

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SKALA
MIKRO SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK
UNTUK PENGISIAN BATERAI PONSEL**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**OLEH:
MARKURI SANGGA MITRA
03041282025081**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SKALA MIKRO SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PENGISIAN BATERAI PONSEL



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

MARKURI SANGGA MITRA

03041282025081

Indralaya, 20 Juni 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Rahmawati, S.T., M.T.

NIP. 197711262003122001

Mengotahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro




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

NIP.197108141999031005

HALAMAN 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 : Hj. Rahmawati, S.T., M.T.

Tanggal : 20 / Juni / 2024

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Markuri Sangga Mitra
NIM : 03041282025081
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:

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SKALA MIKRO SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PENGISIAN BATERAI PONSEL

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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: 20 Juni 2024

Yang Menyatakan



Markuri Sangga Mitra

NIM.03041282025081

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Markuri Sangga Mitra
NIM : 03041282025081
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 5%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe PLTB Skala Mikro Sebagai Sumber Energi Listrik untuk Pengisian Baterai Ponsel” 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.

Indralaya, 20 Juni 2024



Markuri Sangga Mitra

NIM. 03041282025081

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala berkat dan nikmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Prototipe PLTB Skala Mikro Sebagai Sumber Energi Listrik untuk Pengisian Baterai Ponsel**” yang dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2024 sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa doa, bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang 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 Rahmawati, 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 Caroline S.T., M.T., Ibu Hermawati, S.T., M.T., dan Ibu Ike Bayusari, 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., IPU selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya .
7. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.

8. Kak Abu Cahya Pratama, Asnawi Bermawi Orkha, Erikson Pebriantua Sinaga, Jamil Hafizh, dan MHD. Aldi Saputra, selaku tim tugas akhir yang sudah sangat membantu dalam proses menyelesaikan tugas akhir.
9. Danel Adi Winarno, Ivan Boni Ariel Litaay, Muhammad Husein, M. Zahran Alfarabi, dan R. Fauzan Aziman yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Teman-teman Teknik Elektro 2020 yang sudah membantu dan menemani selama proses perkuliahan.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga meraih gelar Sarjana Teknik.
12. Berterima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang secara individu dengan segala keterbatasan, tidak menyerah, dan semangat.

Penulis menyadari adanya kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari seluruh pihak dan pembaca demi memperbaiki tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi serta menambah ilmu bagi para pembaca dan semua pihak terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, 20 Juni 2024



Markuri Sangga Mitra

NIM. 03041282025081

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SKALA MIKRO SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PENGISIAN BATERAI PONSEL

(Markuri Sangga Mitra, 03041282025081, 2024, 39 Halaman)

Kebutuhan akan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan semakin mendesak di tengah isu perubahan iklim dan keterbatasan sumber energi fosil. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mikro. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji prototipe pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mikro sebagai sumber energi alternatif untuk pengisian baterai ponsel. Prototipe yang dirancang menggunakan turbin angin Savonius tipe-L yang dikenal dengan kemampuan beroperasi pada kecepatan angin rendah dan memiliki self-starting yang baik. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi: tanpa beban dan dengan beban ponsel. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa prototipe mampu menghasilkan tegangan antara 6,81 V hingga 8,33 V dalam kondisi tanpa beban, dan antara 3,89 V hingga 5,06 V ketika dihubungkan dengan beban ponsel. Dengan daya dari 0,0778 Watt hingga 0,253 Watt. Analisis data menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh prototipe ini cukup untuk terdaksi pengisian baterai oleh ponsel tetapi belum mencukupi untuk mengisi baterai ponsel secara signifikan karena dayanya yang terlalu kecil dimana daya minimal untuk pengisian baterai yang signifikan adalah 5 Watt.

Kata Kunci— Energi Angin, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Skala Mikro, Turbin Savonius, Pengisian Baterai Ponsel

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MICRO-SCALE WIND POWER PLANT PROTOTYPE AS AN ELECTRICAL ENERGY SOURCE FOR MOBILE PHONE BATTERY CHARGING

(Markuri Sangga Mitra, 03041282025081, 2024, 39 Pages)

The need for environmentally friendly alternative energy sources is becoming increasingly urgent amidst climate change issues and the limitations of fossil energy resources. One promising solution is the use of micro-scale wind power plants (WPP). This research aims to design, build, and test a micro-scale wind power plant prototype as an alternative energy source for mobile phone battery charging. The designed prototype uses an L-type Savonius wind turbine, known for its ability to operate at low wind speeds and having good self-starting characteristics. Testing was conducted under two conditions: without load and with a mobile phone load. Measurement results showed that the prototype was able to generate a voltage between 6.81 V to 8.33 V in no-load conditions, and between 3.89 V to 5.06 V when connected to a mobile phone load, with power ranging from 0.0778 Watts to 0.253 Watts. Data analysis indicates that the power generated by this prototype is sufficient to detect battery charging by the mobile phone but is not enough to significantly charge the mobile phone battery, as the minimum power required for significant charging is 5 Watts.

Keywords— *Wind Energy, Micro-Scale Wind Power Plant, Savonius Turbine, Mobile Phone Battery Charging*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Angin	5
2.2 Pengertian PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu).....	6
2.3 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	6
2.4 Turbin Angin	7
2.5 Komponen Utama dari Turbin Angin	10
2.6 Alat Bantu Ukur pada PLTB	13
2.7 Kecepatan Angin	15
2.8 Energi Listrik.....	16
2.9 Ponsel/ <i>Handphone</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20

3.2	Waktu Penelitian	20
3.3	Alat dan Bahan	20
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	22
3.5	Metode Penelitian.....	23
3.6	Desain Alat Penelitian	23
3.7	Tahapan Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Umum.....	28
4.2	Perancangan dan Pembuatan Prototipe	28
4.3	Pengujian Tanpa Beban.....	30
4.4	Pengujian Dengan Beban Ponsel.....	31
4.5	Perhitungan Data	32
4.6	Analisis dan Pembahasan	32
BAB V PENUTUP.....		35
5.1	Kesimpulan.....	35
3.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Prinsip Kerja PLTB	7
Gambar 2.2 Contoh Gambar Turbin Angin Sumbu Horizontal	8
Gambar 2.3 Contoh Gambar Turbin Angin Sumbu Vertikal	9
Gambar 2.4 Komponen Turbin Angin Sumbu Horizontal dan Vertikal	10
Gambar 2.5 Ilustrasi Sederhana Induksi Elektromagnetik	11
Gambar 2.6 <i>Brake</i>	12
Gambar 2.7 Modul <i>DC-Step Down</i>	13
Gambar 2.8 <i>Tachometer</i>	14
Gambar 2.9 <i>Windmill Anemometer</i>	14
Gambar 2.10 Multimeter Digital dan Multimeter Analog.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Desain Turbin	23
Gambar 3.3 Desain Turbin dengan Meja Pondasi	24
Gambar 3.4 Rangkaian Pengukuran Tegangan	26
Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran Arus	26
Gambar 4.1 Turbin Prototipe PLTB Skala Mikro	29
Gambar 4.2 Meja Pondasi Prototipe PLTB Skala Mikro	29
Gambar 4.3 Rangkaian Pengukuran Prototipe PLTB Skala Mikro.....	30
Gambar 4.4 Prototipe PLTB Skala Mikro	30
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Tegangan Tanpa Beban dan Tegangan Dengan Beban	33
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Daya dan Kecepatan Angin	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Kecepatan Angin.....	16
Tabel 3.1 Matriks Perencanaan Waktu Penelitian.....	20
Tabel 4.1 Tabel Data Penelitian Tanpa Beban	30
Tabel 4.2 Tabel Data Penelitian Dengan Beban.....	31
Tabel 4.3 Tabel Perhitungan Data	32

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Energi Listrik	17
Rumus 2.2 Energi Listrik	17
Rumus 2.3 Daya Aktif 1 Fasa	18
Rumus 2.4 Daya Reaktif 1 Fasa	18
Rumus 2.5 Daya Semu	18
Rumus 3.1 Daya Aktif.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era yang sudah modern ini, ketergantungan manusia terhadap listrik meningkat secara signifikan. Karena segala kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan energi listrik yang sangat banyak. Mulai dari transportasi, operasional, industri, pengolahan pangan, hiburan dan lain sebagainya. Tetapi tiap tahunnya energi fosil semakin berkurang. Untuk mengatasi itu maka kita harus bisa memanfaatkan energi terbarukan [1].

Ada banyak energi terbarukan yang sudah ditemukan sejauh ini, yakni air, bio-gas, gelombang laut, matahari, panas bumi, dan angin. Selain dari ketidakterbatasannya, energi terbarukan ini juga mudah untuk didapatkan dan menghasilkan limbah yang sangat sedikit. Angin adalah satu dari banyaknya energi dengan kemampuan terbarukan yang sudah kita ketahui sejak dulu dan sering kita manfaatkan. Seperti untuk menggerakkan perahu dengan mengembuskan angin ke layar-layarnya. Pada dasarnya, angin muncul ketika adanya perbedaan tekanan udara di tempat tersebut. Perbedaan suhu inilah yang menyebabkan keberagaman tingkat kecepatan angin di beragam tempat [2]. Maka dari itu akan susah untuk memanfaatkan angin di tempat yang memiliki rata-rata kecepatan anginnya yang lambat. Untuk mengatasi ini maka dibutuhkanlah pembangkit listrik yang mampu digunakan dalam keadaan angin yang lambat, yaitu pembangkit listrik tenaga bayu skala mikro. Tentu pembangkit ini tidak mampu untuk digunakan sebagai pembangkit utama pada suatu perdesaan atau perkotaan. Tetapi PLTB skala mikro ini mampu menjadi fitur tambahan pada kehidupan sehari-hari [3].

Turbin savonius tipe-L adalah salah satu jenis turbin yang sederhana dan mudah untuk dibuat, meskipun memiliki kecepatan yang relatif lebih rendah dari turbin lainnya tetapi torsi yang dihasilkan tergolong tinggi. Turbin ini sendiri memiliki *self-starting* yang baik sehingga mampu menggerakkan poros meski pada angin dengan kecepatan yang rendah [4].

Ponsel adalah salah satu alat yang selalu kita gunakan setiap hari karena fleksibilitasnya yang bisa dibawa kemana-mana. Selain itu ponsel sekarang sudah

memiliki banyak sekali fungsinya tidak hanya untuk menghubungi orang lain tetapi bisa juga digunakan untuk memesan makanan, memesan ojek, sebagai hiburan, dan lain sebagainya. Berkat fungsinya yang banyak itu kita selalu bergantung kepada ponsel ini menyebabkan sering terjadi kehabisan baterai. Jika habis baterai di tengah kota atau di rumah tidak menjadi masalah. Tetapi akan menjadi masalah besar jika kehabisan baterai ketika dalam perjalanan yang panjang. Tentu kita bisa menggunakan *power bank* sebagai baterai cadangan, tetapi *power bank* juga memiliki batasnya [5]. Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan menggunakan aluminium dan generator 6 V dengan kecepatan berputar 800 hingga 1400 rpm. Hasilnya mampu digunakan untuk pengisian baterai. Tetapi tergolong sangat lambat sehingga memakan waktu yang sedikit banyak untuk mengisi baterainya. Hal ini dikarenakan daya yang di dapat hanya sebesar 160 mWatt yang dimana daya normal yang dibutuhkan untuk mengisi baterai ponsel adalah 5 Watt. [6]. Maka dari itu dalam tugas akhir ini akan dilakukan suatu penelitian yang membahas tentang: **“Rancang Bangun Prototipe PLTB Skala Mikro Sebagai Sumber Energi Listrik untuk Pengisian Baterai Ponsel”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, dapat diketahui PLTB merupakan solusi yang ramah lingkungan dan mudah untuk di akses. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi dari pembangkit listrik tenaga bayu skala mikro dalam kemampuannya untuk menghasilkan daya yang bisa digunakan sebagai pengisian baterai. Penelitian sebelumnya berhasil membangun PLTB skala mikro yang mampu untuk mengisi baterai tetapi belum optimal karena daya keluarannya yang terlalu kecil. Pada penelitian ini kami akan berusaha menghasilkan daya yang mampu mencapai titik minimal untuk pengisian baterai ponsel/*handphone*.

1.3 Batasan Masalah

Berikut ini adalah batasan-batasan yang diberikan kepada permasalahan supaya terarah dan tidak melenceng:

1. Merancang bangun prototipe dari pembangkit listrik tenaga bayu skala mikro.
2. Menggunakan satu jenis turbin yaitu turbin angin savonius tipe-L.
3. Menggunakan Modul *DC-Step Down* untuk mengatur tegangan.
4. Menggunakan *blower* sebagai sumber angin.
5. Menggunakan sudut belok sudu sebesar 140° .
6. Menggunakan 5 buah sudu.
7. Tidak menggunakan terowongan angin.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan pelaksanaan penelitian yang akan dilaksanakan:

1. Merancang dan membangun prototipe pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mikro.
2. Melakukan pengukuran terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan dari prototipe PLTB skala mikro.
3. Menghitung dan menganalisis daya yang dihasilkan oleh prototipe PLTB skala mikro

1.5 Sistematika Penulisan

Dibawah ini merupakan struktur penulisan yang disusun guna mempermudah penyusunan penelitian dalam tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab satu ini, akan dijelaskan latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan tata cara penyusunan penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab 2 ini, akan dibahas mengenai teori-teori terkait energi angin, pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB), prinsip kerja PLTB, turbin angin, komponen utama turbin angin, alat bantu ukur pada PLTB, kecepatan angin, energi listrik, serta ponsel/*handphone*.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab 3 ini akan mengulas mengenai lokasi penelitian, waktu penelitian, alat dan bahan, diagram alir penelitian, metode penelitian, desain alat penelitian, tahapan penelitian, tabel data penelitian, rumus yang akan digunakan, serta analisa data penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian dari pembangkit listrik tenaga bayu skala mikro, pengolahan data dari tegangan, arus dan daya keluaran yang didapat dan grafik penggunaan waktu untuk pengisian baterai ponsel.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi pemaparan kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dan saran penulis kepada pembaca mengenai kelemahan dan kekurangan dari penelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Robiansyah, “PERANCANGAN KONTROLER UNTUK TURBIN ANGIN SKALA KECIL,” *Semin. Nas. TEKNOKA*, vol. 2, no. 2502, 2017.
- [2] W. Supardi *et al.*, “Perancangan Sistem Pengisian Battery Charger Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Angin,” vol. 15, no. 1, pp. 1–8, 2014.
- [3] Y. Nakhoda and C. Saleh, “Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Savonius Portabel,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 5, no. 2, p. 71, 2016, doi: 10.36055/setrum.v5i2.967.
- [4] Y. M. Putra, K. Kananda, and A. Muhtar, “Sistem Pembangkitan PLTB Vertical Axis Wind Turbine Tipe Savonius 3 Sudu,” *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. xx, no. xx, pp. xx–xx, 2019, doi: 10.35472/x0xx0000.
- [5] J. W. Simatupang and K. Sulistiohadhi, “Portable Wind Turbine for Energy Recharging Device Applications,” *Artic. J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2016, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/306504079>
- [6] R. Rajan, V. Panchalogaranjan, V. Aravinthan, T. Thiruvaran, and V. Shanmugarajah, “Low Cost Portable Wind Power Generation for Mobile Charging Applications,” *2018 IEEE 9th Int. Conf. Inf. Autom. Sustain. ICIAfS 2018*, no. December, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/ICIAFS.2018.8913331.
- [7] M. HARYANTI, B. YULIANTI, and N. K. NINGRUM, “Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Aplikasi Mikropower menggunakan Mikroturbin Generator,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 1, p. 143, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i1.143.
- [8] 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),” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.37058/jeee.v3i1.3390.

- [9] T. O. Priyono and A. Kurniawan, “RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) SKALA MIKRO DIWILAYAH DATARAN TINGGI CISAAR (SUMEDANG)”.
- [10] N. Yuniarti and I. W. Aji, “Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik,” *Jur. Pendidik. Tek. Elektro FT. Univ. Negeri Yogyakarta*, pp. 41–48, 2019.
- [11] G. Rahmat Nanang and Eko Sarwono, “Study Eksperimental Berbagai Macam Jenis Sudu Turbin Angin Sumbu Horisontal Skala Laboratorium,” *Repos. Univ. Muhammadiyah Pontianak*, vol. 3, no. 2, pp. 113–120, 2017.
- [12] S. Suripto, “Sistem Tenaga Listrik,” *ELTEK, Vol 11 Nomor 01*, pp. 1–293, 2017.
- [13] Z. Sya’roni and T. Rijanto, “Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah,” *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.
- [14] Handarto, R. Pebrina Simamora, and M. Saukat, “Analisis Potensi Energi Angin Dan Analisis Teknik Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Untuk Membangkitkan Energi Listrik (Studi Kasus Di Gunung Kincir, Desa Ciheras, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya),” *J. Sent.*, no. 22, pp. 91–100, 2019.
- [15] P. Yericson, F. Mahmuddin, and S. Klara, “Analisa Efisiensi Gearbox pada Motor Penggerak Listrik Kapal Nelayan,” vol. 2, pp. 26–32, 2023, doi: 10.25042/jrt2k.062023.04.
- [16] R. Samsinar, R. Septian, and F. Fadliandi, “Alat Monitoring Suhu Kelembapan dan Kecepatan Angin dengan Akuisisi Database Berbasis Raspberry Pi,” *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR)*, vol. 3, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.24853/resistor.3.1.29-36.
- [17] Yohansli’ Noya, “Multimeter Digital, Multimeter Analog (Fungsi Dan Kegunaan),” *Acad. J. Multidiscip. Stud.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–19, 2013.
- [18] D. Wijayanti, E. Rahmawati, and I. Sucahyo, “Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Arduino Uno,” *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 4, pp. 150–156, 2015, [Online]. Available: <https://doi.org/10.26740/ifi.v4n3.p%25p>

- [19] K. B. Pranata and C. Sundaygara, “Buku Ajar Mata Kuliah Elektronika Dasar 1,” *Pandu. Pratikum Elektron. Dasar 1*, pp. 1–131, 2018.
- [20] S. L. Yendi Esye, “Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan,” vol. XI, no. 1, pp. 103–113, 2021.
- [21] M. Ramdani, “Rangkaian Listrik (Revisi),” *Inst. Teknol. Bandung*, p. 301, 1981, [Online]. Available:
https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Rangkaian_Listrik.pdf
- [22] D. Widhyatmoko, “PONSEL LEBIH DARI SEKEDAR ALAT KOMUNIKASI Danu Widhyatmoko,” vol. 2, no. 1, pp. 360–367, 2011.