

**Perancangan dan Pembuatan Struktur Penopang Rotor Model  
Turbin Angin Sumbu Silang Kapasitas Daya 10 W**

*(Design and Manufacture of Cross Axis Wind Turbine Model  
Rotor Support Structure 10 W Power Capacity)*

**SKRIPSI**



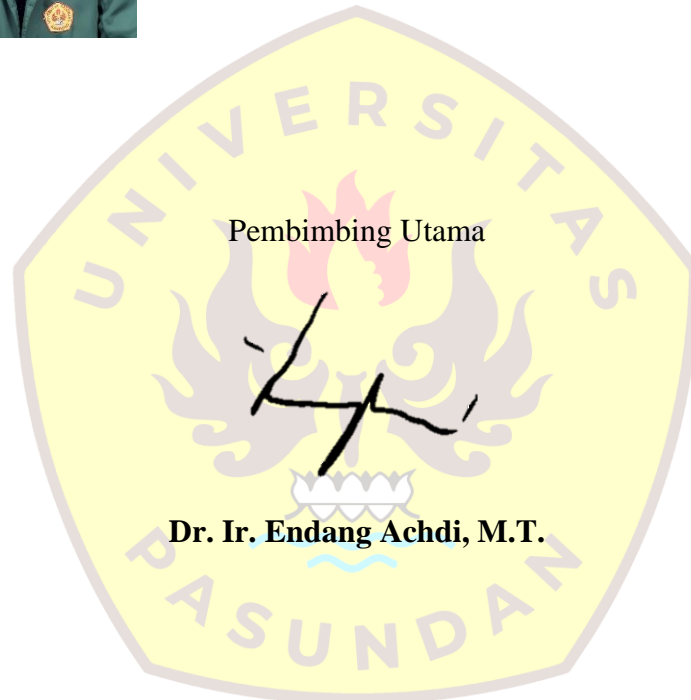
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### Perancangan dan Pembuatan Struktur Penopang Rotor Model Turbin Angin Sumbu Silang Kapasitas Daya 10 W



**Nama : Aa Nandi**  
**NPM : 183030013**



Pembimbing Utama

**Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.**

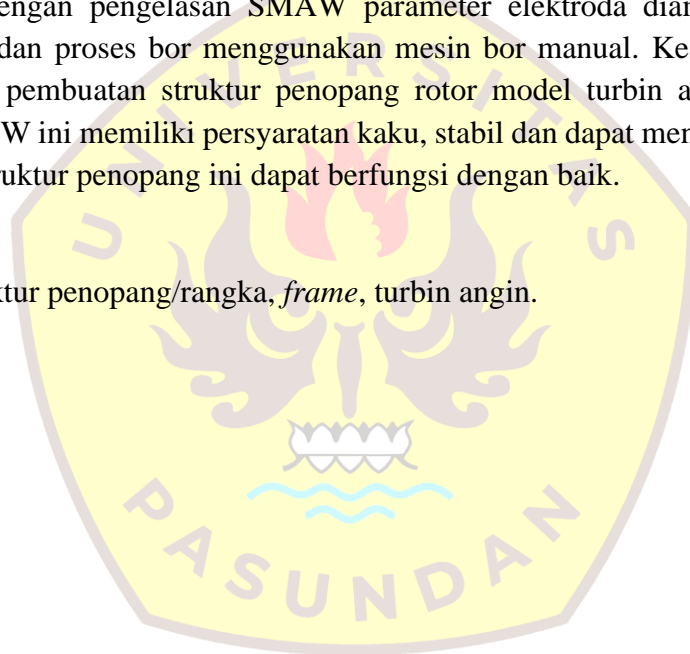
Pembimbing Pendamping

**Ir. Bukti Tarigan, M.T.**

## ABSTRAK

Pada tahun 2016 telah dikembangkan pembangkit listrik konsep baru model turbin angin sumbu silang. Komponen utama turbin angin sumbu silang di antaranya yaitu rotor, sistem transmisi daya dan struktur penopang. Pada penelitian ini diupayakan perancangan dan pembuatan struktur penopang turbin angin sumbu silang. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu merancang dan membuat struktur penopang yang sederhana dan ringan yang mampu menopang turbin angin dengan aman. Perancangan, hasil analisis secara teoritis dan simulasi dengan dimensi utama struktur penopang 800 x 800 x 900 mm dengan material baja profil persegi St 37 berukuran 40 x 40 mm. gaya pembebanan dari rotor 75.5 N didapat tegangan normal maksimum (*von Misses stress*) 7.5 MPa pada batang yang kritis, faktor keamanan 70.66 dan 70.32 dan defleksi 4.04 mm dan 4.03. mm Material tersebut melebihi standarisasi layak penggunaan. Pembuatan, meliputi proses manufaktur di antaranya, proses pemotongan menggunakan mesin pemotongan 355.6 mm (14 in), untuk proses penyambungan dengan pengelasan SMAW parameter elektroda diameter 2.4 mm dan ampere 60-80 A dan proses bor menggunakan mesin bor manual. Kesimpulan dari hasil perancangan dan pembuatan struktur penopang rotor model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W ini memiliki persyaratan kaku, stabil dan dapat menampung beban dari rotor, sehingga struktur penopang ini dapat berfungsi dengan baik.

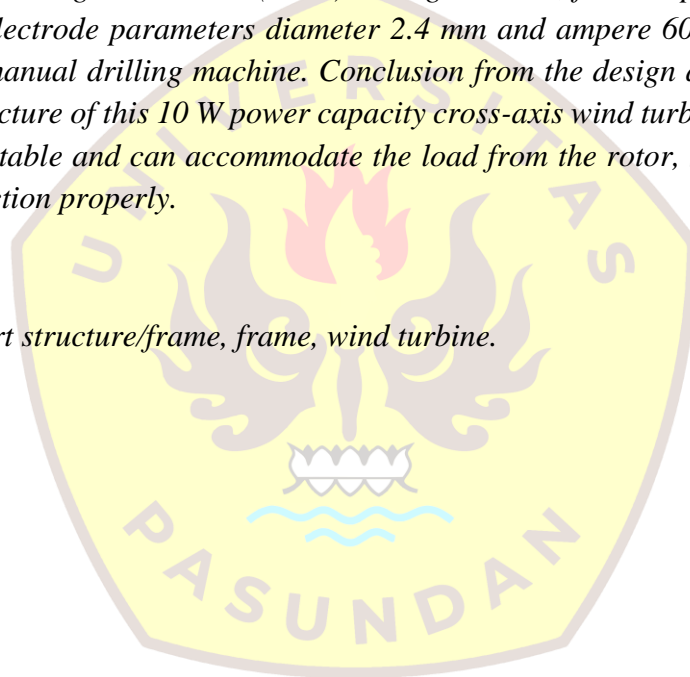
**Kata kunci:** struktur penopang/rangka, *frame*, turbin angin.



## **ABSTRACT**

*In 2016 a new concept power plant model of cross-axis wind turbine model has been developed. The main components of cross-axis wind turbines include rotors, power transmission systems and support structures. In this research, efforts were made to design and manufacture cross-axis wind turbine support structures. The goal to be achieved from this research is to design and make a simple and lightweight support structure that is able to support wind turbines safely. Design, theoretical analysis results and simulations with the main dimensions of the support structure 800 x 800 x 900 mm with St 37 square profile steel material measuring 40 x 40 mm. The loading force of the 75.5 N rotor is obtained by a maximum normal voltage (von Misses stress) of 7.5 MPa at the critical rod, safety factors of 70.66 and 70.32 and deflections of 4.04 mm and 4.03 mm. The material exceeds the standardization of fit for use. Manufacturing, including manufacturing processes including the cutting process using a 355.6 mm (14 in) cutting machine, for the splicing process with SMAW welding electrode parameters diameter 2.4 mm and ampere 60-80 A and the drill process using a manual drilling machine. Conclusion from the design and manufacture of rotor support structure of this 10 W power capacity cross-axis wind turbine model has rigid requirements, is stable and can accommodate the load from the rotor, so that this support structure can function properly.*

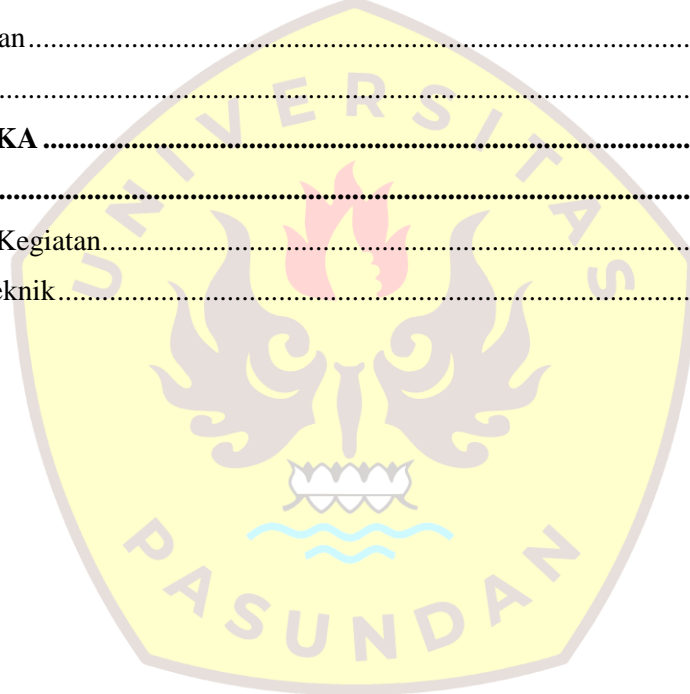
**Keywords:** support structure/frame, frame, wind turbine.



# DAFTAR ISI

<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah .....	2
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	2
5. Batasan Masalah.....	2
6. Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB II STUDI LITERATUR</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>3</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB II STUDI LITERATUR</b> .....	<b>4</b>
1. Energi Angin.....	4
2. Turbin Angin .....	4
3. Prinsip Kerja dan Spesifikasi Turbin Angin.....	5
a. Turbin Angin Poros Horizontal .....	6
b. Turbin Angin Poros Vertikal.....	9
4. Aerodinamika Sudu Turbin .....	13

5.	Proses Manufaktur .....	13
6.	Persamaan.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
1.	Tahapan Penelitian .....	27
2.	Penyusunan Tahapan Penelitian .....	28
3.	Tempat Penelitian .....	28
<b>BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN.....</b>		<b>30</b>
1.	Perancangan.....	30
2.	Pembuatan Struktur Penopang.....	44
3.	Uji Fungsional .....	48
4.	Biaya Pembuatan .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>51</b>
1.	Kesimpulan.....	51
2.	Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>55</b>
1.	Foto-Foto Kegiatan.....	56
2.	Gambar Teknik.....	57



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Energi listrik semakin dibutuhkan dalam kehidupan sehari – hari. Sebagian besar pemenuhan kebutuhan listrik masih berasal bersumber dari bahan bakar fosil. Selain persediaan bahan bakar fosil makin menipis, penggunaan bahan bakar fosil menimbulkan kerusakan lingkungan [1]. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil telah diupayakan peningkatan penggunaan energi baru terbarukan dalam pembangkit listrik. Energi angin merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat potensial untuk pembangkit listrik. Jumlah pembangkit yang bersumber dari energi jumlahnya angin masih rendah. Bagian utama yang paling penting pada pembangkit listrik energi angin yaitu turbin angin. Turbin angin yang sudah lama dikenal secara luas turbin angin poros horizontal dan turbin poros vertikal. Pada tahun 2016 telah dikembangkan konsep baru model turbin angin sumbu silang pembangkit listrik yang dapat dimanfaatkan di setiap kota-kota terutama yang banyak gedung-gedung tinggi yang arah anginnya tidak beraturan. Dari hasil beberapa penelitian model turbin angin sumbu silang koefisien performansi masih jauh di bawah turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin poros vertikal. Hingga saat ini turbin angin poros silang masih dalam tahap pengembangan dan pengujian model, dikarenakan performansinya yang masih rendah. Torsi yang ditimbulkan oleh sudu akibat gaya *drag* dan gaya *lift* kemungkinan masih melemahkan.

Pada proses pembuatan model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W, dibutuhkan komponen utama yaitu rotor, sistem pemindah daya dan struktur penopang/rangka. Salah satu komponen utama yang terdapat pada model turbin angin ini yaitu struktur penopang/rangka. Struktur penopang/rangka merupakan bagian mendasar yang paling penting khususnya penggunaan pada model turbin angin ini, karena fungsi struktur penopang/rangka yaitu sebagai pendukung komponen-komponen itu sendiri, serta mampu menahan beban untuk menjaga kestabilan dari rotor. Kekuatan struktur penopang/rangka bergantung pada bentuk atau jenis konstruksinya yang di mana untuk menahan pembebanan torsi dari mesin dan juga menahan kejutan yang diberikan pada saat rotor berfungsi/bergerak

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan pada paragraf di atas maka pada penelitian ini akan diupayakan atau difokuskan pada perancangan dan pembuatan struktur penopang rotor model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W. Supaya memiliki persyaratan kaku, stabil, mampu menahan beban yang berasal dari rotor dan konstruksinya sederhana.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang akan dilakukan dapat menanggulangi permasalahan tersebut, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimanakah merancang dan membuat struktur penopang rotor model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W yang memiliki persyaratan yang kaku, stabil dan mampu menahan beban yang berasal dari rotor.

### **3. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu merancang dan membuat struktur penopang rotor turbin angin sumbu silang yang sederhana dan ringan yang mampu menopang turbin angin dengan baik dan aman.

### **4. Manfaat**

Menambah bahan informasi bagi masyarakat yang memiliki kepentingan dalam pembuatan model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W, terutama di dalam struktur penopang.

### **5. Batasan Masalah**

Agar tujuan penelitian tercapai dengan baik, maka batasan masalah ini yaitu: perancangan dan pembuatan struktur penopang rotor turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W.

### **6. Sistematika Penulisan**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, Batasan masalah, manfaat, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II STUDI LITERATUR**

Bab ini berisikan tentang landasan teori yang menunjang penyusunan skripsi yang dilakukan dari kutipan buku dan *review* jurnal yang berhubungan dengan topik skripsi.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang diagram alir analisa dan lokasi penelitian.

#### **BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

Bab ini berisikan pengolahan data perancangan meliputi desain, dimensi, analisis secara teoritis dan simulasi. Pembuatan meliputi pengadaan alat dan bahan, pembuatan, perakitan, uji fungsioal dan anggaran biaya struktur penopang rotor model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari skripsi yang telah dilakukan dan saran yang akan meneruskan penelitian ini lebih lanjut.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan hasil analisis secara teoritis dan simulasi dengan dimensi utama struktur penopang 800 x 800 x 900 mm dengan material baja profil persegi St 37 berukuran 40 x 40 mm. gaya pembebanan dari rotor 75.5 N didapat tegangan normal maksimum (*von Misses stress*) 7.5 MPa pada batang yang kritis, faktor keamanan (*factor of safety*) 70.66 dan 70.32 dan defleksi (*displacement*) 4.04 mm dan 4.03 mm. Material tersebut melebihi standarisasi layak penggunaan. Pembuatan, meliputi proses manufaktur di antaranya, proses pemotongan menggunakan mesin pemotongan 355.6 mm (14 in), untuk proses penyambungan dengan pengelasan SMAW parameter elektroda diameter 2.4 mm dan ampere 60-80 A dan proses bor menggunakan mesin bor manual. Kesimpulan dari hasil perancangan dan pembuatan struktur penopang rotor model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W ini memiliki persyaratan kaku, stabil dan dapat menampung beban dari rotor, sehingga struktur penopang ini dapat berfungsi dengan baik. Kesimpulan dari hasil perancangan dan pembuatan struktur penopang rotor model turbin angin sumbu silang kapasitas daya 10 W ini memiliki persyaratan kaku, stabil dan dapat menampung beban dari rotor, sehingga struktur penopang ini dapat berfungsi dengan baik.

### 2. Saran

Untuk hasil perancangan dan pembuatan lebih baik disarankan ditambah analisis dinamik agar dapat mengetahui ketika ada gempa atau badai dampak pada struktur penopang rotor seperti apa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rumbayan, “Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 3, pp. 1–11, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/7972>
- [2] T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, and E. Bossanyi, *Wind Energy Handbook, Second Edition*. 2011. doi: 10.1002/9781119992714.
- [3] E. Achdi, B. Fajar, S. H. Winoto, dan I. Lufti, “Preliminary Test on Cross Axis Type Wind Turbine,” *Adv. Sci. Lett.*, vol. 24, no. 12, pp. 9620–9622, 2018, doi: 10.1166/asl.2018.13093.
- [4] Dulhadi, Yandri, and R. Kurnianto, “Analisis Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Pantai Indah Kakap Kab. Kubu Raya Kalimantan Barat,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [5] M. N. Habibie, A. Sasmito, and R. Kurniawan, “Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku,” *J. Meteorol. dan Geofis.*, vol. 12, no. 2, pp. 181–187, 2011, doi: 10.31172/jmg.v12i2.99.
- [6] C. Aprilia, “Cara kerja turbin angin untuk menghasilkan listrik”, 2018 [Online]. Available: <https://gallileolei.com/turbin-angin/>
- [7] M. Suprpto, “Analisa Turbin Angin Sumbu Vertikal Dengan 4, 6, Dan 8 Sudu,” *Tek. Mesin UNISKA*, vol. 02, no. 01, pp. 52–57, 2016.
- [8] E. Tridianto and F. H. Sholihah, “Rancang Bangun Cascade Generator untuk Meningkatkan Torsi Awal pada Kincir Angin secara Elektris,” *ReTII*, pp. 531–534, 2015, [Online]. Available: <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/345%0Ahttps://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/345/285>
- [9] S. Ajat, E. Achdi, dan T. Supriyono, “Analisis Turbin Angin Sumbu Silang Kapasitas Daya 10 W Pada Putaran 250 Rpm,” pp. 23–40, 2019c.
- [10] A. Fadila and I. Zakaria, “Rancang Bangun Turbin Angin Tipe Darrieus Tiga Sudu Rangkap Tiga dengan Profil NACA 0006,” *Eksergi*, vol. 15, no. 3, p. 102, 2020, doi: 10.32497/eksergi.v15i3.1785.
- [11] M. P. Tampubolon, “Wind turbine”, 2014, [Online]. Available: <https://prezi.com/1mhmkbwds5as/wind-turbine/>
- [12] N. S. Ibnu, B. Tarigan, D. Lazuardi, “Karakterisasi Material Baja AISI 1045”, 2017 [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/30668/>
- [13] T. Arif Adlie, T. Azuar Rizal, and R. Artikel, “Perancangan Turbin Angin Sumbu Horizontal 3 Sudu Dengan Daya Output 1 KW INFORMASI ARTIKEL,” *J. Ilm. Jurutera*, pp. 71–75, 2015, [Online]. Available: [www.teknik.unsam.ac.id](http://www.teknik.unsam.ac.id)
- [14] Williams J. R, E. Achdi, T. Supriyono, “Pengujian Dan Analisis Performansi Model

- Turbin Angin Tipe Poros Silang Kapasitas Daya 10 W”, 2023 [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/62419/>
- [15] K. Sari, “Rancang Bangun Kincir Angin Pada Sumbu Horizontal Sebagai Media Pembelajaran Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas ...,” *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. Fak. sains ...*, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/1647>
- [16] Yudi S., E. Achdi, H. Sonawan “Pengembangan Dinamometer Generator DC dan Pengujian Performansi Model Turbin Angin Tipe Poros Silang Kapasitas 10 W (Development of a DC Generator Dynamometer and Performance Testing of a Cross Shaft Type Wind Turbine Model with a Capacity of 10 W)”, 2023, [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/67389/>
- [17] A. Putra, “Pembahasan - Turbin Derrious-Savonius,” *Turbin Derrious-Savonius*, [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/503525793/Pembahasan-Turbin-Derrious-Savonius#>
- [18] *Energyencyclopedia*, “The working principle of a Darrieus turbine.,” *Types Wind Turbines*, 2020 [Online]. Available: <https://www.energyencyclopedia.com/en/renewable-energy-sources/wind-energy/types-of-wind-turbines>
- [19] Francesco, Davied and H. Alexander, “Vertical wind turbine with hybrid rotor configuration Savonius-Darrieus.”, 2019 [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Vertical-wind-turbine-with-hybrid-rotor-configuration-Savonius-Darrieus\\_fig2\\_333316757](https://www.researchgate.net/figure/Vertical-wind-turbine-with-hybrid-rotor-configuration-Savonius-Darrieus_fig2_333316757)
- [20] Reuk, “savonius wind turbine”, 2015 [Online]. Available: <https://images.app.goo.gl/CQaV9mCsUihfjgWu6>
- [21] A. M. Siregar and F. Lubis, “Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-U,” *J. Ilm. “MEKANIK” Tek. Mesin ITM*, vol. 5, no. 1, pp. 39–40, 2019.
- [22] L. L. Salim, S. Poernomo, and I. Setyawan, “Analisis Performa Turbin Angin Savonius Tipe U dengan Memvariasikan Jumlah Sudu Turbin,” *J. Penelit. Enj.*, vol. 24, no. 2, pp. 148–153, 2020, doi: 10.25042/jpe.112020.07.
- [23] M. Khandagale, “Design & Analysis of Savonius VAWT for 50W Rated Power output,” 2017, [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-%26-Analysis-of-Savonius-VAWT-for-50W-Rated-Khandagale-Marlapalle/c4113ceb2223902dacc0cc92c18aa03250892c6c>
- [24] R. D. Djamiko, “Teori Pengelasan Logam”, 2020, *Jur. Pendidik. Tek. Mesin Fak. Tek. Univ. Negeri Yogyakarta*, pp. 1–16, 2008.
- [25] J. Brier and L. D. Jayanti, “Teori Proses Pemotongan,” vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- [26] Gunawan, “Mesin Pemotong”, 2016 [Online]. Available:

<https://teknikmesin.com/2021/03/cara-menggunakan-mesin-pemotong-besi.html>

- [27] D. Wibowo and G. A. Ibrahim, “Pengeboran baja astm a1011 menggunakan pahat *high speed steel* dalam kondisi dilumasi cairan minyak,” *J. Mech.*, vol. 5, no. 2, pp. 29–35, 2014.
- [28] M. Paryanto, “Proses Gurdi ( *borring* )”, 2019, [Online]. Available: [http://staffnew.uny.ac.id/upload/132310886/pendidikan/\(Ppt\)+Materi+5.+Proses++Gurdi+\(Pengeboraning\).pdf](http://staffnew.uny.ac.id/upload/132310886/pendidikan/(Ppt)+Materi+5.+Proses++Gurdi+(Pengeboraning).pdf)
- [29] *Wonderfulengineering*, “38 High Def Wind Turbine Pict. From Around World”, 2014, [Online]. Available: <https://wonderfulengineering.com/38-high-def-wind-turbine-pictures-from-around-the-world/>
- [30] A. Herry, “Wind Mills,” *Wind. vs. Wind Turbine Things You Didn’t Know Before*, 2016 [Online]. Available: <https://www.windturbine technicians.net/windmill-vs-wind-turbine/>

