

**ANALISIS PENGARUH VARIASI GEOMETRI PERMUKAAN ROTOR
TERHADAP NILAI *FLUX LINKAGE*, DAN *BACK EMF* PADA
PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG) 12S8P
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *MAGNET INFOLYTICA 7.5*
BEBAS FINITE ELEMENT METHOD (FEM)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

ANAN AZHARI

20180120155

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Anan Azhari
NIM : 20180120155
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PENGARUH VARIASI GEOMETRI PERMUKAAN ROTOR TERHADAP NILAI *FLUX LINKAGE*, DAN *BACK EMF* PADA *PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG) 12S8P* MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *MAGNET INFOLYTICA 7.5* BEBASIS FINITE ELEMENT METHOD (FEM)” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak pernah diajukan guna memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi. Kecuali pada dasar teori yang tertulis diacu pada naskah skripsi ini dan disebutkan asal sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 Juni 2023

Penulis



Anan Azhari

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam kesempatan ini, saya ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada:

1. Keluarga Saya:

Terima kasih kepada orangtua saya yang selalu memberikan dukungan, doa, dan motivasi yang tak terbatas. Terima kasih juga kepada adik saya yang memberikan semangat dan dukungan moral.

2. Pembimbing Akademik:

Terima kasih kepada Almarhum Bapak **Dr. Ir. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.** selaku pembimbing akademik saya, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang berharga sepanjang penelitian ini. Terima kasih juga kepada Bapak **Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng.** yang telah memberikan panduan dan saran yang berharga.

3. Teman-Teman dan Rekan Sejawat:

Terima kasih kepada teman-teman dan rekan sejawat yang telah memberikan dukungan, masukan, dan berbagi pengalaman sepanjang perjalanan penelitian ini. Semua diskusi dan diskusi bersama telah sangat berarti bagi perkembangan penelitian ini.

5. Institusi dan Pihak Terkait:

Saya ingin menyampaikan terima kasih kepada **Lentera Bumi Nusantara** dan **TIM Lentera Bumi Nusantara** yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pengumpulan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini.

Terakhir, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dan dorongan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan memberikan sumbangsih positif bagi masyarakat.

Yogyakarta, 16 Juni 2023



Anan Azhari

MOTTO

"Dan orang-orang yang berjuang di jalan Kami, benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Dan sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang berbuat baik."

Surah Al-Ankabut (29:69)

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."

Surah Al-Insyirah (94:5-6)

"Hai manusia! Sesungguhnya kamu adalah dalam keadaan kesusahan. Karena sesungguhnya kepada Tuhanmu lah kembalimu (bagi setiap perbuatanmu), maka bertemulah kamu dengan-Nya. Maka adapun orang yang diberikan kitabnya di tangan sebelah kanannya, maka dia akan berhisab dengan hisab yang mudah. Dan dia akan kembali kepada keluarganya dengan penuh sukacita."

Surah Al-Infitar (82:6-8)

"Apakah kamu mengira bahwa kamu akan masuk Surga, padahal belum datang kepada kamu (cobaan) sebagaimana yang telah dialami oleh orang-orang yang sebelum kamu? Mereka ditimpa oleh bencana kemiskinan dan kesukaran, serta digoncangkan, sehingga rasul dan orang-orang yang beriman bersamanya berkata, 'Matakanlah pertolongan Allah itu?' Ingatlah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat."

Surah Al-Ankabut (29:2-3)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr Wb

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengaruh Variasi Geometri Permukaan Rotor Terhadap Nilai *Flux Linkage*, *Dan Back EMF* Pada *Permanent Magnet Synchronous Generator (Pmsg) 12s8p* Menggunakan Perangkat Lunak *Magnet Infolytica 7.5* Berbasis Finite Element Method (FEM)” dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat akademik kelulusan program Strata 1 Sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu kritik dan saran yang membangun sangat amat dibutuhkan.

Dalam proses penulisan Tugas Akhir ini penulis telah mendapatkan banyak petunjuk, bimbingan, dan juga motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Wiyoso dan Almarhumah Ibu Sariyem, selaku kedua orang tua yang tidak henti mendidik dan juga membimbing dengan penuh cinta dan kasih sayang kepada penulis.
2. Elyana Ambarwati, yang telah membantu dan mendengarkan keluh kesah penulis selama proses tugas akhir ini serta selalu memberikan semangat dan motivasi yang tiada henti.
3. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Almarhum Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., IPM dan Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang

telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan dan dukungan dengan penuh kesabaran.

7. Seluruh Staff dan Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman-teman terdekat penulis (Firhat Dyka Gahara, M. Yoga Hendika, M.A Rofi Aryandi, M. Humam Fadhlullah, Taufik Hidayat, Aldi Mulyawan, Heru Mustari, Yasinta Dwi Nurlina, Indri Lestari) yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta memotivasi di setiap harinya.
9. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro yang tidak bisa disebut satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat amat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 16 Juni 2023



Anan Azhari

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	i
LEMBAR PENGESAHAN II	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG).....	11
2.2.2 Prinsip Kerja Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)....	14
2.2.3 Permanent Magnet Synchorous Generator 12s8p	15
2.2.4 MagNet Infolytica 7.5 Berbasis Finite Element Method (FEM)	17

2.2.4 <i>Flux Linkage</i>	20
2.2.5 Back EMF	21
BAB III.....	24
METODE PENELITIAN	24
3.1 Lokasi Penelitian.....	24
3.2 Waktu Penelitian	24
3.3 Objek Penelitian	25
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.5 Langkah Penelitian.....	25
3.5.1 Diagram Alir Penelitian	26
3.5.2 Tahapan Penelitian	27
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Desain Variasi Geometri Permukaan Rotor Pada Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) 12s8p pada perangkat lunak MagNet Infolytica 7.5.....	29
4.2 Pengaturan Solve Pada Software MagNet Infolytica 7.5 Untuk Mensimulasikan Variasi Geometri Permukaan Rotor PMSG 12s8p.....	31
4.2.1 Pengaturan Motion	31
4.2.2 Pengaturan Transient.....	32
4.2.3 Pengaturan Mesh (Finite Element Method)	34
4.2.4 Rangkaian Coil Pada Generator	36
4.3 Analisis Nilai Flux Linkage Pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) 12s8p	37
4.4 Perhitungan Tegangan Coil dan Tegangan Antar Coil Berdasarkan Nilai Flux Linkage Pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) 12s8p.....	44
4.4.1 Perhitungan Tegangan Coil.....	54
4.4.2 Perhitungan Tegangan Antar Coil.....	69
4.5 Perhitungan dan Analisis Back EMF berdasarkan Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) 12s8p.....	83
BAB V.....	101
KESIMPULAN DAN SARAN	101

5.1 KESIMPULAN	101
5.2 SARAN	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)	11
Gambar 2. 2 Perputaran Rotor Terhadap Stator	12
Gambar 2. 3 Pengaruh Torsi Terhadap Voltase	13
Gambar 2. 4 Skema Kumputaran 3 Fasa	15
Gambar 2. 5 Struktur Bagian Utama Permanent Magnet Synchorous Generator 12s8p	16
Gambar 2. 6 Tampilan Awal MagNet Infolytica 7.5	17
Gambar 2. 7 Contoh Penerapan Finite Element Method Pada Bangun Ruang	19
Gambar 3. 1 Logo Lentera Bumi Nusantara	24
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian Tugas Akhir	26
Gambar 4.1. 1 permodelan variasi geometri permukaan rotor PMSG 12s8p pada perangkat lunak MagNet Infolytica 7.5 (1)	30
Gambar 4.1. 2 permodelan variasi geometri permukaan rotor PMSG 12s8p pada perangkat lunak MagNet Infolytica 7.5 (2)	30
Gambar 4.1. 3 Permodelan variasi geometri permukaan rotor PMSG 12s8p pada perangkat lunak MagNet Infolytica 7.5 (3)	31
Gambar 4.2. 1 Pengaturan Motion variasi geomteri permukaan rotor PMSG 12s8p pada MagNet Infolytica 7.5	32
Gambar 4.2. 2 Pengaturan Motion variasi geomteri permukaan	33
Gambar 4.2.3. 1 Pengaturan Mesh pada Stator dan Coil	34
Gambar 4.2.3. 2 Tampilan Mesh pada Stator dan Coil	35
Gambar 4.2.3. 3 Pengaturan Mesh pada Rotor dan Magnet	35
Gambar 4.2.3. 4 Meshing pada Rotor dan Magnet	36
Gambar 4.2.4 1 Rangkaian Coil Pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor PMSG 12s8p	36
Gambar 4.3. 1 Skala Besaran Nilai Flux Linkage Yang Mengalir di Armature Coil pada Simulasi Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) di Perangkat Lunak MagNet Infolytica 7.5	37
Gambar 4.3. 2 Hasil Flux Linkage pada Permodelan variasi (1) geometri permukaan rotor PMSG 12s8p	38
Gambar 4.3. 3 Grafik Flux Linkage pada variasi (1) geometri permukaan rotor PMSG 12s8p	39
Gambar 4.3. 4 Hasil Flux Linkage pada Permodelan variasi (2) geometri permukaan rotor PMSG 12s8p	40
Gambar 4.3. 5 Grafik Flux Linkage pada variasi (2) geometri permukaan rotor PMSG 12s8p	41
Gambar 4.3. 6 Hasil Flux Linkage pada Permodelan variasi (3) geometri permukaan rotor PMSG 12s8p	42
Gambar 4.3. 7 Grafik Flux Linkage pada variasi (3) geometri permukaan rotor PMSG 12s8p	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian-Penelitian yang terkait dengan tugas akhir ini.....	7
Tabel 4.1. 1 Spesifikasi PMSG 12s8p variasi geometri permukaan rotor	29
.....
Tabel 4.4. 1 Tabel Flux Linkage pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor 1 PMSG 12s8p	45
Tabel 4.4. 2 Tabel Flux Linkage pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor 2 PMSG 12s8p	48
Tabel 4.4. 3 Tabel Flux Linkage pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor 3 PMSG 12s8p	51
Tabel 4.4. 4 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (1) PMSG 12s8P	57
Tabel 4.4. 5 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (2) PMSG 12s8p	61
Tabel 4.4. 6 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan rotor (3) PMSG 12s8P	65
Tabel 4.4. 7 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (1) PMSG 12s8p	71
Tabel 4.4. 8 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (2) PMSG 12s8p	75
Tabel 4.4. 9 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan Antar Coil pada simulasi Variasi Geometri (3) PMSG 12s8p	79
Tabel 4.5. 1Tabel Hasil Perhitugan Back EMF terhadap Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor 1 PMSG 12s8p.....	85
Tabel 4.5.2 Tabel Hasil Perhitugan Back EMF terhadap Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (2) PMSG 12s8p.....	90
Tabel 4.5.3 Tabel Hasil Perhitugan Back EMF terhadap Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (3) PMSG 12s8p.....	95

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.4. 1 Grafik Tegangan Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (1) PMSG 12s8p	60
Grafik 4.4. 2 Grafik Tegangan Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (2) PMSG 12s8p	64
Grafik 4.4. 3 Grafik Tegangan Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (3) PMSG	68
Grafik 4.4. 4 Grafik Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (1) PMSG 12s8p	74
Grafik 4.4. 5 Grafik Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri (2) PMSG 12s8p	78
Grafik 4.4. 6 Grafik Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri (3) PMSG 12s8p	82
Grafik 4.5. 1 Grafik Back EMF Terhadap Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (1) PMSG 12s8p.....	88
Grafik 4.5. 2 Grafik Back EMF Terhadap Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (2) PMSG 12s.....	93
Grafik 4.5. 3 Grafik Back EMF Terhadap Tegangan Antar Coil pada Simulasi Variasi Geometri Permukaan Rotor (2) PMSG 12s8p.....	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 1 Foto Bersama Founder Lentera Bumi Nusantara Bapak Ricky Elson	104
Lampiran 1 2 Foto Bersama TIM penelitian Permanent Magnet Synchonus Generator (PMSG) di Lentera Bumi Nusantara.....	105
Lampiran 1 3 Foto Bersama Pembimbing Penelitian di Lentera Bumi Nusantara	106
Lampiran 1 4 Foto Perakitan Permanent Magnet Synchronous Generator Hasil Desain Bapak Ricky Elson.....	107