

# **Uji Performansi Model Turbin Angin Tipe Poros Silang Kapasitas Daya 10 W**

**SKRIPSI**

Oleh:  
Nama: Algi Maulana Tulloh  
NPM: 173030016



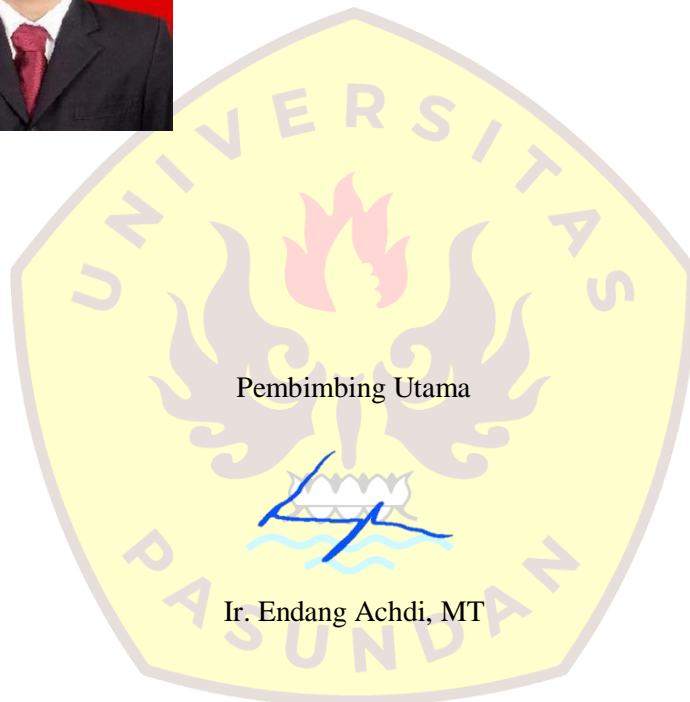
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2021**

# LEMBAR PENGESAHAN

## Uji Performansi Model Turbin Angin Tipe Poros Silang Kapasitas Daya 10 W



Nama : Algi Maulana Tulloh  
NPM : 173030016



Pembimbing Utama

Ir. Endang Achdi, MT

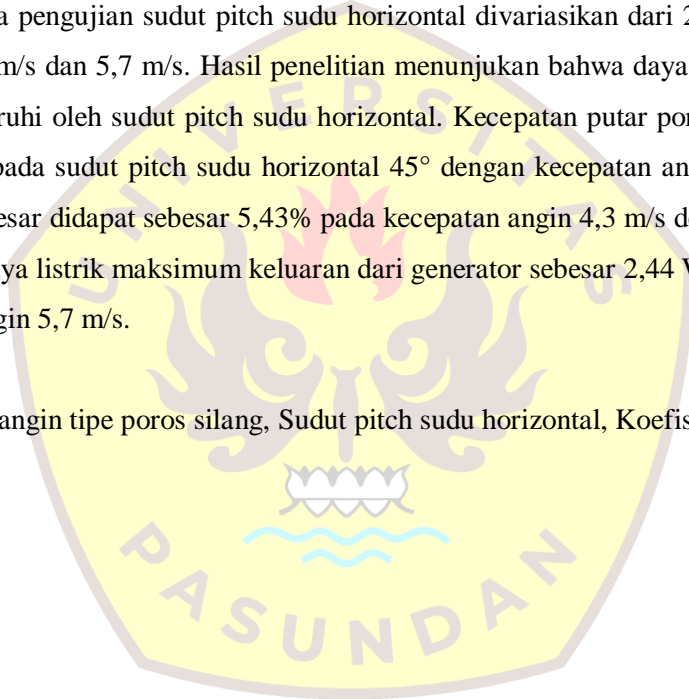
Pembimbing Pendamping

Ir. Toto Supriyono, MT

## ABSTRAK

Angin merupakan sumber daya energi terbarukan yang utama dalam pembangkit listrik. Energi listrik berperan sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, untuk memanfaatkan energi angin tersebut digunakanlah turbin angin sebagai media pembangkit listrik tenaga angin. Jenis turbin angin yang sudah lama digunakan dalam pembangkit listrik yaitu turbin angin poros horizontal dan turbin angin poros vertikal. Kedua jenis turbin angin ini dirancang untuk menyerap angin yang datang secara horizontal. Dalam kenyataannya angin yang datang pada turbin angin bergerak secara acak. Berdasarkan kondisi angin yang bergerak secara acak tersebut maka telah dikembangkan model turbin angin tipe poros silang. Model turbin angin tipe poros silang ini terdiri dari 5 buah sudu vertikal dan 6 buah sudu horizontal. Pengujian ini mencakup beberapa parameter seperti pengukuran kecepatan angin, putaran poros, variasi sudut pitch sudu, dan arus listrik. Uji kinerja dilakukan pada kecepatan angin yang konstan. Selama pengujian sudut pitch sudu horizontal divariasikan dari  $25^\circ$  hingga  $45^\circ$  dengan kecepatan angin 4,3 m/s dan 5,7 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya keluaran dan efisiensi turbin angin dipengaruhi oleh sudut pitch sudu horizontal. Kecepatan putar poros maksimum sebesar 178 rpm dihasilkan pada sudut pitch sudu horizontal  $45^\circ$  dengan kecepatan angin 5,7 m/s. Koefisien daya maksimum terbesar didapat sebesar 5,43% pada kecepatan angin 4,3 m/s dengan sudut pitch sudu horizontal  $45^\circ$  dan daya listrik maksimum keluaran dari generator sebesar 2,44 W pada sudut pitch  $45^\circ$  dengan kecepatan angin 5,7 m/s.

**Kata Kunci:** Turbin angin tipe poros silang, Sudut pitch sudu horizontal, Koefisien daya.



# DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN .....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel .....	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	1
3. Tujuan .....	1
4. Manfaat.....	2
5. Batasan Masalah .....	2
6. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	3
1. Energi Angin.....	3
2. Turbin Angin.....	4
3. Klasifikasi Turbin Angin.....	4
4. Komponen Turbin Angin.....	7
5. Airfoil.....	7
6. Teori Momentum Betz.....	9
7. Tip Speed Ratio .....	10
9. Persamaan Dasar.....	10
10. Review Jurnal .....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
1. Diagram Alir .....	15
2. Instalasi Pengujian .....	16
3. Persiapan Pengujian .....	17
4. Prosedur Pengujian.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
1. Data Hasil Pengujian.....	19
2. Perhitungan.....	27
3. Kurva $C_p$ vs TSR.....	38

4. Kurva Kecepatan Putar Poros vs Waktu.....	39
5. Analisis.....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
1. Kesimpulan.....	41
2. Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>
1. Instalasi pengujian.....	44
2. Pengukuran kecepatan angin .....	44
3. Mengatur sudut pitch sudu horizontal .....	45
4. Mengatur beban generator listrik dengan menggunakan potensiometer .....	45
5. Tampilan hasil data yang terekap oleh Arduino .....	46



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Angin merupakan sumber daya energi terbarukan yang utama dalam pembangkit listrik. Energi listrik berperan sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Pada tahun 2019 terjadi peningkatan pemakaian listrik sebesar 1.084 kWh/kapita [10]. Kontribusi energi baru dan terbarukan seperti surya, angin, dan biomassa dalam pembangkitan listrik di Indonesia baru mencapai sekitar 0.27 % [4]. Turbin angin digunakan dalam pembangkit listrik tenaga angin. Jenis turbin angin yang sudah lama digunakan dalam pembangkit listrik yaitu turbin angin poros horizontal dan turbin angin poros vertikal. Kedua jenis turbin angin ini dirancang untuk menyerap angin yang datang secara horizontal. Dalam kenyataannya angin yang datang pada turbin angin bergerak secara acak. Berdasarkan kondisi angin yang bergerak secara acak tersebut maka telah dikembangkan model turbin angin tipe poros silang. Model turbin angin tipe poros silang ini performansinya masih rendah. Sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut secara terus-menerus [19].

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan di atas. Melalui penelitian ini, akan diupayakan peningkatan performansi yaitu berupa rancang bangun model turbin angin tipe poros silang. Secara teoritis, performansi turbin angin ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bahan rotor, jenis airfoil sudu, jumlah sudu, dan soliditas sudu rotor. Dalam rancang bangun ini upaya peningkatannya akan memfokuskan pada pemilihan jenis airfoil sudu, dan soliditas sudu rotor, dengan cara pemilihan penentuan soliditas sudu dengan menentukan perbandingan jumlah sudu terhadap luas sapuan. Memilih airfoil sudu yang memiliki koefisien *lift* yang tinggi dan koefisien *drag* yang rendah. Pada penelitian ini pembahasan akan lebih difokuskan pada pengujian dan analisis performansi model turbin angin tipe poros silang. Pengujian ini mencakup beberapa parameter seperti pengukuran kecepatan angin, putaran poros, variasi sudut pitch sudu, dan arus listrik. Pengujian ini akan mengacu pada data hasil perancangan dan pembuatan.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada permasalahan yang dikemukakan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu: Bagaimana menguji hasil desain model turbin angin tipe poros silang dengan daya 10 W untuk mendapatkan data performansi dari hasil pengujian.

## 3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan data parameter performansi melalui pengukuran kecepatan angin, kecepatan putar poros, sudut pitch sudu horizontal, tegangan, dan arus listrik.

#### **4. Manfaat**

Data hasil pengujian pada penelitian ini berupa pengembangan dari model turbin angin tipe poros silang yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model turbin angin ini untuk dikembangkan lebih lanjut seiring dengan kemajuan jaman serta dapat menambah bahan informasi bagi masyarakat yang berkepentingan.

#### **5. Batasan Masalah**

Agar tujuan penelitian ini dapat tercapai, maka pembatasan masalah ini dibatasi sebagai berikut:

1. Model turbin angin tipe poros silang berkapasitas daya 10 W
2. Menggunakan 2 kecepatan angin yaitu 4,3 m/s dan 5,7 m/s
3. Menggunakan sudut pitch: 25°, 30°, 35°, 40°, 45°

#### **6. Sistematika Penulisan**

Penyusunan penulisan laporan Skripsi ini diuraikan berdasarkan beberapa bab dan disajikan dalam bentuk susunan sebagai berikut:

- SURAT PERNYATAAN
- SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
- LEMBAR PENGESAHAN
- KATA PENGANTAR
- DAFTAR ISI
- DAFTAR GAMBAR
- DAFTAR TABEL
- ABSTRAK
- ABSTRACT
- BAB I PENDAHULUAN
  1. Latar Belakang
  2. Rumusan Masalah
  3. Tujuan
  4. Manfaat
  5. Batasan Masalah
  6. Sistematika Penulisan
- BAB II STUDI LITERATUR
  1. Energi Angin
  2. Turbin Angin
  3. Klasifikasi Turbin Angin
  4. Komponen Turbin Angin
  5. Airfoil

6. Teori Momentum Betz
  7. Tip Speed Ratio
  8. Persamaan Dasar
  9. Persamaan Dasar
  10. Review Jurnal
- **BAB III METODE PENELITIAN**
    1. Diagram Alir
    2. Instalasi Pengujian
    3. Persiapan Pengujian
    4. Prosedur Pengujian
  - **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
    1. Data Hasil Pengujian
    2. Perhitungan
    3. Kurva  $C_p$  vs TSR
    4. Kurva Kecepatan Putar Poros vs Waktu
    5. Analisis
  - **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**
    1. Kesimpulan
    2. Saran
  - **DAFTAR PUSTAKA**
  - **LAMPIRAN**





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Maulana Ilmunandar and M. A. Bramantya, "Experimental Study Of Counter Rotating Wind Turbine (Full Scale, R = 1.5 M) With Single Generator Using Gearbox," *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, vol. 8, no. 06, 2019, [Online]. Available: [www.ijstr.org](http://www.ijstr.org).
- [2] A. R. Rochman, "Pengujian dan Analisis Turbin Angin Tipe Poros Silang Menggunakan Dinamometer Daya," Universitas Pasundan, Bandung, 2021. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/45532/>.
- [3] A. Suharpryatna, "Analisis Turbin Angin Tipe Poros Silang Kapasitas Daya 10 W pada Putaran 250 rpm," Universitas Pasundan, Bandung, 2019. Accessed: May 25, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/46586/>.
- [4] A. Tasrif, "Penggunaan energi terbarukan semakin besar," [Indonesia.go.id](http://Indonesia.go.id), Aug. 16, 2020.
- [5] D. A. Sedayu, "Analisa Penggunaan Naca 4418 pada Sudu Turbin Sumbu Vertikal dengan Bervariasi Sudut Pengarah 0°, 35°, 65° dan 95°," Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, 2019. Accessed: May 25, 2022. [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/2743/>.
- [6] D. Fauzi Hamdani, "Perancangan Turbin Angin Poros Vertikal Darrieus Straight Rotor Kapasitas 450 W," Universitas Pasundan, Bandung, 2019. Accessed: May 25, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/43798/>.
- [7] E. Achdi, B. Fajar, S. H. Winoto, and I. Lufti, "Preliminary Test on Cross Axis Type Wind Turbine," *Advanced Science Letters*, vol. 24, no. 12, pp. 9620–9622, Nov. 2018, doi: 10.1166/asl.2018.13093.
- [8] E. Hau, *Wind turbines: Fundamentals, technologies, application, economics*, vol. 9783642271519. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-27151-9.
- [9] E. Purwanto, "Pengujian dan Analisa Distribusi Kecepatan Angin pada Terowongan Angin Tipe Terbuka," Thesis, Universitas Pasundan, Bandung, 2019. Accessed: Jun. 24, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/41003/>.
- [10] J. F. Manwell, J. G. McGowan, and A. L. Rogers, "Wind Energy Explained: Theory, Design and Application," 2010. [Online]. Available: [www.EngineeringEBooksPdf.com](http://www.EngineeringEBooksPdf.com).
- [11] Kementrian ESDM, "Komsumsi listrik nasional terus meningkat," [katadata.co.id](http://katadata.co.id), Jan. 29, 2020.
- [12] L. Himawan, "Pengujian Turbin Angin Tipe Poros Silang," Universitas Pasundan, Bandung, 2019. Accessed: May 25, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/45532/>.
- [13] M. Latif, "Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah," 2013. [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE/article/view/1030>.
- [14] M. Fajar, N, "Pengujian Turbin Angin Tipe Poros Silang," Thesis, Universitas Pasundan, Bandung, 2017. Accessed: Jun. 24, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/31442/>.
- [15] S. Susilo, B. Widodo, E. Magdalena Silalahi, and A. Priyono, "Pengaruh Jumlah Bilah dan Sudut Pasang terhadap Daya Turbin Angin Poros Vertikal Tipe H-Darrieus Termodifikasi sebagai

- Energi Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik Skala Rumah Tangga,” *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, vol. 12, no. 2, p. 92, Oct. 2019, doi: 10.24843/jem.2019.v12.i02.p08.
- [16] T. Arif Adlie and T. Azuar Rizal, “Perancangan Turbin Angin Sumbu Horizontal 3 Sudu Dengan Daya Output 1 KW,” 2015, [Online]. Available: [www.teknik.unsam.ac.id](http://www.teknik.unsam.ac.id).
- [17] T. Setiaji, “Perancangan Turbin Angin Tipe Poros Silang,” Universitas Pasundan, Bandung, 2018. Accessed: May 25, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/35551/>.
- [18] T. Supriyono, Karyadi, Sugiharto, and Ronggo Waluyo, “Optimasi Jumlah Posisi dan Diameter Nozel Turbin Pelton melalui Analisis QFD dan Uji Eksperimental,” vol. 10, no. 2, p. 11, Accessed: Jun. 24, 2022. [Online]. Available: <https://journal.ubpkarawang.ac.id/index.php/BuanaIlmu/article/view/2091>.
- [19] T. Supriyono, *Mekanika Fluida Dasar*, 1st ed. Bandung: Universitas Pasundan, 2022. Accessed: Jun. 24, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/56946/>.
- [20] V. A. Koehuan, “Perancangan dan Analisis Aerodinamika Blade Turbin Angin Tipe Propeller dengan Daya 500 kW,” Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2017. Accessed: May 25, 2022. [Online]. Available: <https://digilib.itb.ac.id/index.php/gdl/view/17495>.
- [21] W. K. Muzammil *et al.*, “Design and Early Development of a Novel Cross Axis Wind Turbine,” in *Energy Procedia*, 2017, vol. 105, pp. 668–674. doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.373.
- [22] W. Tong, “Wind Power Generation and Wind Turbine Design,” 2010. [Online]. Available: <http://library.witpress.com>.
- [23] W. T. Chong, M. Gwani, C. J. Tan, W. K. Muzammil, S. C. Poh, and K. H. Wong, “Design and Testing of a Novel Building Integrated Cross Axis Wind Turbine,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 7, no. 3, 2017, doi: 10.3390/app7030251.
- [24] W. T. Chong *et al.*, “Cross-Axis-Wind-Turbine: A Complementary Design to Push the Limit of Wind Turbine Technology,” in *Energy Procedia*, 2017, vol. 105, pp. 973–979. doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.430.