

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# ANALISIS JUMLAH LILITAN DAN VARIASI MATERIAL INTI BESI STATOR ROTOR TERHADAP EFISIENSI PERMANENT MAGNET SYNCHORNUS GENERATOR 24 SLOT 16 POLE FLUKS RADIAL

TUGASAKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

Dilaksanakan Oleh:

FIKRI HIDAYAH  
NIM. 11655100082

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS SAINS  
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
1444 H / 2023 M



Lampiran Surat :  
 Nomor : Nomor 25/2021  
 Tanggal : 10 September 2021

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : FIKRI HIDAYAH  
 NIM : 11655100082  
 Tempat/Tgl. Lahir : DURI, 11 NOVEMBER 1997  
 Fakultas/Pascasarjana : SAINTEK  
 Prodi : TEKNIK ELEKTRO

Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\*:

ANALISIS JUMLAH LILITAN DAN VARIASI MATERIAL INTI BESI  
STATOR ROTOR TERHADAP EFISIENSI PERMANENT MAGNET  
SYNCHRONUS GENERATOR 29 SLOT 16 POLE FLUKS RADIAL

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya)\* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, ...23...MEI...2023  
 Yang membuat pernyataan



..... FIKRI HIDAYAH  
 NIM : 11655100082

\*Pilih salah satu sesuai jenis karya tulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS JUMLAH LILITAN DAN VARIASI MATERIAL INTI BESI STATOR ROTOR TERHADAP EFISIENSI PERMANENT MAGNET SYNCHORNUS GENERATOR 24 SLOT 16 POLE FLUKS RADIAL**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**FIKRI HIDAYAH**

**11655100082**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 19 Mei 2023

**Ketua Program Studi**

**Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.**  
**NIP. 19721021 200604 2 001**

**Pembimbing**

**Novi Gusnita, S.T., M.T.**  
**NIP. 19770803 201101 2 001**

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS JUMLAH LILITAN DAN VARIASI MATERIAL INTI BESI STATOR ROTOR TERHADAP EFISIENSI PERMANENT MAGNET SYNCHORNUS GENERATOR 24 SLOT 16 POLE FLUKS RADIAL

## TUGAS AKHIR

Oleh :

**FIKRI HIDAYAH**

**11655100082**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 19 Mei 2023

Pekanbaru, 19 Mei 2023

Mengesahkan,

  
Dekan  
**Dr. Hartono, M.Pd.**  
NIP: 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi

  
**Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.**  
NIP: 19721021 200604 2 001

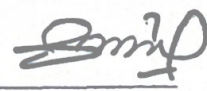



### DEWAN PENGUJI :

Ketua : Sutoyo, S.T., M.T

Sekretaris : Novi Gusnita, S.T., M.T

Anggota I : Dr. Liliana, S.T., M.Eng

Anggota II : Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T



# Analisis Jumlah Lilitan dan Variasi Material Inti Besi Stator Rotor Terhadap Efisiensi *Permanent Magnet Synchronous Generator* 24 Slot 16 Pole Fluks Radial

Fikri Hidayah<sup>1</sup>, Novi Gusnita<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: [hidayahkita11@gmail.com](mailto:hidayahkita11@gmail.com)

**Abstract** - Dalam upaya menggantikan sumber energi fosil yang semakin terbatas, energi baru terbarukan (EBT) dapat menjadi solusi yang tepat. Jenis energi ini berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui secara terus-menerus, seperti energi angin. Teknologi *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) dapat digunakan secara optimal pada *wind turbine*. Namun penelitian efisiensi dari teknologi tersebut masih kurang optimal dalam hal untuk mengurangi konsumsi energi, rugi-rugi daya dan biaya operasional. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi generator. Generator adalah komponen utama pengkonversi energi bayu menjadi energi listrik. Penelitian dilakukan pada jenis generator sinkron magnet permanen 24 slot 16 pole menggunakan metode Finite Element Method (FEM) dengan 3 variasi jumlah lilitan sebesar 35, 50, 65 dan variasi material inti besi stator rotor : TR 52: USS Transformer, Remko Soft : Pure, M1000-100A Silicon Steel. Penelitian ini menghasilkan nilai arus yang paling tinggi adalah 9.92 Ampere, nilai tegangan yang paling tinggi adalah 99.2 volt, nilai daya input adalah dengan nilai 1199.2 Watt dan daya keluar dengan nilai 1014 watt pada jumlah lilitan 65 lilitan dan material remko: soft pure dan untuk efisiensi yang paling baik di dapatkan pada nilai 87.20% pada jumlah lilitan 50 lilitan dan material Remko: Soft Pure.

**Keywords** - PLTB, Generator, Lilitan, Inti Besi, Permeabilitas Magnet

**Abstract** - Effort to replace increasingly limited fossil energy sources, new renewable energy (EBT) can be the right solution. This type of energy comes from natural resources that can be renewed continuously, such as wind energy. *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) technology can be used optimally in *wind turbines*. However, research on the efficiency of this technology is still not optimal in terms of reducing energy consumption, power losses and operational costs. Therefore efforts are needed to increase generator efficiency. The generator is the main component of converting wind energy into electrical energy. The research was conducted on a 24 slot 16 pole permanent magnet synchronous generator type using the Finite Element Method (FEM) with 3 variations of the number of turns of 35, 50, 65 and variations of the stator rotor iron core material: TR 52: USS Transformer, Remko Soft: Pure, M1000-100A Silicon Steel. This research resulted in the highest current value of 9.92 Amperes, the highest voltage value was 99.2 volts, the value of the input power was 1199.2 Watts and the output power was 1014 Watts on the number of turns of 65 coils and remko material: soft pure and for efficiency the best is obtained at a value of 87.20% on the number of turns of 50 turns and Remko material: Soft Pure.

**Keywords**: PLTB, Generator, Coil, Iron Core, Permeability Magnet

## PENDAHULUAN

Dalam segala aspek kehidupan manusia, energi sangat mempunyai peran penting didalamnya. Kegiatan industri, komersil,

transportasi, bahkan sampai ke rumah tangga tidak pernah lepas dari energi[1]. Energi dalam artian hukum perundang-undangan adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanik, kimia, dan elektromagnetika, baik

secara langsung maupun melalui konversi atau transformasi [2]. Energi dibagi menjadi dua bagian yaitu terbarukan dan fosil. Energi terbarukan terdiri dari surya, bayu, air, panas bumi dan bio energi, sedangkan energi fosil berupa minyak bumi, gas alam dan batu bara [3]. Di Indonesia pemanfaatan jenis energi lebih banyak menggunakan fosil, hal ini menyebabkan energi fosil akan semakin habis ketesediaannya [5]. Untuk menghadapi tantangan tersebut, pengembangan dan pemanfaatan teknologi energi terbarukan semakin pesat dilakukan. Salah satunya generator sinkron magnet permanen. Generator sinkron magnet permanen merupakan teknologi energi bayu yang memiliki komponen utama pengkonversi energi bayu menjadi energi listrik [6]. Komponen generator sinkron magnet permanen dirancang dan dianalisis menggunakan metode *Finite Element Method* (FEM). Metode ini berfungsi untuk mendiskritisasi beberapa elemen secara detail dan memberikan beban/material pada elemen tersebut. Perancangan berlandaskan hukum Faraday, semakin di tambah jumlah lilitan pada stator, maka arus dan tegangan nilainya akan semakin bertambah [7]. Begitu juga dengan pemilihan material inti besi rotor dan stator berdampak pada permeabilitas untuk menghasilkan fluks magnetik, semakin baik permeabilitas material inti besi maka semakin baik kemampuan sebuah permenan magnet untuk mengalirkan fluks [8]. Sehingga Hasil dari PMSG ini mendapatkan nilai Daya keluaran yang besar dan efisiensi yang besar dari perbandingan antar 3 variasi lilitan dan material inti besi stator rotor.

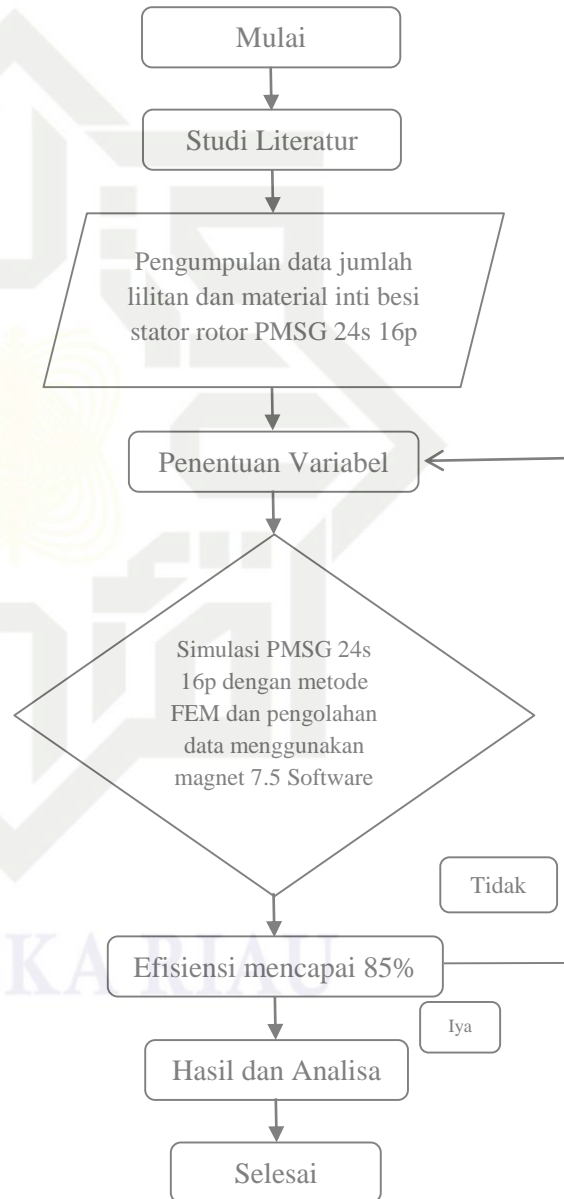
Penelitian sebelumnya terkait generator sinkron magnet permanen 18 slot 16 pole didapatkan hasil nilai efisiensi tertinggi 80,9% dari jumlah 75 lilitan dengan kecepatan putar 1500 Rpm. Hasil yang didapatkan masih belum optimal dikarenakan perlu kecepatan putar yang tinggi 1500 Rpm dan jumlah lilitan yang banyak [3]. Penelitian kedua menggunakan generator dengan 18 slot 16 pole menghasilkan daya keluaran 1 kW dan efisiensi terbesar 73% dan disarankan untuk menguji bahan material inti besi lain yang dapat meningkatkan efisiensi dan daya keluaran [6]. Penelitian terakhir didapatkan hasil berupa pengaruh jumlah lilitan stator dan kecepatan putar terhadap generator mempengaruhi nilai keluaran daya dan efisiensi [9].

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengurangi dampak dari penggunaan energi fosil, mengurangi rugi rugi daya dan mendapatkan nilai efisiensi lebih besar dari penelitian sebelumnya sebesar 85% dengan menganalisis pengaruh jumlah

lilitan dan material inti besi stator rotor pada generator sinkron magnet dengan menguji material lainnya pada inti besi rotor stator dan jumlah lilitan.

## METODE

1. Diagram alir penelitian  
Langkah-langkah penelitian dan analisis yang dilakukan sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

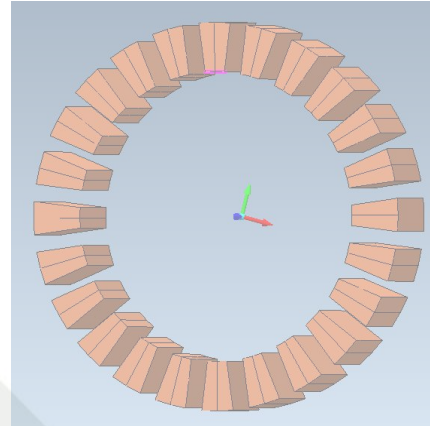
## 2. Spesifikasi generator

Spesifikasi yang dirancang pada generator sinkron magnet permanen 24 slot 16 pole dengan variasi jenis inti besi rotor stator TR 52: USS Transformer, Remko Soft : Pure, M1000-100A Silicon Steel dan jumlah lilitan 35, 50 dan 65 sebagai berikut :



**Tabel 1. Spesifikasi generator, jumlah lilitan dan jenis inti besi rotor stator**

Elemen	Keterangan
Dimensi	90 x 90
Slot dan pole	24 slot 16 pole
Bahan inti besi	TR 52: USS Transformer, Remko Soft : Pure, M1000-100A Silicon Steel
Jumlah lilitan	35, 50, 65
Airbox	Air
Airgap	Air
Magnet	PM12: Br 1.2 mur 1.0
Lilitan	Copper: 5.77e7 Siemens/Meter
Airgap stator rotor	1 mm



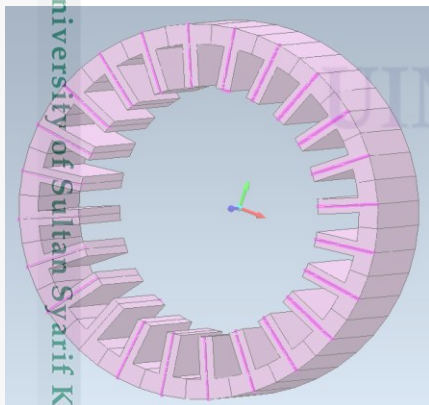
Gambar 3. Lilitan

Gambar diatas merupakan rancangan Material Copper 5.77e7 Siemens/Meter lilitan yang terdiri dari 24 dan bergantung pada stator dan akan divariasikan dengan 3 variasi lilitan yaitu 35,50 dan 65 lilitan.

Untuk karakteristik Material Copper 5.77e7 Siemens/Meter dapat dilihat pada tabel dibawah :

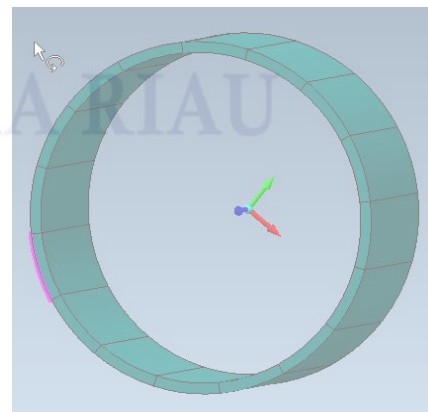
**Tabel 2. Karakteristik Material Copper: 5.77e7 Siemens/Meter**

No	Parameter	Besaran/Satuan
1	Konduktivitas	57700000 M
2	Spesifik Panas	383.1 J/Kg.C
3	Kerapatan	8954 Kg/m <sup>3</sup>
4	Konduktivitas Thermal	386 W.mC
5	Max. Operation temp	20°C



Gambar 2. Stator

Gambar diatas merupakan rancangan stator yang terdiri dari 24 Slot dan akan divariasikan dengan 3 material inti besi stator yaitu : TR 52: USS Transformer, Remko Soft : Pure, M1000-100A Silicon Steel.



Gambar 4. Magnet

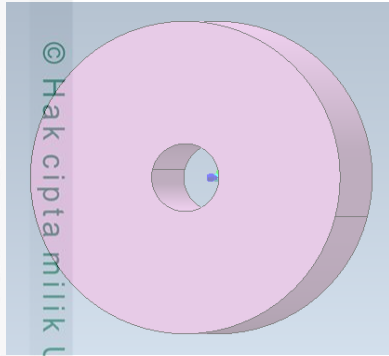
Gambar diatas merupakan magnet yang terdiri dari 16 pole dan material magnet yang dipilih menggunakan material PM12: Br 1.2 mur 1.0 dan akan bergantung pada rotor generator sinkron magnet permanen 24 slot 16 pole.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengizinkan atau dengan cara apa pun mengikhtisarkan atau mendistribusikan kembali karya tulis ini.

2. Dilarang mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 5. Rotor

Gambar diatas merupakan rotor dari generator dengan magnet permanen yang akan divariasikan menggunakan 3 material inti besi yaitu : TR 52: USS Transformer, Remko Soft : Pure, M1000-100A Silicon Steel.

4. Variabel Uji

Variabel uji yang dilakukan pada generator berupa inputan dan pembebanan generator.

a) Inputan Generator

1. Material lilitan

Material lilitan umumnya yang sering digunakan adalah tipe Copper: 5.77e7 Siemens/Meter. Sesuai dengan hukum Faraday semakin dinaikkan jumlah lilitan maka nilai arus dan tegangan semakin tinggi.

$$E = BLv$$

B = Medan Magnet

L = Panjang Kawat Konduktor

v = Kecepatan Gerak Pengantar

Untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi, dibutuhkan magnet yang lebih tebal. Namun, penambahan ketebalan magnet akan meningkatkan biaya produksi, sehingga perlu dicari solusi alternatif yang dapat meningkatkan efisiensi tanpa menambah biaya produksi secara signifikan. Salah satu solusinya adalah dengan meningkatkan jumlah lilitan, sehingga dapat menghasilkan induksi magnetik (nilai tegangan, nilai daya output)[10].

2. Material inti besi rotor dan stator

Pemilihan material inti besi rotor dan stator mengacu pada permeabilitas magnet atau perbandingan nilai B (rapat fluks) dan H (intensitas medan magnet). Permeabilitas magnet berhubungan dengan fluks magnetik, ketika medan magnet melewati luas penampang yang berubah-ubah dan diberikan coil maka induksi gaya gerak listrik (GGL) akan dihasilkan[11]. Sehingga tujuan dari variasi material inti besi ini mendapatkan hasil efisiensi yang besar dari perbandingan 3 material inti besi stator dan rotor dengan permeabilitas yang berbeda.

Perhitungan nilai permeabilitas bahan material menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$\mu = \frac{B}{H}$$

Keterangan :

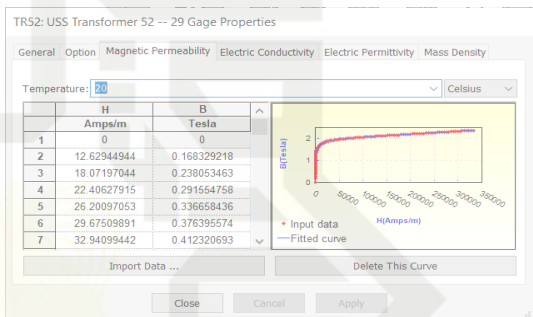
$\mu$  : Permeabilitas (Wb/Am)

B : Kerapatan fluks magnet (T)

H : Intensitas medan magnet (A/m)

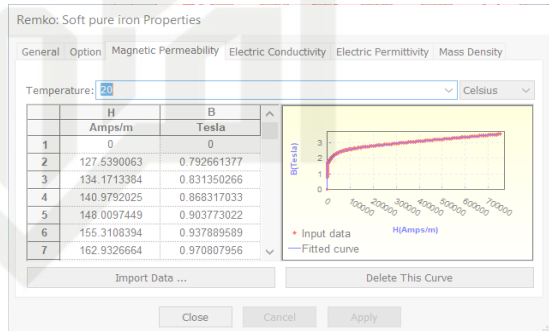
Diagram Kurva B-H dari 3 material inti besi rotor dan stator dapat dilihat pada gambar berikut :

a) TR 52: USS Transformer



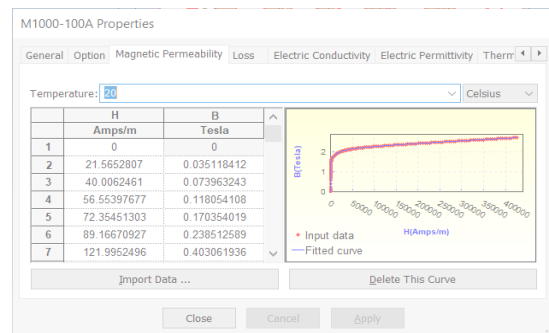
Gambar 6. Kurva B-H TR 52: USS Transformer

b) Remko soft pure icon



Gambar 7. Kurva B-H Remko soft pure icon

c) M1000-100A



Gambar 8. Kurva B-H M1000-100A

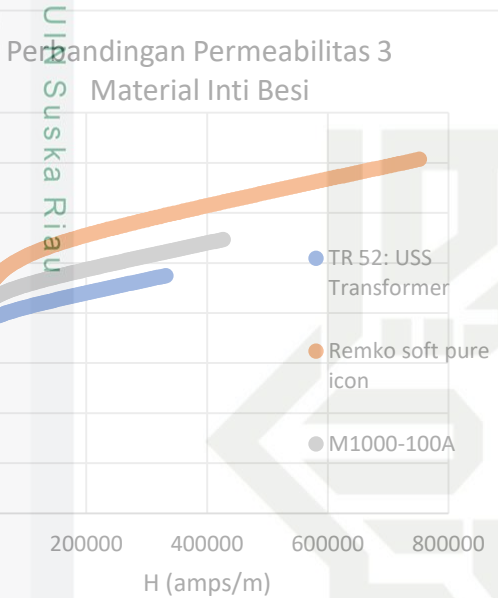
Gambar diatas menunjukkan bahwa kemampuan permanen magnet untuk mengalirkan fluks magnet.





Semakin besar luas area di bawah diagram semakin baik permanen magnet mengalirkan fluks

1. Untuk melihat lebih jelas perbandingan permeabilitas dari 3 material ini akan dilakukan pengujian untuk jenis material inti besi rotor setoran TR 52: USS Transformer, Remko soft pure icon dan M1000-100A menggunakan Microsoft Excel. Perbandingan bahan material 3 inti besi rotor setoran dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 9. Perbandingan permeabilitas 3 material

3. Kecepatan putar

Kecepatan putar dari alat pengkonversi generator berupa kecepatan sudut dan torsi. Kecepatan sudut ( $\omega$ ) dihasilkan dari hasil konversi kecepatan (m/s) selingan torsi merupakan gaya putar. Kecepatan sudut ini yang akan memutar generator. Dalam pengujian ini, kecepatan sudut yang disimulasikan sebesar 500 rpm[13].

b) Pembebanan

Pembebanan dilakukan dengan menghubungkan beban pada generator yang bertujuan untuk mendapatkan nilai arus dan daya yang dihasilkan. Selain itu pembebanan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan efisiensi generator. Pembebanan yang diberikan sebesar 10 ohm[14].

5. Simulasi Pembebanan dan Persamaan Daya Keluaran Pada generator

Simulasi pembebanan pada wiring diagram yang berbentuk star. Setelah itu dilakukan simulasi transient 2d with motion. Hasil dari simulasi diolah menggunakan Microsoft excel dan dilakukan analisa terkait perubahan yang terjadi berdasarkan jumlah

lilitan dan material inti besi yang ada pada generator sinkron magnet permanen[3].

Pengolahan data untuk mendapatkan nilai keluaran karakteristik menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Arus

Arus Listrik *Electric Current* merupakan perbandingan antara tegangan masukkan dengan hambatan[15].

2. Tegangan

Tegangan dihasilkan dari induksi elektromagnetik generator ini adalah tegangan bolak-balik[16].

3. Daya Masuk

$$P_{in} = T \times Rpm \times 2\Phi / 60$$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

Rpm = Kecepatan Perputaran

$\Phi = 3.14$

4. Daya Keluar

$$P_{out} = V \times I$$

Keterangan :

V = Tegangan

I = Arus

5. Efisiensi

$$n = P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

Keterangan :

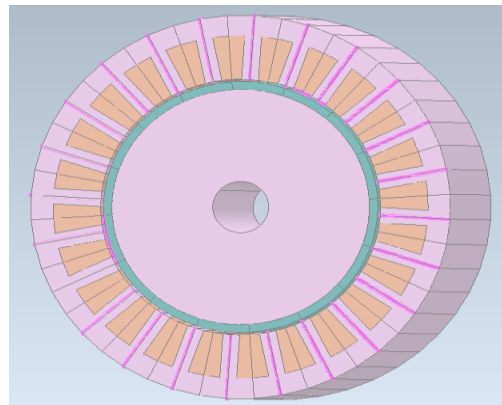
$P_{out}$  = Daya Masuk

$P_{in}$  = Daya Keluar

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Dan Pembahasan

Hasil dari pemodelan generator dan penelitian generator sinkron magnet permanen 24 slot 16 pole sebagai berikut :



Gambar 10. Generator Sinkron Magnet Permanen 24S16P



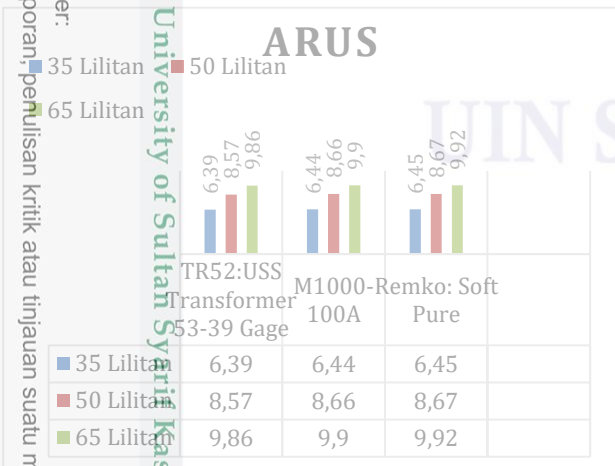
Nilai Keluaran Generator Sinkron Magnet Permanen 24S16P Material Remko Soft Pure 50, Lilitan :

Current(A)	Voltage(V)	Magnetic Force/Torque Pin	Pout	Efisiensi	
0	0.000	-1.515	79.33956372	0	0.000
02	9.431	-17.358	908.8385962	889.4391	0.979
04	8.277	-10.609	555.4946296	685.1376	1.233
06	9.224	-22.380	1171.800434	850.89	0.726
08	9.505	-22.765	1191.98523	903.4679	0.758
10	9.644	-19.460	1018.946099	930.0179	0.913
12	7.069	-10.046	526.0279735	499.7313	0.950
14	7.201	-10.910	571.2308873	518.5009	0.908
16	9.228	-23.019	1205.252885	851.5928	0.707
18	10.759	-24.714	1294.031381	1157.629	0.895
20	8.092	-14.254	746.3192908	654.8426	0.877
22	7.240	-11.246	588.8148802	524.225	0.890
24	8.246	-14.420	755.0072956	680.0066	0.901
26	9.712	-21.866	1144.887655	943.194	0.824
28	9.127	-20.248	1060.198297	832.9845	0.786
30	9.914	-19.227	1006.727518	982.8304	0.976
32	9.010	-16.479	862.8188729	811.774	0.941
34	8.254	-10.582	554.0703569	681.2195	1.229
36	9.217	-22.353	1170.422994	849.6124	0.726
38	9.509	-22.779	1192.719278	904.2388	0.758
40	9.650	-19.472	1019.531201	931.2858	0.913
42	7.070	-10.047	526.0748196	499.8637	0.950
44	7.201	-10.906	571.0442277	518.5105	0.908
46	9.228	-23.019	1205.247941	851.6193	0.707
48	10.759	-24.714	1294.029992	1157.62	0.895
50	8.092	-14.253	746.2905426	654.8239	0.877

Gambar 11. Hasil pengolahan data menggunakan Microsoft excel

Simulasi PMSG 24S16P material inti besi Remko Soft Pure, 50 Lilitan dan dikalkulasikan menggunakan Microsoft excel dengan persamaan seperti yang sudah dijelaskan pada persamaan daya keluaran. Begitu juga dengan variasi lainnya (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 lilitan dengan 3 variasi material inti besi rotor dan stator). Perbandingan nilai untuk 2 variabel yaitu material dan jumlah lilitan dengan nilai arus, tegangan, daya masuk, daya keluaran dan efisiensi dapat di dapatkan menggunakan Microsoft excel dan dapat di buat dalam bentuk grafik dan tabel.

a. Arus

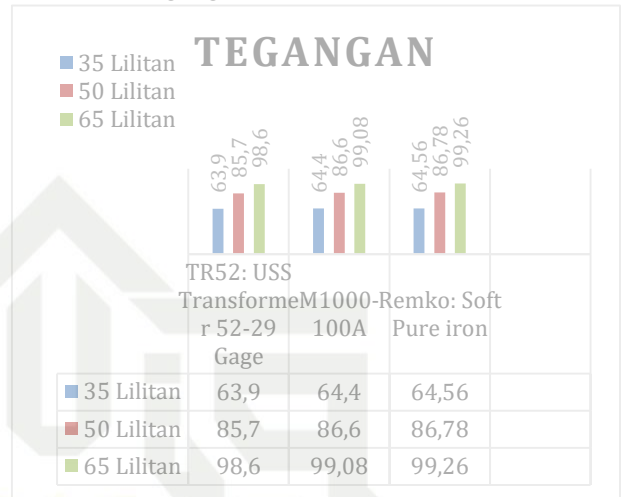


Gambar 12. Grafik dan Tabel Arus

Dilihat pada gambar diatas, bahwa semakin di naikan jumlah lilitan maka nilai arus semakin naik, sesuai dengan hukum Fareday. Material Remko: soft pure adalah material yang paling bagus karena nilai

arus pada setiap variasi lilitan yang paling tinggi. Nilai arus paling tinggi di dapatkan pada material remko: soft pure pada lilitan 65 lilitan dengan nilai arus sebesar 9.92 Ampere.

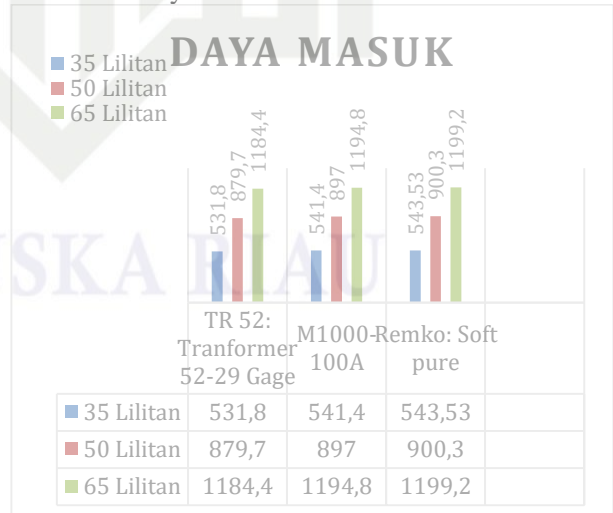
b. Tegangan



Gambar 13. Grafik dan Tabel Tegangan

Dilihat pada gambar, semakin di naikan jumlah lilitan maka nilai tegangan semakin naik, karena pada hukum Fareday, semakin di naikan jumlah lilitan maka nilai tegangan semakin tinggi. Dan untuk material yang terbaik adalah pada material remko: soft pure iron karena dari setiap variasi jumlah lilitan material tersebut yang memiliki nilai paling tinggi yaitu sebesar 99.26 Volt.

c. Daya Masuk



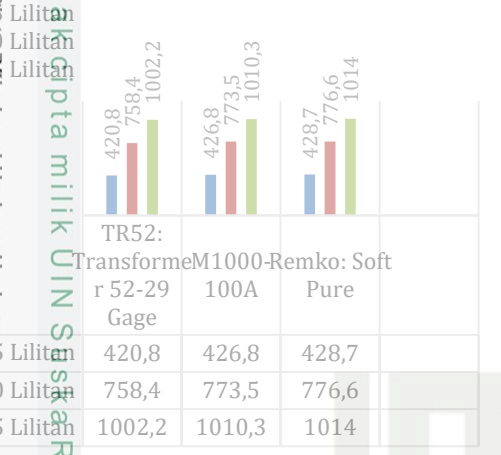
Gambar 14. Grafik dan Tabel Daya Masuk

Dilihat pada gambar diatas, dikarenakan pengaruh jumlah lilitan yang semakin dinaikkan maka nilai dari daya masuk juga semakin tinggi dan jumlah lilitan. Material remko: soft pure merupakan material yang paling baik dalam menghasilkan daya masuk pada lilitan 65 menghasilkan daya masuk sebesar 1199.2 Watt / 1Kw.



d. Daya Keluar

DAYA KELUAR

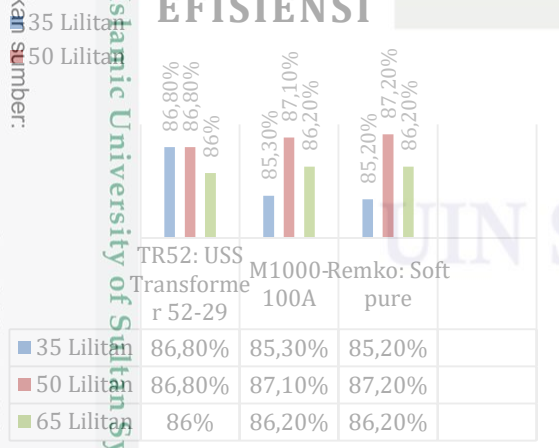


Gambar 15. Grafik dan Tabel Daya Keluar

Dilihat pada gambar daya keluar sangat berpengaruh oleh jumlah lilitan, karena semakin di naikkan jumlah lilitan maka nilai daya keluar semakin naik. Material juga mempengaruhi daya keluar, dapat dilihat pada gambar bahwa material remko: soft pure merupakan material yang paling tinggi menghasilkan nilai daya keluar pada setiap variasi material dan jumlah lilitan. Nilai paling baik di hasilkan nilai daya keluar yaitu 1014 Watt pada material remko: soft pure dengan jumlah lilitan 65 lilitan.

e. Efisiensi

EFISIENSI



Gambar 16. Grafik dan Tabel Efisiensi

Dilihat pada gambar diagram grafik diatas, bahwa nilai efisiensi di dapatkan hasil pembagian dari daya keluar dan daya masuk. Nilai efisiensi tertinggi di dapatkan pada jumlah lilitan 50 lilitan pada material remko: soft pure dengan nilai efisiensi 87.20%. semakin tinggi jumlah lilitan tidak menjamin efisiensi semakin naik, di karenakan

setiap generator memiliki pelebaran masing masing ratio dan jumlah lilitan yang sesuai.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian generator sinkron magnet permanen 24 slot 16 pole yang menggunakan software yang berbasis *finite element metode* (FEM), kesimpulan yang diambil dari penelitian ini bahwa jumlah lilitan dan material mempengaruhi nilai karakteristik pada permanent magnet synchronous generator 24 slot 16 pole dari nilai arus, tegangan, daya masuk, daya keluar dan efisiensi. Nilai efisiensi di dapatkan hasil dari daya keluar dibagi daya masuk. Daya keluar didapatkan dari hasil perkalian dari arus dan tegangan, daya masuk hasil perkalian oleh torsi dan kecepatan. Nilai arus yang paling tinggi adalah 9.92 Ampere, nilai tegangan yang paling tinggi adalah 99.2 volt, nilai daya input adalah dengan nilai 1199.2 Watt, daya keluar dengan nilai 1014 watt pada jumlah lilitan 65 lilitan dan material remko: soft pure dan untuk efisiensi yang paling baik di dapatkan pada nilai 87.20% pada jumlah lilitan 50 lilitan dan material Remko: Soft Pure.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima kasih yang sebesar besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu di dalam penelitian ini, mulai dari bimbingan, saran, kritik dan dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan secara lancar.

REFERENSI

[1] Suharyati. (2021). Outlook Energi Indonesia 2021.  
 [2] Astra, I. M. (2010). Energi Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 11(2), 131–139. <https://doi.org/10.31172/jmg.v11i2.72>  
 [3] Zaputra, T. P., & Gusnita, N. (2022). Analisis Pengaruh Jumlah Lilitan dan Kecepatan Putar Terhadap Efisiensi Pada Permanent Magnet Synchronus Generator 18 Slot 16 Pole. Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional, 8(2), 411. <https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.117875>  
 [4] Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. Jurnal Teknik Elektro ITP, 7(1), 34–45. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133706>  
 [5] PP No. 79. (2014). PP No. 79 Thn 2014.pdf.  
 [6] Saputra, R., & Aini, Z. (2021). Analisis Pengaruh Ketebalan dan Jenis Inti Besi Rotor Stator terhadap Karakteristik Generator Sinkron Magnet Permanen 18S16P Fluks Radial. Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri, 18(2), 220–227.



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Pengutipan tidak mengabaikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mencantumkan dan menyebutkan sumber:

[7] Irawan, M. A. (2019). Perancangan Generator Dengan Variasi Slot, Pole, Dan Lilitan Menggunakan Software Magnet.

[8] Lailiana, Z., Aini, Z., Wenda, A., & Putri, T. D. (2020). Effect of Thickness and Type of Magnet against EMF Back PMSG-12S8P with FEM. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 990(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/990/1/012006>

[9] Saury, A., Wardana, I. G., Sugianto, G. B., Aspiani, N. P., & Santosa, I. P. (2021). Analisa Pengaruh Jumlah Lilitan Stator Terhadap Generator Magnet Permanen Tiga Fasa, 10(2), 2–4.

[10] Yasyak, M. I. (2021). Analisa permeabilitas material stator pada pemodelan permanent magnet synchronous generator 12 slot 8 pole menggunakan finite element method. Retrieved from <http://eprints.ums.ac.id/92611/>

[11] Abdullah, M. (2017). Bab 6 GGL INDUKSI dan INDUKTANSI. P, 410–479.

[12] Fitzgerald, A. E., Kingsley, C., & Umans, S. D. (2003). Electric Machinery Fundamentals - 6th ed.

[13] H, P. (2000). Windpower Workshop. Peninsula: British Wind Energy Association.

[14] Sumantri, M., & Nuryadi, S. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Slot Dan Pole Terhadap Tegangan Dan Efisiensi Daya Pada Perancangan Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Magnet. pp. 1-8.

[15] Herudin, H., & Prasetyo, W. D. (2016). Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM. Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer, 5(1), 11. doi: 10.36055/setrum.v5i1.1886.

[16] Setiawan, G. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1-64. Gastron. Ecuatoriana Y Tur. Local., 1(69), 5-24.

[17] Arifianto, I., & Hs, M. R. (2018). Analisa Efisiensi dan Rancang Generator Permanent Magnet 12 Slot 8 Pole Menggunakan Software Magnet 7 . 5. Semin. Nas. Microwave, Antena dan Propagasi, pp. 43-48



**Surat Keterangan Artikel Diterima**  
Nomor: 009/A-01.01/UAI/V/2023

Jakarta, 04 Mei 2023

Yth. 1. Fikri Hidayah  
2. Novi Gusnita  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*Assalamu 'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh*

Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, bersama ini menyampaikan bahwa artikel saudara, yang berjudul;

**Analisis Jumlah Lilitan dan Variasi Material Inti Besi Stator Rotor Terhadap Efisiensi Permanent Magnet Synchronus Generator 24 Slot 16 Pole Fluks Radial**

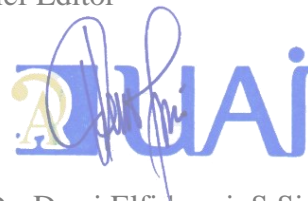
Telah melalui proses review mitra bestari dan editor, Artikel tersebut dinyatakan **DITERIMA** untuk dipublikasikan di Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, Vol. 8, No 3, September 2023.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dimanfaatkan dengan sebagaimana mestinya.

*Wassalamu 'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh*

UIN SUSKA RIAU

Chief Editor



Prof. Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M. Si,

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.