

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 *POLE*
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika



oleh:

Mareta Dwi Anastasya

NIM.1600606

PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2020

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 *POLE*
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

oleh:

MARETA DWI ANASTASYA

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains di Departemen Pendidikan Fisika pada Program Studi Fisika
FPMIPA UPI

©Mareta Dwi Anastasya

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2020

©Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau Sebagian
dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari peneliti.

Mareta Dwi Anastasya, 2020

***SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 POLE MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA***

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

MARETA DWI ANASTASYA

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 *POLE*
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

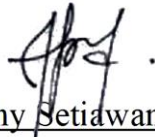
disetujui dan disahkan oleh Pembimbing :

Pembimbing I:



Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.
NIP. 197211122008121001

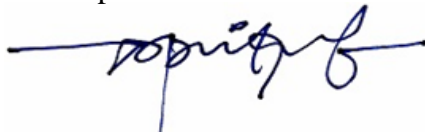
Pembimbing II:



Dr. H. Andhy Setiawan, S.Pd., M.Si.
NIP. 197310131998021001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Fisika:



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
NIP. 195904011986011001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Simulasi Generator Sinkron Magnet Permanen 36 Slot 12 *Pole* Menggunakan Perangkat Lunak MagNet Infolytica” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko dan sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2020

Yang membuat pernyataan,



Mareta Dwi Anastasya
NIM. 1600606

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Simulasi Generator Sinkron MagNet Permanen 36 Slot 12 Pole Menggunakan Perangkat lunak Magnet Infolytica”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari terdapat beberapa masalah dan hambatan dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berterimakasih kepada semua pihak yang memberikan kontribusi dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu, kritik dan saran sangatlah penulis harapkan .

Bandung, Desember 2020


Mareta Dwi Anastasya
NIM. 1600606

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, kerana berkat rahmat, taufik, dan hidayah-Nya penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu selama penelitian berlangsung, diantaranya sebagai berikut.

1. Bapak Dr. Ahmad Aminudin, M.Si. selaku dosen Kelompok Bidang Kajian (KBK) Instrumentasi sekaligus dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, perhatian dan waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Andhy Setiawan, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, arahan, perhatian dan waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Nanang Dwi Ardi, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memotivasi mahasiswa bimbingannya.
4. Bapak Dr. Endi Suhendi, M.Si. selaku Ketua Program studi Fisika yang telah memberikan arahan mengenai tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Fisika yang telah memberikan wawasan dan ilmu pengetahuan selama proses perkuliahan di Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Seluruh Staf Departemen Pendidikan Fisika yang telah memberikan bantuan dan layanan dalam proses administrasi penyusunan skripsi ini.
7. Orang tua dan Kakak tercinta yang selalu menyemangati dan memberi dukungan serta motivasi sehingga menjadi sumber inspirasi untuk berusaha memberikan yang terbaik dalam penyusunan skripsi ini.

Mareta Dwi Anastasya, 2020

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 POLE MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

8. Faisyal Fikry sebagai pendamping setia yang selalu menyemangati selama penyusunan skripsi ini.
9. Tiara Rizkia August, Dina Nugraha Permana dan Arum Khoerunnisa yang senantiasa menemani serta menyemangati penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
10. Dan pihak-pihak lain yang telah membantu penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian skripsi ini.

ABSTRAK

Generator Sinkron Magnet Permanen merupakan salah satu komponen dalam sistem pembangkit listrik. Dalam proses pengaplikasian generator pada sistem pembangkit listrik, diperlukan nilai kecepatan putar generator yang ideal agar dapat menghasilkan daya yang sesuai dengan kebutuhan dan kapasitasnya. Untuk menentukan kondisi ideal ini, maka dilakukan uji coba generator melalui simulasi menggunakan perangkat lunak sehingga dapat mengurangi *trial* dan *error* saat proses pengaplikasian dilakukan. Generator Sinkron Magnet Permanen telah dirancang menggunakan perangkat lunak MotorSolve dan berhasil disimulasikan menggunakan perangkat lunak Magnet Infolytica. Generator dirancang dengan kombinasi 36 Slot 12 *Pole* menggunakan magnet berbahan *Neodymium Iron Boron*. Kapasitas daya generator berskala mikro (<100 kW), dengan daya keluaran maksimal sebesar 3000 watt. Simulasi dilakukan dengan rangkaian terbuka (*open circuit*) dan rangkaian dengan beban 47Ω , pada kecepatan putar 100 *RPM* sampai dengan 1000 *RPM*. Melalui proses simulasi, didapatkan nilai kecepatan putar ideal generator, yaitu pada putaran 300 *RPM* sampai dengan 500 *RPM*. Pada kecepatan putar tersebut, generator dapat bekerja sesuai dengan kapasitasnya. Nilai daya keluaran generator sebesar 1.020,08 watt pada kecepatan putar 300 *RPM*, 1.728,67 watt pada kecepatan putar 400 *RPM* dan 2.537,76 watt pada kecepatan putar 500 *RPM*.

Kata Kunci : 36 Slot 12 *Pole*, Generator Sinkron Magnet Permanen, MagNet Infolytica MotorSolve.

ABSTRACT

The Permanent Magnet Synchronous Generator is one of the components in a power generation system. To apply a generator to a power generation system, an ideal generator rotational speed is needed, so that the generator can produce power according to its needs and capacity. To determine the ideal rotational speed, a generator trial is carried out through simulation using software, to reduce trial and error during applied a generator to a power generation system. Permanent Magnet Synchronous Generator has been designed using MotorSolve software and has been succesful simulated using Magnet Infolytica software. The generator is designed with a combination of 36 Slots and 12 Poles, using Neodymium Iron Boron magnet, micro-scale generator power capacity (<100 kW), with a maximum output power of 3000 watts. The simulation is carried out with an open circuit and a 47Ω load circuit, at 100 RPM to 1000 RPM. Through the simulation process, the ideal generator rotational speed is obtained, which is at 300 RPM to 500 RPM. At this rotational speed, generator can work according to its capacity. The value of output power is 1,020.08 watts at 300 RPM, 1,728.67 watts at 400 RPM and 2,537.76 watts at 500 RPM.

Keywords : 36 Slot 12 Pole, Permanent Magnet Synchronous Generator, MagNet Infolytica, MotorSolve.

Daftar Isi

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Prinsip Kerja Generator.....	7
2.2 Generator Sinkron	12
2.3 Konstruksi Generator Sinkron.....	14
2.4 Perhitungan Matematis Desain Generator.....	18
2.5 Simulasi Generator	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Desain Penelitian.....	23
3.2 Prosedur Penelitian.....	23
3.3 Tahapan Simulasi Generator	25
3.3.1. Perancangan Bentuk Generator	25

Mareta Dwi Anastasya, 2020

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 POLE MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.3.2. Penentuan Material Generator	28
3.3.3. Proses <i>Mesh</i>	29
3.3.4. Penyusunan Rangkaian Simulasi.....	30
3.3.5. Pengujian	36
3.4 Analisis Data	37
3.4.1 Pengaruh kecepatan putar generator terhadap arus, tegangan dan daya keluaran generator.....	37
3.4.2 Pengaruh hasil keluaran generator terhadap daya keluaran generator	37
3.4.3 Kondisi ideal kecepatan putar generator	37
BAB IV TEMUAN DAN BAHASAN	38
4.1. Pengaruh Kecepatan Putar Generator Terhadap Nilai Keluaran Generator	38
4.2. Pengaruh Hasil Keluaran Generator terhadap Daya Keluaran Generator	48
4.3. Kondisi Ideal Kecepatan Putar Generator	50
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN.....	52
5.1 Simpulan.....	52
5.2 Implikasi dan Saran	53
Daftar Pustaka	
LAMPIRAN	

Daftar Tabel

Tabel 3. 1 Dimensi ukuran bagian-bagian stator	27
Tabel 3. 2 Dimensi ukuran bagian-bagian stator	28
Tabel 3. 3 Material yang digunakan pada rancangan generator.....	29
Tabel 3. 4 Nilai frekuensi generator pada kecepatan putar 100 RPM sampai dengan 1000 RPM	34
Tabel 4. 1 Nilai Daya Keluaran Generator.....	46
Tabel 4. 2 Nilai arus, tegangan dan daya keluaran generator pada kecepatan putar 100 RPM sampai dengan 1000 RPM.	48

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Fluks Magnetikk.....	7
Gambar 2. 2 Pengaruh perubahan medan magnetik terhadap loop kawat	9
Gambar 2. 3 Percobaan Faraday	10
Gambar 2. 4 Generator AC	11
Gambar 2. 5 Diagram arus bolak-balik satu fasa	13
Gambar 2. 6 Diagram arus bolak-balik tiga fasa.....	13
Gambar 2. 7 Aliran fluks magnet pada generator 36 slot 12 pole	14
Gambar 2. 8 Konstruksi generator sinkron	15
Gambar 2. 9 Konstruksi stator dengan coil pada slot.....	15
Gambar 2. 10 Laminasi Stator	16
Gambar 2. 11 Bentuk-bentuk slot pada stator.....	16
Gambar 2. 12 Penempatan magnet pada rotor	17
Gambar 2. 13 Kurva karakteristik bahan magnet permanen.....	17
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Tampilan awal perangkat lunak MotorSolve	25
Gambar 3. 3 Rancangan generator (a) tampak samping bagian depan; (b) tampak samping bagian belakang; (c) tampak atas; (d) tampak bawah.....	26
Gambar 3. 4 Bagian-bagian stator (a) diameter dalam dan diameter luar stator; (b) stator teeth dan stator yoke.....	27
Gambar 3. 5 Bagian-bagian rotor.....	28
Gambar 3. 6 Rancangan generator setelah proses penentuan material	29
Gambar 3. 7 Hasil mesh pada rancangan generator	30
Gambar 3. 8 Rangkaian Terbuka	31
Gambar 3. 9 Rangkaian penyearah 3 fasa.....	32
Gambar 3. 10 Aliran arus pada penyearah tiga fasa.....	32
Gambar 3. 11 Arus Puncak (Ipeak) pada <i>Coil</i>	33

Mareta Dwi Anastasya, 2020

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 POLE MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3. 12 Rangkaian dengan beban R	35
Gambar 3. 13 Pengaturan kecepatan putar generator.....	36
Gambar 3. 14 Simulasi pada perangkat lunak MagNet Infolytica	36
Gambar 4. 1 Grafik hubungan nilai arus keluaran generator terhadap kecepatan putarnya (a) Penelitian Arifianto (2018); (b) Simulasi yang dilakukan peneliti.....	39
Gambar 4. 2 Grafik hubungan nilai tegangan keluaran generator terhadap kecepatan putarnya (a) Penelitian Arifianto (2018); (b) Simulasi yang dilakukan peneliti.....	40
Gambar 4. 3 Nilai arus puncak (Ipeak) generator pada rangkaian terbuka.....	41
Gambar 4. 4 Nilai arus keluaran generator pada rangkaian beban R.....	42
Gambar 4. 5 Nilai tegangan keluaran generator pada rangkaian terbuka.	43
Gambar 4. 6 Nilai tegangan keluaran generator pada rangkaian beban R.	44
Gambar 4. 7 Fluks magnet pada generator dengan kecepatan putar (a) 100 RPM; (b) 500 RPM; (c) 1000 RPM.	47
Gambar 4.8 Grafik hubungan daya terhadap kecepatan putar (RPM)	50

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Perancangan Bagian-bagian Genetator

Lampiran 2. Nilai Arus Puncak (*I_{peak}*) dan Tegangan Keluaran pada Simulasi dengan Rangkaian Terbuka

Lampiran 3. Nilai Arus, Tegangan dan Daya Keluaran pada Simulasi dengan Rangkaian Beban 47Ω

Lampiran 4. Nilai Rata-rata Arus dan Tegangan Keluaran Generator pada rangkaian Terbuka

Lampiran 5. Nilai Rata-rata Arus , Tegangan dan Daya Keluaran Generator pada Rangkaian Beban 47Ω

Lampiran 6. Fluks Magnet Generator Pada Kecepatan Putar 100 *RPM* sampai dengan 1000 *RPM*

Mareta Dwi Anastasya, 2020

SIMULASI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN 36 SLOT 12 POLE MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAGNET INFOLYTICA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu