

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI GENERATOR DC PADA
PROTOTIPE PLTB SKALA MIKRO UNTUK
PENGISIAN BATERAI PONSEL**



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

Oleh :

ASNAWI BERMAWI ORKHA

03041282025061

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

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS EFISIENSI GENERATOR DC PADA PROTOTIPE
PLTB SKALA MIKRO UNTUK PENGISIAN BATERAI
PONSEL**



SKRIPSI

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

Oleh:

**ASNAWI BERMAWI ORKHA
03041282025061**

Indralaya, 20 Juni 2024

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Rahmawati, S.T., M.T.

NIP. 197711262003122001



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Mohammad 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 : Asnawi Bermawi Orkha
NIM : 03041282025061
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:

ANALISIS EFISIENSI GENERATOR DC PADA PROTOTYPE PLTB SKALA MIKRO 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



Asnawi Bermawi Orkha

NIM.03041282025061

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asnawi Bermawi Orkha

NIM : 03041282025061

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 4%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisis Efisiensi Generator DC pada Prototipe PLTB Skala Mikro 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, 25 Juni 2024



Asnawi Bermawi Orkha

NIM. 03041282025061

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala berkat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi yang berjudul “**Analisis Efisiensi Generator DC pada Prototipe PLTB Skala Mikro untuk Pengisian Baterai Ponsel**” 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 kakak 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. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., 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. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Kak Abu Cahya Pratama, Markuri Sangga Mitra, Erikson Pebriantua Sinaga, Jamil Hafizh, dan MHD. Aldi Saputra, selaku tim tugas akhir yang sudah sangat membantu dalam proses menyelesaikan tugas akhir.

8. Danel Adi Winarno, Ivan Boni Ariel Litaay, Muhammad Husein, M. Zahran Alfarabi, dan R. Fauzan Aziman yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Teman-teman Teknik Elektro 2020 yang sudah membantu dan menemani selama proses perkuliahan.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu–persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga meraih gelar Sarjana Teknik.
11. 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, 14 Juni 2024



Asnawi Bermawi Orkha

NIM. 03041282025061

ABSTRAK

ANALISIS EFISIENSI GENERATOR DC PADA PROTOTIPE PLTB SKALA MIKRO UNTUK PENGISIAN BATERAI PONSEL

(Asnawi Bermawi Orkha, 03041282025061, 2024, 38 Halaman)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi generator DC pada pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mikro untuk pengisian daya ponsel, dengan latar belakang kebutuhan akan energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan yang semakin mendesak serta keterbatasan sumber energi fosil. Adapun pengisian daya baterai ponsel merupakan aplikasi yang menarik saat ini sebab telah menjadi suatu kebutuhan pokok di kehidupan sehari-hari. Generator DC dipilih karena ingin menyesuaikan energi yang dihasilkan untuk pengisian baterai ponsel dibandingkan generator AC tiga fasa yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Data diperoleh dengan mengukur tegangan, arus, dan kecepatan angin di PLTB skala mikro pada dua ponsel dengan tegangan baterai berbeda yaitu 3,9 volt dan 4,1 volt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pada tegangan baterai 4,1 volt lebih efisien pada kecepatan angin yang tinggi, sementara hasil pada tegangan baterai 3,9 volt lebih efisien pada kecepatan angin yang rendah. Kesimpulannya, meskipun terdapat perbedaan efisiensi pada berbagai kondisi, daya yang dihasilkan masih kecil untuk pengisian ponsel secara efektif. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk analisis kondisi internal baterai, optimalisasi desain turbin, dan penggunaan material yang lebih efisien.

Kata Kunci - Efisiensi, Generator DC, PLTB Skala Mikro, Pengisian Baterai Ponsel, Energi Alternatif.

ABSTRACT

ANALYSIS OF DC GENERATOR EFFICIENCY IN A MICRO-SCALE WIND TURBINE PROTOTYPE FOR MOBILE PHONE BATTERY CHARGING

(Asnawi Bermawi Orkha, 03041282025061, 2024, 38 Pages)

This study aims to analyze the efficiency of a DC generator in a micro-scale wind power plant (PLTB) for mobile phone charging. The background of this research is the urgent need for efficient and environmentally friendly alternative energy sources, as well as the limitations of fossil energy sources. Mobile phone battery charging is an attractive application because it has become a basic necessity in daily life. A DC generator was chosen to better match the energy produced for charging mobile phone batteries compared to the three-phase AC generator used in previous studies. Data was obtained by measuring voltage, current, and wind speed in a micro-scale PLTB on two mobile phones with different battery voltages, namely 3.9 volts and 4.1 volts. The results showed that the 4.1-volt battery voltage was more efficient at higher wind speeds, while the 3.9-volt battery voltage was more efficient at lower wind speeds. In conclusion, despite the differences in efficiency under various conditions, the power generated is still small for effective mobile phone charging. Further research is recommended to analyze the internal conditions of the battery, optimize turbine design, and use more efficient materials.

Keywords - *Efficiency, DC Generator, Micro-Scale WPP, Mobile Phone Battery Charging, Alternative Energy.*

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 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	7
2.3 Turbin Angin	8
2.4 Generator	9
2.5 Magnet Permanen.....	15
2.6 Arus	15
2.7 Tegangan	15
2.8 Torsi.....	16
2.9 Daya.....	18
2.10 Efisiensi.....	18
2.11 Rumus Perhitungan Efisiensi Generator	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20

3.1	Lokasi 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
3.8	Rangkaian Pengukuran.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Umum.....	28
4.2	Perancangan dan Pembuatan Prototipe	28
4.3	Data Hasil Pengukuran	30
4.4	Perhitungan dan Pengolahan Data.....	31
4.5	Data Hasil Perhitungan.....	32
4.6	Pembahasan	33
BAB V PENUTUP.....		38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Angin di Permukaan Bumi	5
Gambar 2.2 Diagram Prinsip Konversi Energi Angin.....	7
Gambar 2.3 Macam-Macam Bentuk Turbin Angin Tipe Horizontal	8
Gambar 2.4 Macam-Macam Bentuk Turbin Angin Tipe Vertikal	9
Gambar 2.5 Konstruksi Generator DC	10
Gambar 2.6 Generator Penguat Terpisah	11
Gambar 2.7 Rangkaian Listrik Generator Penguat Terpisah.....	12
Gambar 2.8 Penguat Elektromagnetik dan Magnet Permanen.....	12
Gambar 2.9 Generator Shunt	13
Gambar 2.10 Karakteristik Generator <i>Shunt</i>	13
Gambar 2.11 Karakteristik Generator Kompon.	14
Gambar 2.12 Generator Kompon Panjang.	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Desain Turbin <i>Savonius</i>	24
Gambar 3.3 Desain PLTB Secara Keseluruhan	24
Gambar 3.4 Fisik Generator DC Model F8-M2-3440.....	25
Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran Tegangan	26
Gambar 3.6 Rangkaian Pengukuran Arus	26
Gambar 4.1 Fisik Turbin Prototipe PLTB Skala Mikro	29
Gambar 4.2 Generator DC yang telah Dikopel	29
Gambar 4.3 Rangkaian dari Generator hingga ke Ponsel.....	30
Gambar 4.4 Grafik Tegangan terhadap Kecepatan Angin	33
Gambar 4.5 Grafik Arus terhadap Kecepatan Angin	34
Gambar 4.6 Grafik Daya <i>Output</i> terhadap Kecepatan Angin.....	35
Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Generator	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Skala Beaufort	6
Tabel 3.1 Matriks Waktu Penelitian	20
Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	20
Tabel 3.3 Spesifikasi Generator	24
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran	30
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan	32

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	7
Rumus 2.2	15
Rumus 2.3	15
Rumus 2.4	16
Rumus 2.5	16
Rumus 2.6	16
Rumus 2.7	16
Rumus 2.8	17
Rumus 2.9	17
Rumus 2.10	17
Rumus 2.11	17
Rumus 2.12	18
Rumus 2.13	18
Rumus 2.14	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa yang telah modern ini, energi listrik telah menjadi suatu hal yang sangat diperlukan pada berbagai macam aktivitas dan peralatan pada instansi seperti industri, rumah sakit, perusahaan, universitas, rumah tinggal dan sebagainya. Maka dari itu kebutuhan akan energi listrik saat ini akan terus mengalami peningkatan. Pertumbuhan jumlah penduduk dan juga ekonomi yang semakin meningkat adalah penyebab terjadinya hal ini. Listrik sendiri dapat dihasilkan dari konversi energi alam seperti sinar matahari, angin, batu bara dan lain sebagainya [1].

Listrik memiliki dua kategori sumber daya, yakni konvensional dan terbarukan. Sumber daya listrik konvensional, seperti bahan bakar diesel/solar, batu bara, minyak bumi, dan lainnya, memiliki efek merugikan terhadap lingkungan dan menghasilkan limbah yang negatif bagi manusia. Selain itu, sumber-sumber daya listrik konvensional ini semakin menipis seiring berjalannya waktu. Sementara itu, energi terbarukan merupakan solusi terhadap keterbatasan sumber daya fosil dan lebih ramah lingkungan. Meskipun saat ini masih banyak energi listrik yang memakai bahan bakar fosil sebagai sumbernya, energi terbarukan memiliki keunggulan karena sumbernya tak terbatas dan dapat diperbaharui [2]. Energi angin bisa dikatakan termasuk salah satu yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Energi angin dihasilkan dari pergerakan udara yang terjadi ketika udara berpindah yang mana dari wilayah bertekanan tinggi menuju wilayah bertekanan rendah, atau dapat juga dari wilayah bersuhu rendah ke wilayah bersuhu tinggi [3].

Beberapa variasi kecepatan angin tersedia di Indonesia. Bisa dikatakan Indonesia mempunyai potensi energi angin yang cukup untuk dimanfaatkan dalam pembangkitan listrik berkapasitas kecil hingga menengah. Energi angin ini dipakai di pembangkit listrik tenaga angin atau lebih sering disebut sebagai pembangkit listrik tenaga bayu. Pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mikro telah menjadi fokus penelitian yang menjanjikan dalam upaya memenuhi kebutuhan energi di wilayah yang tidak terjangkau listrik konvensional [4]. Pengisian daya baterai ponsel merupakan aplikasi yang menarik saat ini sebab telah menjadi suatu

hal pokok di kehidupan sehari-hari. Meskipun begitu, efisiensi generator DC dalam PLTB skala mikro bisa menjadi faktor kritis yang menentukan seberapa berhasil pengisian baterai ponsel dapat dilakukan [5].

Pada penelitian sebelumnya, generator yang digunakan adalah generator AC 3 Fasa dan penggunaan bebannya adalah dengan mengisi baterai merk Yuasa (YB5L-B) sebagai media penyimpanan energi listrik sebelum digunakan. Sedangkan pada penelitian ini, penggunaan bebannya adalah untuk pengisian baterai ponsel. Sehingga untuk itu pada penelitian ini akan memakai generator DC. Hal ini dikarenakan baterai ponsel umumnya menggunakan tegangan DC (*direct current*) untuk pengisian. Dengan menggunakan generator tipe DC, penelitian ini akan menyesuaikan sumber energi yang dihasilkan dengan kebutuhan baterai ponsel secara langsung. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan pengisian baterai [6].

Dari latar belakang di atas, maka pada tugas akhir ini akan dilakukan suatu penelitian berjudul yaitu “**Analisis Efisiensi Generator DC pada Prototipe PLTB Skala Mikro untuk Pengisian Baterai Ponsel**”.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu dari latar belakang di atas bisa dipahami penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana efisiensi generator DC pada PLTB skala mikro untuk pengisian baterai ponsel dan bagaimana metode kuantitatif dapat mendukung evaluasi efisiensi tersebut serta bagaimana faktor-faktor eksternal seperti variasi kecepatan angin dan variasi tegangan dari baterai ponsel dapat berdampak pada efisiensi generator DC dalam konteks pengisian baterai ponsel pada PLTB skala mikro.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Generator yang digunakan ialah generator DC berjenis magnet permanen.
2. Sudu turbin angin yang digunakan berjumlah 5 sudu dengan bentuk vertikal berjenis *savonius* tipe-L.

3. Ruang lingkungannya hanya dibatasi pada pengisian baterai ponsel dengan 2 variasi tegangan baterai 3,9 volt dan 4,1 volt.
4. Menggunakan metode kuantitatif untuk analisisnya.
5. Berfokus pada variabel tegangan, arus, dan kecepatan angin.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengukur dan menganalisis tegangan, arus, dan kecepatan angin pada prototipe PLTB skala mikro.
2. Menghitung dan menganalisis daya *output* dan efisiensi generator DC pada prototipe PLTB skala mikro.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penyusunan penelitian dalam tugas akhir ini, maka disusunlah struktur penulisannya sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian, perumusan masalah, apa tujuan dilakukan penelitian ini, batasan-batasan masalah pada penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat teori tentang energi angin, pembangkit listrik tenaga angin/bayu, turbin angin, generator, jenis generator DC, magnet permanen, tegangan, arus, daya, torsi, efisiensi dan sebagainya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan mengulas tentang lokasi penelitian, waktu penelitian, alat dan bahan, diagram alir penelitian, metode penelitian, desain alat penelitian, serta tahapan penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang data hasil pengukuran tegangan, arus, kecepatan putar turbin dan kecepatan angin, lalu pengolahan data yang berupa daya *output*, daya *input*, dan efisiensi dari kedua beban tegangan baterai serta analisis dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi pemaparan kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan serta saran penulis yang didasari hasil penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Kholid and M. A. Putra, “*The Effect Of The Number Of Horizontal Wind Turbine On Performance In Micro-Scale Power Plant,*” *Barometer*, vol. 7, no. 2, pp. 95–106, Jul. 2022, doi: 10.35261/barometer.v7i2.6663.
- [2] M. R. Ramadhan, “Analisis Efisiensi Energi Sistem *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Angin,” Universitas Medan Area, Medan, 2022.
- [3] D. N. Nugroho, “Analisis Pengisian Baterai pada Rancang Bangun Turbin Angin Poros Vertikal Tipe *Savonius* untuk Pencatuan Beban Listrik,” Universitas Indonesia, Depok, 2011.
- [4] Y. I. Nahkoda and Saleh Choirul, “Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal untuk Penerangan Rumah Tangga di Daerah Pesisir Pantai,” *Industri Inovatif*, vol. 7, no. 1, pp. 20–28, Mar. 2017.
- [5] J.W Simatupang and K. Sulistiohadhi, “*Portable Wind Turbine for Energy Recharging Device Applications,*” *J. Electron*, pp. 19–24, 2016, Accessed: Jun. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/306504079>
- [6] N. Priyaningsih and N. Yuniarti, “Analisis Efisiensi Generator pada *Wind Turbine,*” *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, 2017, [Online]. Available: <http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/>
- [7] L. Mustika, “Pengembangan Media Konversi Energi Angin menjadi Energi Listrik,” *Jurnak Pendidikan Fisika dan Sains*, vol. 3, no. 2, p. 20, 2020, Accessed: Jun. 18, 2024. [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS>
- [8] Ezwarsyah and Asran, “Prototipe Turbin Angin Skala Kecil Tipe Vertikal *Axis* Untuk *Battery Charging* di Daerah Remote Area,” 2009.
- [9] A. D. Priyambodo and A. I. Agung, “*Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Generator DC di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 285–292, 2019.
- [10] Muslim, Supari, and Joko, *Teknik Perancangan dan Instalasi Listrik*. Surabaya, 2009.

- [11] M. Martua, D. Setiawan, and H. Yuvendius, “Studi Karakteristik Luar Dan Efisiensi Generator DC Penguat Terpisah Terhadap Perubahan Beban dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*,” 2021.
- [12] A. Budiman, H. Asy, and A. Rahman Hakim, “Desain Generator Magnet Permanen untuk Sepeda Listrik,” *Jurnal Emitor*, vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2012.
- [13] R. Arindya, *Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik*. Tangerang Selatan : Graha Ilmu Indonesia, 2012.
- [14] A. Aritonang, “Generator DC 12 V dengan Kapasitas 270 Watt untuk PLTMH di Jalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi,” Universitas Batanghari, Jambi, 2020.
- [15] Setiawan, David. 2018. “Perencanaan Dan Implementasi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) ”. Surabaya : PPs Universitas Negeri Surabaya.
- [16] K.B Pranata and C. Sundaygara, *Buku Ajar Mata Kuliah Elektronika Dasar I. Panduan Praktikum Elektronika Dasar 1*, 2018.
- [17] R. Serway and J.W Jewett, *Physics for Scientists and Engineers*. Boston: Cengage Learning, 2018.
- [18] Z. Lillahulhaq, “Studi Numerik pada Rotor Turbin *Savonius* dan Ice wind dengan Perbandingan Metode *Fluid Structure Interaction* (FSI) dan Statis,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2019.
- [19] A. Kusumma Wijaya, D. Nugroho, dan Agus Adhi Nugroho, “Analisa Efisiensi Kinerja Generator G-101 Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi,” *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (Transistor EI)*, vol. 4, no. 1, pp. 113–124, 2022.
- [20] S.P Hasibuan, *Manajemen: Dasar, Pengertian, dan Masalah*, 1st ed. Jakarta: PT Bumi Aksara, 1984.