

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
PORTABEL MENGGUNAKAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS**



SKRIPSI

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

OLEH

MUHAMMAD ADE WIJAYA

03041381621067

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
PORTABEL MENGGUNAKAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS**



SKRIPSI

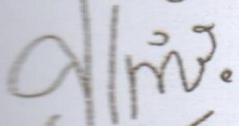
**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

MUHAMMAD ADE WIJAYA

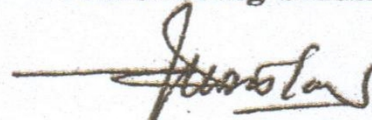
03041381821067

Pembimbing Pendamping


Caroline S.T., M.T.

NIP 197701252003112002


**Palembang, Juli 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama**



**Ir. M. Suparlan, M.S.
NIP 195706061987031002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**




Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP 197108141999031005

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

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing : Ir. M. Suparlan, M.Sc. _____

Tanggal : 27 Juli 2021

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya lingkup dan kualitas tulisan ini mencukupi sebagai skripsi.

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing : Caroline, S.T., M.T. _____

Tanggal : 27 Juli 2021

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

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

Nama : Muhammad Ade Wijaya
Nim : 03041381621067
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
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 :

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
PORTABEL MENGGUNAKAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS**

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 : 27 Juli 2021

Yang menyatakan,



Muhammad Ade Wijaya

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ade Wijaya

NIM : 03041381621067

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Portabel Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal Savonius” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Palembang, Juli 2021



Muhammad Ade Wijaya

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Portabel Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal Savonius”. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua, Muhammad Ridhon dan Rusmiani, serta saudara kandung saya Fiera Olivia Anggita, Willy Satria, dan Muhammad Alvito Ilyasa dan juga kepada Auliyati Humairoh dan juga kepada teman seperjuangan Jurusan Elektro, Laskar Agung Septiadi, Abdul Kadir selaku teman kostan yang telah memberikan dukungan penuh dan motivasi selama proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. M.Suparlan, M.Sc. dan Ibu Caroline, S.T., M.T. selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat dan bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS,.Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Hermawati, S.T., M.T., Hj. Ike Bayusari, ST., M.T., Ibu Hj. Rahmawati, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi arahan, ilmu, bimbingan, serta motivasi selama menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu yang Insya Allah bermanfaat dari awal kuliah hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Staff Jurusan Teknik Elektro Unsri yang telah banyak membantu selama perkuliahan.
8. Rekan mahasiswa teknik elektro Universitas Sriwijaya angkatan 2016.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pembuatan tugas akhir 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, Juli 2021



Muhammad Ade Wijaya

NIM.03041381621067

ABSTRAK

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
PORTABEL MENGGUNAKAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL
SAVONIUS**

(Muhammad Ade Wijaya, 03041381621067, 2021, x + 32 Hal + Lampiran)

Angin adalah suatu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Energi angin merupakan energi fleksibel karena dapat diterapkan dimana-mana baik di daerah landai, dataran tinggi maupun laut. Mengingat kondisi angin di Indonesia yang relatif rendah PLTB jenis vertikal Savonius diklaim mampu berputar dalam kondisi angin tersebut. Pada pengujian prototipe ini menggunakan 3 sudu dengan panjang sudu 35 cm dengan beban dan tanpa beban. Kecepatan Putaran motor dari penelitian ini didapat dengan kecepatan angin masing-masing 5,0 m/s, 5,6 m/s, dan 6,3 m/s yaitu 1359 rpm, 1741 rpm, dan 2230 rpm, arus yang didapat yaitu 0,5 A untuk ketiga kecepatan dan nilai tegangan yang didapat adalah 11,6 V, 17,2 V dan 23 V tanpa beban, sedangkan dengan beban putaran motor yang didapat 1152 rpm, 1218 rpm, dan 1467 rpm, untuk arus tetap sama yaitu 0,5 A untuk ketiga kecepatan, dan nilai tegangan yaitu 7,77 V, 8,16 V dan 8,69 V. Dari penelitian ini didapat harga daya keluaran pada kecepatan angin 5,0 m/s, 5,6 m/s, dan 6,3 m/s tanpa beban secara beurutuan yaitu 4,64 W, 6,88 W dan 9,2 W , sedangkan dengan beban yaitu 3,1 W, 3,26 W dan 3,47 W. Perputaran rotor yang meningkat menghasilkan tegangan yang lebih besar, akan tetapi, apabila terdapat beban, maka tegangan tidak akan lebih besar dari yang tanpa tegangan, beban itu merupakan hambatan sehingga mempengaruhi nilai tegangan, dan juga berkaitan dengan hukum ohm semakin besar hambatan maka semakin kecil tegangan.

Kata Kunci: PLTB, Kincir Angin Savonius, Portabel

ABSTRACT

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN PORTABEL MENGGUNAKAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL SAVONIUS

(Muhammad Ade Wijaya, 03041381621067, 2021, x + 32 Hal + Lampiran)

Wind is an environmentally friendly renewable energy source. Wind energy is a flexible energy because it can be applied everywhere, both in sloping areas, highlands and the sea. Given the relatively low wind conditions in Indonesia, the vertical type PLTB is claimed to be able to rotate in these wind conditions. Testing this prototype using wind speeds of 2 m/s – 4m/s from artificial sources. In testing this prototype using 3 blades with a blade length of 35 cm with a load and without a load. The rotational speed of the motor from this study was obtained with wind speeds of 5.0 m/s, 5.6 m/s, and 6.3 m/s, namely 1359 rpm, 1741 rpm, and 2230 rpm, the current obtained was 0,5 A for the three speeds and the voltage values obtained are 11.6 V, 17.2 V and 23 V without load, while with the motor rotation load, the results obtained are 1152 rpm, 1218 rpm, and 1467 rpm, for the current remains the same, namely 0.5 A for the three speeds, and the voltage values are 7.77 V, 8.16 V and 8.69 V. From this study, the output power values obtained at wind speeds of 5.0 m/s, 5.6 m/s, and 6.3 m/s without load, respectively, namely 4.64 W, 6.88 W and 9.2 W, while with load 3.1 W, 3.26 W and 3.47 W. The addition of wind speed is directly proportional to the resulting rpm value, and the rpm value generated with a load is always lower than the rpm value produced without a load, this is because the wind magnification causes the rotor rotation to increase. The increased rotation of the rotor produces a greater voltage, however, if there is a load, the voltage will not be greater than that without voltage, the load is a resistance so that it affects the voltage value, and also related to Ohm's law, the greater the resistance, the smaller the voltage.

Keywords: PLTB, Savonius Windmill, Portable

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN	III
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	IV
HALAMABN PERNYATAAN INTEGRITAS	V
KATA PENGANTAR	VI
ABSTRAK	VIII
ABSTRACT	IX
DAFTAR ISI	X
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	6
2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Angin	6
2.2.1 Gearbox.....	6
2.2.2 Brake System.....	7
2.2.3 Generator.....	7
2.2.4 Rectifier Inverter.....	8
2.3 Bagian-bagian Kincir Angin	8

2.3.1	Bilah Baling-baling atau Sudu.....	8
2.3.2	Generator Listrik.....	9
2.3.3	Poros Kincir Angin.....	9
2.3.4	Tiang Penyangga.....	9
2.4	Mekanisme Kincir Angin.....	9
2.4.1	Kincir Angin Sumbu Horizontal.....	9
2.4.2	Kincir Angin sumbu Vertikal.....	9
2.5	Potensi Energi Angin	10
2.6	Perbedaan Kincir dan Turbin	10
2.6.1	Kincir Angin	10
2.6.2	Turbin Angin.....	11
2.7	Jenis Kincir Angin	11
2.7.1	Kincir Angin Sumbu Horizontal	11
2.7.2	Kincir Angin Sumbu Vertikal	12
2.7.2.1	Turbin Angin Darrieus	13
2.7.2.2	Turbin Angin Savonius	13
2.8	Sistem Konversi Energi Angin	14
2.9	Daya Aktif, Reaktif, dan Semu	14
2.9.1	Daya Aktif	14
2.9.2	Daya Reaktif.....	14
2.9.3	Daya Semu	15
BAB III.....		16
METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1	Umum.....	16
3.1.1	Studi Literatur	16
3.1.2	Pengumpulan Data.....	16
3.2	Alat dan Bahan	17
3.3	Peralatan dan Perancangan	17
3.4	Desain Prototipe Kincir Angin Sumbu Vertikal Savonius.....	19
3.5	Diagram Alir Penelitian	20

3.6	Tabel Waktu Penelitian	21
3.7	Rangkaian Pengukuran	22
3.7.1	Rangkaian Pengukuran Tegangan Tanpa Beban	22
3.7.2	Rangkaian Pengukuran Tegangan dan Arus Saat Berbeban	22
BAB IV		23
HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Umum.....	23
4.2	Pengujian Tanpa beban	24
4.3	Pengujian Saat Berbeban Menggunakan Lampu 5 Watt	24
4.4	Perhitungan Data.....	25
4.4.1	Perhitungan Daya listrik Yang Dihasilkan	25
4.5	Analisa dan Pembahasan	25
4.5.1	Hubungan Putaran Rotor Terhadap Kecepatan Angin Saat Berbeban dan Tanpa Beban.....	25
4.5.2	Hubungan Variasi Kecepatan dengan Tegangan Saat Berbeban dan Tanpa Beban.....	26
4.5.3	Hubungan Variasi Kecepatan Angin dengan Arus yang dihasilkan...27	
4.5.4	Hubungan Antara Variasi Kecepatan Dengan Daya Yang Dihasilkan	27
BAB V		29
PENUTUP		29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN		

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik manusia pada zaman sekarang ini sangatlah diperlukan. Hal ini dilakukan dikarenakan karena energi yang tidak terbarukan seperti energi yang berasal dari fosil saat ini sudah mulai banyak berkurang. Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang saat ini banyak dikembangkan adalah energi angin. Energi angin ini merupakan energi yang sangat bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan. Pemanfaatan sumber energi angin untuk menghasilkan energi listrik bukanlah hal yang baru, namun energi listrik yang dihasilkan tentu sangat terbatas karena disebabkan oleh beberapa hal utama, yaitu seperti potensi kecepatan angin di suatu daerah, durasi adanya angin dalam satu hari, dan juga peralatan konversi energi yang digunakan [1].

Penggunaan tenaga angin di Indonesia untuk saat ini masih tergolong rendah pada masyarakat Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah karena kecepatan angin rata-rata di wilayah Indonesia tergolong kecepatan angin rendah, yaitu berkisar antara 3 m/s hingga 5 m/s sehingga sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam skala besar [2]. Meskipun demikian, potensi angin di Indonesia tersedia hampir sepanjang tahun sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sistem pembangkit listrik skala kecil. Inovasi dalam memodifikasi kincir angin perlu dikembangkan agar pada kondisi kecepatan angin yang rendah bisa mendapatkan energi listrik. Salah satu hal yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan kajian teknis terhadap mesin konversi energi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan sumber energi angin secara optimal dalam menghasilkan energi listrik. Untuk itu, dalam penelitian ini dikembangkan prototipe dengan melakukan rancang bangun kincir angin.

Pembangkit tenaga listrik sumbu vertikal Savonius menggunakan generator magnet permanen yang model konstruksinya dibuat secara portabel sehingga dapat dirancang dan dipindah-pindah dengan mudah serta dapat menghasilkan energi listrik yang maksimal dengan memanfaatkan kecepatan angin yang relatif rendah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di bahas sebelumnya, dimana kecepatan angin yang tidak terlalu besar, tetapi memungkinkan untuk membangkitkan pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas kecil yang bisa digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan portabel sehingga mudah dipindahkan, untuk itulah digunakan juga kincir yang cocok untuk kecepatan angin tersebut yaitu kincir angin sumbu vertikal Savonius.

1.3 Batasan masalah

Adapun untuk batasan masalah dari penulisan Tugas Akhir ini ditunjukkan pada poin-poin berikut:

1. Pembangkit listrik tenaga angin menggunakan kincir angin sumbu vertikal savonius dengan 3 sudu.
2. Tidak menghitung efisiensi.
3. Hanya menggunakan variasi kecepatan 5 m/s, 5,6 m/s dan 6,3 m/s.
4. Pengujian tidak menggunakan *Wind Tunnel*

1.4 Tujuan Penulisan

Yang menjadi tujuan dari penulisan ini, yaitu :

1. Membuat rancang bangun pembangkit listrik tenaga angin portabel menggunakan kincir angin sumbu vertikal Savonius.
2. Menghitung kecepatan putaran rotor, arus, tegangan keluaran dari prototipe dengan variasi kecepatan angin
3. Menghitung daya keluaran dari prototype pembangkit listrik tenaga angin portabel dengan menggunakan kincir angin sumbu vertikal Savonius.

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun untuk manfaat yang bisa dihasilkan dari penulisan tugas akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Portabel Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal Savonius yaitu :

1. Dapat menjadi alternatif sebagai penerangan rumah-rumah masyarakat dan sekaligus untuk memenuhi kebutuhan listrik.
2. Dapat membantu mengurangi dalam penggunaan bahan bakar minyak dan fosil.
3. Hasil dari perhitungan dan desain dari perencanaan ini dapat menjadi masukan untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga angin untuk daerah lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan Tugas Akhir ini memiliki sistematika yang sebagai terdiri dari lima bab sebagai berikut :

Bab I PENDAHULUAN

Memberikan Gambaran secara umum tentang latar belakang, rumusan masalah , batasan masalah , tujuan penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan Tentang dan yang berkaitan dengan pengertian dan hal hal yang berkenaan dengan pembangkit listrik tenaga angin dengan kincir angin. Peralatan peralatan pembangkit tenaga angin dengan kincir angin sumbu vertikal Savonius.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Didasarkan tentang tahapan tahapan dalam pengerjaan Tugas Akhir.

Bab IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang perhitungan dan analisa yang didapat setelah dilakukan penelitian di lapangan dan pencarian data yang dibutuhkan.

Bab V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penulis yang berdasarkan hasil dari perhitungan dan analisa.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang berbagai macam sumber referensi yang digunakan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

LAMPIRAN

Memuat lampiran gambar, rumus-rumus, tabel yang berhubungan dengan isi laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. P Dida, S. Suparman, and D. Widhiyanuriyawan, "Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 95–101, 2016, doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.02.7.
- [2] A. Data, A. Permukaan, and D. I. Bandara, "Analisis Data Angin Permukaan Di Bandara Pangkalpinang Menggunakan Metode Windrose," *J. Geogr.*, vol. 10, no. 2, pp. 112–122, 2013, doi: 10.15294/jg.v10i2.8056.
- [3] D. Lestaringtiyas, B. Winarno, and Y. Prasetyo, "Portable Wind Turbine Using Blade," *Jeemecs*, vol. 2, no. 2, pp. 31–34, 2019.
- [4] T. Yulianti, D. Nugrahini, and E. Sutrisna, "Studi Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Kawasan Meulaboh," *Eval. Pengguna. obat pada ibu hamil di rumah sakit X Surakarta*, vol. 10, no. 1, pp. 22–26, 2009.
- [5] I. B. Alit, N. Nurchayati, and S. H. Pamuji, "Turbin angin poros vertikal tipe Savonius bertingkat dengan variasi posisi sudut," *Din. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 107–112, 2016, doi: 10.29303/d.v6i2.13.
- [6] K. D. Anggita Dewita, Ahmad Shirat Abu Bakar, "Pemanfaatan Wrf-Arw Untuk Simulasi Potensi Angin Sebagai Sumber Energi Di Teluk Bone," *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 05, no. 02, pp. 17–23, 2015.
- [7] Y. I. Nakhoda and C. Saleh, "Rancang Bangun Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik Sumbu Vertikal Savonius Portabel Menggunakan Generator Magnet Permanen," *J. Inov.*, vol. 5, no. 2, pp. 19–24, 2015.
- [8] L. Agustian, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Aki Pada Kendaraan Bermotor," *J. Univ. Tanjungpura*, 2013, [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/10457/10104>.
- [9] A. Putranto, A. Prasetyo, and A. Zاتمiko, *Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga*. 2011.
- [10] M. E. Prasetya, N. Aklis, and N. A.N, "Studi Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal NACA 4412 dengan Modifikasi Sudu Tipe Flat Pada Variasi Sudut Kemiringan 0°, 10°, 15° Disusun," *Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 1–13, 2015.
- [11] A. Adriani, "Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin Menggunakan Generator Dinamo Drillini Terhadap Empat Sumbu Horizontal," *J. INSTEK (Informatika Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 71–80, 2018, doi: 10.24252/instek.v3i1.4821.

- [12] I. S. Mulyana, "Perancangan Turbin Angin Vertikal Savonius Sebagai Sumber Energy Untuk Penerangan Jalan Toll," *Ug J.*, vol. 11, no. 3, 2017.