

**ANALISIS 6 KURVA KARAKTERISTIK *PMSG* MENGGUNAKAN  
*SOFTWARE* BERBASIS *FEM*  
DI PT. LBN**



**LAPORAN AKHIR**

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan  
Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Listrik

Oleh :

**Fikri Haryadi**

**061830310807**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2021**

**ANALISIS 6 KURVA KARAKTERISTIK *PMSG* MENGGUNAKAN  
*SOFTWARE* BERBASIS *FEM***

**DI PT. LBN**



Oleh :

**FIKRI HARYADI**

**061830310807**

**Menyetujui,**

**Pembimbing 1**

**Pembimbing 2**

**Yessi Marniati, S.T., M.T.**

**NIP. 197603022008122001**

**Indah Susanti, S.T., M.T.**

**NIP. 198809132014042002**

**Ketua Jurusan**

**Teknik Elektro**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi**

**Teknik Listrik**

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.**

**NIP. 196501291991031002**

**Anton Firmansyah, S.T., M.T.**

**NIP. 197509242008121001**

*Motto :*

- ❖ *“ Nikmatilah hidupmu tanpa membandingkan dengan yang lain.” - Fikri Haryadi*
- ❖ *“ Jadilah seseorang yang ketika kamu lahir, semua tertawa dan hanya kamu yang menangis. Lalu ketika kamu wafat, semua orang menangis dan kamu tersenyum.” - Mahatma Gandhi*
- ❖ *" Cara memulai adalah dengan berhenti berbicara dan mulai melakukan." - Walt Disney*
- ❖ *" Betapapun sulitnya hidup, selalu ada sesuatu yang dapat Anda lakukan dan berhasil." - Stephen Hawking*

*Dengan rasa syukur tak terkira, Laporan Akhir ini*

*kupersembahkan kepada :*

- ❖ *Tuhan yang Maha Esa*
- ❖ *Kedua Orang Tuaku tercinta*
- ❖ *Kakak dan Adik tercinta*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan Teknik Listrik 2018,*  
*khususnya kelas LD*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan judul “Analisis 6 Kurva Karakteristik *PMSG* Menggunakan *Software* Berbasis FEM di PT. Lentera Bumi Nusantara”. Serta terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada orangtua dan keluarga besar yang telah membantu baik secara moril maupun materil selama menyelesaikan Laporan Akhir.

Penulisan laporan akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dengan terselesainya Laporan Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan selama pembuatan Laporan Akhir ini yaitu kepada :

Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Pembimbing I

Ibu Indah Susanti, S.T., M.T., selaku Pembimbing II

Dalam kesempatan ini penulis juga sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direkur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ricky Elson, B. Eng., M.Eng selaku pimpinan PT. Lentera Bumi Nusantara yang telah memfasilitasi dan membantu selama melakukan penelitian
6. Orang tua yang selalu memberi support dan mendoakan agar penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini.

7. Teman-teman Teknik Listrik angkatan 2018, terutama kelas LD.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis guna perbaikan dimasa yang akan datang. Demikianlah, semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro program studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2021

Penulis,

**ABSTRAK**  
**ANALISIS 6 KURVA KARAKTERISTIK PMSG MENGGUNAKAN**  
**SOFTWARE BERBASIS FEM**  
**DI PT. LENTERA BUMI NUSANTARA**

---

Fikri Haryadi  
061830310807  
Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya

*Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) adalah salah satu jenis generator yang melakukan eksitasinya sendiri (*self-excitation*) dengan menggunakan magnet permanen yang terletak pada bagian rotor. Penelitian ini melakukan analisa 6 kurva karakteristik pada *Permanent Magnet Synchronous Generator* dimana terdapat arus, tegangan, torsi, daya input, daya output dan efisiensi. Desain pemodelan *Permanent Magnet Synchronous Generator* dilakukan dengan menggunakan *software* desain elektromagnetik berbasis *Finite Element Methode* (FEM). Kemudian disimulasikan dengan variasi kecepatan putar(rpm) dan beban untuk mengetahui 6 kurva karakteristik pada PMSG. Dilakukan pengambilan data hasil simulasi yang kemudian akan diolah di Microsft Excel. Berdasarkan data hasil simulasi menggunakan *software* desain elektromagnetik berbasis *Finite Element Methode* didapatkan hasil dari analisis PMSG variasi 2000rpm dan beban 25 Ohm dengan nilai tegangan 276.57V, arus 11.06A, torsi 17.54Nm, Pin 3672W, Pout 3065.06 dan efisiensi 83.46%. Dari data yang didapatkan maka semakin tinggi rpm semakin besar tegangan. Hal ini sesuai dengan rumus  $e=B.l.v$  dimana tegangan yang dihasilkan generator ( $e$ ) berbanding lurus dengan kecepatan putar rotor ( $v$ ). Semakin besar beban yang digunakan semakin tinggi tegangan. Hal ini sesuai dengan hukum Ohm yakni kenaikan nilai resistansi sebanding dengan kenaikan nilai tegangan dan berbanding terbalik dengan nilai arus.

**Kata Kunci :** PMSG, 6 Kurva Karakteristik, FEM

**ABSTRACT**  
**ANALYSIS OF 6 PMSG CHARACTERISTICS CURVE USING FEM-**  
**BASED SOFTWARE**  
**AT PT. LENTERA BUMI NUSANTARA**

---

Fikri Haryadi

061830310807

Majoring in Electrical Engineering

State Polytechnic Of Sriwijaya

Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) is one type of generator that performs its own excitation (self-excitation) using a permanent magnet located on the rotor. This study analyzes 6 characteristic curves on Permanent Magnet Synchronous Generator where there are current, voltage, torque, input power, output power and efficiency. The design of Permanent Magnet Synchronous Generator modeling is done using electromagnetic design software based on Finite Element Method (FEM). Then it is simulated with variations in rotational speed (rpm) and load to determine the 6 characteristic curves of PMSG. The simulation results were collected and then processed in Microsoft Excel. Based on the simulation data using electromagnetic design software based on the Finite Element Method, the results obtained from PMSG analysis with variations of 2000rpm and 25 Ohm load with a voltage value of 276.57V, current 11.06A, torque 17.54Nm, Pin 3672W, Pout 3065.06 and efficiency 83.46%. From the data obtained, the higher the rpm the greater the voltage. This is in accordance with the formula  $e=B.l.v$ . where the voltage generated by the generator ( $e$ ) is directly proportional to the rotational speed of the rotor ( $v$ ). The greater the load used, the higher the voltage. This is in accordance with Ohm's law, namely the increase in resistance value is proportional to the increase in the voltage value and inversely proportional to the current value.

**Keywords:** PMSG, 6 Characteristic Curves, FEM

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.2.1 Tujuan .....	2
1.2.2 Manfaat .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Turbin Angin.....	5
2.2 Bagian Turbin Angin.....	9
2.3 Permanent Magnet Synchronous Generator .....	12
2.4 Konstruksi PMSG .....	14
2.4.1 Permanen Magnet.....	14
2.4.2 Kumparan.....	15
2.4.3 Stator dan Rotor .....	15
2.4.4 Air Gap dan Air Box .....	16



2.5 Prinsip Kerja PMSG.....	16
2.5.1 Medan Magnetik .....	17
2.5.2 Kaidah Tangan Kanan Fleming.....	18
2.5.3 Fluks Magnetik.....	19
2.5.4 Kecepatan Putar Rotor .....	19
2.5.5 Daya Input.....	20
2.5.6 Daya Output .....	20
2.5.7 Efisiensi.....	20
2.6 Software Berbasis Finite Element Methode .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.2 Permodelan Permanent Magnet Synchronous Generator.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Desain Full Model PMSG .....	26
4.2 Setting Motion .....	27
4.2.1 Setting Parameter Motion .....	27
4.2.2 Simulasi per 3 derajat .....	28
4.2.3 Variasi RPM.....	28
4.3 Pemasngan Rangkaian.....	29
4.4 Konfigurasi Variasi .....	29
4.5 Solving Transient 2D With Motion .....	31
4.6 Hasil dan Analisa .....	31
4.6.1 Tabel hasil data keluaran variasi kecepatan dan beban ...	31
4.6.2 Gambar Grafik 6 Kurva Karakteristik PMSG.....	36
4.6.3 Analisa 6 Kurva Karakteristik PMSG .....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Efisiensi Turbin Angin.....	6
Gambar 2.2 Wind Turbine .....	6
Gambar 2.3 Skema Sistem Turbin Angin .....	8
Gambar 2.4 Tipe Blade pada Turbin Angin .....	9
Gambar 2.5 Generator.....	10
Gambar 2.6 Fin.....	10
Gambar 2.7 Data Logger.....	11
Gambar 2.8 Baterai .....	12
Gambar 2.9 Inverter .....	12
Gambar 2.10 Rangkaian Penyearah PMSG .....	13
Gambar 2.11 Permanent Magnet Synchronous Generator.....	14
Gambar 2.12 Garis Gaya Magnet .....	14
Gambar 2.13 Konfigurasi Stator dan Rotor .....	15
Gambar 2.14 Kaidah Tangan Kanan Fleming .....	18
Gambar 2.15 Aliran Fluks Magnet .....	19
Gambar 2.16 Software MagNet.....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 3.2 Blok Diagram Tahapan Permodelan PMSG .....	23
Gambar 4.1 Solid Model PMSG.....	26
Gambar 4.2 Flux Function PMSG .....	26
Gambar 4.3 Setting parameter motion .....	27
Gambar 4.4 Pengaturan Derajat Rotasi.....	28
Gambar 4.5 Rangkaian Coil PMSG.....	29
Gambar 4.6 Pengaturan rpm motion.....	29
Gambar 4.7 Pengubahan Transient Option .....	30
Gambar 4.8 Penginputan Variasi Beban .....	30
Gambar 4.9 Solve Simulasi .....	31
Gambar 4.10 Grafik Tegangan Terhadap rpm .....	36
Gambar 4.11 Grafik Arus Terhadap rpm .....	36

Gambar 4.12 Grafik Torsi Terhadap rpm .....	37
Gambar 4.13 Grafik Daya Input Terhadap rpm .....	37
Gambar 4.14 Grafik Daya Output Terhadap rpm.....	38
Gambar 4.15 Grafik Efisiensi Terhadap rpm .....	38

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Spesifikasi Wind Turbine.....	7
Tabel 3.1 Spesifikasi Ukuran Generator .....	24
Tabel 3.2 Spesifikasi Material.....	24
Tabel 3.3 Spesifikasi Dimensi.....	24
Tabel 3.4 Perencanaan Coil.....	25
Tabel 3.5 Pengujian Generator berdasarkan rpm .....	25
Tabel 4.1 Spesifikasi PMSG 12S8P .....	26
Tabel 4.2 Variasi rpm .....	28
Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi Kecepatan 2000rpm .....	31
Tabel 4.4 Kecepatan angular variasi rpm.....	33
Tabel 4.5 Data keluaran dengan kecepatan 500 rpm .....	34
Tabel 4.6 Data keluaran dengan kecepatan 1000 rpm .....	34
Tabel 4.7 Data keluaran dengan kecepatan 2000 rpm .....	34
Tabel 4.8 Data keluaran dengan kecepatan 3000 rpm .....	35
Tabel 4.9 Data keluaran dengan kecepatan 4000 rpm .....	35
Tabel 4.10 Data keluaran dengan kecepatan 5000 rpm .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir (LA).
- Lampiran 2 Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1.
- Lampiran 3 Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2.
- Lampiran 4 Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1.
- Lampiran 5 Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2.
- Lampiran 6 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme
- Lampiran 7 Data Hasil Simulasi dari PMSG Variasi kecepatan dan beban