

SKRIPSI

**DESAIN DAN ANALISIS TURBIN ANGIN VERTIKAL DENGAN
VARIASI BENTUK SUDU**



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

**OLEH :
M RISKI EDLY
03041382025107**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN DAN ANALISIS TURBIN ANGIN VERTIKAL DENGAN VARIASI
BENTUK SUDU**



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh:

M RISKI EDLY

03041382025107

Palembang, 18 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Herlina, S.T., M.T.

NIP:19800707200642004

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

NIP:1999031005



LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan

: 

Pembimbing Utama

: Dr. Herlina, S.T., M.T.

Tanggal

: 18 / Juli / 2024

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

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

Nama : M Riski Edly
NIM : 03041382025107
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

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

**DESAIN DAN ANALISIS TURBIN ANGIN VERTIKAL DENGAN VARIASI
BENTUK SUDU**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah 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: Palembang
Pada Tanggal: 18 Juli 2024



M Riski Edly
NIM; 03041382025107

LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Riski Edly
NIM : 03041382025107
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan

Software iThenticate/Turnitin:7%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “**Desain Dan Analisis Turbin Angin Vertikal Dengan Variasi Bentuk Sudu**” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 18 Juli 2024



M Riski Edly

NIM. 03041382025107

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas Rahmat dan KaruniaNya penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Desain dan Analisis Turbin Angin Vertikal Dengan Variasi Bentuk Sudu” dengan lancar dan diberikan kemudahan serta kemampuan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan kali ini penulis menyadari bahwa dalam proses mengerjakan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan kedua orang tua, dosen pembimbing, serta teman-teman penulis. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu bapak dan ibu serta adik penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik itu moral maupun materi serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun tugas akhir.
2. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir ini yang selalu memberikan bimbingan, saran, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
4. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T., Ibu Ike Bayusari S.T., M.T., Ibu Hermawati S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama pengerjaan skripsi.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
8. Aulia Rahmi Dalimunte yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Yudistira Dwi Ananda selaku tim tugas akhir yang telah sangat banyak

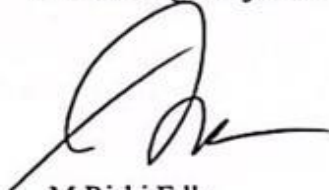
membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.

10. Pak Awal, Ilham Pratama, Ahmad Nuruddin, Thomas Alfa Edison, serta keluarga Klub Robotika Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberi saran dalam proses menyelesaikan tugas akhir.
11. Teman-teman Teknik Elektro 2020 yang sudah membantu dan menemani selama proses perkuliahan.
12. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memperbaiki dan membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, 17 juli 2024



M Riski Edly

NIM. 03041382025107

ABSTRAK
DESAIN DAN ANALISIS TURBIN ANGIN VERTIKAL DENGAN
VARIASI BENTUK SUDU

(M Riski Edly, 03041382025107, 39 halaman)

Penggunaan energi listrik terus meningkat, dan mayoritas sumber energi yang dipakai untuk menghasilkan listrik adalah energi fosil seperti gas, minyak bumi, dan batubara. Penggunaan energi fosil yang terus menerus akan menyebabkan persediaan energi tersebut semakin menipis karena energi fosil memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat diperbarui. Oleh karena itu di butuhkan energi terbarukan seperti energi bayu yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis pengaruh turbin angin savonius dan turbin angin vertikal axis terhadap angin serta menghitung daya keluarannya. Dari hasil penelitian yang di dapatkan bahwa turbin angin vertikal axis 2 blade menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam hal efisiensi dibandingkan dengan turbin angin savonius 2 blade dengan nilai 98,4 %. Sedangkan untuk daya yang diperoleh meningkat seiring dengan kecepatan angin yang bertambah cepat. Selain itu, semakin besar beban, tegangan akan semakin berkurang, dan arus akan semakin meningkat.

Kata Kunci – *Energi Bayu, Energi terbarukan, Konversi Energi*

ABSTRACT

DESIGN AND ANALYSIS OF VERTICAL WIND TURBINE WITH VARIATIONS IN BLADE SHAPE

(M Riski Edly, 03041382025107, 39 pages)

The use of electrical energy continues to increase, and the majority of energy sources used to generate electricity are fossil fuels such as gas, oil, and coal. Continuous use of fossil fuels will deplete their reserves because fossil energy takes a very long time to replenish. Therefore, renewable energy such as wind energy, which can convert kinetic energy into electrical energy, is needed. This study aims to analyze the influence of Savonius wind turbines and vertical axis wind turbines on wind and to calculate their output power. The results of the study indicate that the 2-blade vertical axis wind turbine shows better efficiency performance compared to the 2-blade Savonius wind turbine, with an efficiency value of 98.4%. Moreover, the power obtained increases with the rising wind speed. Additionally, as the load increases, the voltage decreases, and the current increases.

Keywords: *Wind Energy, Renewable Energy, Energy Conversion*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi Energi Angin	5
2.2 Turbin Angin	6
2.3 Jenis Turbin Angin	9
2.4 Plat alumunium.....	11
2.5 <i>Pulley</i>	11

2.6	<i>V Belt</i>	12
2.7	Generator AC	13
2.8	<i>Wind Turbine Control</i>	13
2.9	Motor DC12 volt	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		9
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	9
3.2	Umum.....	9
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.4	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.5	Alat dan Bahan	18
3.6	Perancangan Desain dan Spesifikasi Peralatan Penelitian	20
3.7	Skema Pengambilan Data Penelitian.....	24
3.8	Rangkaian Motor Penstabil pada Turbin.....	25
3.9	Flow Chart Penelitian	26
3.10	Tahapan Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Umum.....	28
4.2	Data Hasil Penelitian	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran	30
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Horizontal Axis Wind Turbine</i> [9].	10
Gambar 2.2 <i>Vertical Axis Wind Turbine</i> [9].	10
Gambar 2.3 Plat Alumunium (<i>sumber; Dokumen Pribadi</i>).	11
gambar 2.4 <i>Pulley</i> (<i>sumber; Dokumen Pribadi</i>).	12
Gambar 2.5 <i>V-Belt</i> (<i>Sumber; Dokumen Pribadi</i>).	12
Gambar 2.6 Generator 500Watt (<i>Sumber; Dokumen Pribadi</i>).	13
Gambar 2.7 <i>Wind Turbine Control</i> (<i>Sumber; Doukumen Pribadi</i>).	14
Gambar 2.8 Motor DC 12 Volt (<i>Sumber; Dokumen Pribadi</i>).	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Desain Kerangka Turbin Angin	21
Gambar 3.3 Desain Bilah Turbin Angin Savonius	21
Gambar 3.4 Desain Bilah Turbin Angin Vertikal Axis	22
Gambar 3.5 Desain Turbin Angin Savonius 2 sudu	22
Gambar 3.6 Desain Turbin Angin Vertikal Axis 2 sudu	23
Gambar 3.7 Skema Pengambilan Data	24
Gambar 3.8 Gambar 3.6 Rangkaian Penstabil Turbin Angin	25
Gambar 3.9 Flow Chart Penelitian.	26
Gambar 4.1 Rancangan Alat Penelitian (a) Turbin angin savonius (b) Turbin angin (<i>Vertical Axis</i>)	28
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Daya Input Turbin Angin Savonius dan <i>Vertical Axis</i>	32
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai Daya Output Turbin Angin Savonius dan Turbin Angin <i>Vertical Axis</i>	35
Gambar 4.4 Grafik Nilai Efisiensi Tubrin Angin Savonius dan <i>Vertical Axis</i>	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala <i>Beaufort</i> [8].....	5
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	18
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan	18
Tabel 3.3 Spesifikasi Generator.....	23
Tabel 4.1 Data Daya Input Turbin Angin Vertikal <i>Axis</i>	30
Tabel 4.2 Data Daya Inputan Turbin Angin Savonius.....	31
Tabel 4.3 Data Hasil Keluaran Turbin Angin Vertikal <i>Axis</i>	33
Tabel 4.4 Data Hasil Keluaran Turbin Angin Savonius.....	34
Tabel 4.5 Data Hasil Nilai Efisiensi Turbin Angin Vertikal <i>Axis</i> wind	36
Tabel 4.6 Data Hasil Nilai Efisiensi Turbin Angin Vertikal Savonius	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi, kebutuhan energi listrik pun terus meningkat. Sumber energi untuk menghasilkan energi listrik sebagian besar adalah bahan bakar fosil seperti gas, minyak bumi, dan batu bara. Terus menggunakan energi fosil akan menyebabkan berkurangnya pasokan energi karena memerlukan waktu yang lama untuk memperbarui energi fosil. Selain itu, penggunaan energi fosil sebagai sumber energi pembangkit listrik seringkali menimbulkan permasalahan seperti polusi udara. Mengembangkan pengetahuan tentang penggunaan energi alternatif yang aman dan ramah lingkungan dapat dijadikan solusi untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil. Energi angin merupakan energi alternatif yang mudah ditemukan, diperbarui, dan dapat digunakan dalam jangka panjang untuk menyediakan pembangkit listrik ramah lingkungan [1].

Energi terbarukan, seperti energi bayu, telah menjadi topik utama dalam upaya mengatasi tantangan terkait dengan perubahan iklim dan kebutuhan energi dunia. Saat ini, hampir semua dari total pasokan energi global berasal dari proses membakar bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak, gas alam, dan lainnya. Bahan bakar fosil ini digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi hampir semua aspek kebutuhan energi mereka, seperti untuk menggerakkan kendaraan, menghasilkan listrik sehari-hari, memberikan cahaya dan panas, serta mengoperasikan pabrik. Namun, penting untuk diingat bahwa sumber daya energi dari bahan bakar fosil ini terbatas. Dengan bertambah jumlah penduduk yang terus meningkat, maka kebutuhan energi dunia juga semakin meningkat.

Energi terbarukan memiliki keunggulan sebagai sumber energi rendah karbon yang ekonomis dan dapat diandalkan. Ini sejalan dengan tujuan menjadikan dunia lebih ramah lingkungan karena energi terbarukan tidak menghasilkan emisi yang

merugikan bagi lingkungan. Turbin angin adalah salah satu teknologi yang bisa digunakan dalam memanfaatkan potensi energi angin yang melimpah. Energi angin tidak hanya membantu dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga menyediakan sumber energi yang bersih dan terbarukan [2].

Namun, untuk memaksimalkan potensi energi bayu, penting untuk memiliki pemahaman mendalam tentang desain dan kerja turbin angin. Berbagai faktor, seperti desain blade, sudut blade, kecepatan angin, dan perubahan kondisi cuaca, dapat mempengaruhi efisiensi turbin angin. Oleh karena itu, analisis dan perancangan yang tepat dari turbin angin sangat penting untuk memastikan kinerjanya yang optimal [3].

Pada penelitian sebelumnya mahasiswa politeknik negeri padang melakukan penelitian dengan judul "*RANCANG BANGUN MICRO TURBIN ANGIN PEMBANGKIT LISTRIK RUMAH TINGGAL DI DAERAH KECEPATAN ANGIN RENDAH*" [4]. Dan mahasiswa politeknik perkeretaapian melakukan penelitian dengan judul "*RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN AKSIS VERTIKAL SEBAGAI ALTERNATIF CATU DAYA PADA PERLINTASAN SEBIDANG PERKERETAAPIAN*" [5].

. Dimana pada penelitian tersebut menggunakan turbin angin savonius yang disusun 4 tingkat dan pada penelitian mahasiswa politeknik perkeretaapian membuat turbin angin dengan 6 sudu. Sedangkan pada penelitian yang akan di bahas pada laporan ini yakni desain dan analisa turbin angin dengan variasi bentuk sudu.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul "**Desain Dan Analisis Turbin Angin Vertikal Dengan Variasi Bentuk Sudu**". Sebagai judul skripsi.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penulisan ini membahas perancangan bentuk *prototype* pada turbin angin savonius 2 sudu dan turbin angin vertikal axis 2 sudu, terdapat masalah kecepatan angin yang mempengaruhi kerja turbin, maka dalam penelitian ini

melakukan penambahan motor DC12 volt yang di transmisikan melalui *pulley* dan *v-belt* agar turbin berputar pada kecepatan yang konstan.

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan tugas akhir ini penulis membuat batasan masalah agar penelitian tersebut lebih terarah, yaitu sebagai berikut:

1. Menggunakan generator AC 3 fasa 500watt.
2. Menggunakan kontrol SF-12-24-A.
3. Menggunakan motor DC 12 volt
4. Menggunakan plat alumunium 2mm sebagai bahan pembuat sudu.
5. Pengambilan data dilakukan di rooftop gedung pascasarjana teknik Universitas Sriwijaya
6. Menggunakan rasio *pulley* 1:4.
7. Tidak menggunakan *wind tunnel*.
8. Mengabaikan nilai rugi-rugi daya di generator.
9. Menggunakan besi siku 3 x 3 cm sebagai rangka dari turbin.

1.4 Tujuan Penelitian

Pada penulisan tugas akhir tersebut dapat beberapa tujuan yang hendak dicapai sebagai berikut:

1. Menghitung dan menganalisis nilai daya keluaran yang di hasilkan dari turbin angin savonius dan turbin angin vertikal axis.
2. Menganalisis pengaruh turbin angin savonius dan turbin angin vertikal axis terhadap angin.

1.5 Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini terdapat sistematika penulisan sehingga memudahkan penulis dalam menyusun laporan. Adapun sistematika penulisan yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis melakukan penulisan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, pembatasan masalah, tujuan dari penelitian, serta sistematika yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis melakukan pencarian teori dan informasi dari buku, jurnal, dan berbagai sumber terkait pembahasan mengenai turbin turbin angin savonius dan turbin angin vertikal axis, serta kontrol dari turbin angin.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini penulis melakukan penulisan mengenai waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, desain dan perancangan alat, serta metode yang akan digunakan untuk penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan hasil perencanaan alat penelitian yang telah dilaksanakan, serta analisis data yang diperoleh berdasarkan parameter yang terkait dengan penelitian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini membahas kesimpulan serta saran yang diperoleh dari tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian daftar pustaka menjelaskan tentang berbagai variasi sumber referensi yang dipakai selama proses penyelesaian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rachman, P. Pratiwi, and L. Ashari, "Rancang Bangun dan Uji Prestasi Horizontal Axis Wind Turbine Jenis Taper Design and Performance Horizontal Axis Wind Turbine Taper Type," *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, vol. 9, no. 2, pp. 2089–4880, 2019.
- [2] A. M. Siregar and F. Lubis, "Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-U Sebagai pembangkit Listrik Alternatif," *Teknik Mesin ITM*, vol. 5, no. 1, pp. 36–40, 2019.
- [3] R. Sumiati, K. Amri, and Hanif, "Rancang bangun micro turbin angin pembangkit listrik untuk rumah tinggal di daerah kecepatan angin rendah," *Prosiding Semastek (Seminar Nasional Sains dan Teknologi) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.*, no. November, pp. 1–5, 2014.
- [4] T. Arif Adlie, T. Azuar Rizal, and R. Artikel, "Perancangan Turbin Angin Sumbu Horizontal 3 Sudu Dengan Daya Output 1 KW INFORMASI ARTIKEL," *Jurnal Ilmiah Jurutera*, pp. 71–75, 2015.
- [5] M. K. Usman, S. Kamal, and A. A. Setiawan, "Reevaluasi Keluaran Daya Dan Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Di Kawasan Pantai Baru Pandansimo," *ASEAN Journal of Systems Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 55–58, 2014, doi: 10.22146/ajsev2i2.3783.
- [6] V. Sari and D. A. Maulidany, "Prediksi Kecepatan Angin Dalam Mendeteksi Gelombang Air Laut Terhadap Skala Beaufort Dengan Metode Hybrid ARIMA-ANN," *Statistika*, vol. 8, no. 1, pp. 8–17, 2020.
- [7] F. S. Burta, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN MENGGUNAKAN VENTILATOR SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF," no. 1, pp. 430–439, 2018.
- [8] Hanif Kurniawan, "PEMODELAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL (VAWT) TIPE H-ROTOR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DIPULAU TABUHAN," vol. 13, no. 3, pp. 44–50, 2016.
- [9] P. Doerffer, K. Doerffer, T. Ochrymiuk, and J. Telega, "Variable size twin-rotor wind turbine," *Energies*, vol. 12, no. 13, 2019, doi: 10.3390/en12132543.

- [10] N. Khusnawati, R. Wibowo, and M. Kabib, “Analisa Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu,” *Jurnal Crankshaft*, vol. 5, no. 2, pp. 35–42, 2022, doi: 10.24176/crankshaftv5i2.7683.
- [11] S. Karakteristik and S. Mekanik, “MATRIX COMPOSITE (AMC) PADUAN AL , 5 % Cu ,” vol. 12, no. 2, pp. 151–164, 2018.
- [12] J. D. Siburian, “Analisa Slip Transmisi Pulley Dan V-Belt Pada Beban Tertentu Dengan Menggunakan Motor Berdaya Seperempat HP,” pp. 1–88, 2019.
- [13] A. Novian, B. Hartadi, and M. Suprpto, “Perencanaan Dan Pemilihan Poros Dan Sabuk-V Pada Turbin Archemedes Screw Dengan Daya 687 Watt Di Desa Bramban Kec. Rantau Kabupaten Tapin,” (*Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB*)., vol. 20, no. 37, 2020.
- [14] H. Mahmudi, “Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah,” *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 1, pp. 40–46, 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i1.16201.
- [15] W. Sunarlik, “PRINSIP KERJA GENERATOR SINKRON,” Indonesia, 2020.
- [16] A. Laksana, S. Sutisna, and F. M. S. Nursuwars, “KONTROL SISTEM CHARGING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU PT. LENTERA BUMI NUSANTARA BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT),” *Journal of Energy and Electrical Engineering*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.37058/jeeev3i1.3390.