

SKRIPSI

**DISAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN MENGGUNAKAN
SOFTWARE FINITE ELEMENT METHOD MAGNETICS SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF**



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

Oleh :

DHIMAS PRABOWO

03041381621106

**TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**DISAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN MENGGUNAKAN
SOFTWARE FINITE ELEMENT METHOD MAGNETICS SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF**



SKRIPSI

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

Oleh :

**DHIMAS PRABOWO
03041381621106**

Palembang, 7 November 2023

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**




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

**Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.
NIP. 196108181990032003**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Saya sebagai dosen pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda tangan :  _____

Pembimbing utama : Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.

Tanggal :21/November/2023

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

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

Nama : Dhimas Prabowo
NIM : 03041381621106
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Sriwijaya
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 :

**DISAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN MENGGUNAKAN
SOFTWARE FINITE ELEMENT METHOD MAGNETICS SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangakalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada tanggal 21 November 2023
Yang menyatakan,



Dhimas Prabowo

HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dhimas Prabowo

NIM : 03041381621106

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan

Software/iThenticate/Turnitin : 9%

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Disain generator magnet permanen menggunakan *software finite element method magnetics* sebagai pembangkit listrik alternatif” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya, apabila ternyata di kemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Palembang, 21 November 2023



Dhimas Prabowo

NIM. 03041381621106

KATA PENGANTAR

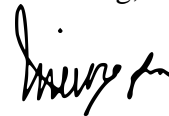
Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul “Disain Generator Magnet Permanen Dengan Software Finite Element Method Magnetics”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T., selaku pembimbing tugas akhir
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik
4. Bapak dan Ibu dosen penguji, Bapak Ir. Sariman M.S., Ibu Dr. Herlina S.T., M.T., atas bimbingan dan saran-saran yang telah diberikan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan
6. Orang tua, saudara dan kerabat yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi
7. Teman-teman yang membantu dan memberikan dukungan
8. Diri saya sendiri yang telah berusaha dan berjuang untuk menyelesaikan skripsi

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, 27 Juli 2023



Dhimas Prabowo
03041381621106

ABSTRAK**DISAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN MENGGUNAKAN
SOFTWARE FINITE ELEMENT METHOD MAGNETICS SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF**

(Dhimas Prabowo, 03041381621106, 2023)

Dalam pembangkitan energi listrik, disain dari sebuah generator sangat berpengaruh terhadap keluaran tenaga listrik yang dihasilkan. Untuk membuat suatu generator perhitungan secara teoritis dan prakteknya di lapangan harus seimbang, dikarenakan ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi dari generator tersebut, seperti jenis bahan yang digunakan sebagai penyusun generator, konstruksi dari generator dan distribusi fluks magnet antara rotor dengan stator. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan suatu disain dari generator menggunakan simulasi pada aplikasi *Finite Element Method Magnetics*. Pada disain ini, secara teoritis kerapatan fluks maksimal dari magnet permanen adalah sebesar 0.0005 Wb/m^2 akan tetapi pada simulasi terhitung rata-rata kerapatan fluks maksimal magnet yang menginduksi inti stator hanya sebesar $0.000315919167 \text{ Wb/m}^2$ yang berarti nilainya lebih kecil dari teori dan tentunya hal ini akan berpengaruh terhadap keluaran daya dari generator. Berdasarkan analisa dari data yang di dapatkan, hal ini terjadi karena distribusi medan magnet pada disain ini belum optimal. Maka dari itu perlu dilakukan dengan cara menambahkan jumlah lilitan pada stator, memperbesar ukuran magnet dan memperkecil celah udara antara rotor dengan stator yang bertujuan untuk mendapatkan kerapatan fluks magnetik yang lebih baik.

Kata kunci : generator magnet permanen, distribusi fluks magnet, *finite element method magnetics*.

ABSTRACT**PERMANENT MAGNET GENERATOR DESIGN USING
SOFTWARE FINITE ELEMENT METHOD MAGNETICS AS
AN ALTERNATIVE ELECTRICITY GENERATOR**

(Dhimas Prabowo, 03041381621106, 2023)

In generating electrical energy, the design of a generator greatly influences the output of electrical power produced. To make a generator, theoretical calculations and practice in the field must be balanced, because there are several factors that can influence the efficiency of the generator, such as the type of material used to make up the generator, the construction of the generator and the distribution of magnetic flux between the rotor and the stator. Therefore, this research was carried out to optimize a generator design using simulation in the application *Finite Element Method Magnetics*. In this design, theoretically the maximum flux density of the permanent magnet is 0.0005 Wb/m^2 . However, in the simulation, the average maximum magnetic flux density that induces the stator core is only $0.000315919167 \text{ Wb/m}^2$. Which means the value is smaller than theory and of course this will affect the power output of the generator. Based on analysis of the data obtained, this occurs because the magnetic field distribution in this design is not optimal. Therefore, this needs to be done by increasing the number of windings on the stator, increasing the size of the magnet and reducing the air gap between the rotor and the stator with the aim of getting a better magnetic flux density.

Keywords : permanent magnet generator, magnetic flux distribution, *finite element method magnetics*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Hukum Gauss	5
2.3 Hukum Faraday	5
2.4 Medan Magnet	6
2.5 Generator	9
2.6 Rangkaian Ekuivalen Magnetik	10

2.7 Rangkaian Magnetik Dengan Celah Udara	11
2.8 Generator Magnet Permanen	12
2.8.1 Prinsip Kerja.....	13
2.9 Proses Pembangkitan Tegangan pada Generator Magnet Permanen	13
2.9.1 Gaya Gerak Listrik.....	13
2.9.2 Pembangkitan Gaya Gerak Listrik pada Generator Magnet Permanen	14
2.10 Hubungan Tegangan dengan Jumlah Lilitan	16
2.11 Konduktor	16
2.11.1 Jenis Bahan Konduktor	16
2.11.2 Kawat Email	17
2.12 Stabilizer	17
2.13 Baterai.....	18
2.13.1 Prinsip Kerja Baterai.....	18
2.13.2 Proses Pengisian Baterai	18
2.13.3 Koefisien Kinerja (COP) pada Magnet Permanen.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Lokasi Penelitian	21
3.2 Waktu Penelitian	21
3.3 Metode Penelitian.....	23
3.4 Peralatan dan Bahan	23
3.4.1 Komputer dan software FEMM.....	23
3.5 Konstruksi Generator Magnet Permanen.....	23
3.6 Prosedur Simulasi.....	27
3.7 Model Simulasi	28
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Perhitungan Tegangan pada Generator.....	31
4.2 Perhitungan Arus pada Generator	32
4.3 Waktu yang dibutuhkan untuk Pengisian Baterai	33
4.4 Perhitungan <i>COP</i>	33
4.5 Data hasil simulasi.....	34
4.6 Tabel Data Hasil Simulasi	46

4.7 Perhitungan GGL dari Disain	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis garis gaya dari beberapa bentuk magnet.....	6
Gambar 2.2 Interaksi dua kutub magnet	7
Gambar 2.3 Kesetimbangan gaya tolak-menolak magnet dan gaya berat ..	8
Gambar 2.4 Bagian-bagian generator AC dan generator DC.....	10
Gambar 2.5 Rangkaian toroida magnet.....	10
Gambar 2.6 Penampang lintang mesin berputar.....	11
Gambar 2.7 Struktur inti magnet dengan celah udara.....	12
Gambar 2.8 Skema dari generator magnet permanen yang dirancang oleh <i>John Bedini</i>	12
Gambar 3.1 Magnet <i>neodymium</i>	24
Gambar 3.2 Kawat email tembaga	25
Gambar 3.3 Besi Silikon.....	25
Gambar 3.4 Konstruksi generator	26
Gambar 3.5 Baterai 12 Volt 6Ah	26
Gambar 3.6 Perpotongan garis fluksi yang memotong kumparan.....	28
Gambar 4.1 Skema pengisian pada baterai.....	32
Gambar 4.2 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 1.....	34
Gambar 4.3 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 2.....	35
Gambar 4.4 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 3.....	36
Gambar 4.5 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 4.....	37
Gambar 4.6 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 5.....	38

- Gambar 4.7** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 6..... 39
- Gambar 4.8** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 7..... 40
- Gambar 4.9** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 8..... 41
- Gambar 4.10** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 9.... 42
- Gambar 4.11** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 10.. 43
- Gambar 4.12** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 11.. 44
- Gambar 4.13** Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 12.. 45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel magnet permanen.....	9
Tabel 2.2 Kemampuan hantar arus pada kawat email	17
Tabel 3.1 Tabel agenda penelitian	22
Tabel 4.1 Tabel data hasil pengukuran	46

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Banyaknya garis fluks magnet pada permukaan tertutup.....	5
Rumus 2.2 Fluks maksimal	5
Rumus 2.3 Kerapatan fluks maksimum magnet.....	5
Rumus 2.4 Tegangan gerak elektrik terhadap waktu.....	6
Rumus 2.5 Arus pada lilitan toroida	11
Rumus 2.6 Panjang lintasan lilitan kawat pada toroida	11
Rumus 2.7 GGL dengan konstanta mesin.....	14
Rumus 2.8 Nilai konstanta mesin	15
Rumus 2.9 GGL pada setiap konduktor.....	15
Rumus 2.10 GGL pada kumparan lilitan	15
Rumus 2.11 GGL pada 2 jalur belitan paralel.....	15
Rumus 2.12 GGL Jalur paralel terhadap kutub magnet.....	15
Rumus 2.13 Tegangan rms.....	15
Rumus 2.14 Nilai putaran untuk mencapai frekuensi tertentu	16
Rumus 2.15 Nilai COP.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Arah fluksi pada disain generator

Lampiran 2 Densitas fluks magnet yang menginduksi inti stator

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan sumber energi yang sangat diperlukan dalam kehidupan kita sehari-hari karena sebagian besar aktivitas manusia sangat bergantung dengan keberadaan energi listrik. Meningkatnya minat akan energi dari tahun ke tahun serta keinginan untuk menjaga bumi dari peningkatan suhu di seluruh bumi dan kontaminasi lingkungan terhadap polutan sehingga beberapa upaya dilakukan untuk menekan kerusakan lingkungan dengan cara menciptakan inovasi untuk menghasilkan energi alternatif yang sifatnya ramah lingkungan[1]. Sehingga mendorong para peneliti untuk berlomba-lomba mengamati energi alternatif yang bersih dan sederhana. Berbagai bidang teknologi terus memperluas pengetahuan untuk menciptakan suatu terobosan untuk mendapatkan energi alternatif sebanyak yang diharapkan dengan jumlah polusi yang sedikit.

Ketika suatu waktu terjadi pemadaman listrik dikarenakan ada gangguan pada saluran sistem tenaga listrik oleh produsen listrik ini adalah masalah bagi konsumen, maka dari itu generator set ini adalah pilihan atau salah satu solusi yang bisa dipakai untuk menanggulangi masalah tersebut. Akan tetapi dalam penggunaannya, genset memiliki beberapa kelemahan, antara lain suara yang mengganggu dan sisa gas hasil pembakaran yang akan merugikan orang di sekitarnya[2].

Oleh karena itu, generator dengan magnet permanen ini dibuat, generator ini adalah pilihan yang layak dibandingkan dengan sumber energi biasa. Manfaat menggunakan generator dengan magnet permanen adalah dapat menghasilkan energi listrik sesuai dengan keinginan konsumen mau dipakai dimana dan kapan saja. Generator ini dapat bekerja sebagai mana fungsinya yaitu membuat energi listrik dengan bantuan magnet permanen yang ada di dalam generator itu sendiri. Jadi selama magnet permanen ini memiliki daya induksi magnet yang kuat untuk menginduksi kumparan pada stator, generator akan menghasilkan energi listrik. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan adalah pemilihan jenis material

penyusun generator itu sendiri, celah udara antara rotor dengan stator dan konfigurasi jumlah kutub magnet dengan jumlah alur statornya. Distribusi fluks magnetik juga sangat perlu di simulasikan sebelum membuat suatu generator[15]. Akan tetapi penyebaran fluks magnetik itu tidak bisa di lihat secara kasat mata, diperlukan simulasi terlebih dahulu menggunakan suatu aplikasi yang bernama *FEMM 4.2*[16]. Maka dari itu penulis akan membahas "Disain Generator Magnet Permanen Menggunakan *Software Finite Element Method Magnetics* Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif "

1.2 Perumusan Masalah

Generator magnet permanen berfungsi sebagai sumber energi alternatif. Dalam skripsi ini penulis akan membahas tentang cara mendisain suatu generator magnet permanen secara optimal. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk merencanakan generator magnet permanen agar bisa optimal dan efisien yaitu dengan cara memperhatikan dan mengamati distribusi medan magnet pada generator tersebut, karena distribusi medan magnet tersebut tidak bisa dilihat secara langsung oleh mata, maka dari itu dibutuhkan suatu *Software* yang digunakan untuk mensimulasikan bentuk dari generator tersebut. *Software* yang dipakai pada penelitian ini adalah *Finite Element Method Magnetics (FEMM)*.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendisain generator dengan magnet permanen
2. Mengamati hal yang mempengaruhi distribusi medan magnet pada generator
3. Mengamati pengaruh bentuk konstruksi generator terhadap penyebaran fluks magnetik
4. Mengamati medan magnet yang menginduksi inti besi

1.4 Batasan Masalah

Berikut ini adalah beberapa batasan masalah yang ada pada penulisan ini :

1. Menggunakan magnet jenis *neodymium* yang berjumlah 12 buah
2. Jarak antara magnet dengan stator adalah sebesar 2mm

3. Menggunakan 12 buah kumparan dengan 40 lilitan kawat berdiameter 1mm
4. Desain hanya menampilkan gambar 2 dimensi

1.5 Metode Penelitian

Berikut ini adalah beberapa metode yang digunakan untuk penulisan tugas akhir :

1. Studi Literatur
Metode ini dilakukan dengan mencari informasi dan berkonsentrasi pada detail bahan dan peralatan di generator yang akan digunakan.
2. Pengumpulan Data
Melakukan pengamatan terhadap data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penulisan ini
3. Pengolahan Data
Mengolah beberapa data yang didapat untuk menganalisa hal apa saja yang dapat membantu menentukan perencanaan generator magnet permanen ini.
4. Diskusi
Melakukan tanya jawab untuk menggali informasi yang berkaitan dengan penulisan ini
5. Bimbingan
Konsultasi kepada dosen pembimbing atau sesama mahasiswa untuk mencari jalan keluar atau penyelesaian ketika menemui kesulitan pada saat melakukan penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dalam tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang pengertian dari generator, macam-macam generator, dan bagian-bagian pendukung yang digunakan.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang waktu yang digunakan untuk penelitian, tempat yang dipakai untuk melakukan penelitian, metode yang dipakai dalam melakukan perencanaan, dan diagram alir proses penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil simulasi, perhitungan dan analisa data yang di dapatkan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang telah didapat pada saat melakukan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Menurut masyarakat awam generator magnet permanen berproses yang didasari ajaran atau prinsip motor-generator. Sistem pengerjaannya bersumber pada konsep induksi elektromagnetik. Dan pada konduktor akan menimbulkan Gaya Gerak Listrik apabila penggerak medan magnet beraksi secara relatif.

2.2 Hukum Gauss

Hukum gauss menyatakan perihal fisik medan magnet. Hukum Gauss menjelaskan bahwasanya banyaknya garis fluks magnet di permukaan tertutup totalnya tetap nol [3][4]. Berdasarkan sistematis:

$$\oint B \cdot ds = 0 \quad (2.1)$$

Dinyatakan bahwa:

B = kerapatan medan magnet (Wb/m^2)

S = element permukaan menembus medan magnet (m^2)

Perhitungan untuk fluks maksimal yang menembusi tegak lurus permukaan bisa dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\Phi_{maks} = B_{maks} \times A_{magn} \quad (2.2)$$

$$B_{maks} = B_r \cdot \frac{lm}{lm + \delta} \quad (2.3)$$

Dinyatakan bahwa:

Φ_{maks} = fluks magnet maksimal (weber)

B_{maks} = kerapatan fluks maksimum magnet (T)

A_{magn} = luas penampang magnet (mm^2)

B_r = kerapatan fluks magnet (T)

lm = tebal magnet (mm)

δ = celah antara rotor dengan stator (mm)

2.3 Hukum Faraday

Berdasarkan hukum faraday, jikalau *magnetic flux* yang melewati satu susunan digantikan berbagai cara apapun, hingga menimbulkan ggl induksi yang

besarnya sama terhadap laju perubahan *flux* yang berinduksikan pada rangkaian. Hukum Faraday menjelaskan bahwa tegangan elektrik imbas ε pada suatu rangkaian yaitu sama (kecuali tanda negatif) terhadap percepatan *flux* yang melewati rangkaian[5]. Maka persamaannya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\varepsilon_t = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2.4)$$

Keterangan :

ε = tegangan gerak elektrik terhadap waktu (*volt*)

N = jumlah lilitan

ϕ = *Magnetic flux* (weber)

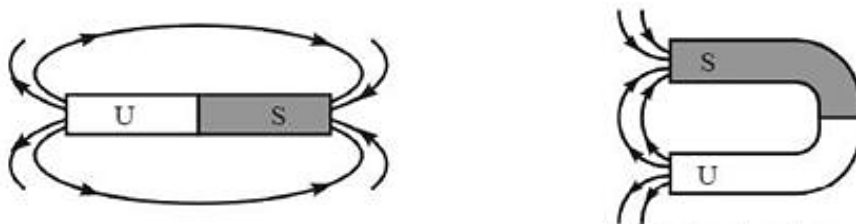
t = selang waktu (detik)

2.4 Medan Magnet

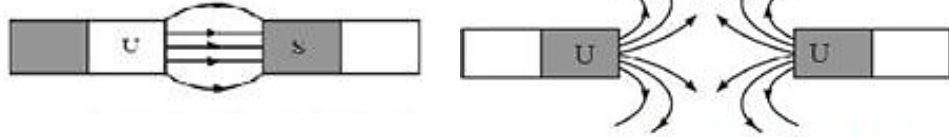
Berdasarkan bentuk magnet terdapat jenis magnet yaitu terdapat magnet yang berbentuk U dan juga magnet yang berbentuk batang. Terlepas dari bentuk magnetnya, dibagian penghujung ataupun sisinya yang spesifik, magnet tersebut memiliki medan magnet yang terbesar. Sedangkan kutub magnet merupakan medan magnet terbesar yang terdapat di bagian ujung atau sisi.

Bagian-bagian tertentu dari batang magnet merasakan gaya Tarik menarik yang berbeda ketika disentuh oleh logam lain. Semakin dekat ke pusat batang, semakin rendah kekuatan tariknya. Kemampuan tarikan yang terkuat ada di kutub U-S energinya tidak ada atau habis.

Ada garis gaya magnet di sekitar magnet. Arah kutub garis medan magnet adalah dari utara ke selatan. Bentuk magnet yang berbeda memiliki garis medan magnet yang sama, yakni dari utara ke selatan. Di magnet dengan banyak kutub, garis-garis medan magnet saling mendekati dalam arah dari utara ke selatan. Jenis garis gaya dari beberapa bentuk magnet dapat dilihat pada Gambar 2.1

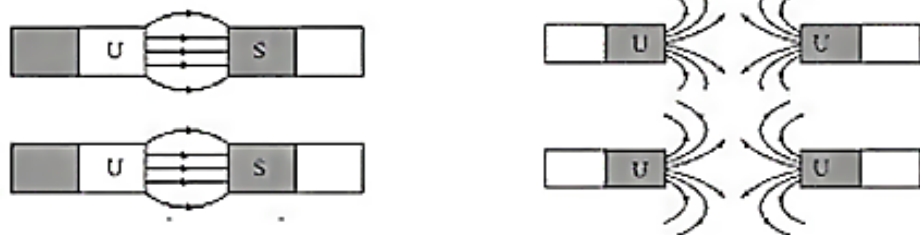


- a. Arah garis-garis gaya magnet batang
- b. Arah garis-garis gaya magnet U
- c. Arah garis-garis gaya dua kutub magnet yang tidak sejenis
- d. Arah garis-garis gaya dua kutub magnet yang sejenis



Gambar 2.1. Jenis garis gaya dari beberapa bentuk magnet[6]

Di kedua magnet yang berdampingan memiliki gaya interaksi dengan dua kutub magnet. Kutub magnet yang sama menciptakan ikatan gaya tolak-menolak jika berdekatan dan kutub magnet yang berbeda menciptakan ikatan gaya tarik-menarik. Gambar interaksi pada dua kutub magnet dapat dilihat pada Gambar 2.2.

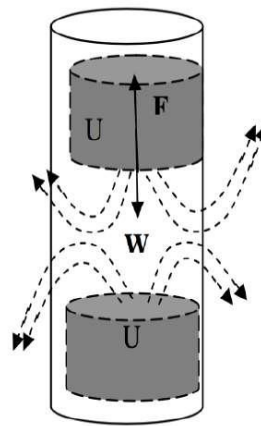


Dua kutub magnet yang berbeda didekatkan akan terjadi tarik-menarik

Dua kutub magnet yang sama didekatkan akan terjadi tolak menolak

Gambar 2.2. Interaksi dua kutub magnet [6]

Pada dua buah magnet yang diletakkan di tempat yang memiliki kutub yang sama tidak akan bersentuhan selama magnet tersebut tidak bisa berputar dan gaya tolak magnet lebih besar dari gaya gravitasi magnet tersebut. Pada jangka tertentu, gaya berat atau gravitasi sama dengan gaya tolak-menolak magnet, lalu berada dalam kesetimbangan. Gambar interaksi gaya berat dan gaya magnet yang menciptakan kesetimbangan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kesetimbangan gaya tolak-menolak magnet dan gaya berat [7]

Di suatu titik atau area terkhusus mengakibatkan pergantian medan magnet jika magnet menjauh dari atau mendekat pada titiknya. Medan magnet di suatu titik meningkat ketika magnet mencapai titik itu dan ketika magnet menjauh dari titik tersebut maka medan magnet di suatu titik menyusut.

Jika area terdekat magnet berwujud suatu luasan, sehingga medan magnet yang melewati luasan tersebut akan banyak. Banyaknya medan magnet yang melewati luasan tersebut disebut dengan *magnetic flux*. Ketika magnet bergerak menjauh ataupun mendekat pada luasan tersebut, maka menyebabkan besaran *magnetic flux* bervariasi. Tabel magnet permanen dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Tabel magnet permanent[7]

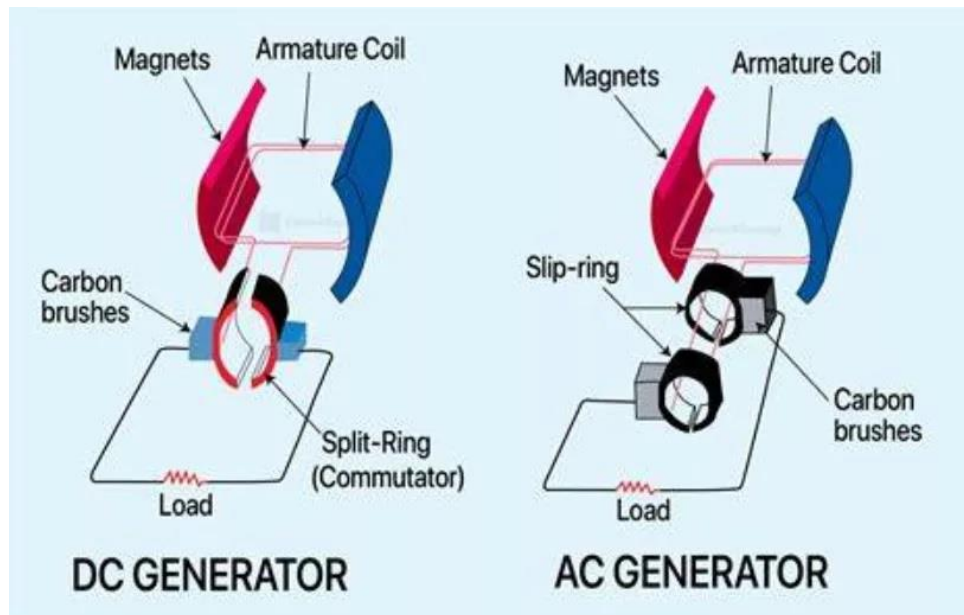
Grade	Max. working Temp.	Remanence				Coercive Force				Max. Energy Product	
	Tw	Br (T)		Br (kGs)		Hcb		Hcj		(BH) Max	
	°C	Nom	Min	Nom	Min	kA/m	kOe	kA/m	kOe	kJ/m ³	MG0e
N33	80	1.17	1.14	11.7	11.4	≥836	≥10.5	≥955	≥12	247-263	31-33
N35	80	1.22	1.17	12.2	11.7	≥859	≥10.8	≥955	≥12	263-287	33-36
N38	80	1.26	1.22	12.6	12.2	≥859	≥10.8	≥955	≥12	287-303	36-38
N40	80	1.29	1.26	12.9	12.6	≥836	≥10.5	≥955	≥12	303-318	38-40
N42	80	1.32	1.29	13.2	12.9	≥836	≥10.5	≥955	≥12	318-342	40-43
N45	80	1.37	1.32	13.7	13.2	≥836	≥10.5	≥955	≥12	342-359	43-45
N48	80	1.42	1.36	14.2	13.6	≥836	≥10.5	≥955	≥12	358-382	45-49
N50	80	1.45	1.40	14.5	14.0	≥836	≥10.5	≥955	≥12	374-406	47-51
N52	80	1.48	1.42	14.8	14.2	≥836	≥10.5	≥876	≥11	389-422	49-53
N35M	100	1.22	1.17	12.2	11.7	≥876	≥11.0	≥1114	≥14	263-287	33-36
N38M	100	1.26	1.22	12.6	12.2	≥916	≥11.5	≥1114	≥14	287-303	36-38
N40M	100	1.29	1.26	12.9	12.6	≥939	≥11.8	≥1114	≥14	303-318	38-40
N45M	100	1.35	1.32	13.8	13.2	≥987	≥12.8	≥1114	≥14	334-366	42-46
N50M	100	1.45	1.39	14.5	13.9	≥1050	≥13.2	≥1114	≥14	374-406	47-51
N35H	120	1.22	1.17	12.2	11.7	≥875	≥11.0	≥1353	≥17	263-287	33-36
N38H	120	1.26	1.22	12.6	12.2	≥916	≥11.6	≥1353	≥17	287-303	36-38
N40H	120	1.29	1.26	12.9	12.6	≥939	≥11.8	≥1353	≥17	303-318	38-40
N45H	120	1.38	1.32	13.8	13.2	≥987	≥12.4	≥1353	≥17	334-366	42-46
N35SH	150	1.22	1.17	12.2	11.7	≥876	≥11.0	≥1592	≥20	263-287	33-36
N40SH	150	1.29	1.26	12.9	12.6	≥931	≥11.7	≥1592	≥20	303-318	38-40
N42SH	150	1.32	1.29	13.2	12.9	≥963	≥12.1	≥1592	≥20	318-334	40-42
N35UH	180	1.22	1.17	12.2	11.7	≥875	≥11.0	≥1990	≥25	263-287	33-36
N38UH	180	1.26	1.22	12.6	12.2	≥915	≥11.5	≥1990	≥25	287-302	36-38
N40UH	180	1.32	1.26	13.2	12.6	≥939	≥11.8	≥1990	≥25	302-334	38-42
N35EH	200	1.25	1.17	12.5	11.7	≥875	≥11.0	≥2388	≥30	263-295	33-37
N38EH	200	1.29	1.22	12.9	12.2	≥907	≥11.4	≥2388	≥30	287-318	36-40
N32AH	200	1.20	1.08	12.0	10.8	≥860	≥10.8	≥2626	≥33	247-263	31-35

2.5 Generator

Generator merupakan sebuah mesin atau alat untuk menggantikan energi mekanik menjadikan sumber pada tenaga listrik melalui cara induksi elektromagnetik [8].

Menurut hukum faraday, sebuah konduktor menghasilkan gaya gerak listrik atau tegangan induksi ketika sebuah kumparan berputar dalam sebuah konduktor dan memotong garis gaya magnet atau ketika sebuah kumparan stasioner

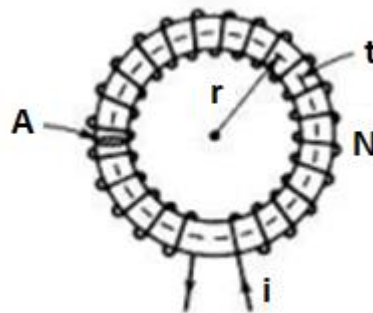
memotong garis gaya magnet yang berputar. Berikut gambar bagian-bagian jenis generator dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Bagian-bagian generator AC dan generator DC[4]

2.6 Rangkaian Ekuivalen Magnetik

Toroida mempunyai pusat *magnetic* yang membentuk sebuah cincin atau *ring* serta kumparannya yang bercondong dipenuhi oleh lingkaran sebuah cincin. Rangkaian toroida magnet dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Rangkaian Toroida Magnet[3]

Jika sebuah arus I mengalir melewati kumparan dengan banyak (N) lilitan, maka fluks magnet mengalir melalui bahan inti. Fluks di luar toroida disebut juga dengan fluks bocor yang kebanyakan diabaikan dan bernilai terlalu kecil. Pada lintasan jari-jari r sedangkan H merupakan kerapatan dari

magnet[9]. Bisa dijelaskan dengan persamaan berikut menurut hukum *Ampere*:

$$\oint H \cdot dl = Ni \quad (2.5)$$

Pada Panjang lintasan $l = 2\pi r$, didapatkan persamaan sebagai berikut:

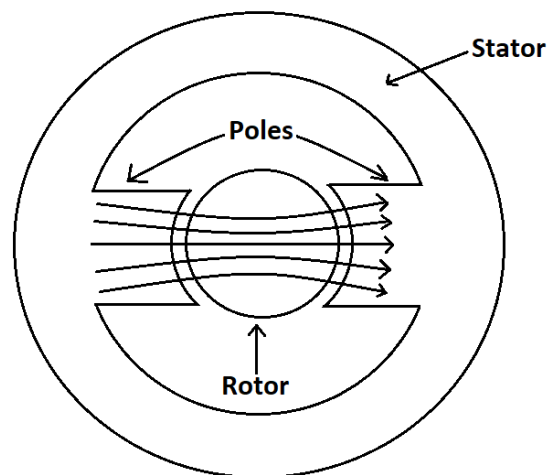
$$H 2\pi r = Ni \quad (2.6)$$

Keterangan:

- Ni = gaya gerak magnet (AT)

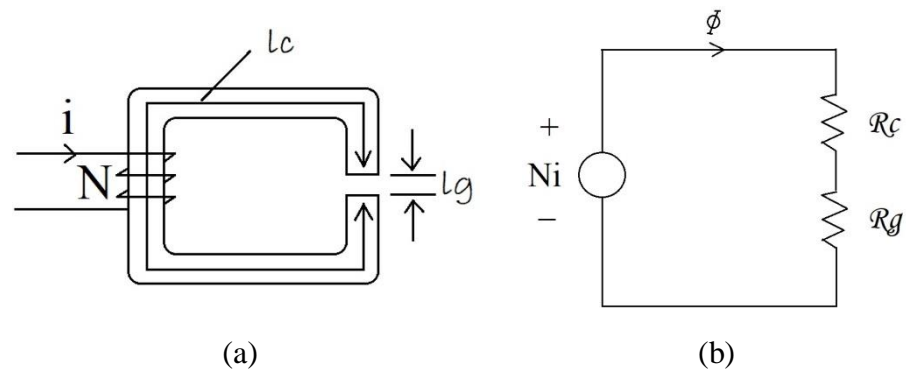
2.7 Rangkaian Magnetik Dengan Celah Udara

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. di bawah, rangkaian *magnetic* dengan dua media misalnya inti *magnetic* serta celah udara biasa dikenal sebagai struktur komposit.



Gambar 2.6. Penampang Lintang Mesin Berputar[3]

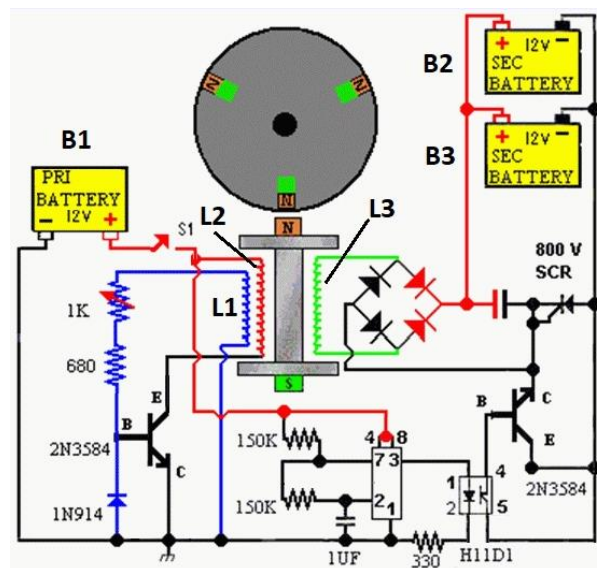
Gaya penggerak dari rangkaian magnetik ialah $F = NI$, media inti serta media celah udara bisa diilustrasikan dengan tiap-tiap resistansinya yang bisa dilihat struktur inti magnet dengan celah udara yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Struktur inti magnet dengan celah udara (a). Rangkaian ekivalen magnetik (b). [3]

2.8 Generator Magnet Permanen

Seperti yang diketahui pada tahun 1984 *John Bedini* merupakan seorang yang merancang generator magnet permanen untuk pertama kalinya[2]. Berikut adalah gambar suatu dasar konsep penyimpanan energi dan prinsip kerja generator magnet permanen dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Skema dari generator magnet permanen yang dirancang oleh *John Bedini*[14]

Dimana:

B1 merupakan baterai penggunaan dari *trigger*

B2 dan B3 merupakan baterai dari *power*

L1 merupakan kumparan untuk mengisi suatu baterai *trigger*

L2 merupakan kumparan untuk menarik magnet permanen

L3 merupakan kumparan jangkar yang berguna untuk *switching*

2.8.1 Prinsip Kerja

Ketika saklar S1 tertutup, arus mengalir dari baterai B1 ke kumparan atau koil L2, di mana L2 berkaitan pada magnet permanen didekatnya. Magnet permanen ditarik maka akan berputar. Perputaran magnet yang ditempatkan di sekitar lingkaran bakal menciptakan gaya gerak listrik pada masing-masing kumparan yang paling dekat dengannya, sehingga masing-masing kumparan memiliki gaya gerak listrik yang menimbulkan aliran listrik. Hasil dari aliran listrik yang ada kemudian baterai menyimpan arus tersebut melewati *converter* dari AC ke *converter* DC. Arus dari kumparan L1 menjalar menuju baterai B1, kumparan L2 bertindak sebagai penarik magnet permanen, sedangkan arus dari kumparan L3 menjalar menuju baterai *power*. Dan yang menyediakan energi guna mencukupi keperluan beban atau disebut juga dengan baterai *power*.

2.9 Proses Pembangkitan Tegangan pada Generator Magnet Permanen

Perbedaan terhadap generator yang digunakan pada ekstitasi arus atau aliran sejalar pada rotornya tidak jauh berbeda dalam proses pembangkitan tegangan oleh generator magnet permanen[11].

2.9.1 Gaya Gerak Listrik

Ketika generator tak terbebani, arus pada setiap fase ialah nol hingga voltase yang melintasi kumparan berdampak pada fluks magnet yang diciptakan karena induktansi pada arus atau aliran medan dan celah udara yang diciptakan dari rotor[2].

2.9.2 Pembangkitan Gaya Gerak Listrik pada Generator Magnet

Permanen

Asal mula putaran atau rotasi terjadi di poros, dimana dilekatkan magnet di bagian luar rotor. Putaran rotor disebabkan oleh korelasi kutub magnet terhadap magnet permanen yang melekat di rotor serta induksi magnet yang dihasilkan oleh kumparan di sekeliling rotor yang dialirkan oleh baterai pemicu atau *trigger*.

Pergerakan magnet rotor di sekeliling kumparan menyebabkan muatan baterai dan memberikan gaya gerak listrik, tetapi nilai daya yang tersusun dari induksi tersebut diakibatkan oleh banyaknya lilitan dan kumparan sekunder diameter yang telah dihubungkan pada baterai. Sehingga banyaknya lilitan berbanding lurus terhadap nilai atau jumlah tegangan yang hendak diberikan, serta arus dipengaruhi oleh diameter kawat.

Jalur arus dihasilkan oleh induksi di magnet sekunder yang memengaruhi arah putaran rotor. Daya yang terisap dipindahkan mengarah baterai, maka dari itu dibutuhkan dioda selaku petunjuk arah hingga bisa menentukan mana yang menghasilkan kutub positif dan kutub negatif.

Ketika rotor generator berputar dikecepatan nominal, putaran dihasilkan dari putaran penggerak pertama, kemudian kumparan medan magnet rotor dikirimkan arus medan sebanyak I_f , dan garis fluks magnet yang diperoleh dari kutub inti sehingga mendapatkan *voltase* induksi (GGL) di kumparan stator yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E = C \cdot n \cdot \emptyset \quad (2.7)$$

Dimana:

- $E = \text{GGL (V)}$
- $n = \text{kecepatan putaran (Revolutions Per Minute)}$
- $\emptyset = \text{fluks magnet (weber)}$
- $C = \text{konstanta mesin}$

Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai atau angka konstanta bisa digunakan rumus berikut:[5]

$$C = 4.44 \frac{N \times p}{120} \quad (2.8)$$

Dimana

- N = jumlah lilitan
- p = jumlah magnet

Kemudian, gerak gaya listrik yang didirikan pada masing-masing konduktor didapatkan rumus:

$$E = \frac{\emptyset PN}{60} \quad (2.9)$$

Maka, secara umum persamaan untuk jumlah gerak gaya listrik yang didirikan kumparan pada Z lilitan adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{\emptyset NZ}{60} \left(\frac{P}{A} \right) \quad (2.10)$$

Sehingga, banyaknya jalur paralel terdapat 2 jalur pada belitan gelombang, maka gerak gaya listrik yang didirikan menggunakan persamaan:

$$E = \frac{\emptyset NZ}{60} \left(\frac{P}{2} \right) = \frac{\emptyset NZP}{120} \quad (2.11)$$

Sedangkan, banyaknya jalur paralel A pada belitan gelung adalah sama terhadap banyaknya kutub P hingga gerak gaya listrik yang didirikan ialah:

$$E = \frac{\emptyset NZ}{60} \quad (2.12)$$

Untuk mendapatkan nilai nilai Erms dapat menggunakan persamaan :

$$E_{rms} = 4.44 \cdot N \cdot f \cdot \emptyset \max \frac{Ns}{Nph} \quad (2.13)$$

N = jumlah lilitan

f = frekuensi

\emptyset_{max} = fluksi maksimum (Wb/m^2)

N_s = jumlah stator

N_{ph} = jumlah *phase*

Kemudian mendapatkan nilai putaran didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{120 \times f}{p} \quad (2.14)$$

2.10 Hubungan Tegangan dengan Jumlah Lilitan

Sebuah generator tentunya memiliki tegangan dan banyaknya jumlah lilitan yang ada menentukan besaran *voltase* atau tegangan. Maksudnya, semakin tinggi jumlah lilitan pada generator, maka semakin tinggi pula tegangan yang didapatkan.

2.11 Konduktor

Konduktor merupakan suatu perantara yang baik dan mudah untuk bisa mengalirkan listrik dan panas. Perantara ini memiliki konduktivitas yang tinggi dan hambatan listrik yang rendah. Adapun jenis-jenis perantara seperti zat padat, cair dan gas bisa dijadikan sebagai konduktor yang baik karena bisa mengalirkan arus listrik [6].

2.11.1 Jenis Bahan Konduktor

Bahan yang digunakan sebagai penghantar panas atau konduktor wajib mencukupi beberapa syarat, diantaranya yaitu:

1. Konduktivitasnya yang memadai
2. Kapasitas mekaniknya (ketahanan tarik) cukup baik.
3. Koefisien pemuaian panjang yang kecil.
4. Modulus elastisitasnya besar.

Berikut adalah bahan yang kebanyakan dimanfaatkan sebagai penghantar panas diantaranya :

1. Logam dasar misalnya aluminium, tembaga, besi dan lainnya.
2. Percampuran logam (*alloy*), ialah logam tembaga ataupun aluminium yang ditambahkan dengan logam lain dalam jumlah tertentu, digunakan sebagai peningkat ketahanan mekanis.
3. Logam komposit, ialah campuran dua atau lebih logam bergabung dengan metode dikompresi, dileburkan atau *welding*.

Pada macam-macam bahan penghantar panas yang tersedia. Tembaga ialah sering dimanfaatkan sebagai bahan karena ketersediaannya di pasaran dan konduktivitas listrik.

2.11.2 Kawat Email

Kawat email ialah kawat yang berasal dari tembaga murni lumen yang dilapisi dengan lumen untuk insulasi dan ketahanan korosi. Kawat ini mampu menghantaran arus listrik tergantung pada diameter kawat. Daftar kemampuan hantar arus (khA) pada kawat email dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kemampuan Hantar Arus pada Kawat Email[6]

No	Diameter Kawat (mm)	Kemampuan Hantar Arus (khA) (Ampere)
1	0,1	0,016 s/d 0,024
2	0,2	0,064 s/d 0,094
3	0,3	0,141 s/d 0,212
4	0,4	0,251 s/d 0,377
5	0,5	0,390 s/d 0,588
6	0,6	0,566 s/d 0,849
7	0,7	0,770 s/d 1,160
8	0,8	1,010 s/d 1,510
9	0,9	1,270 s/d 1,910
10	1,0	1,570 s/d 2,360
11	1,5	3,530 s/d 5,300
12	2,0	6,280 s/d 9,420

2.12 Stabilizer

Stabilizer adalah alat yang dirancang untuk menjaga arus dan tegangan selalu stabil. Berbagai perangkat memerlukan daya yang stabil, tetapi daya yang tidak stabil dapat mempengaruhi kinerja perangkat ini, mengurangi fungsionalitas dan penggunaannya, serta merusaknya seiring waktu.

2.13 Baterai

Baterai adalah perangkat yang dapat menggunakan energi kimia untuk menghasilkan listrik. Terdapat tiga komponen baterai diantaranya adalah batang karbon selaku anoda, seng selaku katoda dan pasta sebagai elektrolit atau konduktor[12].

Baterai juga digunakan sebagai sumber daya listrik untuk menjalankan sistem dan sistem-sistem listrik lainnya. Tetapi, jika diperhatikan secara saksama peran baterai sebagai sumber listrik pada kendaraan memiliki beberapa fungsi yaitu ketika mesin beroperasi sebagai *stabilizer* bagian daya kendaraan dan ketika mesin dihidupkan maka daya listrik akan disuplai oleh alternator serta berguna untuk menyalakan sistem *starter*.

2.13.1 Prinsip Kerja Baterai

Baterai bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik di dalamnya, saat menggunakan baterai akan mengeluarkan, dimana kedua elektroda akan menjadi timbal sulfat. Memang, dua elektroda bereaksi dengan larutan asam sulfat. Dalam reaksi ini, elektroda timbal melepaskan elektron, menghasilkan arus listrik dari timbal dioksida.

Di dalam baterai, terdapat sel untuk menyimpan arus listrik yang mengandung asam sulfat. Setiap sel berisi satu positif dan satu negatif. Pelat anoda mengandung timah oksida coklat (PbO_2), dan katoda mengandung timbal (Pb). Pelat ditempatkan pada batang penghubung. Separator atau pemisah menjadi isolator antar pelat, dibangun agar asam aki dapat dengan mudah mengalir di sekitar pelat [12].

2.13.2 Proses Pengisian Baterai

Baterai atau aki merupakan elemen sekunder, maka setelah baterai tersebut habis bisa diisi lagi. Ketika baterai dilakukan pengisian akan terjadi perubahan proses menjadi energi kimia dari energi listrik. Perubahan atau pergantian yang dilakukan oleh anoda, yakni timbal (II) sulfat ($PbSO_4$) diubah menjadi timbal(II) dioksida (PbO_2). Perubahan pada anoda, timbal (II) sulfat ($PbSO_4$) diubah menjadi timbal murni (Pb).

Terjadinya proses air menguap saat baterai disetrumkan maka airnya berubah dari cair menjadi kental atau pekat.

Untuk mengisi baterai atau akumulator memerlukan sumber tegangan DC lain dengan beda potensial yang besar. Seperti baterai 6 volt yang kosong perlu diisi pada sumber listrik dengan voltase di atas 6 volt. Kutub baterai disambungkan ke kutub sumber tegangan dan elektroda positif sumber tegangan disambungkan ke elektroda positif baterai. Mengenai kutub *negative* sumber tegangan disambungkan ke kutub *negative* baterai. Susunan ini mengakibatkan arus *electron* sumber tegangan DC berlawanan menggunakan arah arus *electron* baterai.

Electron dalam baterai didorong kembali menuju elektroda baterai yang semula untuk bisa membalikkan reaksi kimia ke kedua elektroda. Untuk meningkatkan hasil pengisian baterai, arus pengisian rendah dan rentang waktu saat mengisikannya lambat. Besar arus dikendalikan oleh *rheostat*. Selama pengisian, asam sulfat menguap, hingga meningkatkan konsentrasi asam sulfat serta asam sulfat di permukaannya mengalami penurunan. Maka dari itu, diperlukan pengisian ulang dengan air baterai atau air aki [12]. Susunan baterai atau akumulator untuk disikan saat keadaan kosong yaitu:

- Kutub positif(anoda) berasal dari timbal dioksida($PbSO_4$).
- Kutub *negative*(katoda) berasal dari timbal murni($PbSO_4$).
- Larutan elektrolit berasal dari asam sulfat(H_2SO_4) cair

2.13.3 Koefisien Kinerja (COP) pada Magnet Permanen

Coefficient of performance (COP) ialah suatu parameter paling efektif pada sistem generator magnet untuk menentukan peranan sistem itu sendiri. Maka, dengan energi pemicu atau *trigger* yang kecil akan memperoleh lebih banyak energi listrik [13].

$$\text{Output Joules} = \text{Voltage}(\text{output}) \times \text{Load}(\text{amps}) \times \text{Time}(\text{Seconds})$$

$$\text{Input Joules} = \text{Voltage}(\text{input}) \times \text{Input}(\text{amps}) \times \text{Time}(\text{Seconds})$$

Ketika telah mendapatkan nilai output dan input, maka bisa dihitung dengan persamaan [14]

$$COP = \frac{\text{Output Joules}}{\text{Input Joules}} \quad (2.15)$$

Bertambah tinggi nilai dari COP, maka bertambah efisien juga sistem pembangkitnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tentang Perencanaan Generator dengan Magnet Permanen Menggunakan *Software Finite Element Method Magnetics (FEMM)* ini dilakukan di laboratorium Teknik Elektro Universitas Sriwijaya kampus Palembang.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Januari 2022 sampai bulan November 2023. Berikut ini adalah tabel agenda yang dilakukan untuk melaksanakan penelitian.

Tabel 3.1 Tabel Agenda Penelitian

No.	Kegiatan	Tahun 2022												Tahun 2023											
		J a n	F e b	M a r	A p r	M e i	J u n	J u l	A g s	S e p	O k t	N o v	D e s	J a n	F e b	M a r	M e i	J u n	J u l	A g s	S e p	O k t	N o v		
1.	Pemilihan judul penelitian																								
2.	Studi Literatur																								
3.	Bimbingan dengan dosen pembimbing																								
4.	Pembuatan desain																								
5.	Pengujian Desain																								
6.	Perhitungan dan Analisa																								
7.	Menentukan Kesimpulan																								

3.3 Metode Penelitian

1. Studi literatur tentang artikel yang berkaitan dengan topik yang dipilih untuk diteliti, hal ini memiliki tujuan untuk memperdalam pengetahuan tentang apa yang akan dibahas, menemukan suatu hal yang baru untuk diteliti lebih lanjut, membandingkan hasil dengan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, dan meningkatkan variasi penelitian dengan topik bahasan yang serupa.
2. Menyiapkan model atau bentuk simulasi yang akan dilakukan
3. Menjalankan atau menguji simulasi untuk memperoleh data yang dibutuhkan yang selanjutnya akan di proses dan di analisa

3.4 Peralatan dan Bahan

Untuk melakukan penelitian ini akan memerlukan alat dan bahan, diantaranya adalah sebagai berikut :

3.4.1 Komputer dan software FEMM

Prinsip dasar metode *element* adalah membagi *area of interest* menjadi beberapa subbagian yang disebut elemen. Jumlah dan ukuran elemen dapat bervariasi untuk mengakomodasi keterbatasan geometri yang diinginkan. Nilai solusi persamaan diferensial parsial yang akan diselesaikan diwakili oleh nilai kompleks *element*. Keuntungan terbesar menggunakan perangkat lunak berbasis *FEMM* adalah fleksibilitas dan kemampuannya untuk beradaptasi dengan geometri yang sangat kompleks dan representasi dari media yang berbeda.

3.5 Konstruksi Generator Magnet Permanen

Berdasarkan perencanaan yang telah dibuat dalam tugas akhir ini, berikut ini adalah beberapa bagian dari generator magnet permanen tersebut :

1. Magnet *Neodymium*

Untuk menghasilkan medan magnet yang nantinya akan menginduksi kumparan maka diperlukan magnet permanen, magnet yang dipakai adalah jenis magnet *neodymium*



Gambar 3.1 Magnet *Neodymium*

Berikut ini adalah spesifikasi dari magnet yang digunakan pada rotor :

- Grade Magnet : N52
- Kerapatan Fluks : 1500 mT
- Jumlah Magnet : 10 buah
- Ukuran Magnet : 20mm x 20mm x 10mm

Penggunaan 10 buah magnet bertujuan untuk mencapai frekuensi 50 Hz pada saat rotor berputar 600 *rpm*.

2. Kawat Email Tembaga

Kawat email tembaga pada pada disain ini hanya di asumsikan berapa pada alur stator yang nantinya digunakan untuk menghitung GGL yang dihasilkan oleh fluksi yang melewati inti stator. Berikut ini adalah spesifikasi dari kawat tembaga yang digunakan :

- Diameter kawat : 1mm
- Tahanan Jenis : $1,68 \times 10^{-8}$
- Jumlah lilitan : 40 lilitan



Gambar 3.2 Kawat email tembaga

3. Besi Silikon

Pada generator ini bahan inti besinya di disain menggunakan Besi Silikon M-19. Di bawah ini merupakan spesifikasi Besi Silikon yang tertera pada *Software FEMM 4.2* :

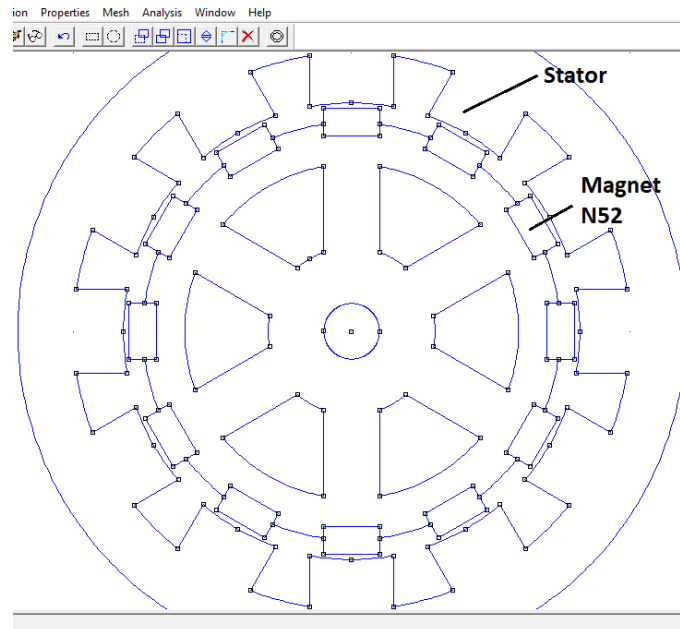
- Ketebalan : 0.635mm
- Nilai konduktivitas : 1.9 m/s



Gambar 3.3 Besi Silikon M-19

4. Konstruksi Generator

Pada simulasi ini, generator di disain dengan diameter rotor 15cm. menggunakan 12 magnet permanen berjenis *Neodymium Grade 52* dan memiliki 12 alur stator dengan panjang 3cm dan lebar 2cm.



Gambar 3.4 Konstruksi generator

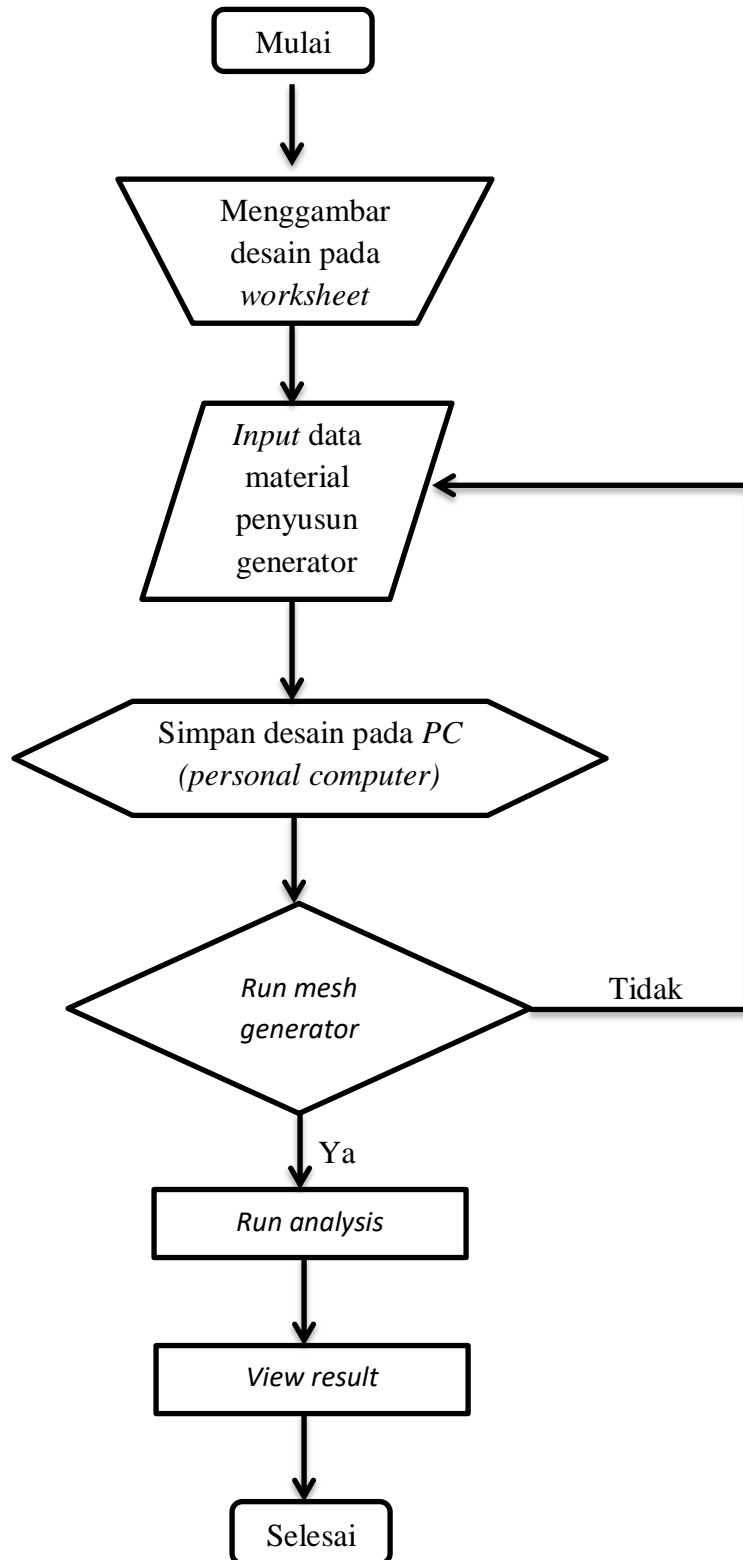
5. Baterai

Baterai ini akan di simulasikan sebagai beban generator. Baterai yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 2 buah baterai dengan spek 12V 6Ah.



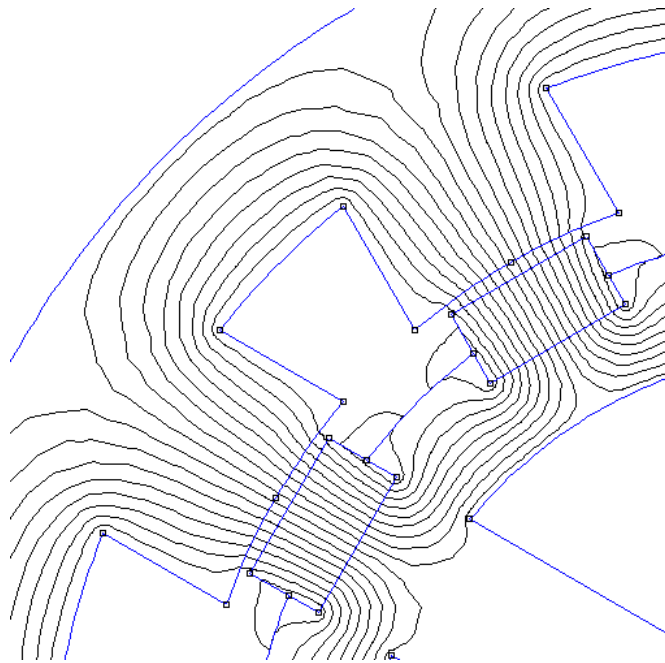
Gambar 3.5 Baterai 12 volt 6Ah

3.6 Prosedur Simulasi



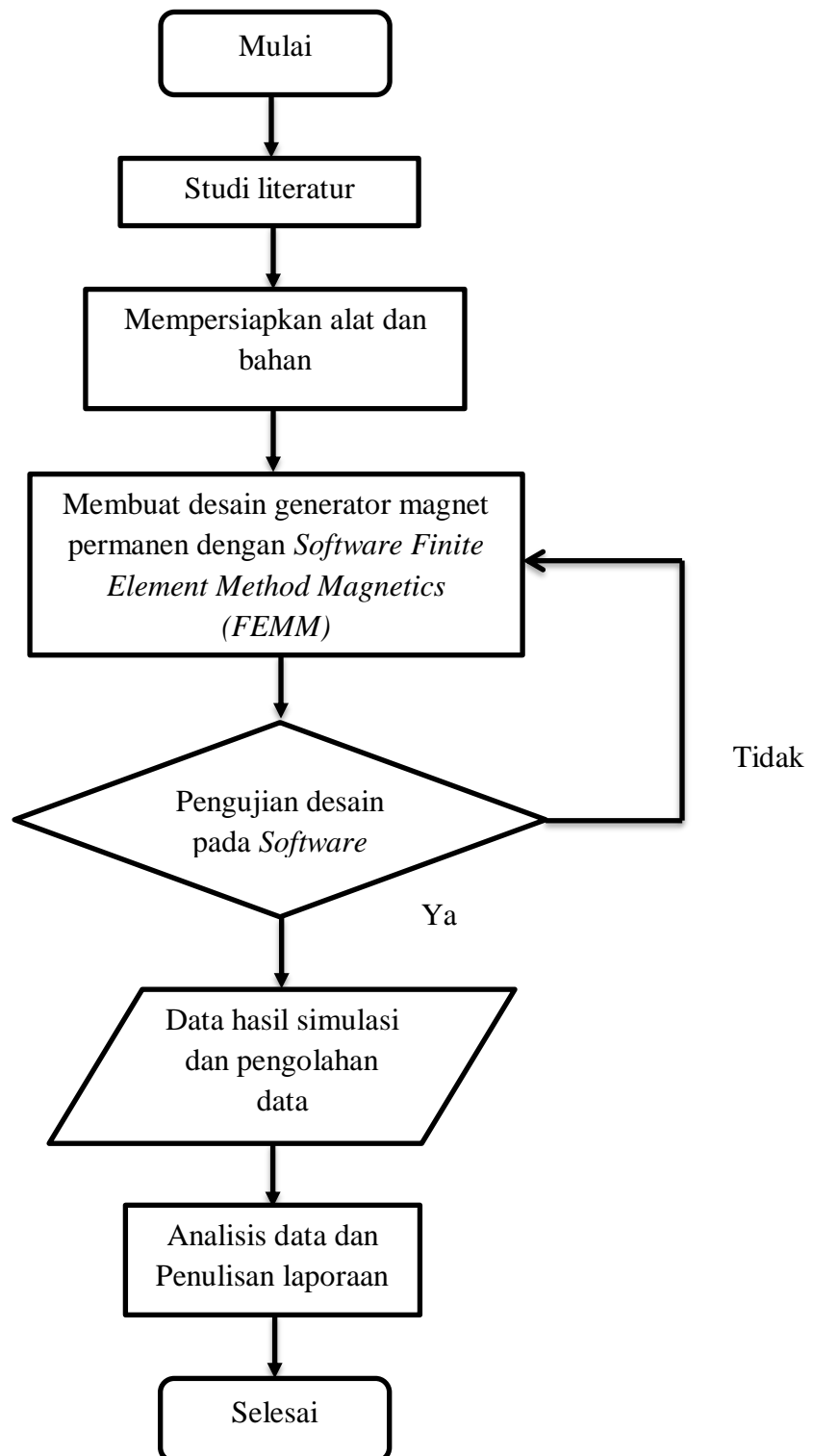
3.7 Model Simulasi

Pada penelitian ini dilakukan dengan simulasi jarak antara rotor dengan celah udara sebanyak 2 mm. Pengukuran kerapatan fluks dan fluks maksimal yang tembus pada inti stator dilakukan pada saat dimana fluksi memotong kumparan pada stator. Hal ini dilakukan karena GGL yang dihasilkan akan maksimum jika perpotongannya tegak lurus. Karena jika fluksi sejajar dengan kumparan, tidak akan ada fluksi yang berpotongan dengan kumparan yang berarti tidak ada GGL yang terinduksi



Gambar 3.6 Perpotongan garis fluksi yang memotong kumparan

3.8 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hal yang telah di bahas pada bab sebelumnya meliputi hal yang berkaitan tentang disain generator dengan magnet permanen, mulai dari konstruksi generator yang berupa susunan rotor, inti stator dan jenis magnet yang digunakan pada disain yang telah di paparkan. Pada bab ini data yang telah di dapat pada saat melakukan simulasi akan dibandingkan secara teoritis. Pada simulasi ini hal yang sangat ditekankan adalah besarnya nilai kerapatan fluks dan fluks maksimal dari magnet permanen yang telah menembus inti stator. Karena hal inilah yang menentukan disain ini efisien atau tidaknya sebelum melakukan perencanaan dalam pembuatan generator.

Pada disain ini rotor di posisikan berada di dalam stator atau biasa disebut dengan *inner rotor*. Rotor di disain dengan diameter 15cm dan memiliki 12 buah magnet yang tersusun pada permukaan rotor. Berikut ini adalah merupakan perhitungan dari rotor yang telah di desain. Perhitungan pertama ini adalah perhitungan secara teoritis.

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Keterangan :

Dari persamaan diatas dapat kita hitung berapa RPM rotor tersebut berputar untuk mencapai frekuensi 50Hz. Berikut ini adalah perhitungannya.

$$N_s = \frac{120 \cdot 50}{12} = 500 \text{ rpm}$$

Selanjutnya perhitungan densitas fluks maksimal magnet yang digunakan pada disain dengan ukuran panjang 2cm lebar 2cm tebal 1cm dan celah udara sebesar 0.2cm. Perhitungan ini dapat dihitung dengan persamaan :

$$B_{max} = B_r \cdot \frac{lm}{lm + \delta}$$

$$B_{max} = 1.5 \cdot \frac{1}{1 + 0.2} = 1.25 \text{ Wb/cm}^2$$

Kemudian untuk mencari luas area permukaan yang digunakan pada disain ini dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$A_{magnet} = 2\text{cm} \times 2\text{cm} = 4 \text{ cm}^2$$

Setelah perhitungan densitas fluks maksimal dan luas area permukaan telah di dapatkan, maka dari itu perhitungan fluks magnet yang dapat menginduksi kumparan dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\emptyset_{max} = A_{magnet} \cdot B_{max}$$

$$\emptyset_{max} = 4 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 \text{ Wb/cm}^2$$

$$\emptyset_{max} = 5 \text{ Wb/cm}^2$$

$$\emptyset_{max} = 0.0005 \text{ Wb/m}^2$$

4.1 Perhitungan Tegangan pada Generator

$$E_{rms} = 4.44 \cdot N \cdot f \cdot \emptyset_{max} \frac{Ns}{Nph}$$

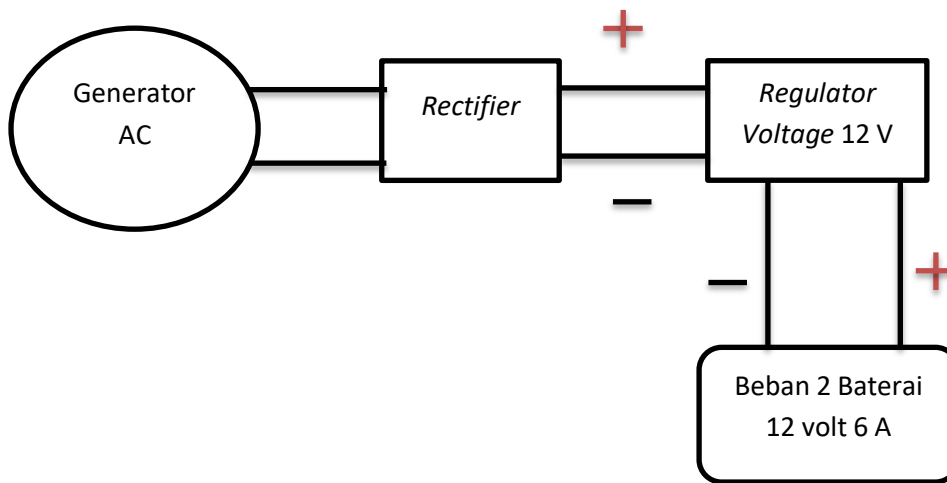
$$E_{rms} = 4.44 \cdot 40 \cdot 50 \cdot 0,0005 \cdot \frac{12}{1}$$

$$E_{rms} = 53.28 \text{ Volt}$$

4.2 Perhitungan Arus pada Generator

Berdasarkan hasil perhitungan GGL yang telah dihitung sebelumnya maka dapat dilanjutkan menghitung arus keluaran dari generator yang dimana pada simulasi, generator akan dibebankan dengan baterai dengan tegangan 12 volt 6A.

Dikarenakan tegangan keluaran terlalu besar dan arusnya masih arus AC, maka dari itu perlu ada rangkaian penyearah arus dan regulator tegangan. Adapun rangkaian rangkaiannya sebagai berikut :



Gambar 4.1 Skema pengisian pada baterai

Berikut ini adalah arus keluaran dari generator :

$$\begin{aligned}
 R \text{ baterai} &= V/I \\
 &= 12/6 \\
 &= 2 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Jadi arus yang mengalir dari generator pada saat di bebani 2 buah baterai adalah :

$$\begin{aligned}
 I &= V/R \\
 &= 12/(2+2) = 3 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

4.3 Waktu yang dibutuhkan untuk Pengisian Baterai

$$\begin{aligned} T_a &= C/I \\ &= (6+6) / 3 \\ &= 4 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk melakukan pengisian pada baterai dari kosong sampai terisi penuh adalah selama 4 jam.

4.4 Perhitungan COP

$$\text{Output Joules} = V \times I \times t$$

$$= 12 \times 6 \times 14400$$

$$= 1036800 \text{ Joules}$$

$$\text{Output Joule} = V \times I \times t$$

$$= 12 \times 3 \times 14400$$

$$= 518400 \text{ Joules}$$

$$COP = \frac{\text{Output Joules}}{\text{Input Joules}}$$

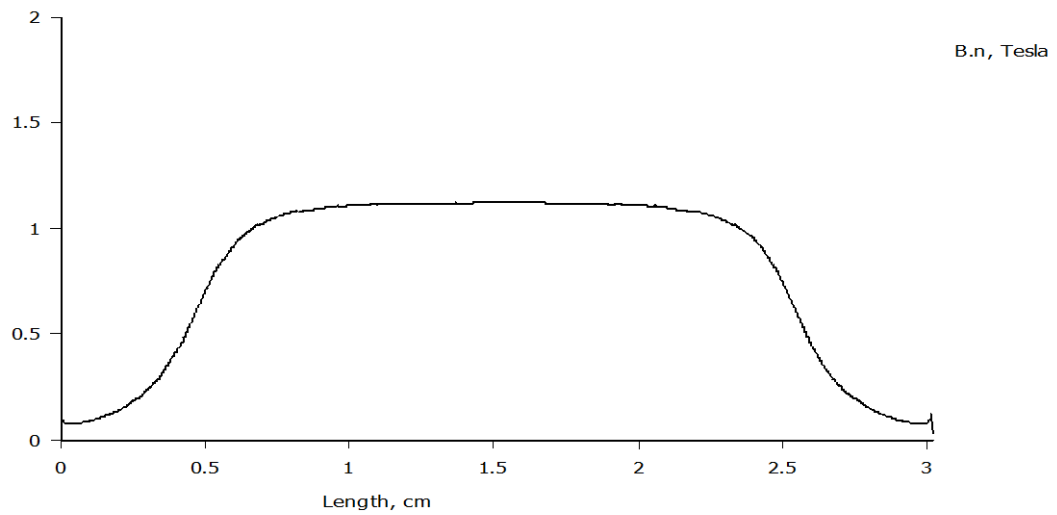
$$COP = \frac{1036800 \text{ Joules}}{518400 \text{ Joules}}$$

$$COP = 2$$

Dari perhitungan diatas, telah diketahui bahwa perbandingan hasil energi output dan hasil energi input adalah sebesar 2 Joules.

4.5 Data hasil simulasi

- Stator 1



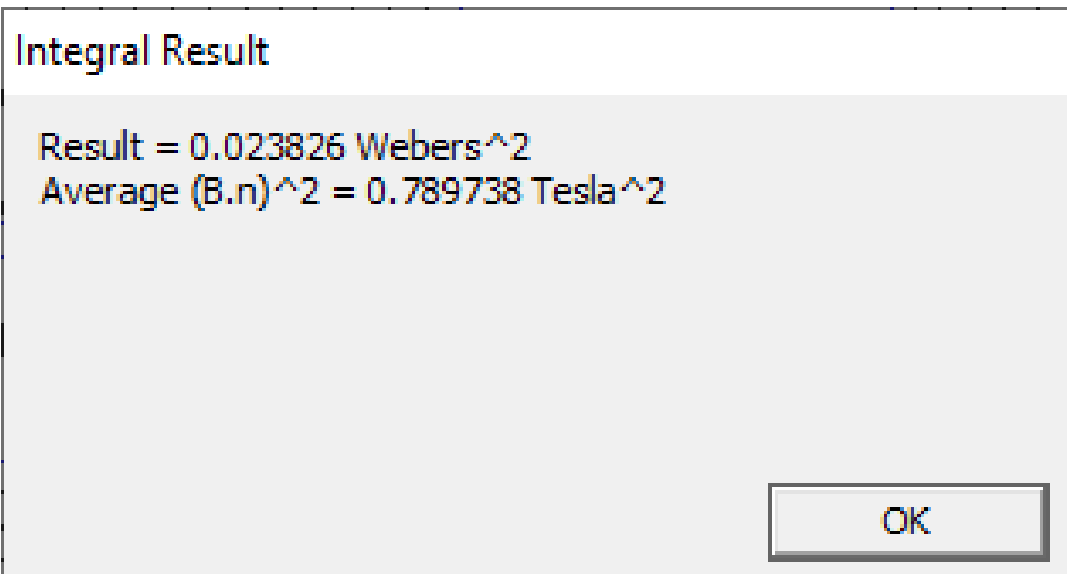
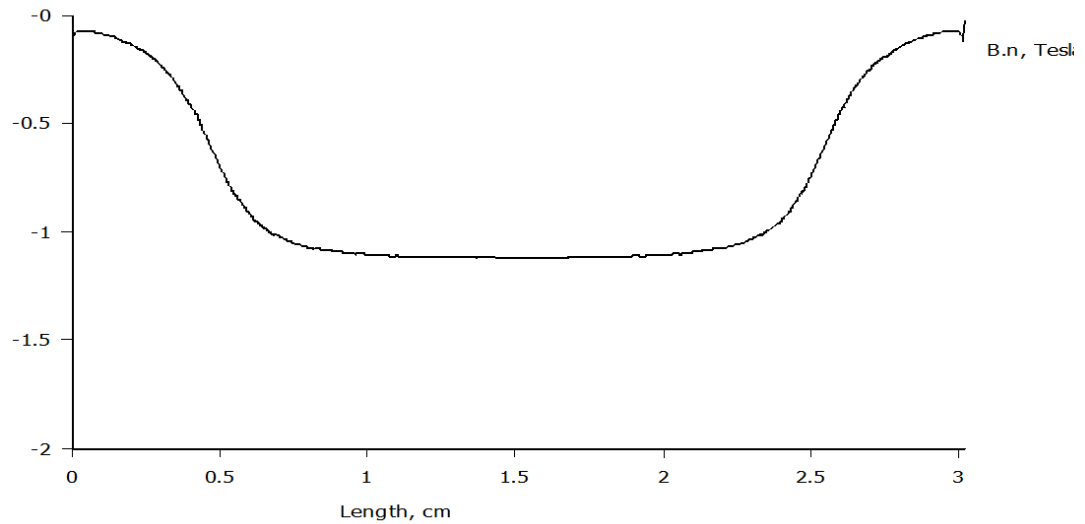
Integral Result

Result = 0.0238296 Webers²
Average (B.n)² = 0.789858 Tesla²

OK

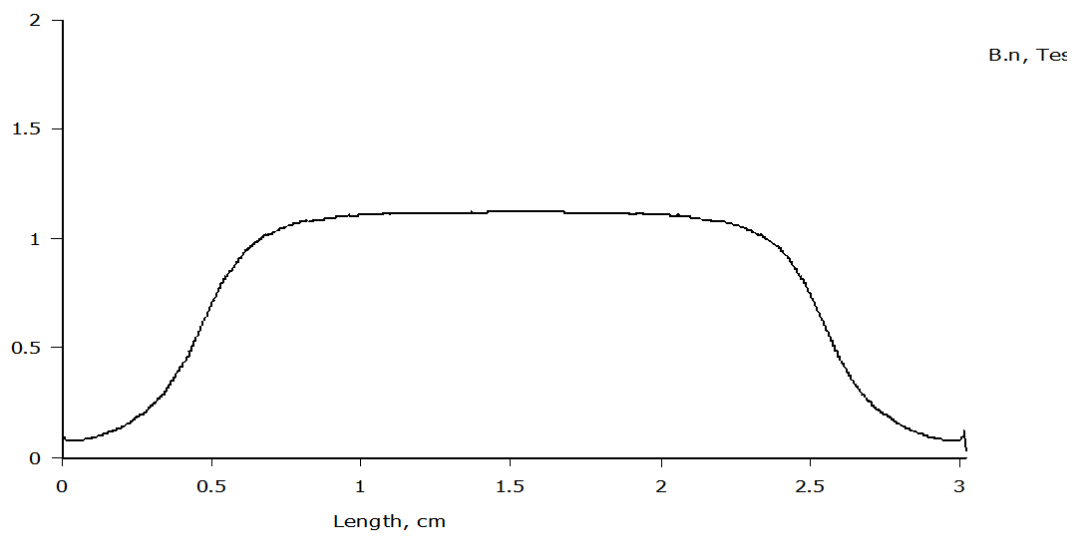
Gambar 4.2 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 1

- Stator 2



Gambar 4.3 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 2

- Stator 3



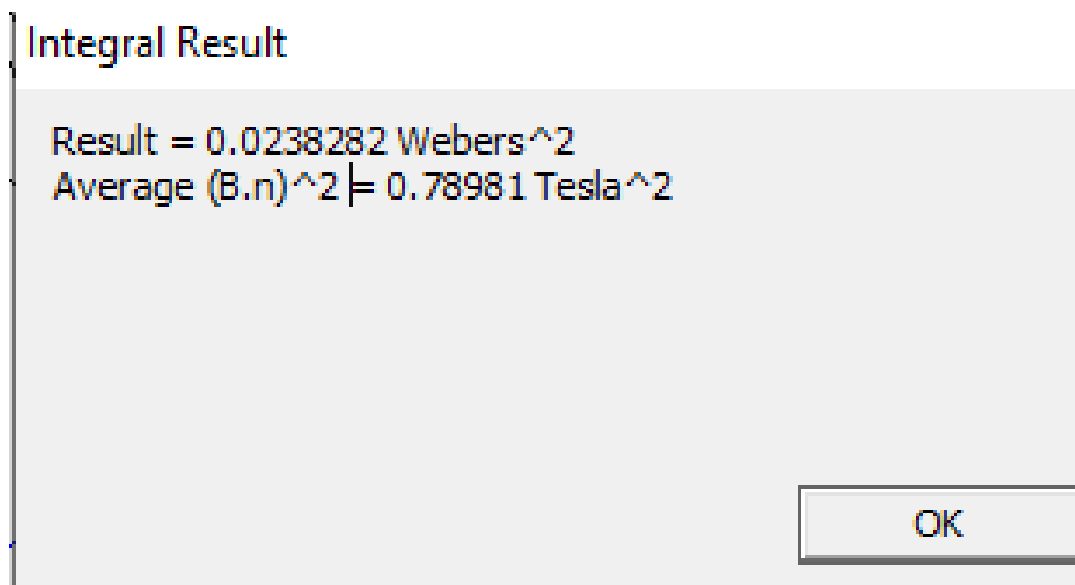
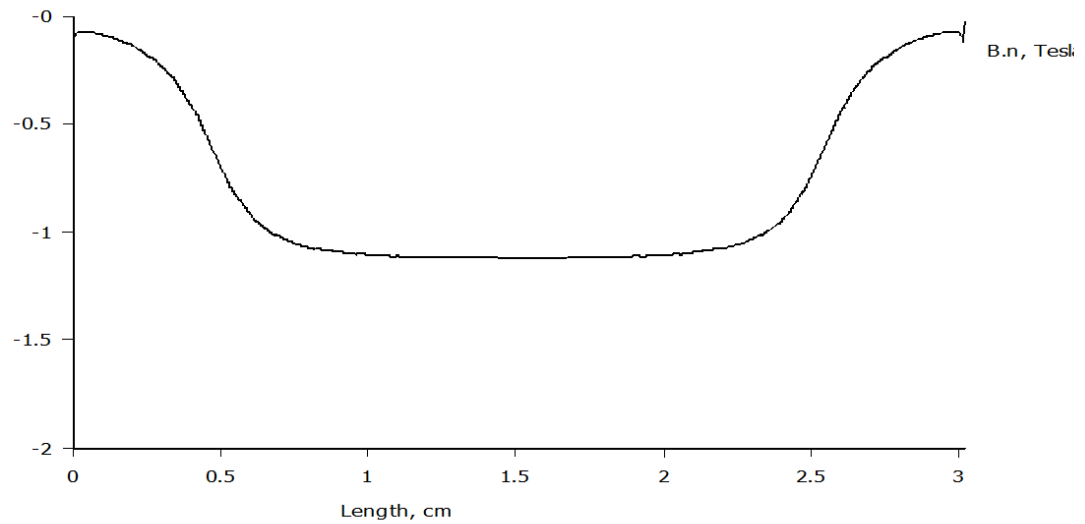
Integral Result

Result = 0.0238324 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789948$ Tesla²

OK

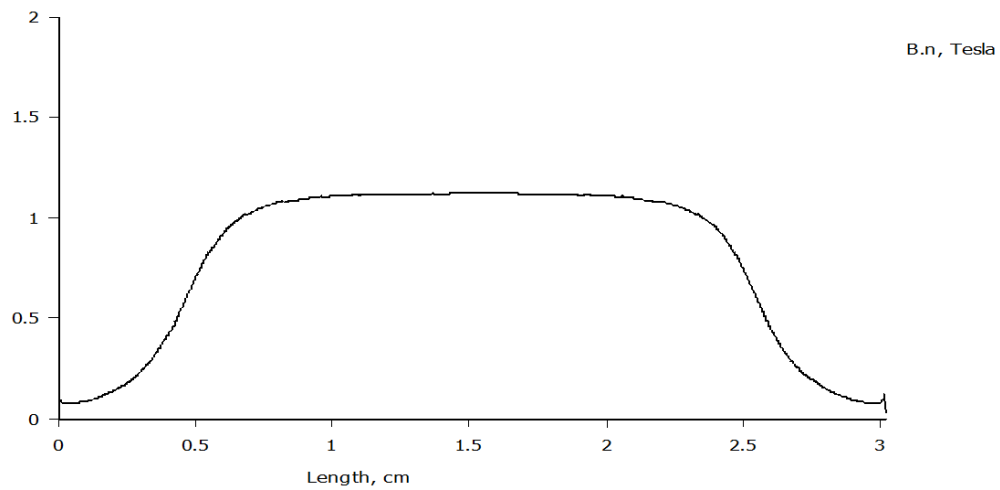
Gambar 4.4 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 3

- Stator 4



Gambar 4.5 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 4

- Stator 5



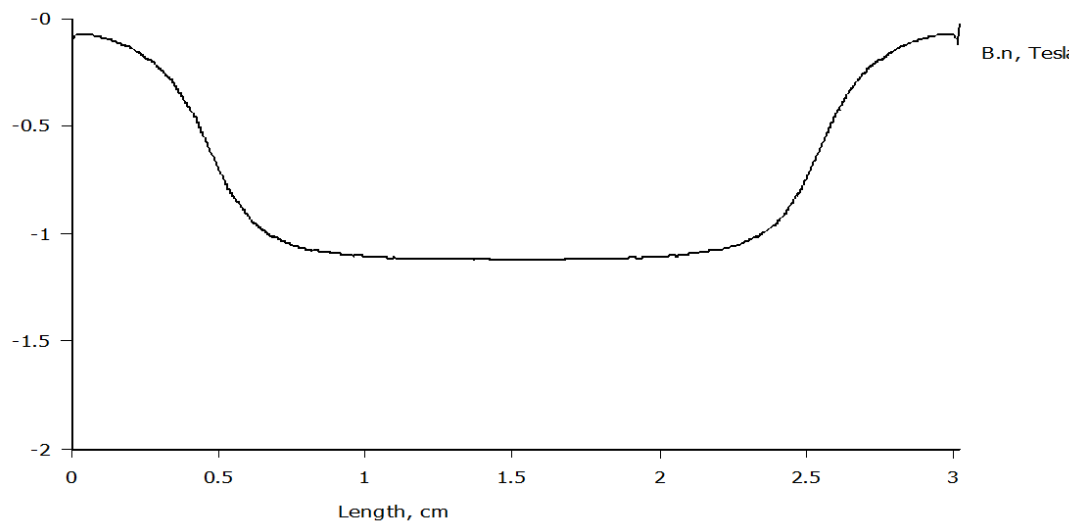
Integral Result

Result = 0.0238286 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789823$ Tesla²

OK

Gambar 4.6 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 5

- Stator 6



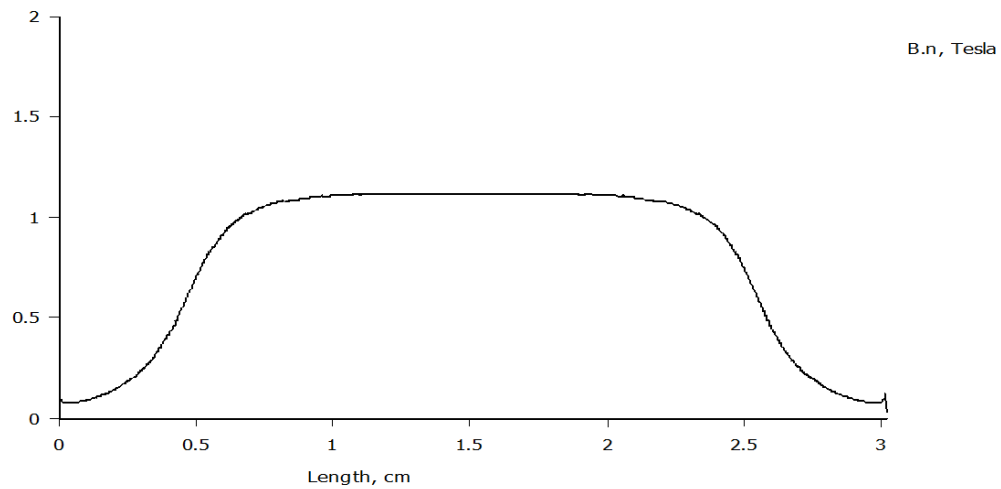
Integral Result

Result = 0.0238326 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789956$ Tesla²

OK

Gambar 4.7 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 6

- Stator 7



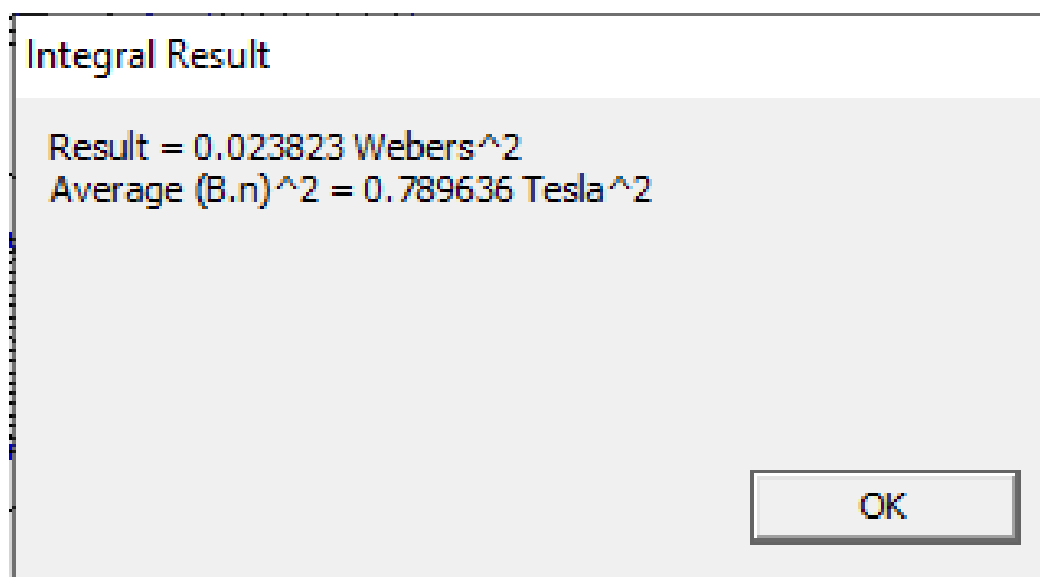
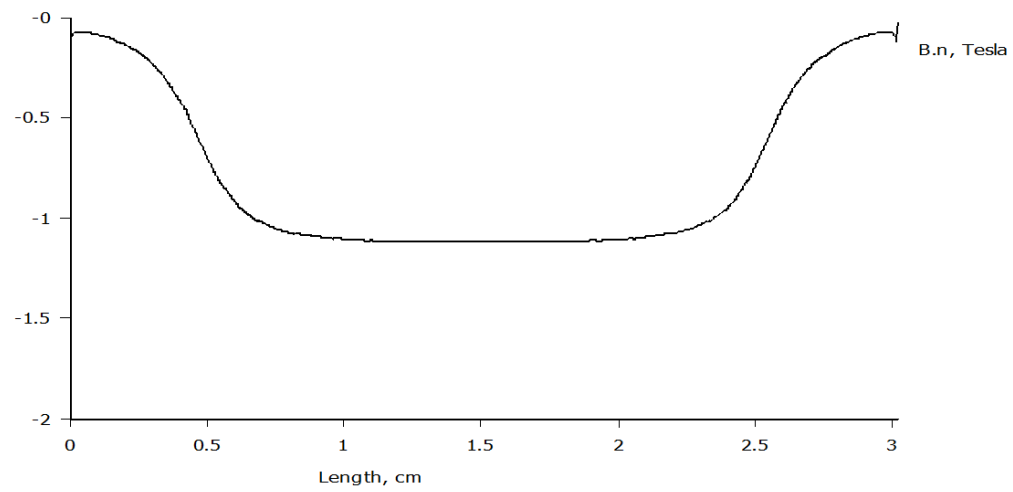
Integral Result

Result = 0.0238235 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789653$ Tesla²

OK

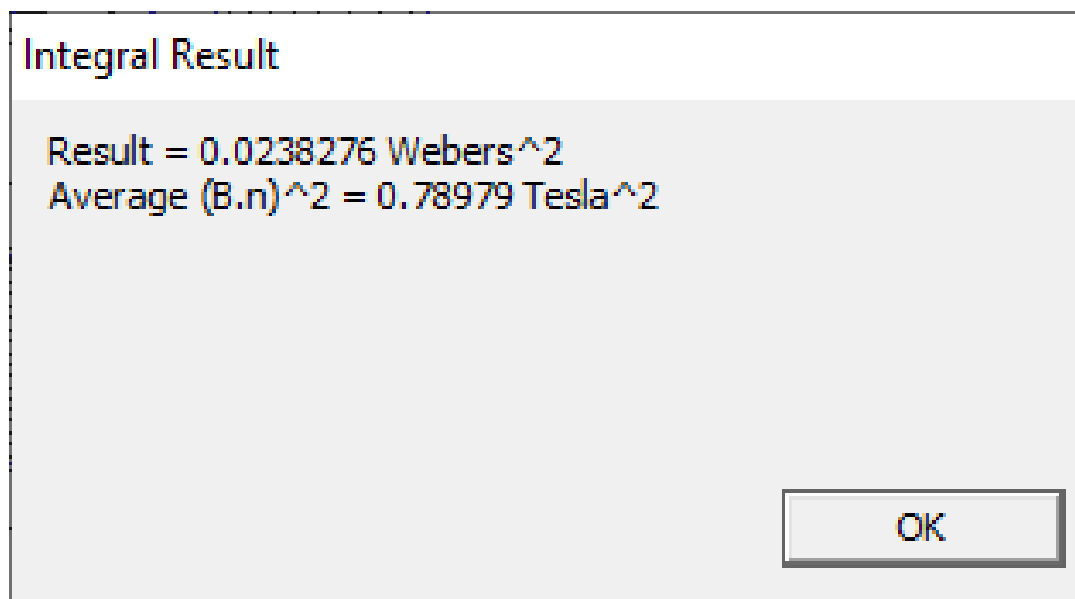
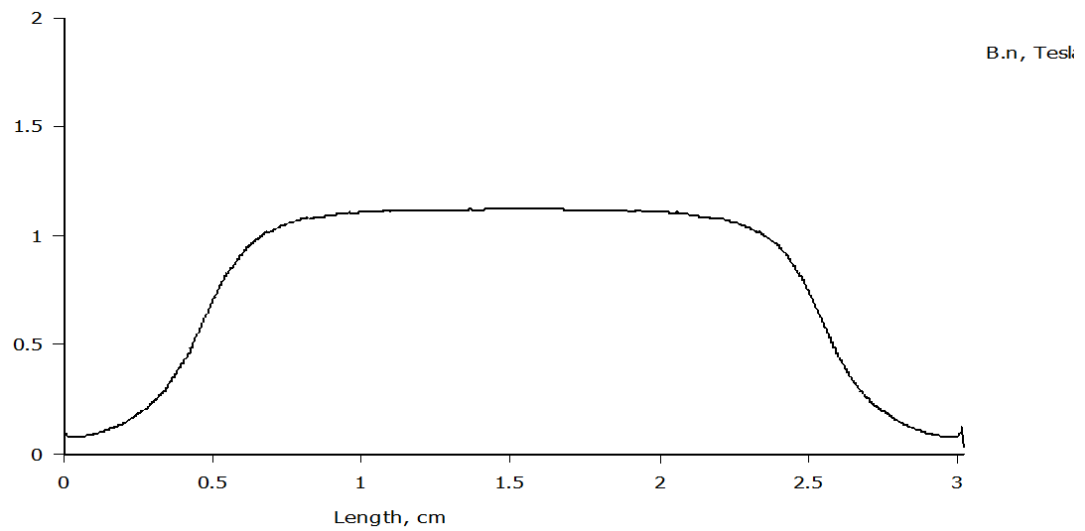
Gambar 4.8 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 7

- Stator 8



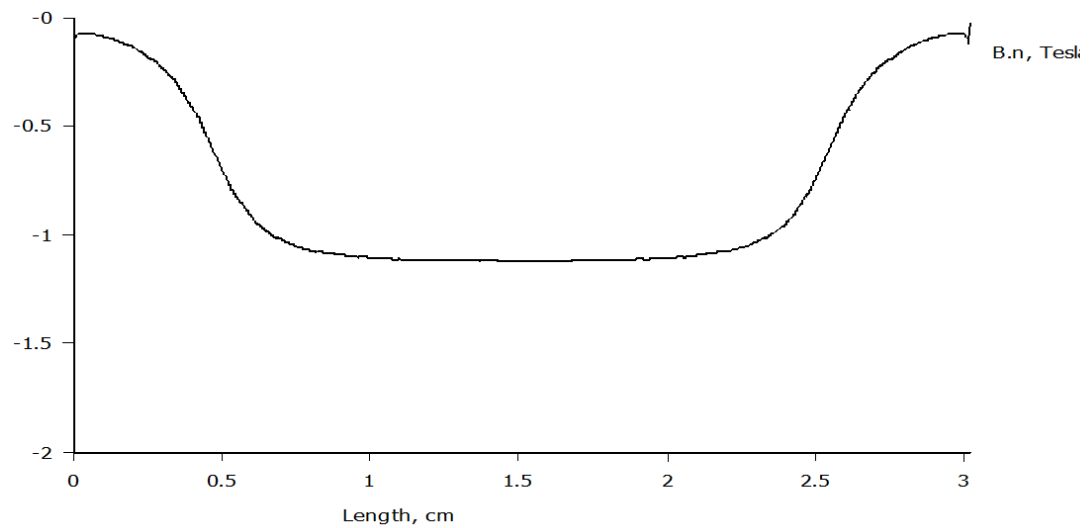
Gambar 4.9 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 8

- Stator 9



Gambar 4.10 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 9

- Stator 10



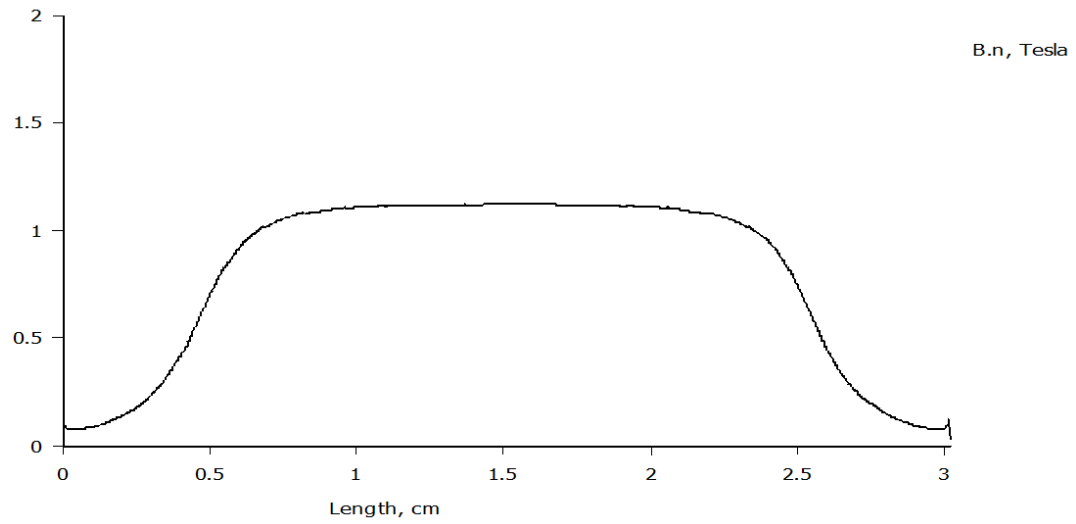
Integral Result

Result = 0.0238298 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789864$ Tesla²

OK

Gambar 4.11 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 10

- Stator 11



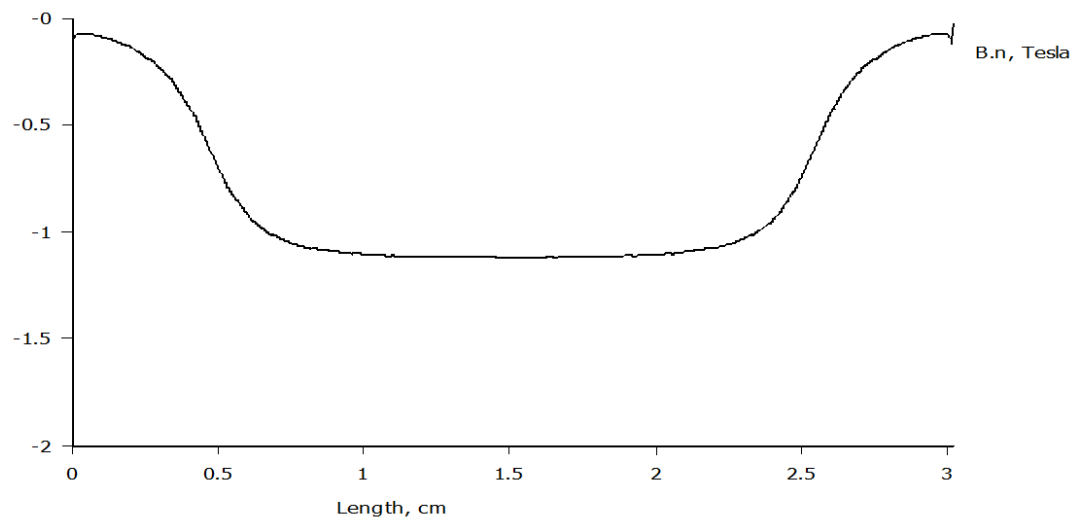
Integral Result

Result = 0.0238259 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789732$ Tesla²

OK

Gambar 4.12 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 11

- Stator 12



Integral Result

Result = 0.0238256 Webers²
Average $(B.n)^2 = 0.789725$ Tesla²

OK

Gambar 4.13 Grafik dan rata-rata kerapatan fluks magnet pada stator 12

4.6 Tabel Data Hasil Simulasi

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran yang didapat pada saat simulasi yang diambil pada saat mencapai fluks maksimal.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran kerapatan fluks magnet

Nomor Stator	Wb/cm ²	T/cm ²
1.	0.0238296	0.789858
2.	0.023826	0.78978
3.	0.0238324	0.789948
4.	0.0238282	0.78981
6.	0.0238286	0.789823
7.	0.0238326	0.789956
8.	0.0238235	0.789653
9.	0.023823	0.789636
10.	0.0238276	0.78979
11.	0.0238298	0.789864
12.	0.0238259	0.789732
Rata-rata	0.023828	0.789797917

4.7 Perhitungan GGL dari Disain

Dikarenakan fluks magnet yang sampai pada inti stator hanya 0.789797917 T/cm² yang seharusnya secara teoritis bisa mencapai 1.25 T/cm². Maka dari itu nilai GGL yang dihasilkan akan lebih kecil dari perhitungan teoritis. Adapaun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Phi_{max} &= A_{magnet} \cdot B_{max} \\
 &= 4\text{cm}^2 \times 0.789797917 \text{ T/cm}^2 \\
 &= 3.15919167 \\
 &= 0.000315919167 \text{ Wb/m}^2
 \end{aligned}$$

Dari fluks maksimal tersebut maka akan timbul ggl sebesar :

$$\begin{aligned}
 E_{rms} &= 4.44 \cdot 40 \cdot 50 \cdot 0.000315919167 \cdot \frac{12}{1} \\
 &= 33.66 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan ini tentunya besar tegangan jauh lebih kecil dari besar nilai tegangan yang dihitung secara teoritis yang dapat mencapai nilai tegangan sebesar 53.28 Volt. Berdasarkan dari data yang di dapatkan saat simulasi, hal ini terjadi karena distribusi medan magnetnya belum begitu sempurna, yang menyebabkan kerapatan fluks magnetiknya tidak sebesar nilai berdasarkan teori. Maka dari itu, untuk mencapai keluaran tenaga dari generator sesuai dengan yang di inginkan bisa dilakukan dengan menambah jumlah lilitan, memperluas area permukaan magnet dengan menggunakan magnet yang ukurannya lebih besar atau memperkecil celah udara antara rotor dengan stator yang bertujuan untuk mendapatkan kerapatan fluks magnet yang lebih besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dari disain yang telah dibuat ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada disain ini yang menggunakan 12 buah magnet, 12 buah stator dengan jumlah lilitan sebanyak 40 lilitan hanya menghasilkan keluaran tegangan sebesar 33.66V.
2. Fluks magnet yang menginduksi kumparan nilainya lebih kecil daripada nilai fluks magnet yang dihitung secara teori.
3. Konstruksi dari susunan magnet permanen dengan inti stator sangat berpengaruh terhadap distribusi medan magnet.

5.2 Saran

Pada *software Finite Element Method Magnetics 4.2* ini hanya menampilkan gambar 2 dimensi. Jadi pada saat melakukan simulasi, operator tidak bisa melihat bagaimana distribusi fluks magnet yang mengalir pada semua arah.

Jika ingin melakukan perencanaan pembuatan generator dengan magnet permanen banyak hal yang harus benar-benar diperhitungkan terutama pada bentuk penyusun inti rotor, alur stator dan pertimbangan diameter rotor terhadap ukuran magnet yang dipakai.

DAFTAR PUSTAKA

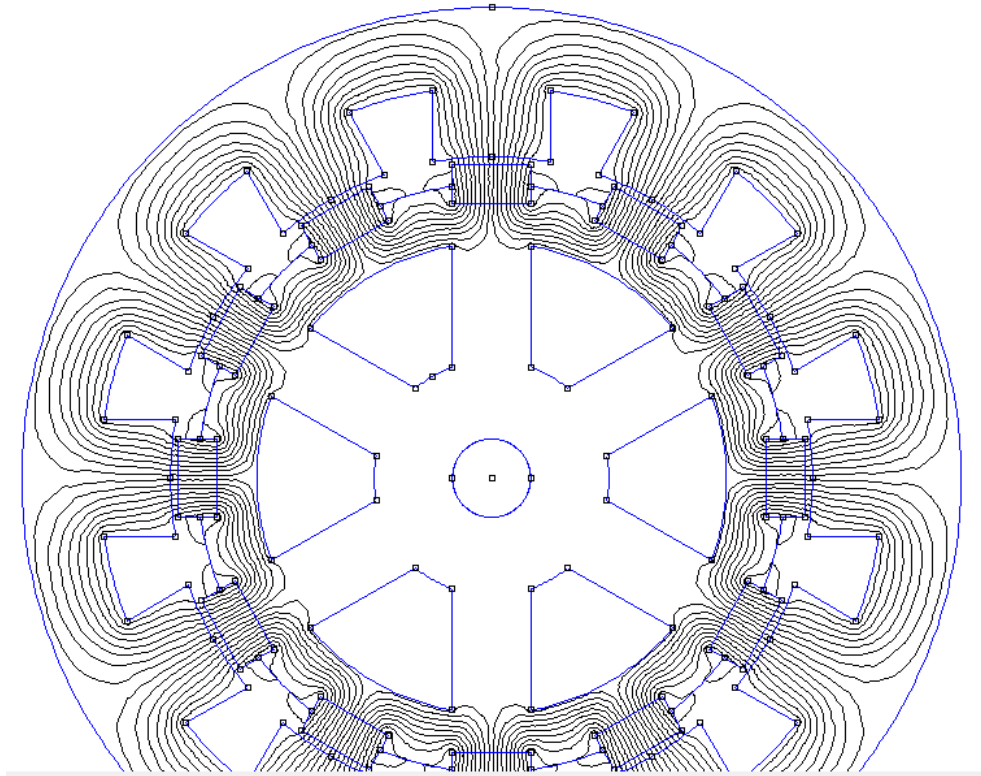
- [1] Ayu, Anisa 2018 "Rancang Bangun Motor Generator Set Sebagai Alternatif Genset Pada Pembangkit Energi Listrik". Indralaya : Universitas Sriwijaya.
- [2] Nurrahmat, Tri Buana, 2018 "Perencanaan Generator Magnet Permanen Sebagai Pengganti Generator Set". Indralaya : Universitas Sriwijaya
- [3] Rahmawati. Agustina, Sri. 2017. The Design of Permanent Magnetic Generator as Substitution For Generator Set. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- [4] Prasetijo, Hari. Ropiudin. Dharmawan, Budi. 2012. Skripsi: *Generator Magnet Permanen Sebagai embangkit Listrik Putaran Rendah*. Purwokerto : Universitas Jendral Sudirman.
- [5] Hartono, S dan Wihantoro, " Prototype Generator Magnet Permanen Menggunakan Kumparan Stator Ganda" , *Berkala Fisika .*, vol. 17, no. 4, pp. 115-120, 2014.
- [6] Syafril, Muhammad Rayyin. 2018. Skripsi: *Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Sebagai Sumber Utama Energi Utama Pada Mobil Listrik*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- [7] Arief Wibowo, Muhammad, 2011. Skripsi: *Studi Awal Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Magnet Pada Gedung D Fakultas Teknik Kampus Palembang Universitas Srwijaya*. Palembang : Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Sriwijaya
- [8] Sunarlik, Wahyu, 2011. Skripsi: *Prinsip Kerja Generator Sinkron*. Kediri : Universitas Pawayatan Daha Kediri.n
- [9] Selviani, Yevi. 2011. Skripsi : *Evaluasi Implementasi Generator Bedini Untuk Pengisian Uang Baterai Pada Mobil Listrik*. Palembang.
- [10] Lindemann, Peter. 2014. *Bedini SG the complete Advance Handbook*. A&P Electronic Media. Liberty Lake, Washington.

- [11] Henderson, JR. Miller, Timothy Jhon Eastham. 1994. Design of Brushless Permanent-magnet Motors Oxford.
- [12] Setiono, Iman. "Akumulator Pemakaian dan Perawatannya", *METANA* ., vol. 11, no. 1, pp.31-36, 2015.
- [13] Setyawan, Lucki & A. Grummy. "Peningkatan COP (Coefficient Of Performance) Sistem AC Mobil dengan Menggunakan Air Kondensasi", *JTM* ., vol. 2, no. 2, pp.162-171, 2014.
- [14] Fakhurrzey, Fahzal Shahrel. Othman, Zulkifli, *IEEE*. 2014. Performance Comparison of 4-Pole Neodymium Magnet Bedini SSG Free Energy Generator. IEEE 8th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2014). Malaysia : The Jewel of Kedah.
- [15] Wicaksono, Satria, 2012 "*Simulasi Optimalisasi Sebaran Kerapatan Fluks Magnet Pada Jumlah Kutub dan Jarak Antar Magnet Permanen Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Radial*". Depok : Universitas Indonesia.
- [16] Mihaela Osaci, Corina Daniela Cuntan, Ioan Baci, "Solution for Using FEMM in Electrostatic Problems with Discrete Distribution Electric Charge", *International Journal of Modern Education and Computer Science(IJMECS)*, Vol.14, No.4, pp. 57-66, 2022.DOI: 10.5815/ijmeecs.2022.04.05

LAMPIRAN

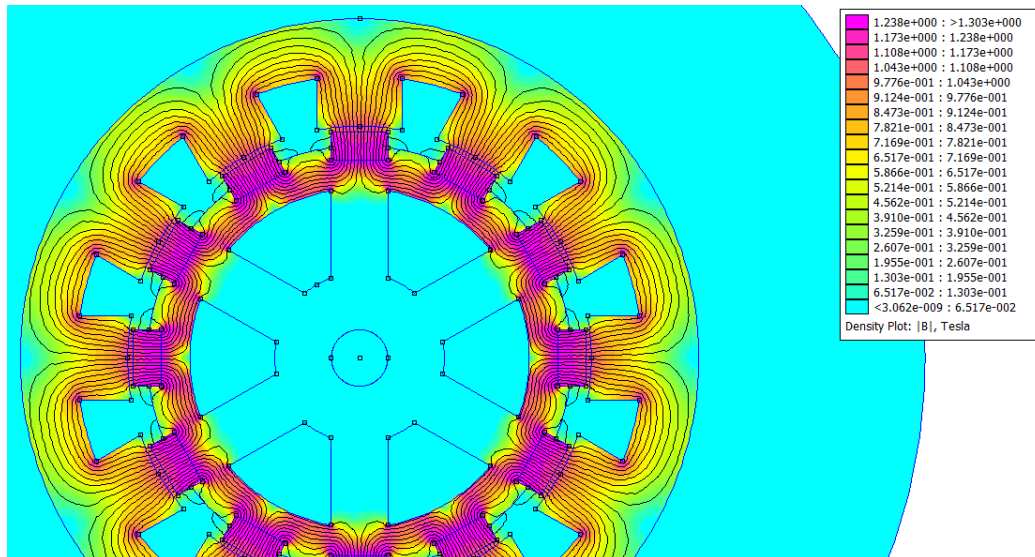
LAMPIRAN 1

ARAH FLUKSI PADA DISAIN GENERATOR



LAMPIRAN 2

DENSITAS FLUKS MAGNET YANG MENGINDUKSI INTI STATOR



LAMPIRAN

KHUSUS

KARTU HASIL SULIET

Nama : Dhimas Prabowo
Tempat, tanggal lahir : Mangunjaya, 25 November 1997
NIM : 03041381621106
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro

Sistem Informasi Akademik
Fakultas Teknik - Universitas Sriwijaya

Halaman Depan Panduan Logout

Home | SULIET / USEPT
DAFTAR HASIL SULIET / USEPT
SULIET / USEPT :

NO.	TANGGAL TEST	NIM	NAMA	HASIL TEST			
				LISTENING	STRUCTURE	READING	SCORE
1.	15 OKTOBER 2020	03041381621106	DHIMAS PRABOWO	40	42	42	413 ✓

Menu Utama
» Halaman Depan

Palembang, 22 November 2023
Wakil Dekan Bidang Akademik,



1/8 Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
NIP. 197502112003121002
22/11-2023

BORANG NO. /TA/JTE

**SURAT PERSETUJUAN
MENGIKUTI SEMINAR PROPOSAL**

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya memberikan persetujuan kepada :

Nama : Dhimas Prabowo

NIM : 03041381621106

Judul Tugas Akhir : Disain Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Finite Element Method Magnetics Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif

Mengikuti : Seminar Proposal

Demikianlah surat persetujuan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 22 Juni 2022
Pembimbing Utama,



Ir. Hj. Sri Agustina, MT
NIP. 196108181990032003



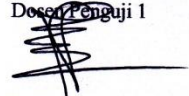
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Palembang-Prabumulih Km. 32, Indralaya, Oganllir, KodePos 30062
JalanSriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang KodePos 30139
Website: <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email: elektro@ft.unsri.ac.id

BERITA ACARA
SEMINAR PROPOSAL
(LAPORAN HASIL REVISI SEMINARPROPOSAL)
PERIODE SEMESTER GENAP 2021/2022
TANGGAL 15 Juli 2022

Nama	:	Dhimas Prabowo		
NIM	:	03041381621106		
Judul Skripsi	:	Disain Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Finite Element Method Magnetics Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif		
Pembimbing Utama	:	Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.		
Dosen Penguji	:	1. Ir. Sariman, M.S. 2. Dr. Herlina, S.T., M.T.		
Deskripsi Perbaikan				
Dosen Penguji	Hal./Baris	Bagian yang direvisi	Hasil revisi	
Ir. Sariman, M.S		<ul style="list-style-type: none">- Finite Element untuk bagian yang mana di generator magnet permanen- Pembangkit alternatif apa maksud dan jenisnya- Bagian mana yang magnet permanen	<ul style="list-style-type: none">- Celah udara antara rotor dengan stator- Pembangkit pilihan selain yang biasa digunakan. Jenisnya adalah generator magnet permanen- Pada luaran rotor	
Dr. Herlina, S.T., M.T.		<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki <i>typo</i>, kata-kata yang masih menggunakan bahasa asing ditulis miring-Pemindahan sub bab (disatukan dengan isinya)-Perbaikan sitasi untuk referensi-Penulisan rumus di sejajarkan-Perbaikan gambar-Perbaikan penulisan persamaan-Perbaikan tabel-Prosedur simulasi dibuat <i>flowchart</i>	<ul style="list-style-type: none">- Sudah diperbaiki	

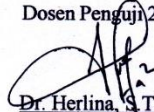
Palembang, 15 Juli 2022

Dosen Penguji 1



Ir. Sariman, M.S.
NIP. 195807071987031004

Dosen Penguji 2



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

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.
NIP. 196108181990032003

BORANG NO. /TA/JTE

**SURAT PERSETUJUAN
MENGIKUTI SIDANG SARJANA**

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya memberikan persetujuan kepada :

Nama : Dhimas Prabowo

NIM : 03041381621106

Judul Tugas Akhir : Disain Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Finite Element Method Magnetics Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif

Mengikuti : Sidang Tugas Akhir

Demikianlah surat persetujuan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 25 Juni 2023
Pembimbing Utama,

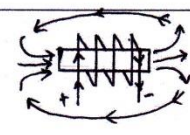


Ir. Hj. Sri Agustina, MT
NIP. 196108181990032003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Palembang-Prabumulih Km. 32, Indralaya, Oganlir, KodePos 30062
Jalan Sriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang KodePos 30139
Website: <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email: elektro@ft.unsri.ac.id

BERITA ACARA
SEMINAR TUGAS
AKHIR
(LAPORAN HASIL REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR)
PERIODE SEMESTER GENAP 2022/2023
TANGGAL 28 Juli 2023

Nama	:	Dhimas Prabowo	
NIM	:	03041381621106	
Judul Skripsi	:	Disain Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Finite Element Method Magnetics Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif	
Pembimbing Utama	:	Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.	
Dosen Penguji	:	1. Ir. Sariman, M.S.	
	:	2. Dr. Herlina, S.T., M.T.	
Deskripsi Perbaikan			
Dosen Penguji	Hal./Baris	Bagian yang direvisi	Hasil revisi
Ir. Sariman, M.S		<ul style="list-style-type: none">-Coba gambar ada besi bulat pejal dililit dg kawat email. Ada sumber tegangan, arah arus yg mengalir dan arah fluksinya-Berapa besar daya generator magnet permanen yang dirancang Dan hasil rancangan-Hasil generator magnet permanen yang dirancang.	 <p>$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$ $= 12 \cdot 3 \cdot 0.8$ $= 28.8 \text{ Watt}$</p> <p>- Nilai Kerapatan fluks maksimal pada disain lebih kecil daripada teori</p>
Dr. Herlina, S.T., M.T.		<ul style="list-style-type: none">- tambahkan 2 jurnal atau skripsi yang membahas tema sejenis sebagai penguat latar belakang pemilihan judul- tujuan penulisan tugas akhir: poin 1 ganti menjadi mendisain generator...- kata yang menggunakan bahasa asing ditulis miring atau dicari padanan katanya- untuk keterangan di gambar, diubah ke bahasa indonesia	<p>- Sudah di Perbaiki</p>

		<ul style="list-style-type: none">- waktu penelitian diperbaiki, tertulis sampai dengan juni 2022- lokasi penelitian dimana?- tambahkan referensi terbaru (5 tahun terakhir)	
--	--	--	--

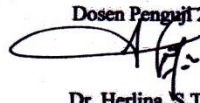
Palembang, 28 Juli 2023

Dosen Penguji 1



Ir. Sariman, M.S.
NIP. 195807071987031004

Dosen Penguji 2



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

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.
NIP. 196108181990032003

disain generator magnet permanen menggunakan software finite element method magnetics sebagai pembangkit listrik alternatif

ORIGINALITY REPORT

9%	10%	1%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.unsri.ac.id Internet Source	6%
2	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	2%
3	duniafisika-suherman.blogspot.com Internet Source	1%
4	repository.upi.edu Internet Source	1%
5	repository.unj.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%