

SKRIPSI
DESAIN DAN ANALISIS GENERATOR MAGNET
PERMANEN TIPE RADIAL



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

OLEH:
RAMA AZHARI SUKMA
03041182126023

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

LEMBAR PENGESAHAN
DESAIN DAN ANALISIS GENERATOR MAGNET
PERMANEN TIPE RADIAL



SKRIPSI

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

Oleh:

RAMA AZHARI SUKMA

03041182126023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



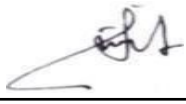
r. Muhammad Abu Bakar Sidik., S.T., M.Eng., Ph.D. IPU., APEC Eng.
IP. 197108141999031005

Palembang, 30 Juni 2025
Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Sri Agustina, M.T.
NIP. 196108181990032003

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 : Ir. Sri Agustina, M.T.

Tanggal : 30 Juni 2025

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

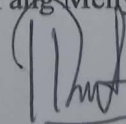
Nama : Rama Azhari Sukma
NIM : 03041182126023
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

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 GENERATOR MAGNET PERMANEN TIPE RADIAL

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: 30 Juni 2025
Yang Menyatakan



Rama Azhari Sukma
03041182126023

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Rama Azhari Sukma

NIM : 03041182126023

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Jenis Karya : Skripsi

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 14 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Desain Dan Analisis Generator Magnet Permanen Tipe Radial” 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, 3 Juli 2025



Rama Azhari Sukma
03041182126023

ABSTRAK
DESAIN DAN ANALISIS GENERATOR MAGNET
PERMANEN TIPE RADIAL

(Rama Azhari Sukma, 03041182126023, 36 halaman)

Kebutuhan akan energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan mendorong pengembangan teknologi pembangkit berbasis energi terbarukan. Salah satu inovasi yang terus berkembang adalah Generator Sinkron Magnet Permanen (Permanent Magnet Synchronous Generator/PMSG) tipe radial, yang memiliki keunggulan berupa efisiensi tinggi, ukuran ringkas, dan tidak memerlukan eksitasi eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja PMSG tipe radial melalui pendekatan teoritis dan simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB. Perancangan mencakup konfigurasi rotor dengan 12 buah magnet neodymium dan stator dengan 12 kumparan berisi 60 lilitan kawat tembaga. Hasil perhitungan teoritis menunjukkan gaya gerak listrik (ggl) sebesar 40,68 V pada kecepatan putar 500 rpm, sedangkan hasil simulasi menunjukkan ggl sebesar 40 V. Nilai regulasi tegangan yang diperoleh adalah sebesar 15,4%. Perbedaan kecil antara hasil teoritis dan simulasi menunjukkan bahwa model simulasi cukup merepresentasikan kondisi sistem secara akurat. Sebagai bentuk verifikasi, dilakukan pengujian eksperimental yang menunjukkan adanya penurunan tegangan dibandingkan hasil simulasi, disebabkan oleh faktor-faktor nyata seperti kecepatan putar yang lebih rendah, rugi-rugi mekanis, dan ketidaksempurnaan fisik. Secara keseluruhan, generator ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam sistem pembangkit energi skala kecil, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB).

Kata Kunci : Generator sinkron, magnet permanen, fluks radial, perhitungan teoritis, simulasi MATLAB.

ABSTRACT
DESIGN AND ANALYSIS OF RADIAL-TYPE
PERMANENT MAGNET GENERATOR

(Rama Azhari Sukma, 03041182126023, 36 pages)

The increasing demand for efficient and environmentally friendly alternative energy sources has driven the development of renewable energy-based power generation technologies. One such innovation is the Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) of the radial type, which offers advantages such as high efficiency, compact design, and no need for external excitation. This study aims to design and analyze the performance of a radial-type PMSG through theoretical calculations and simulations using MATLAB software. The design involves a rotor configuration with 12 neodymium magnets and a stator with 12 coils, each consisting of 60 turns of copper wire. Theoretical calculations indicate an induced electromotive force (EMF) of 40.68 V at a rotational speed of 500 rpm, while simulation results show an EMF of 40 V. The obtained voltage regulation is 15.4%. The minor difference between theoretical and simulation results indicates that the simulation model accurately represents the system's real behavior. For verification, an experimental test was conducted, showing a lower voltage output than the simulation due to practical factors such as reduced rotational speed, mechanical losses, and assembly imperfections. Overall, this generator shows potential for application in small-scale renewable power generation systems, such as wind power plants.

Keywords : *synchronous generator, permanent magnet, radial flux, theoretical calculation, MATLAB simulation.*

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 **“Desain Dan Analisis Generator Magnet Permanen Tipe Radial”** yang dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2025 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 Ir. Sri Agustina, M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir dan pembimbing akademik, ini yang selalu memberikan bimbingan, saran, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Dr. Herlina, S.T., M.T., dan Ibu Hermawati, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama pengerjaan skripsi.
4. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya .
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Ebim, Ridho, Alfa, Zainal, Aulia dan Aldi, selaku tim tugas akhir yang sudah sangat membantu dalam proses menyelesaikan tugas akhir.
8. Kak awal, kak edly, serta keluarga Klub Robotika yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.

9. Victory, Irfan, Asadel, Rhevda, Abi, Albert Dan nangcik yang sudah membantu dan menemani selama proses perkuliahan.
10. Teman-teman Teknik Elektro 2021 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, 30 Juni 2025



Rama Azhari Sukma

NIM. 03041182126023

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
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 Generator	4
2.1.1 Generator Sinkron	4
2.1.2 Generator Fluks Radial.....	4
2.2 Kontruksi Generator	5
2.2.1 Rotor.....	5
2.2.2 Stator.....	5
2.3 Generator Magnet Permanen.....	6
2.4 Prinsip Kerja Generator Magnet Permanen.....	7
2.5 Torsi Putar	7

2.6 Efisiensi.....	8
2.7 Magnet permanen.....	9
2.8 Jenis-jenis magnet permanen.....	9
2.8.1 Alnico.	9
2.8.2 Ferrite Atau Ceramic Magnet.	9
2.8.3 Neodymium iron boron (NdFeB).	10
2.9 Dioda	10
2.10 Induksi Elektromagnet	11
2.11 Fluks Magnetik.....	11
2.12 Luas area permukaan.....	12
2.13 Frekuensi	12
2.14 Kecepatan Sudut (ω) dalam Perhitungan GGL	13
2.15 Regulasi tegangan	13
2.16 Turbin angin	14
2.14.1 Turbin angin vertikal	14
2.14.2 Turbin angin horizontal	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.2 Umum.....	17
3.3 Diagram Alir Penelitian	18
3.4 Alat Dan Bahan	19
3.5 Perencanaan Desain dan peralatan	20
3.5.1 Perencanaan Generator Fluks Radial.....	20
3.6 Perancangan Desain Alat	22
3.7 Skema Simulasi	23
3.8 Langkah Langkah perhitungan GGL induksi.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Umum.....	25
4.2 Spesifikasi Desain Generator	26
4.3 Perhitungan Teoritis	26
4.3.1 Menentukan kecepatan sudut	26
4.3.2 Menentukan luas permukaan.....	27

4.3.3	Menghitung gaya gerak listrik (ggl)	27
4.4	Hasil Simulasi MATLAB.....	27
4.5	Uji Pengaruh Beban terhadap Kinerja Generator	30
4.6	Analisa Perbandingan Perhitungan Teoritis Dan Simulasi	31
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rotor pada generator magnet permanen [6].	5
Gambar 2. 2 Kontruksi kumparan pada stator [6].	6
Gambar 2. 3 Generator Magnet Permanen[6].....	7
Gambar 2. 4 Magnet neodymium [12].	10
Gambar 2. 5 Dioda [13].	11
Gambar 2. 6 Turbin Angin Vertikal[17].....	14
Gambar 2. 7 Turbin Angin Horizontal[17].....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Generator radial dengan penggeraknya	21
Gambar 3. 3 Desain Rotor	22
Gambar 3. 4 Desain Stator.....	22
Gambar 3. 5 Desain cara kerja generator.....	22
Gambar 4. 1 Generator Magnet Permanen radial dengan menggunakan penggerak turbin angin vertikal	25
Gambar 4. 2 Rangkaian MATLAB tanpa beban.....	27
Gambar 4. 3 Rangkaian MATLAB beban 10 watt	28
Gambar 4. 4 Rangkaian MATLAB beban 20 watt	29
Gambar 4. 5 Rangkaian MATLAB beban 30 watt	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Generator	5
Tabel 2. 2 Kerapatan fluks magnet permanen.....	9
Tabel 2. 3 Simbol luas penampang	12
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	16
Tabel 3. 2 Alat Dan Bahan.....	19
Tabel 4. 1 Spesifikasi desain awal generator	26
Tabel 4. 2 Data hasil simulasi dengan variasi beban	30
Tabel 4. 3 Perbandingan ggl	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi yang terus meningkat menuntut inovasi teknologi pembangkit listrik yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu inovasi penting dalam pembangkit listrik adalah generator magnet permanen (*Permanent Magnetic Synchronous Generator* = PMSG). PMSG menawarkan efisiensi tinggi, desain yang ringkas, dan kemampuan untuk bekerja tanpa memerlukan suplai daya eksternal untuk eksitasi magnet, menjadikannya sangat sesuai untuk aplikasi energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga angin.

Generator Sinkron Magnet Permanen telah menjadi salah satu pilihan populer dalam sistem pembangkit listrik tenaga angin karena efisiensinya yang tinggi dan desain yang ringan. Namun, salah satu kendala utama dalam penggunaan Generator Sinkron Magnet Permanen adalah tingginya nilai torka cogging, yang dapat menyebabkan ketidakstabilan pada sistem dan menghambat rotasi rotor, terutama pada kondisi kecepatan angin yang fluktuatif. Torka cogging yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan performa generator dan mengurangi efisiensi konversi energi mekanik menjadi energi listrik [1].

Generator magnet permanen tipe radial memiliki keunggulan dalam hal ukuran dan berat dibandingkan dengan generator konvensional. Penggunaan magnet permanen menghilangkan kebutuhan untuk sistem pengguguran daya, sehingga mengurangi kerugian energi. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi daya keluaran generator magnet permanen tipe radial. Terdapat Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi ini antara lain kualitas material magnet, desain rotor dan stator, serta kondisi beban saat operasi [2].

Pada penelitian sebelumnya mahasiswa Universitas Ibn Khaldun Bogor melakukan penelitian dengan judul “Desain Dan Uji Kinerja Generator Ac Fluks Radial Menggunakan 12 Buah Magnet Permanen Tipe *Neodymium* (Ndfeb) Sebagai Pembangkit Listrik” [3] Dimana penelitian tersebut membahas Penelitian ini tidak mengeksplorasi variasi dalam desain stator dan rotor yang mungkin dapat meningkatkan kinerja dan efisiensi generator. Sedangkan pada penelitian kali ini akan difokuskan pada optimasi desain geometri rotor dan stator, termasuk jumlah,

posisi, dan ukuran magnet permanen. Penelitian ini dapat mengentaskan efisiensi dan output daya generator secara signifikan.

Dari latar belakang dan salah satu penelitian terkait di atas, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Desain Dan Analisis Generator Magnet Permanen Tipe Radial” sebagai judul proposal penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, penulis mendesain sebuah generator sinkron magnet permanen tipe radial. Dalam proses perancangannya, dilakukan perhitungan teoritis terhadap parameter-parameter penting seperti kerapatan fluks, luas permukaan, gaya gerak listrik (ggl), serta simulasi untuk memvalidasi performa desain.

1.3 Batasan Masalah

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

1. Tidak melakukan analisis thermal generator
2. Perhitungan nilai tegangan dilakukan secara manual
3. Mengabaikan pengukuran kerugian mekanik dan listrik secara detail.
4. Menggunakan turbin angin vertikal
5. Pengujian kecepatan 500 rpm

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan pelaksanaan penelitian yang akan dilaksanakan:

1. Mendesain generator magnet permanen tipe radial dengan tegangan keluar sebesar 12 volt pada putaran tertentu.
2. Mendapatkan nilai tegangan output dari perhitungan teoritis dan simulasi menggunakan aplikasi MATLAB.

1.5 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang mendasari penelitian, seperti teori dasar generator sinkron magnet permanen, prinsip kerja generator, perhitungan gaya gerak listrik (GGL),

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai Lokasi dan waktu penelitian, diagram alir penelitian, alat dan bahan, perencanaan desain alat dan skema simulasi.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

Bagian ini menjelaskan tentang perhitungan teoritis dilakukan untuk menghitung parameter generator utama seperti perhitungan teoritis gaya gerak listrik, fluks magnetik, dan simulasi hasil serta analisa perbandingan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. NUR, G. A. YANASTANTO, M. M. HALIM, M. MULYADI, D. K. Y. HUTAPEA, and A. DE FRETES, “Perbandingan Torka Cogging Generator Integral dan Fractional untuk Pembangkit Listrik Tenaga Tenaga Angin,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 3, p. 581, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i3.581.
- [2] J. Ma, L. Shi, and A. M. Golmohammadi, “Voltage-Stabilizing Method of Permanent Magnet Generator for Agricultural Transport Vehicles,” *Processes*, vol. 10, no. 9, pp. 1–17, 2022, doi: 10.3390/pr10091726.
- [3] T. Neodymium *et al.*, “Desain Dan Uji Kinerja Generator Ac Fluks Radial,” pp. 34–40, 2015.
- [4] P. P. Pratama, W. Hadi, and W. Cahyadi, “RANCANG BANGUN GENERATOR AXIAL FLUX PERMANENT MAGNET (AFPM) MULTICAKRAM 1 FASA DENGAN KUTUB BERLAWANAN (N-S) MENGGUNAKAN MAGNET PERMANEN NEODYMIUM IRON BORON (NdFeB),” *Transmisi*, vol. 23, no. 2, pp. 58–67, 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.2.58-67.
- [5] I. Refaldi, Y. Basir, and D. U. Yusa Wardhani, “Analisis Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Generator Sinkron di PT. PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA,” *J. Ampere*, vol. 6, no. 2, p. 91, 2022, doi: 10.31851/ampere.v6i2.7293.
- [6] P. Su, W. Hua, Z. Wu, Z. Chen, G. Zhang, and M. Cheng, “Comprehensive comparison of rotor permanent magnet and stator permanent magnet flux-switching machines,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 66, no. 8, pp. 5862–5871, 2019, doi: 10.1109/TIE.2018.2875636.
- [7] L. Noprizal, M. Syukri, and S. Syahrizal, “Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen 1 Fasa Jenis Fluks Aksial Pada Putaran Rendah,” *Kitektro*, vol. 1, no. 1, pp. 40–44, 2019.

- [8] S. Buyung, “Analisis Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Alat Pemotong Rumpuk Elektrik (APRE),” *J. Voering*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2018.
- [9] M. Yusup and S. Nuryadi, “Analisa Kinerja Generator Magnet Permanen Ditinjau Dari Tegangan Output Dan Torsi Cogging Berdasarkan Variasi Geometri ...,” 2019, [Online]. Available: [http://eprints.uty.ac.id/3351/%0Ahttp://eprints.uty.ac.id/3351/1/Naskah Publikasi_Mardani Yusup_5150711114.pdf](http://eprints.uty.ac.id/3351/%0Ahttp://eprints.uty.ac.id/3351/1/Naskah_Publikasi_Mardani_Yusup_5150711114.pdf)
- [10] E. White *et al.*, “Processing of Alnico Magnets by additive manufacturing,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 22, 2019, doi: 10.3390/app9224843.
- [11] S. Syahlan, U. Islam, and S. Utara, *Magnet Keramik : Kajian dalam Pembuatannya Budapest International Research and Critics University*, no. April. 2020.
- [12] Alderah Azzahra, “Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember,” 2020.
- [13] Y. Apriani and T. Barlian, “Inverter Berbasis Accumulator Sebagai Alternatif Penghemat Daya Listrik Rumah Tangga,” *J. Surya Energy*, vol. 3, no. 1, p. 203, 2018, doi: 10.32502/jse.v3i1.1233.
- [14] B. Prasetyo and T. H. Mulud, “Rancang Bangun Motor – Generator Magnet Permanen Jenis NdFeB,” *Eksergi*, vol. 15, no. 2, p. 60, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i2.1507.
- [15] D. G. Ramdhany, N. Hiron, N. Busaeri, T. Elektro, F. Teknik, and U. Siliwangi, “MODIFIKASI MOTOR BRUSHLESS DC MENJADI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN,” vol. 03, no. 01, pp. 27–33, 2021.
- [16] E. S. Nasution and A. Hasibuan, “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P,” *Sisfo J. Ilm. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–34, 2018, doi: 10.29103/sisfo.v2i1.1001.

- [17] A. Halek, “Pengaruh Sudut Pengarah Angin pada Turbin Angin Sumbu Vertikal terhadap Unjuk Kerja Turbin,” *Din. J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 37–42, 2022, doi: 10.33387/dinamik.v7i2.6053.
- [18] 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.
- [19] I. I. Cahyadi and R. D. Anjani, “Analisa Performa Bilah Taperless Dengan Airfoil S2091 Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal,” *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 64–69, 2021, doi: 10.30630/jtm.14.2.567.