

**PERENCANAAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL
DENGAN VARIASI JUMLAH KUTUB TERHADAP KECEPATAN
PUTAR ROTOR**



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

IRMA APRILYANTI

03041181823105

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL
DENGAN VARIASI JUMLAH KUTUB TERHADAP KECEPATAN
PUTAR ROTOR**



SKRIPSI

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

Oleh :

IRMA APRILYANTI

03041181823105

Indralaya, 03 Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama



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

NIP : 198007072006042004

Mengotahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP : 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Irma Aprilyanti
NIP/NPM : 03041181823105
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Perencanaan Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Dengan Variasi Jumlah Kutub Terhadap Kecepatan Putar Rotor” adalah merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Indralaya, 03 Juni 2022

Yang membuat pernyataan


irma Aprilyanti

NIM.03041181823105

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa strata satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing Utama : 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 PERENCANAAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL DENGAN VARIASI JUMLAH KUTUB TERHADAP KECEPATAN PUTAR ROTOR 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 para 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 Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasehat, ilmu, arahan, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya penyusunan dan penulisan skripsi ini dan juga selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis selama mengenyam pendidikan di Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
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 Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Sariman, M.S., dan Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. selaku dosen penguji dan dosen Sub Konsentrasi yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama pengerjaan skripsi.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan serta seluruh Staff Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu.
6. Ayah saya Suhirman dan Ibu saya Margi Rahayu yang telah memberikan doa, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tidak pernah terputus, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan mendapatkan gelar sarjana teknik.

7. Adik saya Ivan Chaniago dan saudara-saudara saya yaitu Natasya Octa Yosvi, Lekat Marlina, Fatimawati, Yuniarti, beserta keluarga besar yang senantiasa mendoakan untuk kelancaran dalam penulisan skripsi ini.
8. Intan Purnama, sahabat seperjuangan selama mengenyam pendidikan di Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan, keceriaan dan selalu ada kapanpun dan dimanapun.
9. Sahabat seperjuangan Teknik Elektro yaitu Evita Lionica, Indah Febiola, Annisa Aulia Rahma, Diah Rahma Dini, Mutiyara, Rini Oktarina , Catur Yuditya F.A.
10. Sahabat seperjuangan selama di Universitas Sriwijaya yaitu Mayang Bidari, Anisa Devi, Balqis Hayati, Destria Ramadhani, Sili Puspita Sari, Tata Pariansyah dan Keluarga besar Ikatan Kerukunan Mahasiswa Baturaja.
11. Rekan Satu Bimbingan serta keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2018, angkatan 2019, angkatan 2020 dan HME.
12. Sahabat – sahabat Electrafor Kavaleri
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang Allah hadirkan untuk memberikan kebahagiaan, bantuan dan doa dalam penulisan skripsi hingga penulis meraih gelar sarjana teknik.

Penulis menyadari dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi dan apabila terdapat kebenaran itu senantiasa berkat bimbingan dari Allah SWT serta Bapak dan Ibu Dosen. Dengan demikian penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi semua pihak yang terkait terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Indralaya, Juni 2022



Irma Aprilyanti

NIM.03041181823105

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

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

Nama : Irma Aprilyanti
Nim : 03041181823105
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

**PERENCANAAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS
AKSIAL DENGAN VARIASI JUMLAH KUTUB TERHADAP
KECEPATAN PUTAR ROTOR**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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 mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya
Pada Tanggal : 03 Juni 2022
Yang Menyatakan,



Irma Aprilyanti

NIM.03041181823105

ABSTRAK
PERENCANAAN GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL
DENGAN VARIASI JUMLAH KUTUB TERHADAP KECEPATAN
PUTAR ROTOR

(Irma Aprilyanti, 03041181823105, 2022, 52 Halaman)


Salah satu dari jenis generator adalah generator magnet permanen yang merupakan jenis generator yang efektif untuk digunakan pada pembangkit listrik berkecepatan rendah dengan arah fluks yang digunakan adalah fluks aksial. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji mengenai besar tegangan *output* yang dihasilkan dari kecepatan putar rotor yang divariasikan dengan kecepatan sebesar 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah kutub generator magnet permanen terhadap nilai fluks magnet. Jumlah kutub yang digunakan berjumlah 16 kutub, 18 kutub dan 20 kutub dengan stator generator berjumlah 18. Tahapan pertama penelitian adalah dengan mendesain variasi kutub rotor dan stator dengan *software SolidWorks*. Tahap selanjutnya adalah mensimulasikan desain generator yang telah dirancang dengan *software COMSOL Multiphysics*. Nilai fluks magnet dan tegangan *output* akan didapatkan pada desain kutub magnet di setiap variasi kecepatan putar. Hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah kutub yang digunakan, mempengaruhi nilai fluks magnet yang dihasilkan dan kecepatan putar rotor akan mempengaruhi Gaya Gerak Listrik (GGL).

Kata Kunci : Generator Magnet Permanen fluks aksial, Variasi kutub magnet, Variasi kecepatan putar

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**DESIGN OF AXIAL FLUX PERMANENT MAGNETIC GENERATOR
WITH VARIATION OF NUMBER OF POLES TO ROTOR SPEED**

(Irma Aprilyanti, 03041181823105, 2022, 52 Halaman)

One of the types of generator is a permanent magnet generator which is an effective type of generator for use in low-speed power plants with the direction of flux used is axial flux. This study was conducted to examine the output voltage resulting from the rotational speed of the rotor which was varied with speeds of 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm and 2500 rpm. This research was also conducted to determine the effect of variations in the number of poles of a permanent magnet generator on the value of magnetic flux. The number of poles used is 16 poles, 18 poles and 20 poles with a generator stator of 18. The first stage of the research is to design variations of the rotor and stator poles with SolidWorks software. The next stage is to simulate the generator design that has been designed with COMSOL Multiphysics software. The value of magnetic flux and output voltage will be obtained in the design of the magnetic poles in each variation of rotational speed. The results showed that the number of poles used affects the value of the magnetic flux produced and the rotational speed of the rotor will affect the Electromotive Force (EMF).

Keywords : Axial flux Permanent Magnet Generator, Magnetic pole variation, Rotating speed variation



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

Indralaya, 03 Juni 2022

Menyetujui,
Pembimbing Utama



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

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	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.....	xvi
DAFTAR RUMUS.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Generator	5
2.1.1 Rotor	5
2.1.2 Stator.....	7
2.2 Generator Magnet Permanen.....	8
2.3 Jenis-Jenis Magnet Permanen.....	9

2.3.1 <i>Neodymium Iron-Boron</i> (NdFeB).....	10
2.3.2 <i>Samarium-Cobalt Magnets</i> (SmCo)	10
2.3.3 Magnet Alnico	10
2.3.4 Magnet <i>Ceramic</i>	10
2.4 Prinsip Generator Magnet Permanen	11
2.4.1 Fluks Magnetik	11
2.4.2 Hukum Faraday	12
2.5 Dimensi Rotor	14
2.5.1 Menentukan Tebal Piringan Rotor.....	14
2.6 Pengaruh Jenis Material Magnet Terhadap Kecepatan	14
2.7 Pengaruh Bentuk Magnet Terhadap Kecepatan	15
2.8 Generator Magnet Permanen Fluks Aksial.....	15
2.8.1 Tipe-Tipe Generator Fluks Aksial.....	15
2.9 Program Aplikasi Desain 3D.....	16
2.9.1 <i>Solid SolidWorks</i>	16
2.9.2 AutoCAD.....	17
2.9.3 SketchUp	18
2.9.4 3D Slash.....	18
2.10 <i>COMSOL Multiphysics</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Lokasi Penelitian	20
3.2 Waktu Penelitian	20
3.3 Tahapan Penelitian	21
3.4 Desain Rotor.....	22
3.5 Desain Stator	24
3.6 Peralatan dan Bahan	25

3.7 <i>Flowchart</i> Penelitian	26
3.8 Data Hasil Penelitian	27
BAB IV PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Simulasi dan Pengolahan Data.....	28
4.1.1 <i>Plotting</i> Medan Magnet 16 Kutub dan Beberapa Variasi Kecepatan Putar Rotor	28
4.1.2 <i>Plotting</i> Medan Magnet 18 Kutub dan Beberapa Variasi Kecepatan Putar Rotor	34
4.1.3 <i>Plotting</i> Medan Magnet 20 Kutub dan Beberapa Variasi Kecepatan Putar Rotor	39
4.1.4 Pengaruh Variasi Jumlah Kutub Terhadap Fluks Magnet.....	44
4.2 Grafik Nilai Kecepatan Putar Rotor Terhadap Tegangan	48
4.3 Analisa Pengaruh Fluks Magnet dan Kecepatan Putar Rotor	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	
LAMPIRAN KHUSUS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rotor kutub menonjol.....	6
Gambar 2.2 Rotor Silinder	7
Gambar 2.3 Stator dan Konstruksi Kumbaran Pada Stator.....	8
Gambar 2.4 Kurva Karakteristik Magnet Permanen.....	9
Gambar 2.5 Gaya Gerak Listrik (GGL)	12
Gambar 2.6 Tebal Piringan Rotor	14
Gambar 3.1 Desain Generator Magnet Permanen 16 Kutub, Desain Generator Magnet Permanen 18 Kutub, dan Desain Generator Magnet Permanen 20 Kutub	23
Gambar 3.2 Desain Stator dan Piringan Stator Generator Magnet Permanen	24
Gambar 3.3 <i>Software SolidWorks</i>	25
Gambar 3.4 <i>Software COMSOL Multiphysics</i>	25
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Penelitian	26
Gambar 4.1 <i>Plotting</i> Medan Magnet dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah.....	28
Gambar 4.2 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 200 rpm.....	29
Gambar 4.3 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 300 rpm.....	29
Gambar 4.4 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 400 rpm.....	30
Gambar 4.5 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 500 rpm.....	30
Gambar 4.6 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 600 rpm.....	31
Gambar 4.7 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 700 rpm.....	31
Gambar 4.8 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 1000 rpm.....	32
Gambar 4.9 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 1500 rpm.....	32

Gambar 4.10 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 2000 rpm.....	33
Gambar 4.11 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 16 Buah pada Kecepatan 2500 rpm.....	33
Gambar 4.12 <i>Plotting</i> Medan Magnet dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah...	34
Gambar 4.13 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 200 rpm.....	34
Gambar 4.14 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 300 rpm.....	35
Gambar 4.15 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 400 rpm.....	35
Gambar 4.16 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 500 rpm.....	36
Gambar 4.17 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 600 rpm.....	36
Gambar 4.18 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 700 rpm.....	37
Gambar 4.19 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 1000 rpm.....	37
Gambar 4.20 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 1500 rpm.....	38
Gambar 4.21 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 2000 rpm.....	38
Gambar 4.22 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 18 Buah pada Kecepatan 2500 rpm.....	39
Gambar 4.23 <i>Plotting</i> Medan Magnet dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah...	39
Gambar 4.24 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 200 rpm.....	40
Gambar 4.25 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 300 rpm.....	40
Gambar 4.26 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 400 rpm.....	41

Gambar 4.27 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 500 rpm.....	41
Gambar 4.28 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 600 rpm.....	42
Gambar 4.29 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 700 rpm.....	42
Gambar 4.30 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 1000 rpm.....	43
Gambar 4.31 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 1500 rpm.....	43
Gambar 4.32 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 2000 rpm.....	44
Gambar 4.33 Grafik Fluks Magnetik dengan Jumlah Kutub Magnet 20 Buah pada Kecepatan 2500 rpm.....	44
Gambar 4.34 Grafik Nilai Kecepatan Putar Rotor Terhadap Tegangan pada Kutub Magnet Berjumlah 16	48
Gambar 4.35 Grafik Nilai Kecepatan Putar Rotor Terhadap Tegangan pada Kutub Magnet Berjumlah 18	48
Gambar 4.36 Grafik Nilai Kecepatan Putar Rotor Terhadap Tegangan pada Kutub Magnet Berjumlah 20	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	20
Tabel 3.2 Spesifikasi Perancangan Desain Rotor	22
Tabel 3.3 Spesifikasi Perancangan Desain Stator	24
Tabel 3.3 Data Pengamatan.....	27
Tabel 4.1 Nilai Tegangan Maksimum Terhadap Kecepatan Putaran pada Kutub Magnet 16 Buah.....	45
Tabel 4.2 Nilai Tegangan Maksimum Terhadap Kecepatan Putaran pada Kutub Magnet 18 Buah.....	46
Tabel 4.3 Nilai Tegangan Maksimum Terhadap Kecepatan Putaran pada Kutub Magnet 20 Buah.....	47
Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Tegangan Maksimum dan Kecepatan Putar Rotor Terhadap Variasi Jumlah Kutub Magnet Permanen.....	50

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Fluks Magnet	11
Rumus 2.2 Hukum Faraday.....	12
Rumus 2.3 Tegangan RMS	13
Rumus 2.4 Kecepatan Putaran	13
Rumus 2.5 Tebal Piringan Rotor.....	14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terdapat dua sumber energi utama untuk memenuhi ketersediaan pasokan listrik di Indonesia yaitu energi konvensional dan energi non konvensional. Energi konvensional atau energi terbarukan adalah energi yang berasal dari alam, energi yang dapat diperbarui keberadaannya. Namun begitu, apabila konsumsi energi yang digunakan terus mengalami peningkatan setiap harinya, hal ini akan menyebabkan terjadinya krisis energi. Karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut, generator sebagai salah satu mesin penyuplai energi perlu untuk dikembangkan secara optimal, agar dapat terus memasok energi untuk memenuhi permintaan para konsumen.

Sistem kerja dari generator adalah dapat mengkonversikan energi gerak menjadi energi listrik. Salah satu dari jenis generator adalah generator magnet permanen yang merupakan jenis generator yang efektif untuk digunakan pada pembangkit listrik berkecepatan rendah [1]. Jenis generator ini memiliki magnet permanen yang berfungsi sebagai penghasil fluks magnet. Medan magnet pada generator magnet permanen dihasilkan dengan sendirinya tanpa memerlukan pengaliran arus eksitasi.

Penelitian mengenai generator magnet permanen fluks aksial telah banyak dilakukan. Seperti Bagus Catur Wibowo, Ir. Bambang Winardi, M.Kom melakukan penelitian mengenai simulasi perubahan tegangan keluaran *permanent magnet synchronous generator* (PMSG) 12S8P terhadap variasi kecepatan putar rotor. Untuk mendapatkan hasil putaran rotor yang optimal, maka rotor harus mempunyai kecepatan putaran yang konstan. Untuk memperoleh kecepatan putar rotor yang baik, perlu diperhatikan karakteristik perubahan tegangan generator terhadap kecepatan putaran rotor [2].

Selain itu juga, berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Darwinsyah Putra mengenai analisis perbandingan 4 kutub dan 8 kutub generator terhadap kecepatan rotor yang menghasilkan tegangan dimana, besar kecepatan putar rotor serta Gaya Gerak Listrik (GGL) yang akan diperoleh dipengaruhi oleh

banyaknya jumlah kutub. Selain dua hal tersebut, besarnya frekuensi yang akan dihasilkan pada generator juga dipengaruhi oleh kecepatan putar rotor dan jumlah kutub magnet [3].

Sehingga berdasarkan dari uraian latar belakang diatas, dalam penelitian tugas akhir ini penulis akan mengangkat judul “**Perencanaan Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Dengan Variasi Jumlah Kutub Terhadap Kecepatan Putar Rotor**”, penelitian ini dilakukan dengan mendesain lebih banyak variasi kutub dari penelitian terdahulu. Selanjutnya penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah kutub magnet yang akan menghasilkan nilai fluks magnet berbeda. Hasil pengujian akan menghasilkan nilai tegangan yang akan dianalisa dengan menggunakan *software COMSOL Multiphysics* untuk melihat pengaruh variasi jumlah kutub dan variasi kecepatan putar rotor untuk memperoleh nilai fluks magnet dan mengamati nilai tegangan keluaran yang dihasilkan. Pada penelitian ini *software SolidWorks* dipilih untuk mendesain rancangan dari komponen generator magnet permanen.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian tugas akhir ini akan membahas perihal desain rotor dengan tanpa inti (*Coreless*) dengan memvariasikan jumlah kutub sebanyak 16, 18 dan 20 buah dan desain bentuk rotor kutub menonjol (*Salient Pole*) hal ini dikarenakan bentuk rotor yang cocok digunakan pada putaran rendah dengan jumlah slot sebanyak 18. Jenis magnet yang digunakan pada rancangan ini adalah *Neodymium Iron Boron* (NdFeB).

Kecepatan putaran divariasikan sebesar 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm. Simulasi menggunakan *software COMSOL Multiphysics* pada penelitian ini digunakan untuk melihat pengaruh variasi kutub terhadap fluks magnet dan mengetahui nilai tegangan yang didapatkan dari variasi kecepatan putar rotor.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui adanya pengaruh variasi jumlah kutub dan kecepatan putar rotor generator magnet permanen terhadap tegangan.
2. Mengetahui besarnya nilai fluks magnet yang dihasilkan dari variasi jumlah kutub magnet.
3. Mengetahui nilai tegangan yang optimal dari variasi kecepatan putar rotor yang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mendesain generator magnet permanen dengan variasi kutub 16, 18 dan 20 slot dengan arah fluks aksial.
2. Menggunakan perancangan jumlah slot yang sama sebesar 18 dan tidak memfokuskan mendesain karakteristik stator.
3. Hanya mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan pada setiap variasi kecepatan putaran rotor.
4. Perhitungan rugi-rugi dan frekuensi torsi pada generator tidak dilakukan.
5. Menentukan variasi kutub paling optimal pada variasi kecepatan putar rotor.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan penulis dalam pembuatan proposal tugas akhir ini antara lain :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang permasalahan diangkatnya penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat teori dasar mengenai generator magnet permanen, bentuk kutub rotor, jenis-jenis magnet permanen, pengaruh jenis material

dan bentuk magnet terhadap kecepatan,, tipe-tipe generator fluks aksial, dan program aplikasi desain 3D.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab tiga penelitian tugas akhir ini mendeskripsikan lokasi tempat dan waktu dilakukannya penelitian, tahapan penelitian, spesifikasi perancangan desain rotor dan stator, aplikasi yang digunakan, spesifikasi dan karakteristik serta spesifikasi dalam mendesain generator, *Flowchart* penelitian dan tabel data hasil penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada bab hasil penelitian membahas data hasil simulasi dari desain yang telah dibuat, selanjutnya menganalisa hasil simulasi tersebut berdasarkan teori yang ada dan parameternya.

BAB V KESIMPULAN

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan dan memberikan saran terkait permasalahan yang timbul dalam pokok pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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, doi: 10.30651/cl.v3i1.4302.
- [2] B. C. Wibowo, I. B. Winardi, M. Kom, and L. Belakang, “SIMULASI PERUBAHAN TEGANGAN KELUARAN *PERMANEN* MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG) 12S8P TERHADAP VARIASI KECEPATAN PUTAR ROTOR DENGAN *SOFTWARE* BERBASIS FINITE ELEMENT METHOD (FEM),” pp. 1–9, 2021.
- [3] Darwinsyah Putra, *Analisis Perbandingan 4 Kutub dan 8 Kutub Generator Terhadap Kecepatan Rotor Yang Menghasilkan Tegangan*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2021.
- [4] B. C. Wibowo, I. B. Winardi, M. Kom, and L. Belakang, “Simulasi Perubahan Tegangan Keluaran *PERMANEN* MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG) 12S8P TERHADAP VARIASI KECEPATAN PUTAR ROTOR DENGAN *SOFTWARE* BERBASIS FINITE ELEMENT METHOD (FEM),” *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [5] B. Prasetyo and T. H. Mulud, “Rancang Bangun Motor – Generator Magnet Permanen Jenis NdFeB,” *Eksergi*, vol. 15, no. 2, p. 60, 2019.
- [6] A. Indriani, “Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial,” *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 62–71, 2015.
- [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, 2016.
- [8] A. Sauky *et al.*, “Analisa Pengaruh Jumlah Lilitan Stator Terhadap Generator Magnet Permanen Fluks Radial Tiga Fasa,” vol. 10, no. 2, pp. 2–4, 2021.

- [9] H. Asy'ari, D. Y. Aji, and F. S. Candra, "Desain Generator Tipe Axial Kecepatan Rendah Dengan Magnet Permanen," *J. Emit.*, vol. 13, no. 02, pp. 66–70, 2016.
- [10] A. Nurhadi, "Perancangan generator putaran rendah magnet permanen jenis fe fluks aksial," pp. 21–26, 2013.
- [11] M. Yusup and S. Nuryadi, "Analisa Kinerja Generator Magnet Permanen Ditinjau dari Tegangan Output Efisiensi dan Torsi Cogging Berdasarkan Variasi Geometri Stator dan Jumlah Kutub Menggunakan *Software* MagNet Infolytica."
- [12] G. A. A. Haqq, *Rancang Bangun Generator Permanen Magnet 1 Fasa Dengan Daya 50 Watt Tipe Fluks Aksial Dua Rotor*. 2020.
- [13] G. E. Rasyidwanto, *ANALISIS PENGARUH VARIASI AIR GAP , JUMLAH MAGNET , DAN GEOMETRI TERHADAP TORSI MAGNETIC GEAR TIPE BEVEL 90 O ANALISIS PENGARUH VARIASI AIR GAP , JUMLAH MAGNET , DAN GEOMETRI TERHADAP TORSI MAGNETIC GEAR TIPE BEVEL 90*. Surabaya: Faculty of Industrial Technology, 2018.
- [14] Magnet, L. Speed, E. Power, H. Prasetijo, and B. Dharmawan, "Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah," *Din. Rekayasa*, vol. 8, no. 2, pp. 70–77, 2012.
- [15] D. Rhakasywi, *Rancang Bangun Elemen Mesin 3D Dengan Solidworks*. 2016.
- [16] A. A. Ziden, F. Zakaria, and A. N. Othman, "Effectiveness of AutoCAD 3D Software as a learning support tool," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 7, no. 2, pp. 57–60, 2012, doi: 10.3991/ijet.v7i2.1906.
- [17] W. Bhirawa, "Penggunaan Google Sketch Up *Software* Dalam Merancang Kopling Flens," *J. Teknol. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [18] I. To, "Introduction to *COMSOL Multiphysics* 5.6," 2020.
- [19] R. Valentino Tambunan, T. Nur, A. Jaya JlnJenderal Sudirman No, and J.

Indonesia, “the Effect of Slot and Pole Pairing With Magnet Edge Shaping on the Cogging Torque Reduction in Pmsg,” vol. 19, no. 1, pp. 21–28, 2020.