

SKRIPSI
SIMULASI DAN ANALISIS TURBIN ANGIN
***DARRIEUS* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA**
BAYU MENGGUNAKAN *MATLAB*



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Universitas Sriwijaya

Oleh :

AULIA ZAHRA

03041182126012

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

LEMBAR PENGESAHAN
SIMULASI DAN ANALISIS TURBIN ANGIN
DARRIEUS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BAYU MENGGUNAKAN *MATLAB*



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

AULIA ZAHRA

03041182126012

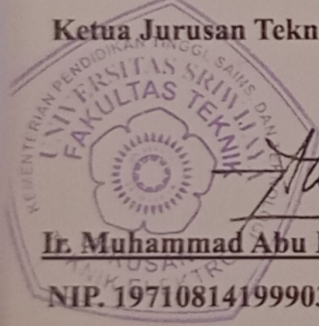
Palembang, 15 Juli 2025

Menyetujui,

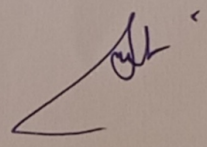
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Pembimbing Utama

 Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M.Eng. Ph.D., IPU., APEC Eng.

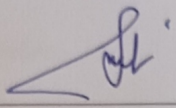
NIP. 197108141999031005


Ir. Sri Agustina, M.T.

NIP. 196108181990032003

LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ir. Sri Agustina, M.T.

Tanggal : 15 Juli 2025

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aulia Zahra
NIM : 03041182126012
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non – exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

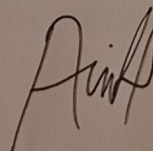
**SIMULASI DAN ANALISIS TURBIN ANGIN *DARRIEUS* PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU MENGGUNAKAN *MATLAB***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal: 15 Juli 2024

Yang Menyatakan,



AULIA ZAHRA
NIM. 03041182126012

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aulia Zahra

NIM : 03041182126012

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 18 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Simulasi Dan Analisis Turbin Angin *Darrieus* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan *Matlab*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari skripsi ini ditemukan unsur penjiplakan/plagiat, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, 15 Juli 2025



AULIA ZAHRA

NIM. 03041182126012

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Dan Analisis Turbin Angin Darrieus Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan Matlab” ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya.

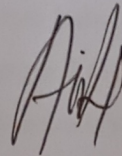
Penyusunan skripsi ini tentu tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis yaitu bapak dan ibu serta abang dan adik penulis yang selalu memberikan doa, dukungan moral dan semangat dalam setiap langkah perjalanan akademik penulis.
2. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T. selaku Pembimbing Akademik penulis dan juga sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua penulis, yang telah banyak membantu penulis, memberikan masukan serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Aurellia Damai Yanti, selaku sahabat penulis yang telah memberikan banyak dukungan, motivasi dan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan penulis terutama Salsabila Maharani, Ummu Nabila Kustriana, Azmitha Nora Ramli dan Khairunnisa, yang telah memberikan motivasi, arahan, saran serta dukungan semangat hidup pada penyusunan tugas akhir ini.
8. Teman-teman kuliah terutama grup pemuja yaitu Shabrina, Patrisa dan Cikal yang telah memberikan kebersamaan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung atau tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

10. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tidak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan pengembangan keilmuan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi dalam bidang energi terbarukan.

Palembang, 15 Juli 2025



Aulia Zahra

NIM. 03041182126012

ABSTRAK

SIMULASI DAN ANALISIS TURBIN ANGIN TIPE DARRIEUS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU MENGGUNAKAN MATLAB

(Aulia Zahra, 03041182126012, 2025, 41 halaman)

Kebutuhan energi meningkat seiring perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk. Energi listrik menjadi kebutuhan utama, namun sebagian besar masih bergantung pada bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berpotensi besar untuk dikembangkan. Turbin angin tipe Darrieus merupakan salah satu jenis turbin sumbu vertikal yang mampu bekerja pada kecepatan angin rendah dan dari berbagai arah. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan dan menganalisis daya turbin angin tipe Darrieus 3 *blade* dengan menggunakan MatLab Simulink. Simulasi dilakukan pada kecepatan angin 1-7 m/s. Hasil menunjukkan bahwa daya keluaran maksimum sebesar 57,29 Watt diperoleh pada kecepatan angin 7 m/s. Perbandingan antara hasil simulasi dan perhitungan teoritis menunjukkan selisih yang kecil, yaitu antara 0,01 hingga 0,52 Watt dengan rata-rata nilai error sebesar 4,51%. Sehingga model simulasi yang dibuat cukup menggambarkan kondisi ideal secara matematis.

Kata kunci: Energi Angin, Turbin Angin, MatLab Simulink.

ABSTRACT

SIMULATION AND ANALYSIS OF DARRIEUS-TYPE WIND ON WIND POWER GENERATION USING MATLAB

(Aulia Zahra, 03041182126012, 2025, 41 pages)

The demand for energy increases along with technological development and population growth. Electrical energy has become a primary necessity, yet it still largely relies on non-renewable fossil fuels. Wind energy is one of the environmentally friendly renewable sources with great development potential. The Darrieus-type wind turbine is a vertical-axis turbine capable of operating at low wind speeds and from various directions. This study aims to simulate and analyze the power output of a three-blade Darrieus wind turbine using MATLAB Simulink. Simulations were carried out at wind speeds of 1-7 m/s. The results showed that the maximum power output of 57.29 watts was achieved at a wind speed of 7 m/s. A comparison between the simulation results and theoretical calculations showed a small difference, ranging from 0.01 to 0.52 Watts, with an average error of 4.51%. Therefore, the developed simulation model adequately represents the ideal conditions mathematically.

Keywords: Wind Energy, Wind Turbine, Matlab Simulink.

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	4
2.2. Turbin Angin	6
2.2.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal.....	6
2.2.2. Turbin Angin Sumbu Vertikal	8
2.3. Generator DC	10
2.3.1. Prinsip Kerja Generator.....	11
2.3.2. Fluks Magnetik	12
2.4. Gaya Gerak Listrik (GGL).....	12
2.5. MATLAB	13
2.5.1. MatLab Simulink	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.2. Metode Penelitian.....	18
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	19
3.4. Alat dan Bahan.....	20

3.5.	Desain Turbin Angin Tipe Darrieus	22
3.6.	Skema Simulasi.....	23
3.7.	Diagram Simulasi.....	25
3.8.	Tahapan Penelitian	25
BAB IV PEMBAHASAN.....		27
4.1.	Umum.....	27
4.2.	Data Hasil Penelitian.....	28
4.2.1.	Perhitungan Daya Turbin Angin Darrieus Secara Teoritis	28
4.2.2.	Perhitungan Daya Turbin Angin Darrieus Hasil Simulasi	29
4.3.	Analisa Hasil Pengujian	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu [6].....	4
Gambar 2.2 Diameter dan Tinggi Turbin Angin Vertikal.....	6
Gambar 2.3 Turbin Angin Sumbu Horizontal [9].	7
Gambar 2.4 Jenis Turbin Angin Sumbu Horizontal a. Single Bladed b. Double bladed c. Three bladed d. U.S Farm Windmill multi-bladed e. Bicycle Multi-bladed f. Up-Wind g. Down-wind h. Enfield- Andreau i. Sail wing j. Multi-Rotor k. Counter-rotating blades. [10].	8
Gambar 2.5 Turbin Angin Sumbu Vertikal [9].....	8
Gambar 2.6 Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal a. Savonius b. Multi-bladed Savonius c. Plates d. Cupped e. Darrieus. [10].	9
Gambar 2.7 Turbin Angin Savonius [12].	9
Gambar 2.8 Turbin Angin Darrieus H-Rotor [12].....	10
Gambar 2. 9 Konstruksi Generator [14].....	11
Gambar 2. 10 Fluks Magnet.....	12
Gambar 2. 11 Aplikasi Matlab	13
Gambar 2. 12 Tampilan Area Kerja Matlab [18].	14
Gambar 2. 13 MatLab Simulink [19].....	15
Gambar 3. 1 Desain Blade Turbin Angin Darrieus	22
Gambar 3. 2 Skema Simulasi PLTB.....	23
Gambar 4.1 Rangkaian Simulink Untuk Dilakukan Simulasi	27
Gambar 4. 2 Turbin Angin Darrieus.....	28
Gambar 4. 3 Simulasi Pada Turbin Angin Dengan Kecepatan 1 m/s.....	30
Gambar 4. 4 Simulasi Pada Generator Pada Saat Kecepatan 1 m/s.....	31
Gambar 4. 5 Simulasi Pada Turbin Angin Pada Kecepatan 2 m/s	31
Gambar 4. 6 Simulasi Pada Generator Pada Kecepatan Angin 2 m/s.....	32
Gambar 4. 7 Simulasi Turbin Angin Pada Kecepatan 3 m/s.....	33
Gambar 4. 8 Simulasi Pada Generator Pada Saat Kecepatan 3m/s.....	33
Gambar 4. 9 Simulasi Pada Turbin Angin Pada Kecepatan Angin 4 m/s	34
Gambar 4. 10 Simulasi Pada Generator Pada Kecepatan Angin 4 m/s.....	35

Gambar 4. 11 Simulasi Turbin Pada Kecepatan 5 m/s.....	35
Gambar 4. 12 Simulasi Generator Pada Kecepatan Angin 5 m/s.....	36
Gambar 4. 13 Simulasi Pada Turbin Angin Pada Kecepatan 6 m/s	37
Gambar 4. 14 Simulasi Pada Generator Pada kecepatan Angin 6 m/s.....	37
Gambar 4. 15 Simulasi Turbin Angin Pada Kecepatan 7 m/s	38
Gambar 4. 16 Simulasi Generator Pada Kecepatan 7m/s	39
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Daya Turbin Tipe Darrieus Secara Teoritis Dan Simulasi.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Spesifikasi Generator Magnet Permanent Fluks Radial.....	22
Tabel 4. 1 Data Daya Turbin Angin Tipe Darrieus Secara Teoritis.....	29
Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan Daya Turbin Teoritis Dan Simulasi	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi yang terus bertambah, bersamaan dengan cadangan minyak bumi yang semakin berkurang, mendorong manusia untuk mencari sumber alternatif yang berkelanjutan. Negara-negara maju pun berupaya menciptakan berbagai inovasi dan mengembangkan teknologi baru untuk mengurangi ketergantungan pada minyak bumi sebagai sumber utama. Selain itu, pertumbuhan ekonomi yang pesat semakin memperbesar kebutuhan listrik. Untuk memenuhinya diperlukan upaya menyeluruh dalam penyediaan energi listrik, mulai dari proses pembangkitan hingga distribusi [1].

Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi untuk dikembangkan, khususnya dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Turbin angin jenis Darrieus merupakan salah satu tipe turbin yang dirancang untuk beroperasi dalam kondisi angin dengan kecepatan rendah dan fluktuatif. Salah satu keunggulan utama turbin Darrieus adalah kemampuannya untuk menangkap angin dari berbagai arah, sehingga memungkinkan pemasangannya di berbagai lokasi. Turbin ini dapat berfungsi secara efektif meskipun dalam kondisi kecepatan angin yang rendah, menjadikannya ideal untuk lingkungan dengan angin yang tidak stabil [2].

Perancangan turbin angin yang optimal merupakan aspek penting dalam pengembangan sistem pembangkit berbasis energi angin. Untuk mencapai desain yang efisien dan andal, diperlukan pendekatan analisis teknis yang akurat serta efisien, salah satunya melalui simulasi numerik. Perangkat lunak *MatLab* merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mendukung proses simulasi ini.

Pada penelitian sebelumnya oleh mahasiswa Universitas Nusa Cendana yang berjudul “Pengaruh Pertambahan Beban Terhadap Kestabilan Tegangan Dalam Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin” [3]. Dan penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Kristen Indonesia yang berjudul “Pemodelan Dan

Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sistem *On-Grid* Menggunakan *Matlab Simulink*" [4]. Kedua studi ini menegaskan pentingnya pendekatan simulasi dalam mendesain dan menguji PLTB, baik dari sisi kestabilan tegangan maupun efisiensi energi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja rancangan turbin angin sumbu vertikal tipe Darrieus dengan pendekatan simulasi menggunakan *MatLab Simulink* pada kondisi kecepatan angin rendah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama dalam penelitian ini adalah menganalisis kinerja turbin angin sumbu vertikal tipe Darrieus dalam sistem pembangkit listrik tenaga bayu dengan pendekatan simulasi numerik menggunakan *MatLab*.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis menentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Memakai turbin angin vertikal tipe darrieus 3 *blade*.
2. Menggunakan plat alumunium 1,2 mm sebagai bahan pembuat *blade*.
3. Variasi kecepatan angin yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s dan 7 m/s.
4. Simulasi yang di analisis hanya mencakup daya yang dihasilkan dari turbin angin.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui estimasi daya yang dihasilkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu melalui simulasi *MatLab Simulink*.
2. Membandingkan hasil perhitungan simulasi dengan hasil perolehan data secara teoritis.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima BAB yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan landasan teoritis dan hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian yang diuji.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan secara sistematis pendekatan penelitian yang digunakan, termasuk lokasi dan temporal penelitian, serta pelaksanaan penyusunan skripsi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil pengolahan data dan pembahasan menyeluruh terkait simulasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Pada penutup berisi intisari penelitian serta rekomendasi pengembangan untuk penelitian lanjutan dimasa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Desrizal and I. Hasyim Rosma, “Analisis Ketersediaan Sistem Pembangkit Berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS),” *J. Online Mhs. Bid. Tek. dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [2] Hamid, M. Zaenudin, and A. Sunardi, “Perancangan dan Analisis Kinerja Sudu Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Tipe Darrieus,” *Integr. Mech. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2024, doi: 10.56904/imejour.v2i1.11.
- [3] E. R. Mauboy, “Pengaruh Pertambahan Beban Terhadap Kestabilan Tegangan Dalam Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin,” *J. Media Elektro*, vol. X, no. 1, pp. 53–56, 2021, doi: 10.35508/jme.v0i0.3892.
- [4] Y. Cristian *et al.*, “Pemodelan Dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga,” vol. 7, no. 1, 2024.
- [5] I. Parti, I. Maudiana, and N. Rasmini, “Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Tenaga Angin,” *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-6*, vol. 6, no. 1, pp. 57–64, 2020.
- [6] M. H. Basri and . D., “Rancang Bangun Dan Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Model Savonious,” *J. Simetrik*, vol. 9, no. 2, pp. 208–214, 2019, doi: 10.31959/js.v9i2.411.
- [7] D. Nugroho and I. Widiastuti, “Desain Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Turbin Angin Dan Panel Surya Untuk Keperluan Mesin Pembuat Es Batu Di Ppp Morodemak,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 155–166, 2024, doi: 10.30591/polektro.v12i3.5180.
- [8] F. Atabiq, M. A. Wildan, and M. R. Alfianto, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Luaran Pico Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sumbu Vertikal menggunakan Arduino UNO,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 43–49, 2021, doi: 10.30871/jaee.v5i2.3143.
- [9] M. Adam, P. Harahap, and M. R. Nasution, “Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3648.

- [10] C. S. Yusuf Ismail Nakhoda, “Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga Di Daerah Pesisir Pantai,” *Inst. Teknol. Nas. Malang*, vol. 7, no. 1, pp. 20–28, 2017.
- [11] M. R. Ramadan, “Analisis Efisiensi Energi Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Angin,” pp. 1–50, 2022.
- [12] M. Suprpto and I. Muttaqin, “Analisis Turbin Angin Vertikal Hybrid Savonius Bertingkat Dan Darrieus Tipe H-Rotor,” *Al Jazari J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 59–64, 2022, doi: 10.31602/al-jazari.v7i2.8680.
- [13] I. Mahaganti, H. Tumaliang, A. F. Nelwan, and M. Pakiding, “Pra-desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut Menggunakan Generator Asinkron,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 3, no. 3, pp. 12–18, 2014, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/4822>
- [14] P. Davidovits, *Electrical technology*, vol. I. 2025. doi: 10.1016/b978-0-443-21558-2.00014-6.
- [15] A. Budiman, H. Asy’ari, and A. R. Hakim, “Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik,” *Emitor*, vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2012.
- [16] R. A. Young. Hugh D & freedman, *Fisika-universitas.pdf*, 10th ed. Jakarta: Erlangga.
- [17] I. M. W. KASTAWAN and R. HIDAYAT, “Simulasi Distribusi Fluks dan Tegangan Generator Magnet Permanen Satu-Fasa Hasil Modifikasi Motor Induksi Rotor Sangkar Satu-Fasa,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 12, no. 3, p. 784, 2024, doi: 10.26760/elkomika.v12i3.784.
- [18] A. Tjolleng, “Buku Pengantar pemrograman MATLAB: Panduan praktis belajar MATLAB,” *ReasearchGate*, no. August, pp. 1–6, 2018.
- [19] T. Fasa, M. Arus, S. Dengan, and M. Simulink, “200273-Simulasi-Dan-Deteksi-Gangguan-Belitan-St,” pp. 1–11, 2017.