

SKRIPSI

**DESAIN DAN SIMULASI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL 1
FASA MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) BERBASIS
MULTI CAKRAM**



SKRIPSI

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

Oleh :

**MUHAMMAD DWI SEPTARINO
03041181823017**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN DAN SIMULASI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL 1 FASA MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) BERBASIS MULTI CAKRAM



SKRIPSI

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

Oleh :

MUHAMMAD DWI SEPTARINO

03041181823017

Indralaya, Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. M. Suparlan, M.Sc
NIP : 195706061987031002

Pembimbing Kedua

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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Aisyah Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP 108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Dwi Septarino
NIM : 03041181823017
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 15 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "Desain dan simulasi generator sinkron fluks aksial 1 fasa menggunakan magnet neodymium (ndfeb) berbasis multi cakram" 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, Juni 2022



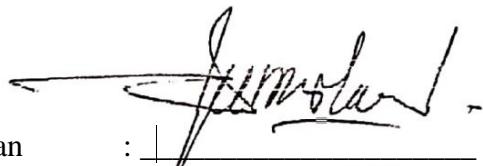
Muhammad Dwi Septarino

NIM. 03041181823017

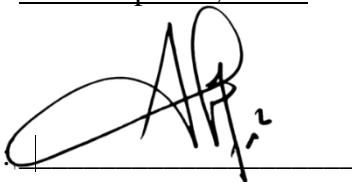
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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 : Ir. M. Suparlan, M.Sc.

Tanda Tangan

Pembimbing Kedua : Dr. Herlina, S.T., M.T.

Tanggal

: 03/Juni/2022

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 DESAIN DAN SIMULASI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL 1 FASA MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) BERBASIS MULTI CAKRAM sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

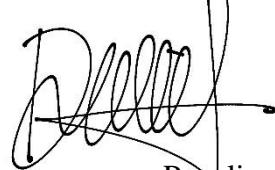
Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Herlina, S.T, M.T. dan Bapak Ir. M. Suparlan, M.Sc. selaku pembimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir dan penulisan skripsi yang telah memberikan bimbingan, nasehat, arahan, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaiannya 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.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. H. Iwan Pahendra Anto Saputra S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik saya selama mengeyam pendidikan di Teknik Elektro Unsri.

5. Bapak Ir. Sariman, M.S., dan Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. selaku dosen penguji dan dosen Sub Konsentrasi yang telah memberi ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama penggerjaan skripsi.
6. Kedua orang tua, kakak dan adik beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan kelancaran dalam penulisan skripsi.
7. Rekan terbaik Selama perkuliahan Annisa Jala Senasti, Haditya Gayendra Putra, dan Muhammad Farliansyah
8. Anisa Aulia Rahma yang sudah membantu dan memberi semangat kepada penulis dalam mengerjakan skripsi.
9. Sahabat seperjuangan Ferron, Ichsan, Najhan, Syukron, Reinaldi, Daffa, Nailah, Devina, Sabrina, Fadio, Faaizun, Yudha, Riski Aulia, Melisa, Muhyi dan Nafis.
10. Rekan Satu Bimbingan serta keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2018, angkatan 2019, angkatan 2020 dan HME KM FT UNSRI kabinet Lingkar Cita.
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, April 2022



Penulis

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

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

Nama : Muhammad Dwi Septarino

NIM : 03041181823017

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:

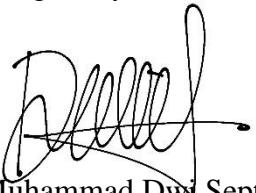
**DESAIN DAN SIMULASI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL 1
FASA MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM (Ndfeb) BERBASIS
MULTI CAKRAM**

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 : 3 Juni 2022

Yang menyatakan,



Muhammad Dwi Septarino

NIM. 03041181823017

ABSTRAK

DESAIN DAN SIMULASI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL 1 FASA MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) BERBASIS MULTI CAKRAM

(Muhammad Dwi Septarino, 03041181823017, 2022, 45 Halaman)

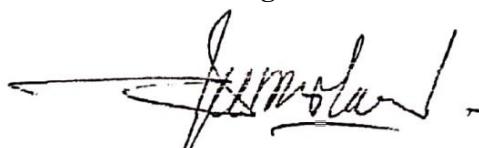
Energi listrik merupakan elemen yang memiliki peranan yang sangat penting untuk kehidupan sekarang ini sebagai penunjang kebutuhan masyarakat maupun industri. Untuk bisa menghasilkan energi listrik yang berasal dari sumber energi terbarukan maupun tidak terbarukan diperlukannya sebuah mesin listrik statis yang disebut dengan generator. generator putaran rendah (*low speed*) memerlukan putaran kurang dari 500 rpm untuk menghasilkan energi listrik. Penelitian ini bertujuan mendesain dan mensimulasikan generator fluks aksial 1 fasa putaran rendah berbasis multi cakram, Menganalisis kinerja dan membuat grafik karakteristik output generator fluks aksial 1 fasa berbasis multi cakram. Generator fluks aksial multi cakram ini dapat di rancang dengan spesifikasi 2 buah stator dan 3 keping rotor menggunakan magnet neodymium sebanyak 12 kutub atau 6 keping magnet dengan celah udara 4 mm. masing – masing stator terdapat 8 buah kumparan dengan diameter 0,6 mm memiliki jumlah lilitan rata – rata sebanyak 100 lilitan. Generator fluks aksial ini dapat dioprasikan pada percobaan ini 240 rpm, 260 rpm, 280 rpm, 300 rpm, 320 rpm dan 340 rpm. Pada saat generator berputar dengan kecepatan 340 rpm mampu menghasilkan tegangan maksimal pada saat pengujian, serta keluaran arus terbesar juga ketika generator berkecepatan 340 rpm. Arus pada hambatan 1 ohm adalah sebesar 3.0375 Amp dan pada hambatan 2 ohm adalah sebesar 1.5188 Amp dan menghasilkan nilai tegangan sebesar 3.0375 Volt.

Kata Kunci : Generator magnet permanen fluks aksial, RPM, Arus

Indralaya, Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Ir. M. Suparlan, M.Sc.

NIP : 195706061987031002

Pembimbing Kedua



Dr. Herlina, S.T., M.T.

NIP : 198007072006042004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Syaiful Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 97108141999031005

ABSTRACT
**DESIGN AND SIMULATION OF A 1-PHASE AXIAL FLUX
SYNCHRONOUS GENERATOR USING MULTI DISC-BASED
NEODYMIUM (NdFeB) MAGNETS**

(Muhammad Dwi Septarino, 03041181823017, 2022, 45 Pages)

Electrical energy is an element that has a very important role in today's life as a support for the needs of society and industry. To be able to produce electrical energy from renewable and non-renewable energy sources, a static electricity machine called a generator is needed. low speed generators require rotation of less than 500 rpm to produce electrical energy. This study aims to design and simulate a single-phase low-speed axial flux generator based on multiple discs, analyze performance and graph the output characteristics of a single-phase axial flux generator based on multiple discs. This multi-disc axial flux generator can be designed with specifications of 2 stators and 3 rotors using 12 pole neodymium magnets or 6 magnets with 4 mm air gap. Each stator has 8 coils with a diameter of 0.6 mm and has an average number of turns of 100 turns. This axial flux generator can be operated in this experiment 240 rpm, 260 rpm, 280 rpm, 300 rpm, 320 rpm and 340 rpm. When the generator rotates at a speed of 340 rpm, it is able to produce a maximum voltage at the time of testing, and the largest current output is also when the generator has a speed of 340 rpm. The current on the 1 ohm resistance is 3.0375 Amp and the 2 ohm resistance is 1.5188 Amp and produces a voltage value of 3.0375 Volts.

Kata Kunci : Permanent Magnet Generator Flux Axial, RPM, Current

Indralaya, Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Ir. M. Suparlan, M.Sc.

NIP : 195706061987031002

Pembimbing Kedua



Dr. Herlina, S.T., M.T.

NIP : 198007072006042004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abd Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 198108141999031005

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematis Penulisan	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Generator.....	4
2.1.1 Prinsip Kerja Generator.....	4
2.1.2 Generator Sinkron	5
2.1.3 Generator Fluks Aksial	6
2.2 Konstruksi Generator.....	7
2.2.1 Rotor	7
2.2.2 Stator	8
2.2.3 Magnet Permanen.....	9
2.3 Parameter Generator.....	10
2.3.1 Prinsip Kerja Generator Aksial.....	10

2.3.2 Tegangan pada GGL Induksi	11
2.3.3 Celah Udara	12
2.3.4 Kerapatan Fluks Magnet	13
2.4 Rugi rugi	14
2.5 Comsol Multiphysics.....	15
BAB III.....	16
METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Umum.....	16
3.2Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	16
3.3 Diagram Alir	17
3.4 Desain Stator	18
3.4.1 Rancangan Jumlah dan Diameter Kumparan	18
3.4.2 Perancangan Susunan Tata Letak.....	18
3.5 Desain Rotor	19
3.5.1 Rancangan Jumlah Magnet dan Kutup Magnet	19
3.5.2 Perancangan Desain Rotor	20
3.6 Peralatan Dan Bahan.....	21
3.7 Pengolahan Data	23
3.7.1 Pengolahan data keluaran generator.....	23
3.7.2 Tabel Keluaran Hasil Fluks Magnetik.....	24
BAB IV	25
PEMBAHASAN	25
4.1 Desain Generator Fluks Aksial.....	25
4.2 Simulasi Percobaan	26
4.2.1 Simulasi Penentuan Fluks Magnetik Generator.....	26
4.3 Perhitungan Keluaran Generator.....	29
4.3.1 Pada Kecepatan 240 Rpm	29
4.3.2 Pada Kecepatan 260 Rpm	31
4.3.3 Pada Kecepatan 280 Rpm	32
4.3.4 Pada Kecepatan 300 Rpm	33
4.3.5 Pada Kecepatan 320 Rpm	35
4.3.6 Pada Kecepatan 340 Rpm	36

4.4 Grafik Perbandingan	38
4.4.1 Grafik Kecepatan terhadap Tegangan.....	39
4.4.2 Grafik Kecepatan terhadap Arus.....	39
4.4.3 Grafik Kecepatan terhadap Daya.....	40
4.5 Analisa Hasil Percobaan	41
BAB V.....	44
KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator Serempak Dasar[1].....	4
Gambar 2. 2 Bentuk Gelombang Tegangan [1].	5
Gambar 2. 3 Generator Fluks Aksial[5].....	6
Gambar 2. 4 Rotor Generator AFPM[6]	7
Gambar 2. 5 Bentuk Tipe Pemasangan Magnet Pada Rotor[5]	8
Gambar 2. 6 Stator Tanpa Inti Besi[6]	9
Gambar 2. 7 Magnet Permanen Neodymium[6]	9
Gambar 2. 8 Eksentrisitas Celah Udara[8].....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3. 2 Rancangan Diameter dan Jarak Kumparan Stator[6].....	18
Gambar 3. 3 Rancangan Diameter dan Kumparan Stator.....	19
Gambar 3. 4 Karakteristik Magnet NdFeb[6]	20
Gambar 3. 5 Rancangan Tata Letak Magnet Pada Plat Rotor[6]	20
Gambar 3. 6 Rancangan Bentuk Plat Rotor	21
Gambar 3. 7 <i>Software SolidWorks</i>	21
Gambar 3. 8 Software <i>Comsol Multiphysics</i>	22
Gambar 4. 1 Tampak depan hasil Mesh Generator Fluks Aksial	25
Gambar 4. 2 Tampak Samping <i>Mesh</i> Generator Fluks Aksial	25
Gambar 4. 3 Hasil Plotting Pada Kecepatan 240 Rpm	26
Gambar 4. 4 Hasil Plotting Pada Kecepatan 260 Rpm	26
Gambar 4. 5 Hasil Plotting Pada Kecepatan 280 Rpm	27
Gambar 4. 5 Hasil Plotting Pada Kecepatan 300 Rpm	27
Gambar 4. 7 Hasil Plotting Pada Kecepatan 320 Rpm	30
Gambar 4. 8 Hasil Plotting Pada Kecepatan 340 Rpm	30
Gambar 4. 9 Grafik Kecepatan terhadap Arus.....	41
Gambar 4. 10 Grafik Kecepatan vs Arus pada Hambatan 1 Ohm.....	41
Gambar 4. 11 Grafik Kecepatan vs Arus pada Hambatan 2 Ohm.....	41
Gambar 4. 12 Grafik Kecepatan vs Daya pada Hambatan 1 Ohm.....	42
Gambar 4. 13 Grafik Kecepatan vs Daya pada Hambatan 2 Ohm.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Tabel 3.2 Hasil Pengukuran keluaran generator.....	25
Tabel 3.3 Tabel pengukuran fluks magnetik.....	26
Tabel 4.1 Nilai Fluks Magnetik	30
Tabel 4.2 Nilai Arus Pada Kecepatan 240.....	31
Tabel 4.3 Nilai Arus Pada Kecepatan 260 rpm.....	32
Tabel 4.4 Nilai Arus Pada Kecepatan 280.....	33
Tabel 4.5 Nilai Arus Pada Kecepatan 305 rpm.....	35
Tabel 4.6 Nilai Arus Pada Kecepatan 320 rpm.....	36
Tabel 4.7 Nilai Arus Pada Kecepatan 340 rpm.....	37
Tabel 4.8 Hasil Keluaran Generator Sinkron.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan elemen yang memiliki peranan yang sangat penting untuk kehidupan sekarang ini sebagai penunjang kebutuhan masyarakat maupun industri. Saat ini sumber energi listrik di dominasi dari sumber yang berbahan fosil seperti batu bara dan minyak bumi. Sementara itu bahan-bahan tersebut termasuk energi tidak terbarukan. Bahan energi tidak terbarukan suatu saat akan habis dan untuk mengatasi kelangkaan bahan bahan energi tersebut diperlukan sumber energi yang dapat menggantikannya berbasis energi terbarukan. Energi terbarukan tersebut memiliki potensi sebagai bahan produksi energi listrik di masa yang akan datang. Energi jenis ini dapat bersumber dari matahari, gelombang laut, air, panas bumi dan angin.

Untuk bisa menghasilkan energi listrik yang berasal dari sumber energi terbarukan maupun tidak terbarukan diperlukannya sebuah mesin listrik statis yang disebut dengan generator. Jenis generator yang saat ini banyak digunakan adalah jenis *high speed*. Generator ini memerlukan putaran tinggi hingga 3000 rpm , dan juga memerlukan motor penggerak awal untuk memicu putarannya. Sementara untuk jenis generator putaran rendah (*low speed*) memerlukan putaran kurang dari 500 rpm untuk menghasilkan energi listrik. Namun jenis generator *low speed* masih jarang di temukan di pasaran [1]. Sumber energi terbarukan memerlukan generator dengan kecepatan rendah untuk dapat menghasilkan energi listrik

Pada umumnya generator berkecepatan rendah menggunakan magnet permanen pada komponen rotornya. Magnet permanen ini akan mempengaruhi kinerja kuat medan magnet pada generator kecepatan rendah. Kinerja generator berbanding lurus dengan kuat dari sebuah medan magnet. Arah kuat medan magnet terbagi menjadi dua jenis yaitu arah fluks radial dan arah fluks aksial[2].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Irwinsky Fuadi pada tahun 2012 dengan judul studi desain generator singkron magnet permanen fluks aksial jenis cakram dan penelitian yang dilakukan oleh Puja Setia pada tahun 2017 dengan judul rancang bangun mini generator fluks aksial 1 fasa putaran rendah menggunakan neodymium magnet (ndfeb) berbasis multi cakram.

Berdasarkan latar belakang di atas, penting untuk dilakukan penelitian dengan merancang generator magnet permanen dengan harapan generator ini bisa digunakan sebagai energi alternatif yang efisien dan dapat digunakan oleh rumah tangga, baik di kota – kota besar maupun desa – desa terpencil. Juga dapat membantu pemerintah dalam krisis energi listrik dan kesulitan dalam memasok energi listrik pada desa – desa terpencil.

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan perbandingan terhadap Arus, tegangan, dan daya dari generator berkecepatan rendah dengan konstruksi 3 stator dan 2 rotor menggunakan aplikasi COMSOL *Multiphysics*. Sehingga judul tugas akhir ini adalah “DESAIN DAN SIMULASI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL 1 FASA MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) BERBASIS MULTI CAKRAM”

1.2 Tujuan

Adapan tujuan penulisan skripsi ini sebagai berikut:

1. Mendesain dan mesimulasikan generator fluks aksial 1 fasa putaran rendah berbasis multi cakram.
2. Menganalisis kinerja dan membuat grafik karakteristik *output* generator fluks aksial 1 fasa berbasis multi cakram.

1.3 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang generator fluks aksial 1 fasa putaran rendah berbasis multi cakram, dan bagaimana kinerja dan membuat grafik karakteristik output generator fluks aksial berbasis multi cakram.

1.4 Batasan Masalah

Penulisan ini hanya membahas tentang hal – hal berikut :

1. Desain dan pemodelan yang dibuat adalah sebatas generator fluks aksial dengan rotor multi cakram dan multi stator tanpa inti besi.
2. Pembahasan mengenai prinsip kerja generator fluks aksial (Hukum Faraday) dan perhitungan dari hasil analisa pengujian.
3. Mengetahui kinerja generator fluks aksial 1 fasa dan karakteristik dari tegangan keluaran.

1.5 Sistematic Penulisan

Sistematika dari penulis tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I ini penulisan membahas mengenai latar belakang penulisan, Tujuan, Rumusan masalah, Batasan masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar – dasar teori dan hal – hal umum yang berkaitan tentang generator sinkron, stator, rotor, dan prinsip kerja.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai lokasi dan waktu penelitian spesifikasi yang di gunakan dalam penelitian, pembuatan prototipe dalam penyusunan tugas akhir ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang pembuatan desain alat dan pengambilan data berupa arus dan tegangan berbeban dan tidak berbeban melalui aplikasi *Comsol Multiphysics*

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dapat di tarik dari hasil pembahasan dan analisa yang ditinjau dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Yuniarti and E. K. O. Printo, *Pembangkit Tenaga Listrik*, no. Pengantar Buku Ajar. Jakarta, 2007.
- [2] Eugene C. Lister, "Mesin dan Rangkaian Listrik", Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988
- [3] Freeman, "済無No Title No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [4] A. A. Wijaya, Syahrial, and Waluyo, "Perancangan Generator Magnet Permanen dengan Arah Fluks Aksial untuk Aplikasi Pembangkit Listrik," *Reks Elkomika*, vol. 4, no. 2, pp. 93–108, 2016.
- [5] E. Sofian, "Studi Bentuk Rotor Magnet Permanen Pada Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Tanpa Inti Stator," 2011.
- [6] "Rancang Bangun Mini Generator Fluks Aksial 1 Fasa...., Puja Setia, FT UMRAH, 2017 | Page 1 of 17," pp. 1–17, 2017.
- [7] D. A. Saputro, "Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Tegangan dan Frekuensi Generator Induksi 1 Fasa 6 Kutub," 2016.
- [8] B. Y. A. N. Dewantara *et al.*, "Udara Motor Induksi Melalui Analisa Frekuensi," 2017.
- [9] T. Alawsi, "COMSOL Multiphysics," no. October, 2017.
- [10] A. Kadir, "Pembangkit Tenaga Listrik", UI Press, Jakarta, 2010
- [11] S. Muslis, "Teknik Pembangkit Tenaga Listrik", Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, 2008.
- [12] Q. Khikmah, "Analisis Pengaruh Air Gap (Celah Udara) Terhadap Unjuk Kerja Generator Axial Flux Double Side Rotor 1 Fasa Dengan Kutub Berlawanan (N-S)," *Jurnal Universitas Jember*, vol. 1, pp. 1-107, 2020.
- [13] K. Napitupulu, "Pembuatan dan karakterisasi Bonded Magnet Permanen NdFeB Dari Bahan Scarp," *Jurnal Universitas Sumatera Utara*, pp. 1-

62, 2017.

- [14] S. Putra, "PERANCANGAN ELEMENTER GENERATOR AXIAL TIPE ROTOR GANDA," *Jurnal UMRAH*, vol. 1, 2018.
- [15] A. Fajar, "Rancang Bangun Generator Sinkron Axial Flux Permanent Magnet 1500 Watt," *Research Gate*, vol. 1, p. 19, 2017