

SKRIPSI

DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERKECEPATAN RENDAH 18 SLOT, 24 KUTUB DENGAN ARAH FLUKS AKSIAL



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

Oleh :

**RIKE MUTHIANI
03041181621006**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERKECEPATAN
RENDAH 18 SLOT, 24 KUTUB DENGAN ARAH FLUKS AKSIAL**



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

Oleh :

**RIKE MUTHIANI
03041181621006**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Muhs. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.197108141999031005**

**Indralaya, 15 Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama**


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

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencakupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing Utama

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

Tanggal

: 15 / 07 / 2020

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rike Muthiani
NIM : 03041181621006
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERKECEPATAN RENDAH 18 SLOT, 24 KUTUB DENGAN ARAH FLUKS AKSIAL” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, 15 Juli 2020

Rike Muthiani

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERKECEPATAN RENDAH 18 SLOT, 24 KUTUB DENGAN ARAH FLUKS AKSIAL”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan insyaallah 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. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang senantiasa mendo’akan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. 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 terselesaiannya skripsi ini.
3. Dosen pembimbing akademik Bapak Ir. H. Ansyori, M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
4. Dinda Sintia dan kak Ruly Chandra Agung yang selalu membantu dalam pembuatan tugas akhir.
5. Sahabat-sahabat penulis, se STRONG GIRLS, Dinda Yulliana Triani, Amanda Restu Liliani, Salu Widiayati, Serenaomi Br Sitorus, Lara Pebriani, Citra Paripurna, Pratiwi Anggraini, Ervini Adriyani Sirait, Laras Yunika Putri.
6. Mbak Julia Krisna, Mbak Aruming Tias Pudjiastuti, Kak Aldan Ihsan Darmawan, Nusaibah T. Shofa, Maretha Fina Anindya, Annisa Dwi Fioren, Sherli Oktavia, Tri Wahyuni, Afifah Nabila, Devi Wardini, Erika Putri, Ridho Ibrani.

7. Rekan Satu Bimbingan serta keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2016, angkatan 2017, angkatan 2018 dan HME.
8. Keluarga besar Asisten Mesin-Mesin Listrik Teknik Elektro Universitas Sriwijaya periode 2020/2021.
9. 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, 15 Juli 2020

Penulis

ABSTRAK

Generator digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Pada generator berkecepatan rendah umumnya digunakan magnet permanen dengan arah fluks aksial pada rotornya dan bentuk magnet permanen ini ada bermacam-macam. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh bentuk magnet permanen rotor terhadap nilai tegangan yang dihasilkan. Terdapat tiga bentuk magnet permanen yang akan digunakan diantaranya: bentuk *Trapezoidal*, bentuk *Rectangular*, dan bentuk *Annular*. Selain mengkaji dari bentuk magnet permanen, hal lainnya ialah mengkaji jarak celah antara stator dan magnet permanen dengan jarak 4mm, 6mm, 8mm, dan 10mm. Proses untuk mendapatkan nilai tegangan dilakukan dengan beberapa tahap, yang pertama tahap pendesainan bertujuan untuk mendesain dari model keseluruhan generator. Tahap kedua yaitu simulasi, simulasi dilakukan untuk mendapatkan nilai fluks magnetik dengan menggunakan *software Comsol Multiphysics*. Tahap terakhir yaitu perhitungan nilai tegangan secara manual dengan menggunakan rumus yang ada. Dari hasil penelitian didapat bahwa terdapat perbedaan dari pengaruh nilai fluks magnetik dan nilai tegangan apabila luas area magnet permanen serta jarak celah udara stator dan magnet permanen.

Kata Kunci: Generator Magnet Permanen Fluks Aksial, Bentuk Magnet Permanen, Jarak Celah Stator dan Magnet Permanen,Tegangan Keluaran.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

Indralaya, 15 Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

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

ABSTRACT

Generators are used to generate electrical energy. At low-speed generators generally used permanent magnets with axial flux direction on the rotor and there are various of permanent magnet shape. For this research, it aims to examine the influence of permanent magnet shape rotor to get the value of output voltage. There are three permanent magnet shapes to be used: the Trapezoidal shape, the Rectangular shape, and the Annular shape. In addition to reviewing the shape of permanent magnets, another is to examine the gap between a stator and a permanent magnet with a distance of 4mm, 6mm, 8mm, and 10mm. The process for obtaining the voltage value is carried out with several stages, the first of which the design stage aims at designing from the overall model of the generator. The second stage is simulated, simulation is done to get the value of magnetic flux using Comsol Multiphysics software. The last step is to manually calculate the voltage value by using an existing formula. From the research results, there is a difference between the influence of magnetic flux value and the value of voltage when the area of permanent magnet as well as the distance of air gap and permanent magnet.

Keyword: Permanent Magnet Axial Flux Generator, Permanent Magnet Shape, Gap Clearance Stator And Permanent Magnet, Output Voltage.

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



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

**Indralaya, 15 Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama**

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

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Generator Magnet Permanen.....	5
2.2 Rotor.....	5
2.3 Parameter Penentan Keluaran dari Generator.....	7
2.3.1 Jumlah Kutub.....	7
2.3.2 Fluks Magnetik.....	7
2.3.3 Kerapatan Medan Magnet Permanen pada Cela Udara.....	8
2.3.4 GGL Induksi.....	9
2.3.5 Luas Area Magnetik.....	9
2.4 Stator.....	10
2.5 Arah Fluks Aksial dan Arah Fluks Radial.....	12
2.6 <i>COMSOL Multiphysics</i>	13
BAB III.....	14
METODOLOGI PENELITIAN.....	14

3.1	Lokasi Penelitian.....	14
3.2	Waktu Penelitian.....	14
3.3	Tahapan Penelitian.....	14
3.3.1	Desain Stator.....	16
3.3.2	Desain Rotor.....	17
3.3.3	Celah Udara Stator dan Rotor.....	20
3.3.4	Pengambilan Data hasil Simulasi.....	20
3.4	Peralatan dan Bahan.....	21
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	22
3.6	Data Hasil Penelitian.....	23
BAB IV.....		25
PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Simulasi dan Pengolahan Data.....	25
4.1.1	<i>Plotting</i> Medan Magnet.....	25
4.1.2	Data Hasil Simulasi Terhadap Perubahan Jarak Cela udara.....	26
4.2	Analisis Pengaruh Jarak Antar Cela udara dan Bentuk Magnet.....	39
	Permanen.....	38
BAB V.....		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....		43
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1 Magnet Permanen Tipe <i>Surface Mounted</i>	6
2.2 Magnet Permanen Tipe <i>Embedded</i>	7
2.3 Pemodelan dan Koordinat Penyebaran Fluks Magnetik.....	8
2.4 (a) Stator Torus <i>Tipe Slot</i> ; (b) Stator Torus Tipe <i>Non Slot</i>	10
2.5 (a) <i>Overlapping</i> Stator, (b) <i>Non-overlapping</i> Stator.....	11
2.6 Perbedaan Bentuk Aliran Arah Fluks Aksial dan Arah Fluks Radial.....	12
2.7 Perbedaan Arah Fluks Aksial dan Arah Fluks Radial.....	12
3.1 Desain gambar stator <i>non overlapping</i>	16
3.2 (a) Bentuk Magnet Permanen Rectangular, (b) Bentuk Magnet Permanen..18 Trapezoidal, (c) Bentuk Magnet Permanen Annular.....	18
3.3 Bentuk Pemodelan Rotor.....	18
3.4 Tampak Samping Pemodelan Generator.....	20
3.5 <i>Software Solidworks</i>	21
3.6 <i>Software COMSOL Multiphysics</i>	22
3.7 Model yang dilakukan <i>Mesh</i>	23
4.1 <i>Plotting</i> Medan Magnet dengan Rotor Bentuk <i>Rectangular</i>	25
4.2 <i>Plotting</i> Medan Magnet dengan Rotor Bentuk <i>Annular</i>	26
4.3 <i>Plotting</i> Medan Magnet dengan Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i>	26
4.4 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i>	26
4.5 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	27
4.6 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i>	27
4.7 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i>	28
4.8 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	28
4.9 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i>	29
4.10 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i> ...	29
4.11 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	30

4.12 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i> ...	30
4.13 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i>	31
4.14 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	31
4.15 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i>	32
4.16 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i> ...	32
4.17 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	33
4.18 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i> ...	33
4.19 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i>	34
4.20 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	34
4.21 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i>	35
4.22 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i> ..	35
4.23 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	36
4.24 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i> ..	36
4.25 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Rectangular</i>	37
4.26 Grafik Tegangan dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Annular</i>	37
4.27 Grafik Fluks Magnetik dengan Waktu pada Rotor Bentuk <i>Trapezoidal</i> ..	38

DAFTAR TABEL

Halaman

3.1 Jadwal Penelitian.....	13
3.2 Dimensi Geometris Stator.....	16
3.3 Spesifikasi <i>Neodymium Iron Boron</i>	17
3.4 Dimensi Geometris Rotor.....	19
3.5 Jarak Antar Magnet Permanen pada Rotor.....	19
3.6 Varian celah udara Stator dan Rotor.....	20
4.1 Pengaruh Jarak Antar Celah Terhadap Nilai Tegangan Maksimum dan.....	38
Fluks Magnetik Maksimum pada Magnet Permanen Berbentuk.....	38
<i>Rectangular</i>	38
4.2 Pengaruh Jarak Antar Celah Terhadap Nilai Tegangan Maksimum dan.....	38
Fluks Magnetik Maksimum pada Magnet Permanen Berbentuk.....	38
<i>Annular</i>	38
4.3 Pengaruh Jarak Antar Celah Terhadap Nilai Tegangan Maksimum dan.....	39
Fluks Magnetik Maksimum pada Magnet Permanen Berbentuk.....	39
<i>Trapezoidal</i>	39

DAFTAR RUMUS

Halaman

2.1 Menentukan Jumlah Kutub.....	7
2.2 Menentukan Fluks Magnetik.....	7
2.3 Menentukkan Kerapatan fluks magnet pada titik y karena pengaruh rotor 1..8	
2.4 Menentukkan Kerapatan fluks magnet pada titik y karena pengaruh rotor 1..8	
2.5 Menentukkan <i>Equivalent current sheet</i>	8
2.6 Menentukkan Jarak pada Kedua Cakram Penyangga Rotor.....	8
2.7 Menentukkan u_n	8
2.8 Menentukkan λ	8
2.9 Menentukkan GGL Induksi.....	9
2.10 Luas Area Magnetik.....	10
2.11 Jarak Antar Magnet.....	10
3.1 Menentukkan Tegagan Induksi.....	21
3.2 Menentukkan Periode.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan suatu hal yang sangat vital sebagai penunjang kebutuhan masyarakat maupun industri. Umumnya sumber energi listrik didominasi dari bahan fosil, sementara bahan fosil termasuk *unrenewable energy* dan sifatnya juga akan cepat habis. Untuk mengatasi hal tersebut tentu diperlukan adanya sumber energi baru yang dapat menggantikan sewaktu bahan fosil tersebut habis. Energi baru tersebut memiliki potensi sebagai bahan produksi energi listrik dikemudian hari, energi tersebut dapat bersumber dari air, angin, gelombang laut, dan juga matahari.

Untuk dapat membangkitkan energi listrik yang bersumber dari *renewable energy* maupun *unrenewable energy* di perlukan suatu mesin listrik statis yang disebut dengan generator. Jenis generator yang banyak beredar adalah generator *high speed* yang mana memerlukan putaran sangat tinggi hingga 3000 *rpm*, dan juga memerlukan mesin penggerak mula atau *prime mover* untuk mempacu putaran generator. Sementara jenis generator lainnya yaitu berjenis *low speed* yang dengan putaran rendah kurang dari 500 *rpm* sudah dapat menghasilkan energi listrik, namun generator jenis ini tidak terlalu banyak dijumpai di pasaran.[1] Sedangkan untuk menghasilkan energi listrik yang dikonversi dari sumber *renewable energy* seperti energi angin atau air memerlukan generator berkecepatan rendah.

Umumnya, generator berkecepatan rendah menggunakan magnet permanen pada komponen rotornya. Magnet permanen ini akan mempengaruhi performa kuat medan magnet dari magnet permanen pada generator berkecepatan rendah, performa akan tinggi apabila kuat medan magnet yang dihasilkan juga tinggi

demikian juga sebaliknya. Terdapat dua tipe arah kuat medan magnet atau fluks magnetik yaitu arah fluks aksial dan juga arah fluks radial. [2]

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, magnet permanen arah fluks radial memiliki kerapatan daya keluaran yang tetap dengan bentuk konstruksi yang lebih besar dan berat untuk di beberapa pembangkit. Sementara pada magnet permanen arah fluks aksial dapat meningkatkan kerapatan daya keluaran dengan cara membuat konstruksi rotor yang tipis. Dengan demikian magnet permanen arah fluks radial dinilai kurang efektif dibandingkan dengan magnet permanen arah fluks aksial.[2]

Telah banyak penelitian yang mengkaji tentang generator magnet permanen arah fluks aksial untuk mendapatkan hasil kerja yang optimum. Edy Sofian telah melakukan pengujian tentang studi bentuk rotor magnet permanen pada generator sinkron magnet permanen fluks aksial tanpa inti stator dengan cara membandingkan perubahan tegangan keluaran empat jenis bentuk magnet permanen dengan memvariasikan kecepatan putaran dan lebar celah stator dan rotor. [2] Chatra Hagusta Prisandi telah melakukan pengujian mengenai studi desain kumparan stator pada generator sinkron magnet permanen fluks aksial tanpa inti stator dengan jumlah variasi slot stator yaitu 9 slot dan 24 kutub, 12 slot dan 24 kutub serta 15 slot dan 24 kutub.[3]

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengkajian terhadap pengaruh bentuk magnet permanen rotor terhadap nilai tegangan serta mengkaji variasi lebar celah antara stator dan rotor dengan kecepatan putar yang tetap menggunakan *COMSOL Multiphysics*. Maka dari itu, penelitian ini membahas mengenai “DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERKECEPATAN RENDAH 18 SLOT, 24 KUTUB DENGAN ARAH FLUKS AKSIAL”.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini bermaksud untuk membahas mengenai bentuk desain stator dengan tanpa inti (*Coreless*) dan desain bentuk rotor dengan kutub menonjol

(*Silent Pole*) karena bentuk ini dinilai lebih cocok digunakan untuk putaran rendah-sedang[4], dengan jumlah kutub sebanyak 24 buah dan 18 slot. Kemudian magnet permanen dipasang dengan arah fluks aksial karena dinilai lebih efektif jika berdasarkan penelitian sebelumnya. Terdapat variasi bentuk pada magnet permanen di rotor yaitu bentuk *rectangular*, *trapezoidal*, dan *annular* dan di tiap varian bentuk magnet permanen tersebut di variasikan kembali dengan lebar celah untuk dapat menentukan pengaruhnya terhadap nilai tegangan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penulisan ini antara lain:

1. Untuk mendesain rotor generator dengan berbagai varian bentuk magnet permanen yaitu bentuk *rectangular*, *trapezoidal*, dan *annular* kecepatan rendah dan generator menggunakan 18 slot dan 24 kutub dengan arah fluks aksial.
2. Untuk mendesain varian lebar celah antara stator dan rotor generator.
3. Untuk menentukan pengaruh nilai tegangan dari berbagai variasi lebar celah dan varian bentuk magnet permanen

1.4 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah agar penelitian ini dapat tertuju dengan baik, diantaranya:

1. Mendesain generator magnet permanen kecepatan rendah 18 slot, 24 kutub dengan arah fluks aksial jenis cakram dengan dua rotor dan satu stator *coreless*.
2. Mendesain ukuran dan karakteristik model generator yang sama kecuali pada bentuk rotor dan lebar celahnya.
3. Mensimulasikan lebar celah stator dan rotor serta varian bentuk magnet permanen seperti bentuk *rectangular*, *trapezoidal*, dan *annular* untuk didapatkan pengaruh nilai fluks magnetik dengan *software COMSOL Multiphysics*.

4. Tidak memperhitungkan rugi-rugi dan torsi yang terjadi pada generator.
5. Perhitungan nilai tegangan dilakukan secara manual.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada proposal tugas akhir ini antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai teori dasar terkait dengan generator magnet permanen, konstruksi dari generator, perbandingan generator fluks radial dan aksial, dan *COMSOL Multiphysics*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat tentang tempat, waktu, aplikasi yang digunakan, penjelasan mengenai ukuran dan karakteristik penggunaan dalam pembuatan model generator, dan *flowchart* teknik pengambilan data dan pengolahan data yang digunakan untuk menyusun tugas akhir.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan hasil simulasi yang telah diperoleh dari penelitian kemudian dari hasil tersebut akan dianalisis sesuai dengan teori yang ada dan parameternya.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini membahas mengenai kesimpulan dari analisa hasil data yang telah diambil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyadi, P. Sardjono, Djuhana, K. H. Z, and M. Situmorang, “Generator Listrik Magnet Permanen Tipe Aksial Fluks Putaran Rendah Dan Uji Performa,” vol. 1, pp. 31–43, 2016.
- [2] E. Sofian, *Studi Bentuk Rotor Magnet Permanen Pada Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Tanpa Inti Stator*. Depok: Universitas Indonesia, 2011.
- [3] C. H. Prisandi, *Studi Desain Kumparan Stator pada Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Tanpa Inti Stator*. Depok: Universitas Indonesia, 2011.
- [4] E. A. Fitrad and Hana, *Studi desain rotor generator sinkron magnet permanen fluks aksial jenis cakram*. Depok: Universitas Indonesia, 2012.
- [5] Q. Deng, X. Peng, and W. Xie, “Design of Axial Flux Permanent Magnet Synchronous Generators with Soft Magnetic Compound (SMC) stator Core,” vol. 1, pp. 119–122, 2009.
- [6] Relygius Roniasi Siburian, *Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Fluks Axial 3 Fasa untuk Penggerak Mula*. Bengkulu: Universitas Bengkulu, 2019.
- [7] Bubi, “Analisa perbandingan..., Bubi Maura Nilendra, FT UI, 2012,” 2012.
- [8] S. Darma and M. Sc, “Induksi Magnetik Pendahuluan Fluks Magnetik,” 2006.
- [9] M. Sadeghirad, A. Darabi, and H. Monsef, “Design Analysis of High-Speed Axial-Flux Generator,” no. April, 2008.
- [10] G. F. Price, T. D. Batzel, M. Comanescu, and B. A. Muller, “Design and Testing of a Permanent Magnet Axial Flux Wind Power Generator,” *IAJC-IJME Int. Conf.*, 2008.
- [11] R. Tinjo, *Optimasi jarak celah udara generator sinkron magnet permanen fluks aksial rotor cakram ganda dengan stator tanpa inti skripsi*. Depok: Universitas Indonesia, 2010.
- [12] C. A. Sitorus, “PEMBUATAN ALTERNATOR AXIAL FLUX CORELESS DENGAN MENGGUNAKAN MAGNET PERMANEN,”

2017.

- [13] T. Alawsi, “COMSOL Multiphysics,” no. October, 2017.
- [14] Eclipse Magnetics Ltd, “NdFeB Magnets / Neodymium Iron Boron Magnets Datasheet,” 2007.
- [15] O. I. Y. Suhada, Meggi, “Aspek Rancangan Generator Magnet Permanen Fluks Radial Kecepatan Rendah,” vol. 5, pp. 1–7, 2018.