

**SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH CELAH UDARA GENERATOR  
*AXIAL DOUBLE SIDE STATOR 1 FASA***



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

**Oleh:**

**NAILAH LUTHFIYAH NUR AFIFAH**

**03041281823106**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA JARAK CELAH UDARA GENERATOR *AXIAL DOUBLE SIDED*  
STATOR 1 FASA**



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Melengkapi Syarat Wisuda Ke-161 Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

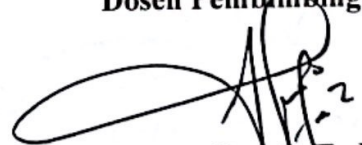
**NAILAH LUTHFIYAH NUR AFIFAH**

**03041281823106**

**Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

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

**Indralaya, Juni 2022  
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

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

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

Tanggal : 3/ Juni /2022

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nailah Luthfiyah Nur Afifah  
NIM : 03041281823106  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 12%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “**Analisa Pengaruh Celah Udara Generator Axial Double Side Stator 1 Fasa**” 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



Nailah Luthfiyah Nur Afifah

NIM. 03041281823106

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

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

Nama : Nailah Luthfiyah Nur Afifah  
NIM : 03041281823106  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

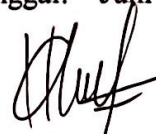
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISA PENGARUH CELAH UDARA GENERATOR AXIAL DOUBLE  
SIDE STATOR 1 FASA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/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: Juni 2022



Nailah Luthfiyah Nur Afifah



## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji bagi Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Penulis sangat bersyukur atas segala kesempatan dan kelancaran dalam pembuatan tugas akhir sebagai syarat kelulusan. Adapun peneliti membuat skripsi berjudul "Analisa Pengaruh Celah Udara Generator *Axial Double Side Stator* 1 Fasa"

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua orang yang terlibat dan turut membantu penulis dalam proses pembuatan tugas akhir ini. Adapun penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Herlina, S.T., M.T selaku pembimbing Tugas Akhir 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 Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T dan bapak Ir. Sariman, M.S selaku penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan pada tugas akhir.
5. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis, yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan penulis.
6. Kedua orang tua, mbak dan adik yang telah memberikan restu dan selalu mendoakan serta memberi semangat .
7. Teman-teman Electro Kavaleri yang telah menemani selama masa perkuliahan.

Penulis sangat sadar jika skripsi ini belum sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan masukan sehingga skripsi ini menjadi sempurna. Semoga penulisan Skripsi ini memiliki manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, 03 Juni 2022



Nailah Luthfiah Nur Afifah

NIM. 03041281823106

viii

# ANALISA PENGARUH CELAH UDARA GENERATOR AXIAL DOUBLE SIDE STATOR 1 FASA

(Nailah Luthfiyah Nur Afifah, 03041281823106, 2022, 37 Halaman)

Generator magnet permanen fluks radial (GMPFR) dapat digunakan untuk membangkitkan energi listrik dengan kecepatan rendah yang cocok untuk membangkitkan energi listrik terbarukan. Pada generator memiliki celah udara yang mempengaruhi keluaran fluks dan tegangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi celah udara pada generator. Pada penelitian ini generator didesain dengan variasi jarak celah antara stator dan magnet permanen yaitu 2mm, 3mm, 5mm, 6mm, dan 7mm. Kemudian disimulasikan untuk mendapatkan nilai fluks magnetik dengan menggunakan *software Comsol Multiphysics*. Tahap terakhir yaitu perhitungan nilai tegangan secara manual dengan menggunakan rumus yang ada. Fluks dan tegangan tertinggi diperoleh pada generator dengan jarak celah udara 2mm yaitu dengan fluks maksimum sebesar  $10,94 \times 10^{-13}$  dengan nilai tegangan sebesar  $26,25 \times 10^{-11}$ . Sementara pada jarak celah 7mm diperoleh nilai fluks dan tegangan terendah dibandingkan dengan jarak celah 2mm, 3mm, 5mm, dan 6mm yaitu sebesar  $8,61 \times 10^{-13}$  dan  $25,375 \times 10^{-11}$ . Sehingga diketahui bahwa semakin besar celah udaranya maka semakin rendah nilai fluks magnetik dan tegangan induksinya.

Kata Kunci: GMPFR, Air gap, Tegangan, Fluks magnetik

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama

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

NIP : 198007072006042004



**ABSTRACT****ANALYSIS THE EFFECT OF GENERATOR AIR GAP****1 PHASE AXIAL DOUBLE SIDE STATOR**

(Nailah Luthfiah Nur Afifah, 03041281823106, 2022, 37 Pages)

Radial flux permanent magnet generator (GMPFR) can be used to generate electrical energy at low speed which is suitable for generating renewable electrical energy. The generator has an air gap that affects the output flux and voltage. The purpose of this study was to analyze the effect of air gap variations on the generator. In this study the generator was designed with variations in the gap distance between the stator and the permanent magnet, namely 2mm, 3mm, 5mm, 6mm, and 7mm. Then it is simulated to get the value of magnetic flux using Comsol Multiphysics software. The last stage is the calculation of the voltage value manually using the existing formula. The highest flux and voltage were obtained at a generator with an air gap of 2mm, with a maximum flux of  $10.94 \times 10^{-13}$  with a voltage value of  $26.25 \times 10^{-11}$ . Meanwhile, at 7mm slit distance, the lowest flux and stress values were obtained compared to 2mm, 3mm, 5mm, and 6mm gaps, namely  $8.61 \times 10^{-13}$  and  $25.375 \times 10^{-11}$ . So it is known that the larger the air gap, the lower the value of the magnetic flux and the induced voltage.

**Keywords:** GMPFR, Air gap, Voltage, Magnetic

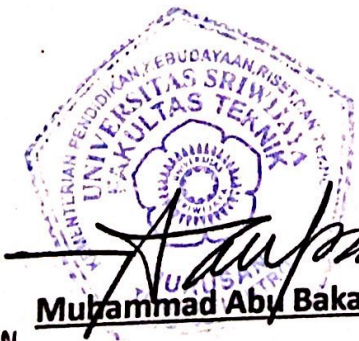
**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Indralaya, 12 Mei 2022**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP : 197108141999031005**

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

**NIP : 198007072006042004**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
DAFTAR ISI.....	iiv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR RUMUS.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	2
2.1 Generator.....	6
2.2 Parameter <i>Output</i> Generator.....	7
2.2.1 Jumlah Kutub .....	7
2.2.2 Fluks Magnetik.....	7
2.2.3 Kerapatan Medan Magnet .....	8
2.2.4 Luas Area Magnetik.....	8
2.3 Magnet Permanen.....	9
2.4 Generator <i>Axial Flux</i> .....	9

2.4.1	Stator .....	11
2.4.1.1	Stator <i>Coreless</i> .....	11
2.4.2	Rotor.....	12
2.5	Generator <i>Axial Flux Double Side Stator</i> .....	13
2.6	Celah Udara Pada <i>Axial flux permanent magnet</i> .....	14
2.7	GGL Induksi.....	15
BAB III.....		17
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.1.1	Tempat Penelitian .....	17
3.1.2	Tempat Penelitian .....	17
3.2	Tahapan Penelitian .....	18
3.3	Stator.....	18
3.4	Rotor.....	20
3.5	Celah Udara.....	21
3.6	<i>Flowchart</i> Penelitian .....	21
3.7	Peralatan dan Bahan .....	22
3.8	Pengambilan Data Hasil Simulasi .....	23
BAB IV .....		25
4.1	Gambara Umum .....	25
4.2	Simulasi dan Pengolahan Data .....	25
4.2.1	Hasil <i>Mesh</i> Generator.....	25
4.2.2	Hasil <i>Plotting Study</i> .....	26
4.2.2.1	Jarak Celah 2mm.....	26
4.2.2.2	Jarak Celah 3mm.....	27
4.2.2.3	Jarak Celah 5mm.....	27

4.2.2.4	Jarak Celah 6mm.....	28
4.2.2.5	Jarak Celah 7mm.....	28
4.2.3	Data Fluks Magnetik Hasil Simulasi.....	29
4.2.3.1	Jarak Celah 2mm.....	29
4.2.3.2	Jarak Celah 3mm.....	30
4.2.3.3	Jarak Celah 5mm.....	31
4.2.3.4	Jarak Celah 6mm.....	32
4.2.5.1	Jarak Celah 7mm.....	33
4.2.4	Nilai Fluks & Tegangan Maksimum Terhadap Jarak Celah Udara	34
4.2.5	Analisis Pengaruh Jarak Celah Udara.....	34
BAB V	.....	36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran.....	36

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

2.1 Struktur atom Unsur Neodymium .....	9
2.2 Topologi <i>Axial Flux Permanen Magnet</i> .....	10
2.3 <i>Overlapping Stator</i> .....	11
2.4 <i>Non Overlapping Stator</i> .....	12
2.5 Generator AFPM Tipe Rotor dan Stator Tunggal .....	12
2.6 Generator <i>Double Side Stator</i> .....	13
2.7 Kerangka Generator <i>Axial Flux Double Side Stator</i> .....	13
2.8 <i>Variable Air Gap</i> .....	14
2.9 Grafik Hubungan Kerapatan Fluks Magnetik dengan Celah Udara .....	15
3.1 Desain Tiga Dimensi Stator .....	20
3.2 Desain Tiga Dimensi Rotor .....	21
3.3 Logo <i>Software Solidworks</i> .....	23
3.4 Logo <i>Software COMSOL Multhypisics</i> .....	23
4.1 Gambar Generator setelah dilakukan proses <i>Mesh</i> .....	26
4.2 <i>Plotting</i> Generator dengan Jarak Celah Udara 2mm .....	26
4.3 <i>Plotting</i> Generator dengan Jarak Celah Udara 3mm .....	27
4.4 <i>Plotting</i> Generator dengan Jarak Celah Udara 5mm .....	27
4.5 <i>Plotting</i> Generator dengan Jarak Celah Udara 6mm .....	28
4.6 <i>Plotting</i> Generator dengan Jarak Celah Udara 7mm .....	28
4.7 Grafik Nilai Fluks Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 2mm .....	29

4.8 Grafik Nilai Tegangan Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 2mm..	29
4.9 Grafik Nilai Fluks Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 3mm .....	30
4.10 Grafik Nilai Tegangan Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 3mm..	30
4.11 Grafik Nilai Fluks Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 5mm .....	31
4.12 Grafik Nilai Tegangan Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 5mm..	31
4.13 Grafik Nilai Fluks Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 6mm .....	32
4.14 Grafik Nilai Tegangan Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 6mm..	32
4.15 Grafik Nilai Fluks Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 7mm .....	33
4.16 Grafik Nilai Tegangan Terhadap Waktu dengan Jarak Celah Udara 7mm..	33

**DAFTAR TABEL**

3.1 Jadwal Penelitian .....	17
3.2 Dimensi Stator .....	19
3.3 Dimensi Rotor .....	20
4.1 Tabel Pengaruh Jarak Celah Udara .....	34

**DAFTAR RUMUS**

2.1 Menentukan Tegangan Induksi .....	6
2.2 Menentukan Jumlah Kutub .....	7
2.3 Menentukan Fluks Maksimum Magnetik .....	7
2.4 Menentukan Fluks Medan Magnet .....	7
2.5 Menentukan Kerapatan Medan Magnetik .....	8
2.6 Menentukan Luas Area Magnetik .....	8
2.7 GGL Induksi .....	15
3.1 Menentukan GGL Induksi .....	23



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Perhitungan Arus Saluran Penyulang Manado

Lampiran 2 Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Manado

Lampiran 3 Perhitungan Jatuh Tegangan Penyulang Manado

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, energi listrik telah menjadi komponen terpenting dalam kehidupan manusia. Penggunaan energi listrik yang semakin meningkat membuat persediaan sumber bahan bakar untuk membangkitkan energi listrik semakin menipis, diantaranya yaitu fosil, batubara dan lain-lain atau bisa disebut dengan sumber energi konvensional. Dalam hal ini, diperlukan sumber energi terbarukan yang dapat diperbarui atau tidak akan habis meskipun dipakai terus menerus. Adapun yang termasuk *renewable energy* adalah bayu, air, matahari, gelombang laut dan lain-lainnya.

Pada proses pembangkitan listrik dibutuhkan generator sebagai komponen utama untuk membangkitkan energi listrik dimana fungsi dari generator adalah mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Jika ditinjau dari kecepatan putarannya generator dibedakan menjadi dua yaitu, *low speed* dan *high speed*. Pembangkit listrik dengan sumber energi konvensional menggunakan generator putaran tinggi sementara *renewable energy* atau pembangkit non- konvensional pada umumnya menggunakan generator putaran rendah [1]. Generator Magnet Permanen Fluks Radial (GMPFR) merupakan generator permanen magnet yang memiliki arah fluks radial terhadap sumbu putar sehingga arah fluks searah dengan arah putaran rotor, hal ini dikarenakan fluks dihasilkan oleh magnet *magnetic inner-rotor*. Jika ditinjau dari konstruksinya terdapat generator *axial flux* dan *radial flux*. Generator *axial flux* memiliki konstruksi yang kompak, berbentuk piringan, dan permanen magnet yang menghasilkan medan magnet tanpa perlu eksitasi dan disipasi daya listrik [2]. Penggunaan permanen magnet inilah yang akan menentukan besar kecepatan dari putaran generator.

Beberapa studi telah melakukan penelitian mengenai generator *axial flux* salah satunya adalah mahasiswa teknik elektro Aldeha Azzahra dengan judul “Rancang Bangun Prototipe Generator *Axial Flux* Tiga Fasa Dengan Magnet Permanen *Neodymium* (NdFeB) Stator Ganda Untuk Pengisian *Battery* 12 Volt”[3]. Merancang generator *axial flux* dengan kutub berlawanan yaitu memiliki 12 kumparan pada kedua statornya. Penggunaan jenis magnet juga akan mempengaruhi output dari generator, dimana pada penelitian Irasari membandingkan karakteristik magnet barium ferit (BaF12O19) dengan *Neodymium Iron Boron* (NdFeB) dengan hasilnya, fluks *Neodymium Iron Boron* sepuluh kali lebih besar dibandingkan BaF12O19 [4].

Parameter penting lain ketika merancang generator adalah celah udara dimana variasi lebar celah udara akan mempengaruhi keluaran gelombang tegangan induksi pada stator [5]. Pada penelitian Qoidhatul Khikmah yang membahas analisis optimasi celah udara *axial flux double side* rotor tipe N-S [6] yang melakukan penelitian dengan membuat alat berkonstruksi *double side rotor* 1 fasa dengan variasi celah udara sebesar 8mm, 9mm, dan 10 mm. Pada penilitan lain yang dilakakuan Rike Muthiani membahas mengenai variasi celah udara dan juga bentuk magnet permanen dengan desain generator berkecepatan rendah dan arah fluks aksial[7].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian tugas akhir ini akan menganalisis pengaruh variasi celah udara pada generator disimulasikan menggunakan *software COMSOL*. Generator menggunakan magnet permanen NdFeB dan didesain dengan konstruksi *double side stator*. Dengan hasil akhir yang akan dicapai adalah analisis dari pengaruh perubahan celah udara pada generator *axial flux double side stator* 1 fasa terhadap parameter nilai tegangan . Merujuk rencana penelitian di atas, maka penulis memilih judul tugas akhir ini: “ **Analisa Pengaruh Celah Udara**

## **Generator axial Double Side Stator 1 Fasa”.**

### **1.2 Perumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan membahas mengenai desain generator 1 fasa menggunakan 9 buah magnet permanen *Neodymium Iron Boron* (NDFeB) pada rotor dengan arah fluks aksial dimana konstruksi dari generator ini menggunakan 2 stator dan satu rotor atau dapat disebut dengan *double side stator* yang mana digunakan 9 kumparan pada statornya dengan 9 slot. Generator sebagai alat pembangkit listrik sehingga perlu diketahui pengaruh dari beberapa komponen termasuk celah udara. Sehingga pada penelitian terdapat rumusan masalah yang akan dibahas yaitu pengaruh dari perubahan celah udara dengan variasi jarak celah udara sebesar 2mm, 3mm, 5mm, 6mm, dan 7mm terhadap parameter fluks dan tegangan induksi yang mana data nilai fluksnya diambil dari hasil simulasi menggunakan *software COMSOL Multhypisics*, sementara data tegangan induksi didapatkan melalui perhitungan secara manual.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian dapat ditulis sesuai dengan rumusan masalah diatas, yang mana tujuan penelitian kali ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh yang terjadi jika terdapat variasi celah udara (*air gap*) dengan jarak 2mm, 3mm, 5mm, 6mm, 7mm terhadap parameter fluks dan tegangan induksi.
2. Mengetahui nilai fluks maksimum dan tegangan maksimum tertinggi terletak pada variasi jarak celah berapa (2mm, 3mm, 5mm, 6mm, atau 7mm).

### **1.4 Batasan Masalah**

Perlunya ada batasan masalah pada saat melakukan penelitian ini agar dapat memfokuskan bahasan dari penelitian ini



sendiri. Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan membahas generator *Flux axial* tipe stator ganda.
2. Hanya mendesain Generator *Flux Axial* dengan stator ganda.
3. Menggunakan *neodymium* (NdFeb) sebagai magnet permanen pada Generator *Axial Flux*.
4. Konstruksi kutub magnet yang digunakan ialah berlawanan (N-S).
5. Menggunakan generator dengan stator ganda yang memiliki 9 kumparan dan 9 slot pada setiap statornya .
6. Jarak celah udara yang digunakan adalah 2mm, 3mm, 5mm, 6mm, 7mm.
7. Parameter yang digunakan adalah fluks magnetik dan tegangan induksi.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Dalam melakukan penyusunan tugas akhir ini digunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan sebagai bab pembuka pada proposal tugas akhir ini yang berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab kedua adalah bab yang berisikan bahasan dari teori-teori yang terkait pada penelitian yang dilakukan dimana pada penelitian ini membahas dari konstruksi generator, magnet permanen, serta penggunaan aplikasi *COMSOL*.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ketiga ini berisikan tentang metode penelitian yang

mana memuat mengenai jadwal penelitian, penggunaan aplikasi *COMSOL*, karakteristik dalam pendesainan generator serta *flowchart* untuk pengambilan dan pengolahan data.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN**

Bab keempat merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan dimana berisikan hasil dari simulasi yang dilakukan dan juga melakukan perbandingan dan analisis dengan penelitian sebelumnya

#### **BAB V KESIMPULAN**

Bab kelima merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dari analisis data penelitian yang dilakukan serta terdapat saran untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fajar, "Rancang Bangun Generator Sinkron Axial Flux Permanent Magnet 1500 Watt," *Research Gate*, vol. 1, p. 19, 2017.
- [2] P. H. Alnur, "Perancangan Dan Pembuatan Generator Tipe Magnet Permanen Fluks Axia," *Jurnal Universitas Islam Indonesia*, vol. 1, p. 19, 2016.
- [3] A. Azzahra, "Rancang Bangun Prototipe Generator Axial Flux Tiga Fasa Dengan Magnet Permanen Neodymium (NdFeB) Stator Ganda Untuk Pengisian Battery 12 Volt," *Jurnal Universitas Jember*, vol. 1, pp. 1-51, 2020.
- [4] Irasari, "Aplikasi Magnet Permanen Ba<sub>12</sub>Fe<sub>19</sub>O dan NdFeB," *Jurnal Sains Material Indonesia*, vol. 11, no. 1, pp. 38-41, 2007.
- [5] R. Tinjo, "Optimasi Jarak Celah Udara Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Rotor Cakram Ganda Dengan Stator Tanpa Inti," *Jurnal Universitas Indonesia*, vol. 1, pp. 1-47, 2010.
- [6] 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.
- [7] R. Muthiani, 'DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERKECEPATAN RENDAH 18 SLOT, 24 KUTUB DENGAN ARAH FLUKS AKSIAL,' 2020.
- [8] T. H. d. B. Sujanarko, "Rancang Bangun Generator Permanen Magnet Satu Fasa dengan Daya 50 Watt Tipe Fluks Aksial Dual Rotor," *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 2020.
- [9] K. Napitupulu, "Pembuatan dan karakterisasi Bonded Magnet Permanen NdFeB Dari Bahan Scarp," *Jurnal Universitas Sumatera Utara*, pp. 1-62, 2017.

- [10] P. H. Alnur, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GENERATOR TIPE MAGNET PERMANEN FLUKS," *Jurnal Universitas Islam Indonesia*, vol.1, pp. 1-144, 2016.
- [11] Gieras Jacek F, *Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machine*, New York: Kluwer Academic Publisher, 2004.
- [12] K. d. Rusmana, "Pengujian Pembangkitan Tegangan Generator Axial Permanent Magnet (AFPM) Tiga-Fasa Ganda," *Jurnal Teknik Energi*, vol. 6,no. 2, pp. 1-7, 2016.
- [13] d. Vaijinath B. Petkar, "Design of Electrical PM Generator with doublesided stator and single rotor (DSSR) Technology-Part1," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, pp. 1-5, 2015.
- [14] S. Putra, "PERANCANGAN ELEMENTER GENERATOR AXIAL TIPE ROTOR GANDA," *Jurnal UMRAH*, vol. 1, 2018
- [15] J.F. Gieras, *Advancements in Electric Machines*, Springer, Bydgoszcz, 2008.
- [16] S. Ludony, "ANALISIS KERAPATAN FLUKS MAGNET CELAH UDARA PADA PERFORMANSI GENERATOR SINKRON FLUKS AKSIAL ROTOR BELITAN TIGA FASA," *Jurnal Univeristas Katholik Atma Jaya Jakarta*, pp. 1-10, 2019.