manusia. Pengembangan sumber energi terbarukan sangat perlu digalakkan untuk mencukupi kebutuhan manusia akan energi, energi listrik adalah salah satu unsur yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia pada umumnya. Hal ini menyebabkan energi listrik dari waktu ke waktu kian tinggi permintaanya. Energi listrik dihasilkan dari berbagai sumber

energi, baik berupa sumber penergi fosil maupun sumber energi terbarukan yang tak terbatas ketersediaannya di alam.

Indonesia saat ini sedang mengalami krisis energi listrik karena kebutuhan energi listrik yang semakin besar akibat adanya pertumbuhan industri, peningkatan jumlah pemakaian alat elektronik rumah tangga, perkembangan teknologi dan komunikasi, dan sebagainya. Beberapa permasalahan lain yang timbul antara lain penyebaran dan ketersediaan energi listrik yang tidak merata, pada beberapa daerah terpencil masih banyak masyarakat yang belum menikmati energi listrik akibat sulitnya membangun jaringan listrik.

Dalam upaya mendukung penyediaan listrik tersebut, alternatif penggunaan pembangkit listrik energi baru dan terbarukan semakin mendapat perhatian. Salah satu diantaranya adalah penggunaan teknologi konversi energi angin.

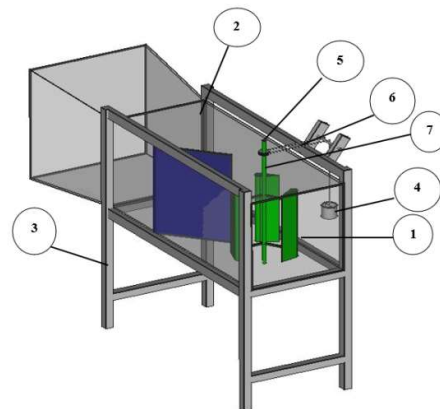
Dari sejumlah pengembangan prototipe sistem konversi energi angin (SKEA) yang telah dilakukan, salah satu di antaranya adalah turbin angin savonius. Turbin angin tersebut cocok di terapkan sebagai pembangkit listrik di daerah pedesaan atau daerah terpencil yang belum atau tidak terjangkau oleh pembangkit listrik konvensional atau jaringan PLN. Dalam hal ini daerah pegunungan sangat berpotensi dalam pembuatan sistem turbin angin, melihat intensitas angin yang lebih besar. Terutama di wilayah Indonesia, khususnya Tana Toraja yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari gunung dan lembah. Selain itu turbin angin juga menggunakan peralatan yang sederhana dan memiliki harga yang terjangkau serta pengoperasian dan pemasangannya yang tidak terlalu rumit. Disamping itu, kapasitasnya relatif kecil sehingga penggunaannya biasanya tersendiri atau pada satu rumah tangga, hal ini tentu saja akan mempermudah dalam penggunaan dan pengoperasiannya sehari-hari.

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk menganalisa masalah tersebut dengan judul “Pengaruh perubahan sudut deflektor terhadap kinerja turbin angin H-Darrieus tiga sudu”

II. Fasilitas Metode Penelitian

Pembuatan prototipe Turbin angin Darrieus dan pengambilan data akan dilaksanakan pada bulan Desember 2021, bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Toraja.

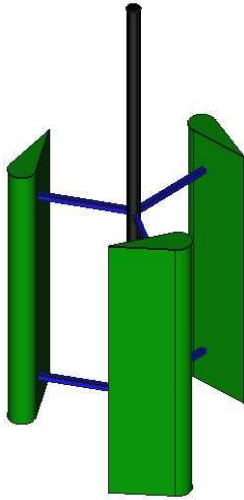
a. Layout Penelitian



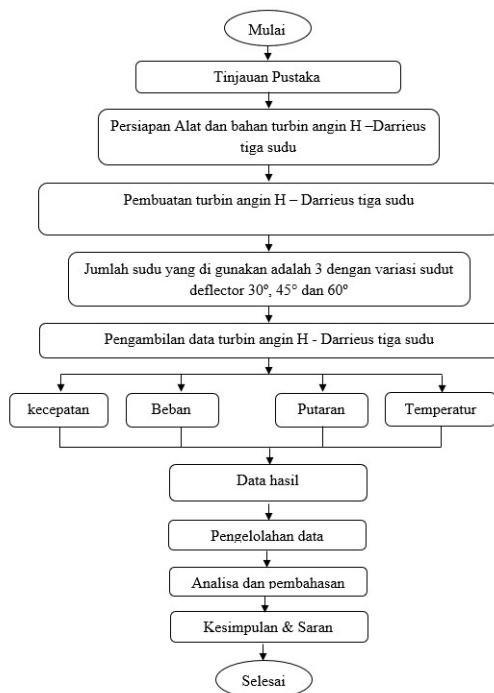
Gambar 2.1 layout turbin angin tipe H - Darrieus tiga sudu

Keterangan gambar :

1. Sudu turbin
2. Wind tunnel / terowongan
3. Rangka
4. Beban
5. Pully
6. Tali pembebanan
7. Poros turbin



Gambar 2.2 turbin angin H-Darrieus tiga sudu



Gambar 2.3 Diagram Alir Penelitian

Dalam pengujian yang dilakukan diketahui bahwa jumlah sudu yang di teliti adalah 3 sudu. Data perhitungan yang digunakan yaitu pada kecepatan angin 3,6 m/s temperatur 24,8 °C dan daya angin 1,64

Watt pembebanan 0,05 kg pada 3 sudu.

Luas penampang (A)

$$A = Dxh \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan : A = luas penampang (m²)

h = tinggi sudu (m)

D = diameter turbin (m)

Gaya pembebanan (F)

$$F = mxg \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan : F = gaya pembebanan (N)

m = massa / beban (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Daya Angin (Pw)

Untuk menghitung energi yang dihasilkan suatu SKEA untuk suatu periode waktu tertentu dapat dihitung berdasarkan daya angin yang tersedia dengan menggunakan persamaan :

$$Pw = \frac{1}{2} \rho A V^3 \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan : Pw = Energi angin (Watt)

ρ = massa jenis angin (Kg/m³)

A = luas penampang (m²)

V = kecepatan angin (m/s²)

Torsi (τ)

Torsi dapat diperoleh dengan menggunakan sistem pengereman dengan menggantungkan beban pada pulley yang berputar dengan persamaan

$$\tau = Fxr \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan: τ = torsi (N.m)

F = gaya pembebanan (N)

r = jari-jari (m)

5. kecepatan sudut (ω)

Kecepatan sudut dapat di rumuskan sebagai berikut

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan: ω = kecepatan sudut (rad/s)

n = putaran turbin (rpm)

π = konstanta lingkaran (3,14)

6. Daya turbin (PT)

Daya kincir merupakan output dari daya angin, daya kincir dapat di peroleh dengan persamaan

$$P_T = \tau \times \omega \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan : P = daya kincir (Watt);

τ = torsi (N.m)

ω = Rotasi putaran kincir angin (Rad/s)

7. Tip speed ratio (λ)

Jika didefenisikan bahwa tip speed ratio (λ) adalah perbandingan antara kecepatan linear rotor dengan kecepatan angin sebelum sudu atau ditulis secara matematik :

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan : λ = tip speed ratio

ω = kecepatan sudut (Rad/s)

R = jari-jari poros (m)

V = kecepatan angin (m/s).

8. Efisiensi turbin (η)

Kinerja turbin merupakan perbandingan antara daya output dan input dari turbin angin, dapat di tulis dengan persamaan ;

$$\eta = \frac{P_T}{P_W} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

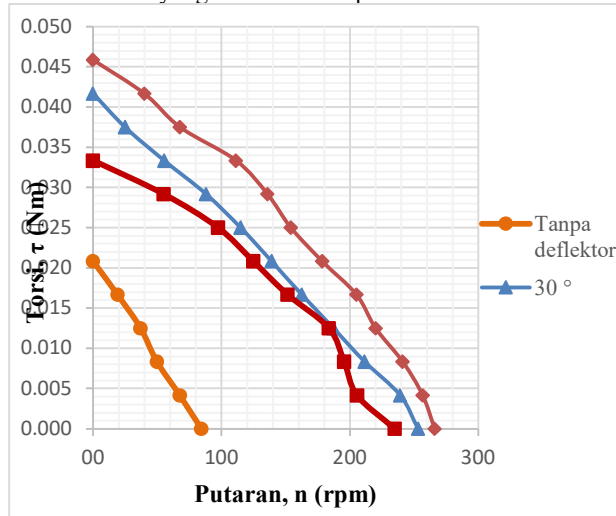
Dengan: η = Efisiensi turbin (%)

P_T = Daya turbin (Watt)

P_W = Daya angin (Watt)

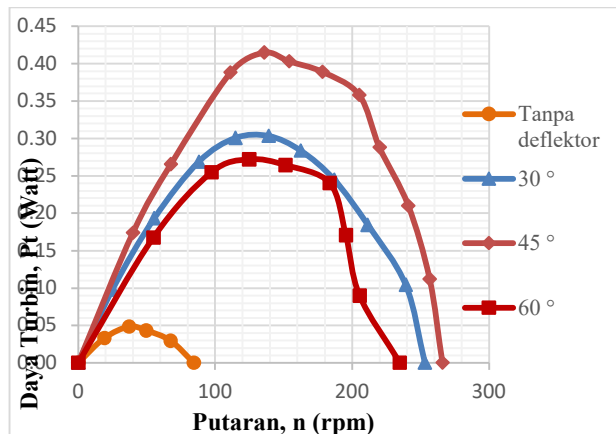
III. Hasil dan Pembahasan

Dengan selesainya melakukan pengujian dan pengolahan data turbin angin Darrieus tipe-H maka diperoleh data-data daya ideal angin, torsi, daya angin, serta efisiensi dari turbin. Daya yang diperoleh berbeda-beda hal ini disebabkan oleh variasi sudut deflektor yang berbeda-beda pula.



Gambar 3.1 Grafik pengaruh Putaran (rpm) Terhadap Torsi (Nm) turbin angin H Darrieus tiga sudu

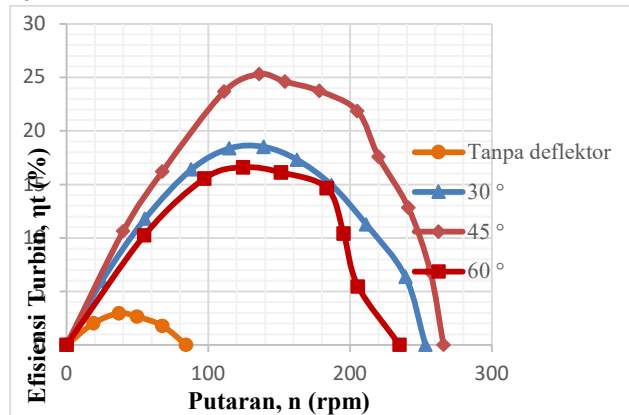
Dari pengujian yang dilakukan sebelum turbin berhenti terdapat pembebanan maksimum yang disebut torsi maksimum. Torsi maksimum ini terjadi sebelum turbin berhenti berputar atau torsi terjadi di bawah putaran daya maksimum. Dari grafik diatas menunjukkan pengaruh putaran terhadap torsi, pada sudut 30° pembebanan 0,5 kg diperoleh torsi maksimum sebesar 0,042 Nm. kemudian pada sudut 45° pembebanan 0,5 kg diperoleh torsi maksimum sebesar 0,046Nm sedangkan pada sudut 60° pembebanan 0,5 kg diperoleh torsi maksimum sebesar 0,033Nm.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Putaran (rpm) Terhadap Daya (Watt) Turbin angin H- Darrieus tiga sudu

Pada grafik diatas menunjukkan pengaruh putaran terhadap daya turbin. Pada putaran sudut 0° (tanpa deflektor) 84,3rpm menghasilkan daya turbin sebesar 0,037 Watt, kemudian pada sudut 30° putaran 253,1 rpm menghasilkan

daya turbin maksimum sebesar 0,30 Watt. Sedangkan pada sudut 45° putaran 265,9 rpm menghasilkan daya maksimum turbin sebesar 0,41 Watt. dan pada sudut 60° putaran 234,9 rpm menghasilkan 0,27 Watt. Dari hasil perhitungan dan analisa grafik disimpulkan bahwa turbin angin H- Darrieus tiga sudu dengan kecepatan angin 3,6 m/s sangat baik pada jumlah sudu 45°



Gambar 4.3 Grafik pengaruh putaran (rpm) Terhadap Efisiensi (%) Turbin angin H- Darrieus tiga sudu

Grafik diatas menunjukkan pengaruh antara putaran terhadap efisiensi turbin, pada sudut 30° putaran 253,1 rpm diperoleh efisiensi maksimum sebesar 25,31 %, dan pada sudut 45° putaran angin sebesar 265,9 rpm diperoleh efisiensi maksimum sebesar 25,31 % sedangkan pada sudut 60° putaran angin sebesar 234,9 rpm diperoleh efisiensi maksimum sebesar 16,60 % . tanpa deflektor

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan, pengujian, analisis data turbin angin H- Darrieus tiga sudu dengan variasi sudut deflektor (30°, 45°, 60°) maka didapat kesimpulan sebagai berikut

1. Torsi maksimum yang dihasilkan turbin sebesar 0,046 Nm pembebanan 0,5 kg pada sudut deflektor 45°.
2. Daya maksimum yang dihasilkan turbin sebesar 0,041 Watt putaran 265,9 rpm pada sudut deflektor 45°.

Efisiensi maksimum yang dihasilkan oleh turbin sebesar 25,31%, pada putaran 265,9 rpm pada sudut deflektor 45°.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas dukungan civitas akademik UKI Toraja khususnya Teknik Mesin sehingga penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik

Referensi

- [1] Akhlis Nur, dkk, 2016, Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin angin Darrieus-H sumbu Vertical NACA 0012, Jurnal Media Mesin vol 17 no 2 2016, Surakarta
- [2] Dominy Robert G, 2007, Self-Starting Capability of a Darrieus Turbine, Northumbria University.
- [3] Mulyadi, 2010, "Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)", Universitas Gunadarma.
- [4] Napitupulu Farel H, Ekawira K. Napitupulu, 2014, Uji Performa Turbin Angin Tipe Darrieus-H dengan Profil

Sudu NACA 0012 dan Analisa Perbandingan Efisiensi Menggunakan Variasi Jumlah Sudu dan Sudut Pitch, Universitas Sumatera Utara, 0216-7492.

- [5] Taufiqurrahman, Rahmat, Vivien Subhandan. 2017. 'Penelitian Numerik Turbin Angin Darrieus dengan Variasi Jumlah Sudu dan Kecepatan Angin ". Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- [6] Akhlis, N., Syafi'i, H., Prastiko, Y.C. & Sukmana, B.M. 2016. Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin Angin Darrieus-H Sumbu Vertikal NACA 0012. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 17(2): 6-12.
- [7] Daryanto, 2007, "kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu", Balai PPTAGG-UPTLAGG, Yogyakarta, 5 April. Moch. Arif Afifuddin (2010), mengenai performansi turbin angin vertical axis.
- [8] Beri, Habtanu and Yingxue Yao. 2011. " effect of chamber Airfoil on Self Starting of Vertical Axis Wind Turbine", Journal of environmental Science and Technology 4 (3): 302- 312.
- [9] Harbin Institute of atechonology, China. Chooper, Paul and Olivier Kennedy. 2002. "Development and Analysis of a Novel Vertical Axis Wind Turbine", University of Wollongong, wollongong, Australia.
- [10] Sidik, Moch Ridwan 2008. *Pembuatan Dan Pengujian Turbin Angin Darrieus Dengan Diameter 30cm*, Tugas Akhir Sarjana., Teknik Penerbangan UNNUR, Bandung.