

SKRIPSI
ANALISIS PENGISIAN AKUMULATOR PADA GENERATOR SINKRON
MAGNET PERMANEN SATU FASA FLUKS RADIAL UNTUK
PENCATUAN BEBAN LISTRIK



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

Oleh :

M. SYUKRON RAHMATULLAH

03041281823039

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PENGISIAN AKUMULATOR PADA GENERATOR SINKRON
MAGNET PERMANEN SATU FASA FLUKS RADIAL UNTUK
PENCATUAN BEBAN LISTRIK



SKRIPSI

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

Oleh :

M. SYUKRON RAHMATULLAH

03041281823039

Indralaya, 03 Juni 2022

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP : 198007072006042004



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan

Pembimbing Utama : Dr. Herlina, S.T., M.T.Tanggal : 03/Juni/2022

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Syukron Rahmatullah
NIM : 03041281823039
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 12 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul **“Analisis Pengisian Akumulator Pada Generator Sinkron Magnet Permanen Satu Fasa Fluks Radial Untuk Pencatuan Beban Listrik”** 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, 03 Juni 2022



M. Syukron Rahmatullah

NIM. 03041281823039

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 “ANALISIS PENGISIAN AKUMULATOR PADA GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN SATU FASA FLUKS RADIAL UNTUK PENCATUAN BEBAN LISTRIK” sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan 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. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan tugas akhir dan penulisan skripsi yang telah memberikan bimbingan, nasehat, arahan, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik saya selama mengenyam pendidikan di Teknik Elektro Unsri.
5. Bapak Ir. Sariman, M.S., Ir. Hj. Sri Agustina, M.T., selaku dosen penguji dan dosen Sub Konsentrasi yang telah memberi ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama pengerjaan skripsi.
6. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan kelancaran dalam penulisan skripsi.
7. Sahabat seperjuangan Topek, Ferron, dan Indah.
8. Rekan Satu Bimbingan serta keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2018, angkatan 2019, angkatan 2020 dan HME.

9. Sahabat – sahabat Sobat Saladin dan Sahabat – sahabat PPI ex Pejuang KP.
10. Partner yang menemani penulisan skripsi Anisa Putri Ismi (ciaw).
11. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Indralaya, Mei 2022



Penulis

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

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

Nama : M. Syukron Rahmatullah

NIM : 03041281823039

Jurusan/Prodi : 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:

**ANALISIS PENGISIAN AKUMULATOR PADA GENERATOR SINKRON
MAGNET PERMANEN SATU FASA FLUKS RADIAL UNTUK
PENCATUAN BEBAN LISTRIK**

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 : 30 Mei 2022

Yang menyatakan,



M. Syukron Rahmatullah

NIM. 03041281823039

ABSTRAK
ANALISIS PENGISIAN AKUMULATOR PADA GENERATOR SINKRON
MAGNET PERMANEN SATU FASA FLUKS RADIAL UNTUK
PENCATUAN BEBAN LISTRIK

(M. Syukron Rahmatullah, 03041281823039, 2022, 53 Halaman)

Salah satu langkah yang diambil untuk mengatasi sumber energi yang tidak sebanding dengan pemakaian di masyarakat adalah meminimalkan penggunaan sumber energi dari fosil dengan sumber energi terbarukan. Oleh karena itu dibutuhkan generator yang minimalis serta efisien agar daya yang di hasilkan dapat optimal. Penelitian ini bertujuan menguji generator sinkron magnet permanen satu fasa fluks radial, menganalisis kinerja dan membuat grafik karakteristik dengan cara mengukur dan menghitung nilai daya keluaran dari generator saat proses pengisian akumulator pada kondisi berbeban. Generator sinkron magnet permanen satu fasa fluks radial dengan spesifikasi memiliki 12 kutub magnet dengan jarak antar magnet 0,4 mm serta celah udara sebesar 0,4 cm memiliki jumlah lilitan rata – rata sebanyak 50 lilitan. Generator fluks radial ini dapat dioperasikan dengan memvariasikan kecepatan putaran bernilai 350 rpm, 400 rpm, dan 450 rpm. Serta beban yang digunakan adalah motor DC *gearbox* 12 V 2500 rpm, motor DC *gearbox* 12 V 1500 rpm, dan motor DC *gearbox* 12 V 400 rpm. Setelah dilakukan percobaan didapatkan nilai daya keluaran generator maksimum diperoleh saat kecepatan putar generator bernilai 450 rpm dengan beban motor DC *gearbox* 12 volt 400 rpm yaitu 0,01656 watt. Untuk, total waktu pengisian akumulator tersingkat pada putaran 450 rpm dengan beban motor DC *gearbox* 12 volt 400 rpm yaitu 18,29 menit. Dan waktu pengisian terlama pada 350 rpm dengan beban motor DC *gearbox* 12 volt 2500 rpm yaitu 44,47 menit.

Kata Kunci : Generator Sinkron Magnet Permanen, Satu Fasa, Fluks Radial, Motor DC *gearbox*, dan RPM.

Indralaya, 03 Juni 2022

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP :198007072006042004



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

ABSTRACT
ANALYSIS OF CHARGING ACCUMULATORS ON ONE PHASE
PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR RADIAL
FLUX FOR ELECTRICITY LOADS

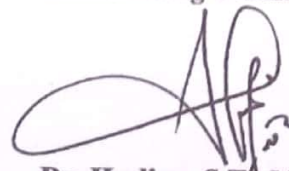
(M. Syukron Rahmatullah, 03041281823039, 2022, 53 Pages)

One of the steps taken to overcome energy sources that are not commensurate with the use in society is to minimize the use of energy sources from fossils with renewable energy sources. Therefore, a minimalist and efficient generator is needed so that the power produced can be optimal. This study aims to test a single phase radial flux permanent magnet synchronous generator, analyze performance and create a characteristic graph by measuring and calculating the output power value of the generator during the accumulator charging process under load conditions. A single phase radial flux permanent magnet synchronous generator with specifications has 12 magnetic poles with a distance between magnets of 0,4 mm and an air gap of 0,4 cm has an average number of turns of 50 turns. This radial flux generator can be operated by varying the rotational speed of 350 rpm, 400 rpm, and 450 rpm. And the load used is a DC motor gearbox 12 V 2500 rpm, DC motor gearbox 12 V 1500 rpm, and DC motor gearbox 12 V 400 rpm. After the experiment was carried out, the maximum generator output power value was obtained when the rotational speed of the generator was 450 rpm with a 12 volt 400 rpm DC gearbox motor load, which was 0,01656 watts. For the shortest total accumulator charging time at 450 rpm with a DC motor gearbox load of 12 volts at 400 rpm, which is 18.29 minutes. And the longest charging time is at 350 rpm with a DC motor gearbox load of 12 volts at 2500 rpm, which is 44.47 minutes.

Keywords : Permanent Magnet Synchronous Generator, Single Phase, Radial Flux, DC Motor gearbox, and RPM.

Indralaya, 03 Juni 2022

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP : 198007072006042004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematis Penulisan	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Prinsip Pembangkitan Energi Listrik	5
2.1.1 Induksi Elektromagnet.....	5
2.1.2 Gaya Gerak Listrik.....	5
2.1.3 Prinsip Generator	6
2.2 Generator Sinkron Magnet Permanen	7
2.2.1 Generator Fluks Radial	8
2.2.2 Stator.....	9

2.2.3 Rotor	9
2.2.4 Magnet Permanen	10
2.3 <i>Rectifier</i>	12
2.4 Akumulator.....	12
2.4.1 Proses Elektrokimia Akumulator.....	13
2.4.2 Kapasitas Akumulator.....	14
2.5 Inverter	15
2.5.1 Jenis Gelombang Inverter	15
2.3.3 Prinsip Kerja Inverter.....	16
2.6 Persamaan Rpm Dengan Tegangan Generator.....	16
2.7 Persamaan Tegangan Generator Dengan Pengisian Akumulator.....	17
2.8 <i>Boost Converter</i>	18
BAB III	19
METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	19
3.1.2 Waktu Penelitian.....	19
3.2 Metode Penelitian.....	20
3.3 Peralatan dan Bahan	20
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.5 Tahapan Penelitian	22
3.6 Rangkaian Pengukuran.....	23
BAB IV	25
PEMBAHASAN	25
4.1 Umum.....	25
4.2 Pengujian Pengisian Akumulator Dengan Variasi Kecepatan Generator Dalam Kondisi Berbeban.....	26
4.3 Pengujian Nilai Daya Keluaran Generator Saat Pengisian Akumulator	28
4.4 Analisa Hasil Pengujian Pengisian Akumulator Dalam Kondisi Berbeban Dengan Variasi Kecepatan Generator	30
BAB V.....	32
KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32

5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Induksi Elektromagnet	5
Gambar 2.2 Hukum Tangan Kanan <i>Fleming</i>	6
Gambar 2.3 (a) Generator Arus Bolak-Balik; (b) Generator Arus Searah.....	6
Gambar 2.4 Konstruksi Generator Magnet Permanen	7
Gambar 2.5 (a) Radial Fluks Tipe Internal; (b) Radial Fluks Tipe Eksternal Rotor	8
Gambar 2.6 Laminasi Stator dan Beberapa Kumpanan Dalam Slot.....	9
Gambar 2.7 Rotor Kutub Menonjol (<i>Salient Pole</i>)	10
Gambar 2.8 Rotor Kutub Silinder (<i>Non-Salient Pole/Cylindrical Rotor</i>)	10
Gambar 2.9 Kurva Karakteristik Magnet Permanen.....	11
Gambar 2.10 Rangkaian dan <i>Output Bridge Rectifier</i>	12
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Inverter	16
Gambar 2.12 <i>Boost Converter XL6009e1</i>	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2 Rangkaian Pengukuran.....	24
Gambar 4.1 Rancangan Alat Penelitian (a) sisi kanan depan; (b) sisi kiri depan; (c) sisi kanan belakang; (d) sisi kiri belakang.....	25
Gambar 4.2 Grafik Total Waktu Pengisian Akumulator	30
Gambar 4.3 Grafik Nilai Daya Keluaran Generator	31

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Kondisi Tingkat Pengisian Akumulator 12 volt	13
Table 3.1 Jadwal Penelitian.....	19
Table 3.2 Alat dan Bahan.....	20
Table 3.3 Spesifikasi Generator	21
Table 4.1 Data Pengisian Akumulator Dengan Kecepatan 350 rpm	26
Table 4.2 Data Pengisian Akumulator Dengan Kecepatan 400 rpm	27
Table 4.3 Data Pengisian Akumulator Dengan Kecepatan 450 rpm	27
Table 4.4 Data Nilai Daya Keluaran Generator Saat Pengisian Akumulator Dalam Kondisi Berbeban Dengan Kecepatan 350 rpm.....	28
Table 4.5 Data Nilai Daya Keluaran Generator Saat Pengisian Akumulator Dalam Kondisi Berbeban Dengan Kecepatan 400 rpm.....	29
Table 4.6 Data Nilai Daya Keluaran Generator Saat Pengisian Akumulator Dalam Kondisi Berbeban Dengan Kecepatan 450 rpm.....	29

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Frekuensi listrik	8
Rumus 2.2 Lamanya Pengisian Arus	13
Rumus 2.3 Daya Listrik	14
Rumus 2.4 Jumlah Putaran.....	17
Rumus 2.5 Jumlah Kumparan Beserta Jumlah Lilitan.....	17
Rumus 2.6 Tegangan Induksi.....	17
Rumus 2.7 Besarnya Arus Pengisian Akumulator	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meminimalisir penggunaan sumber energi fosil ke arah sumber energi terbarukan merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi sumber energi yang tidak sepadan dengan konsumsi masyarakat. Ada banyak jenis energi terbarukan, tetapi semuanya membutuhkan generator. Generator adalah mesin atau peralatan listrik yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, atau menghasilkan listrik secara langsung karena fungsi generator [1]. Seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi, terdapat berbagai jenis generator yang sesuai dengan kebutuhannya, dan tidak sulit bagi setiap rumah untuk memiliki generator sebagai komponen energi terbarukan. Hanya saja, instalasi atau penggunaan energi terbarukan harus memperhatikan lingkungan sekitar.

Hembusan angin misalnya, dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan pada tempat tinggal yang berada di wilayah dengan potensi hembusan angin yang tinggi. Bayu atau angin adalah sumber energi terbarukan yang ditemukan di tempat-tempat di mana hembusan angin kencang mungkin terjadi. Pembangkit listrik energi bayu menggunakan turbin angin atau kincir angin sebagai generator untuk mengkonversi energi angin menjadi listrik [2]. Bukan hanya tenaga angin, tetapi banyak sumber energi terbarukan lainnya seperti air. Memasang kincir air di talang air hujan memungkinkan kincir air memutar generator dan menghasilkan energi listrik saat hujan mengalir di atasnya. Konsep ini dianalogikan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), yang menghasilkan listrik menggunakan energi potensial dan kinetik air.

Oleh karena itu, diperlukan generator yang minimalis dan efisien untuk memastikan daya yang dihasilkan optimal. Keluaran daya listrik dari generator akan disimpan di baterai, dan cara terbaik untuk menggunakan energi listrik yang tersimpan di baterai adalah dengan menggunakan komponen pengatur energi listrik untuk menjaga agar tegangan yang keluar dari generator tetap konstan.

Pemanfaatan energi listrik pada rumah dengan daya listrik kecil, baterai digunakan untuk menyalakan komponen kelistrikan. Inverter mengubah energi listrik kemudian tersimpan dalam baterai dari arus DC 12 Volt dan tegangan (searah) menjadi arus AC serta tegangan (bolak-balik) dengan nilai 220 volt. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa sebagian besar komponen listrik di rumah beroperasi pada tegangan dan arus bolak-balik.

Berdasarkan penelitian Ahmad Rafli Baiduri dan Meggi Octa Suhada terhadap rancang bangun generator sinkron magnet permanen fluks radial satu fasa kecepatan rotasi rendah. Dengan tujuan menggunakan generator ini sebagai sumber energi alternatif yang hemat biaya di rumah. Serta membantu pemerintah dalam kesulitan memasok energi listrik pada desa-desa terpencil. Oleh sebab itu penulis bermaksud untuk menguji generator sinkron magnet permanen satu fasa fluks radial, seluruh proses pengecasan akumulator saat keadaan berbeban dengan mengukur dan menghitung nilai daya keluaran generator. Hal tersebut menjadi latar belakang penulis ingin membahas “*Analisis Pengisian Akumulator Pada Generator Sinkron Magnet Permanen Satu Fasa Fluks Radial Untuk Pencatuan Beban Listrik*”.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini akan membahas mengenai generator sinkron magnet permanen satu fasa fluks radial. Apa pengaruh variasi laju putaran generator terhadap waktu proses pengecasan akumulator saat generator dibebani, mengetahui nilai daya keluaran generator selama proses pengecasan akumulator saat generator dibebani, bagaimana pengaruh pengisian akumulator karena kecepatan putaran generator tidak konstan, dan berapa lama durasi yang diperlukan guna mengecaskan penuh akumulator. Dikarenakan hal tersebut penulis akan melakukan penelitian dan menganalisis pengisian akumulator menggunakan generator sinkron magnet permanen satu fasa fluks radial dengan memvariasikan kecepatan putaran generator, juga menganalisa daya keluaran generator selama pengecasan akumulator ketika sedang dibebani.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan penelitian yang akan dilakukan :

1. Menganalisis efek variasi laju putar generator terhadap waktu untuk mengecras akumulator.
2. Mengukur dan menghitung nilai daya keluaran generator.
3. Mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi akumulator sampai penuh.

1.4 Batasan Masalah

Berikut ini batasan masalah penelitian :

1. Memakai generator dengan kapasitas 400 Watt yaitu generator sinkron magnt permanen fluks radial satu fasa.
2. Akumulator yang dipakai yakni akumulator kering 12 Volt DC 7 Ah.
3. Beban yang digunakan yakni motor DC *gearbox* 12 V 2500 rpm, DC *gearbox* 12 V 1500 rpm, dan motor DC *gearbox* 12 V 400 rpm.
4. Rugi-rugi pada generator, akumulator, dan beban tidak diperhitungkan.
5. Variasi laju putar yang digunakan pada penelitian ini yakni 350, 400, dan 450 rpm.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan tesis ini untuk mempersiapkan tugas akhir ini antara lain :

BAB 1 PENDAHULUAN

Latar belakang judul skripsi, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah dalam penelitian, dan sistematika penulisan semuanya tercakup dalam bab ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan ringkasan luas dari teori yang akan digunakan sebagai panduan untuk melangsungkan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mengurai metodologi penelitian penulis, serta lokasi dan waktu penelitian, dan proses penulisan skripsi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menganalisis prosedur pengecasan serta pengujian akumulator menggunakan generator sinkron magnet permanen fluks radial satu fasa untuk pencatuan beban listrik.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyoroti temuan penelitian serta ide-ide untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Putra, “Perancangan Dan Pembuatan Generator Fluks Radial Satu Fasa Menggunakan Lilitan Kawat Sepeda Motor Dengan Variasi Diameter Kawat,” 2014.
- [2] D. Perwita and W. Banar, “A Technical Review of Building Integrated Wind Turbine System and a Sample Simulation Model in Central Java, Indonesia,” *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 29-36, 2014.
- [3] C. Retno, Hidayat Arif, S. Sutopo, “Analisis Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa Pada Materi Induksi Elektro Magnetik” vol. 3, no. 10, pp. 1383-1390, 2018.
- [4] Bubi, “Analisa perbandingan..., Bubi Maura Nilendra, FT UI, 2012,” 2012.
- [5] N. D. Nuary, “Analisis Pengisian Baterai Pada Rancang Bangun Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius Untuk Pencatuan Beban Listrik,” 2011.
- [6] W. Dwi Prasetyo, “Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM,” *J. Ilm. SETRUM*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [7] I. F. Syahbana, “Analisis Pengaruh Pembebanan dan RPM Terhadap Performa Generator Wind Turbine Menggunakan Software Magnet Infolytica Program Studi Teknik Elektro,” 2019.
- [8] Z. Anthony, *Mesin Listrik Arus Bolak Balik*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013.
- [9] A. A. Wijaya, Syahril, and Waluyo, “Perancangan Generator Magnet Permanen dengan Arah Fluks Aksial untuk Aplikasi Pembangkit Listrik,” *Reks Elkomika*, vol. 4, no. 2, pp. 93–108, 2016
- [10] Mulyadi, P. Sardjono, Djuhana, K. H. Z, And M. Situmorang, “Generator Listrik Magnet Permanen Tipe Aksial Fluks Putaran Rendah Dan Uji Performa,” *Issn*, Vol. 1, No. November, Pp. 1–13, 2016.
- [11] F. T. Ui, “Simulasi Optimasi..., Paksi Pujianto, Ft Ui, 2012,” 2012.

- [12] U. S. Utara, "Bab Ii," Pp. 6–45.
- [13] F. T. Ui, "Simulasi Optimasi, Gustaf Bahtiar, Ft Ui, 2012," 2012.
- [14] Andika and A. Hamzah, "Perancangan Dan Pembuatan Generator Fluks Radial Tiga Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah," *Univ. Riau*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–8, 2018.
- [15] E. Sofian, "Studi Bentuk Rotor Magnet Permanen Pada Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Tanpa Inti Stator," 2011.
- [16] Y. I. Nakhoda and C. Saleh, "Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Savonius Portabel," *J. Ilm. Setrum*, Vol. 5, No. 2, Pp. 71–76,
- [17] A. R. Pramurti, "Studi Desain Generator Magnet Permanen Fluks Radial Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kecepatan Putaran Rendah," *Cyclotron*, Vol. 3, No. 1, Pp. 3–8, 2020.
- [18] D. A. Saputro, "Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Tegangan dan Frekuensi Generator Induksi 1 Fasa 6 Kutub," 2016.
- [19] L. Melda, N. Refdinal, Reza Hamdi, "Analisa Proses *Charging* Akumulator Pada Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Pantai Purus Padang," vol. 2, no. 1, 2013.
- [20] R. Raban, E. Kurniawan, and U. Sunarya, "Desain Dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic Xl6009E1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 1900–1908, 2015.