

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GENERATOR TIPE MAGNET PERMANEN FLUKS AXIAL

## Tugas Akhir

Oleh : Pebri Hendrawan Alnur

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Jalan Kaliurang km. 14,5 Sleman, Jogjakarta 55501

Telp. (0274) 895007, 895287 Faks. (0274) 895007 Ext 147

E-mail : [febrihlnur@gmail.com](mailto:febrihlnur@gmail.com)

## Abstract

*Electrical energy conversion technology is growing. Much energy is harnessed to it into electrical energy. For the conversion of energy into an electrical energy generator needed. This thesis discusses the design and manufacture of a mini generator type axial flux permanent magnet. A generator that has a simple and easy design. This generator is able to work with 1500 rpm rotation speed frequency of 50 Hz in accordance with the calculations. Axial flux permanent magnet generator with neodymium magnet use N35 is designed with the generated voltage of 4.1 V and a current of 0.31 A so as to produce a maximum power of 1.15 watts. Value generator system efficiency is 6.548% and the power losses amounted to 93.95% of this value is the greatest efficiency of the test results by using the rotational speed 1500 rpm and a frequency of 50 Hz. Generator of the assay requires the development of further so that the generator can work better.*

*Kata Kunci : Generator Type axial flux permanent magnet*

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi konversi energi listrik semakin inovatif guna mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaan. Teknologi konversi energi listrik yang inovatif tidak lepas dari sumber energi yang digunakan. Dimana energi itu harus mempunyai nilai *flexible* dalam pengertiannya sebuah energi yang mampu dikonversi ke berbagai bentuk energi lainnya, energi jenis ini disebut dengan energi listrik. Energi listrik adalah energi yang dihasilkan dari berbagai jenis energi. Untuk menghasilkan konversi suatu energi menjadi energi listrik dibutuhkan sebuah generator.

Generator mampu dimanfaatkan menjadi solusi atas masalah kelistrikan dimana generator mampu mengasilkan listrik dari magnet permanen. Generator dengan desain yang lebih sederhana dan juga cara penggunaannya yang lebih mudah adalah syarat utama dari solusi pembuatan Generator ini. Generator yang cocok untuk solusi ini adalah generator tipe magnet permanen fluks *axial*.

Generator tipe magnet permanen fluks *axial* (GMPFA) memiliki desain sederhana. Dengan konstruksi GMPFA yang sederhana, sehingga pembuatannya akan lebih mudah

dibandingkan dengan generator tipe lain. Bentuk GMPFA yang sederhana membuat kita lebih mudah untuk menempatkan magnet dan lilitan yang cukup ringan sehingga mudah disesuaikan dengan kebutuhan.

Generaor fluks axial merupakan salah satu tipe alternatif selain generator fluks radial. Generator jenis ini memiliki konstruksi yang kompak, berbentuk piringan, dan kerapatan daya yang besar. Pada generator berjenis fluks axial digunakan magnet permanen. Penggunaan magnet permanen pada generator ini dapat menghasilkan medan magnet pada celah udara tanpa perlu eksitasi, dan tanpa disipasi daya listrik. Kelebihan penggunaan magnet permanen pada konstruksi generator ini adalah :

- Tidak ada energi listrik yang diserap sistem medan magnet sehingga tidak ada kerugian energi listrik yang artinya dapat meningkatkan efisiensi.
- Menghasilkan torsi yang lebih besar dari pada yang menggunakan elektromagnet.
- Menghasilkan performa dinamis yang lebih besar (kerapatan fluks magnet lebih besar pada celah udara) daripada yang menggunakan magnet non permanen.

- d. Menyederhanakan konstruksi dan perawatan, mengurangi biaya pemeliharaan pada beberapa tipe mesin

Generator ini memiliki dua komponen utama, yaitu stator dan rotor yang menentukan jenis dan karakteristik generator. Stator adalah bagian dari generator yang statis (diam atau tidak berubah). Stator berfungsi sebagai kumparan jangkar yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor. Arus AC yang menuju ke beban disalurkan melalui stator.

Perputaran rotor akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Medan magnet yang dihasilkan pada rotor akan diinduksikan pada kumparan jangkar yang terletak di stator, sehingga akan menghasilkan fluks magnetik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan GGL induksi pada akhir kumparan tersebut.

## 2. STUDI PUSTAKA

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Jati [1] dengan topik penelitiannya tentang perancangan generator fluks axial jenis Neodymium (NdFeB) dengan variasi celah udara. Perancangannya menggunakan magnet jenis (NdFeB) untuk desain generator, sehingga dapat dihasilkan generator putaran rendah dengan nilai output yang besar yaitu dengan putaran dari 100 rpm hingga 700 rpm dihasilkan tegangan AC 2,7 V sampai 33,33 V. Pada pengujiannya tercatat hasil output generator mengalami drop tegangan dengan celah udara sebesar 0,002 meter pada putaran 150 rpm sampai 750 rpm dengan nilai keluaran tegangan sebesar 4,9 V hingga 24,93 V.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Prasetijo dan Walujo [2] tentang sebuah prototipe generator magnet permanen axial AC 1 fase. Generator magnet permanen dipilih karena tidak memerlukan arus eksitasi DC serta sistem pemeliharaan yang relatif mudah. Jenis magnet permanen yang digunakan adalah NdFeB (Neodymium-Iron-Boron). Generator yang dirancang bertipe double sided coreless stator. Hasil pengujian diperoleh tegangan rms sebesar 12,13 V dengan frekuensi 50,2 Hz pada pengujian tanpa beban dan 11,93 V dengan frekuensi 50,1 Hz pada pengujian

berbeban. Beban yang digunakan yaitu 3 buah lampu pijar 24 V 125 mA terhubung paralel.

### 2.1 GENERATOR

Generator adalah suatu mesin yang mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Tenaga mekanik di sini digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar dalam medan magnet ataupun sebaliknya memutar magnet diantara kumparan kawat penghantar. Tenaga mekanik dapat berasal dari tenaga panas, tenaga potensial air, motor diesel, motor bensin bahkan ada yang berasal dari motor listrik [6].

Generator dalam bentuknya yang sederhana sebuah generator listrik terdiri atas magnet dan kumparan. Bilamana terdapat suatu gerakan relatif antara kedua komponen diatas, garis-garis gaya magnet memotong belitan-belitan kumparan dan suatu gaya gerak listrik (GGL) akan dibangkitkan. Sebuah generator listrik atau alternator modern terdiri atas suatu sistem elektromagnet dan suatu armatur yang terdiri atas sejumlah kumparan dari konduktor berisolasi yang diletakkan dalam alur (slot) inti besi berlaminasi [3].

Prinsip kerja generator berdasarkan hukum induksi Faraday yang menyatakan bahwa sebuah magnet yang digerakan dengan cepat melalui suatu konduktor belitan, akan menginduksikan suatu tegangan ke belitan itu, yang besarnya sama dengan kecepatan magnet itu. Bilamana belitan itu merupakan suatu rangkaian tertutup, tegangan induksi itu akan menyebabkan mengalirnya arus listrik. Arah arus listrik itu akan sedemikian rupa, sehingga akan menghasilkan gaya, yang akan berlawanan dengan arah gerakan semula.

#### A. Generator AC

Generator AC adalah generator yang menghasilkan listrik arus bolak balik. Generator AC termasuk jenis mesin serempak (mesin sikron) dimana frekuensi listrik yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kutub dan putaran yang dimilikinya.

Pada generator AC, bagian jangkar disebut juga bagian stator karena berada pada tempat yang tetap, sedangkan bagian rotor bersamasama dengan kutub magnet diputar oleh tenaga mekanik. Sesuai dengan hukum Faraday, tegangan akan diinduksikan pada konduktor apabila konduktor tersebut berada dalam medan magnet berubah-ubah sehingga

memotong garis-garis gaya, maka dalam konduktor tersebut akan terbentuk GGL induksi [3]

Peningkatan tegangan GGL induksi pada generator AC dapat diperbesar dengan beberapa cara yaitu dengan penggunaan magnet permanen yang lebih kuat medan magnetnya, memperbanyak lilitan kumparan, meningkatkan kecepatan putar rotor, dan menyisipkan inti besi lunak kedalam kumparan.

#### 1. Generator Magnet Permanen

Generator Pemanen Magnet (PMG) merupakan generator sinkron yang medan magnet dihasilkan oleh magnet permanen bukan kumparan sehingga fluks magnetik dihasilkan oleh medan magnet permanen. Generator permanen magnet (PMG) umumnya digunakan untuk mengubah output daya mekanik turbin uap, turbin gas, turbin air dan turbin angin menjadi tenaga listrik untuk grid bahkan sebagai generator pada mobil listrik.

Dalam generator magnet permanen, medan magnet rotor dihasilkan oleh magnet permanen sehingga tidak memerlukan arus DC untuk membangkitkan medan magnet. Magnet Permanen yang besar dan mahal yang membatasi peringkat ekonomi mesin sehingga kepadatan fluks magnet permanen kinerja tinggi terbatas. Kepadatan fluks tersebut juga mengakibatkan fluks sulit diatur sehingga tegangan dan arus keluaran generator tidak dengan mudah diatur seperti generator dengan lilitan. Berdasarkan aliran fluksnya, generator magnet permanen dibagi menjadi dua yaitu, generator magnet permanen fluks radial dan magnet permanen fluks axial. Pada penelitian ini hanya membahas tentang generator magnet permanen fluks axial [2].

Generaor fluks axial merupakan salah satu tipe alternatif selain generator fluks radial. Generator jenis ini memiliki konstruksi yang kompak, berbentuk piringan, dan kerapatan daya yang besar. Pada generator berjenis fluks axial digunakan magnet permanen. Penggunaan magnet permanen pada generator ini dapat menghasilkan medan magnet pada celah udara tanpa perlu eksitasi, dan tanpa disipasi daya listrik. Kelebihan penggunaan magnet permanen pada konstruksi generator ini adalah :

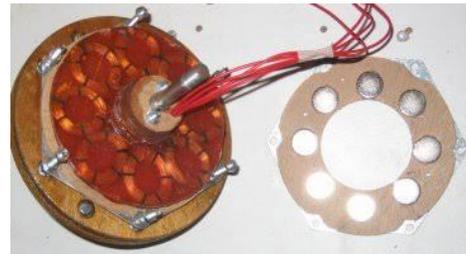
a. Tidak ada energi listrik yang diserap sistem medan magnet sehingga tidak ada

kerugian energi listrik yang artinya dapat meningkatkan efisiensi.

b. Menghasilkan torsi yang lebih besar daripada yang menggunakan elektromagnet.

c. Menghasilkan performa dinamis yang lebih besar (kerapatan fluks magnet lebih besar pada celah udara) daripada yang menggunakan magnet non permanen.

d. Menyederhanakan konstruksi dan perawatan, mengurangi biaya pemeliharaan pada beberapa tipe mesin



Gambar 1. Struktur GMPFA [6]

Generator ini memiliki dua komponen utama, yaitu stator dan rotor yang menentukan jenis dan karakteristik generator. Stator adalah bagian dari generator yang statis (diam atau tidak berubah). Stator berfungsi sebagai kumparan jangkar yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor. Arus AC yang menuju ke beban disalurkan melalui stator.

Perputaran rotor akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Medan magnet yang dihasilkan pada rotor akan diinduksikan pada kumparan jangkar yang terletak di stator, sehingga akan menghasilkan fluks magnetik yang berubah ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan GGL induksi pada akhir kumparan.

#### 1. Stator

Stator adalah bagian yang tak berputar (diam) yang mempunyai bagian terdiri dari rangka stator yang merupakan salah satu bagian utama dari generator yang terbuat dari besi atau bisa menggunakan bahan lain seperti fiber dan kayu yang bisa di jadikan rumah atau pondasi untuk semua bagian stator pada rangka keseluruhan generator. Pada stator juga terdapat kumparan yang akan diinduksikan dengan magnet yang terdapat pada rotor.

## 2. Rotor

Rotor adalah bagian dari generator yang berputar dimana dari konstruksinya rotor terbagi dua tipe yaitu dengan menghasilkan medan magnet dari DC dan penggunaan magnet permanen untuk menghasilkan arus searah bila di induksikan dengan lilitan. Rotor nantinya akan di gerakkan dengan penggerak mula. Rotor diletakkan berhadapan dengan kumparan yang ada pada stator. Rotor yang berputar dihadapan stator nantinya akan menimbulkan GGL pada bagian kumparan stator .

Tegangan GGL induksi yang dibangkitkan bergantung pada [5]:

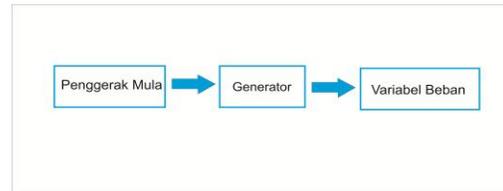
1. Jumlah dari lilitan dalam kumparan.
2. Kuat medan magnetik, makin kuat medan makin besar tegangan yang diinduksikan.
3. Kecepatan dari generator itu sendiri.

## 3. PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sebuah generator magnet permanen fluks axial yang dirangkai dengan keluaran 1 fase. Cara kerja dari generator axial ini adalah rotor yang telah dipasang dengan magnet neodmium akan diputar sehingga medan magnet akan memotong lilitan diam yang ada pada stator dan akan menghasilkan gaya gerak listrik GGL. Pada sistem kerjanya rotor yang ada pada generator ini akan diputar dengan menggunakan penggerak sebuah motor listrik yang dipasang terhubung langsung dengan rotor yang ada pada generator sehingga kecepatan putar bisa diatur dengan menggunakan pengatur kecepatan yang ada pada motor. Kemudian dengan pengaturan kecepatan yang ada pada motor kita dapat mengetahui kecepatan putaran rotor sehingga generator akan menghasilkan keluaran tegangan, arus dan daya.

Cara pengujian generator ini dapat dibuat blok diagramnya seperti pada gambar yang ada di bawah ini yang akan menunjukkan cara pengujian generator dimana akan diuji tegangannya saat generator terhubung tanpa beban dan berbeban dimana karakteristik generator akan terlihat dari variasi kecepatan motor.



Gambar 2. Blok diagram pengujian kerja generator.

Perancangan generator magnet permanen axial ini memiliki dua bagian utama yang perlu di desain secara baik dan benar yaitu pada bagian rotor dan stator. Bagian rotor dirancang dengan magnet permanen neodmium N35 dimana bagian ini akan diputar dengan penggerak mula yang terhubung langsung sehingga medan magnet akan memotong lilitan-lilitan kawat yang terpasang pada bagian stator sehingga generator akan menghasilkan listrik.

### 3.2 Perancangan Objek

Pada perancangan dan perhitungan desain dan dimensi bagian-bagian dari generator magnet permanen fluks axial dimana terlihat bagian dari tampak atas, tampak bawah dan tampak samping dari generator listrik. Perancangan generator listrik ini meliputi perancangan dimensi keseluruhan baik dimensi dari rotor dan stator.

#### a. Perhitungan Perancangan Generator

Beberapa hal terkait perhitungan perancangan generator magnet permanen seperti konfigurasi kecepatan putaran rotor generator yang di modelkan dengan kecepatan sebesar 1500 rpm terhadap frekuensi yang dibangkitkan sebesar 50 Hz, celah udara 15 mm dan pembangkitan tegangan yang ditentukan dari jumlah lilitan pada tiap-tiap kumparan yang terpasang pada stator sehingga terhitung pembangkitan GGL dari generator yang menggunakan magnet neodmium N35 adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan jumlah kutub (p) dan jumlah kumparan stator (Ns)

$$n = (120 \times f) / p$$
$$1500 = (120 \times 50) / p$$
$$p = 4 \text{ kutub magnet}$$

karena rangkaian ini adalah generator axial dengan 1 fase maka jumlah kutub magnetnya disamakan dengan jumlah kumparannya.

$p=N_s$

$N_s= 4$  kumparan

$N_s=$  Jumlah Kumparan

2. Perhitungan tegangan yang dihasilkan generator

- Parameter - parameter perhitungan tegangan generator

$B = 0,9$  T

$f = 50$  Hz

$A = 0,00049$  m<sup>2</sup> (luas permukaan kutub magnet)

$N = 100$  Lilitan

- Perhitungan dan hasil perhitungan tegangan keluaran generator

$$E= (4,44 \times f \times N \times \phi )/2$$

$$E=4,88$$
 V

3. Penentuan diameter kawat penghantar lilitan

Spesifikasi dari generator ini adalah dengan menggunakan kecepatan putaran rotor 1500 rpm pada frekuensi 50 Hz, dimana pada penentuan luas penampang kawat akan di tentukan berdasarkan tabel kuat hantar arus pada tabel berikut :

Tabel 1. Kuat hantar arus pada kawat [7]

No.	Penampang Kawat (mm <sup>2</sup> )	Kemampuan membawa Arus (Ampere)
1.	0,5	3
2.	0,75	12
3.	1	15
4.	1,5	18
5.	2,5	26
6.	4	34

Penampang kawat yang digunakan adalah 0,5 mm<sup>2</sup> dengan asumsi bahwa generator ini akan menghasilkan arus dibawah 3 A.

B. Perancangan desain Generator

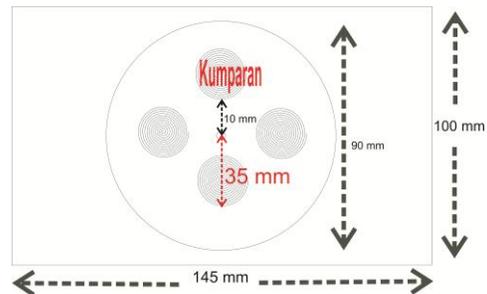
Pada perancangan ini menggunakan software Coreldraw dan Solidworks. Berikut ini akan ditampilkan gambar perancangan generator yang nantinya akan menyerupai generator yang akan di bangun dari bagian stator, rotor dan bentuk keseluruhan dari mini generator.

1. Stator

Pada bagian stator akan diperlihatkan tempat dimana lilitan kumparan diletakkan,

pada bagian perancangan stator akan diperlihatkan desain dan bentuk stator tampak depan dan samping yang nantinya akan menyerupai dengan bentuk stator yang akan dibuat.

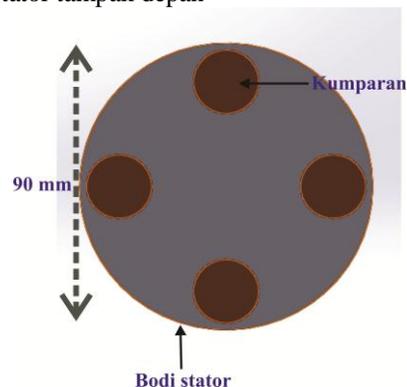
- Desain Stator



Gambar 3. Perancangan stator

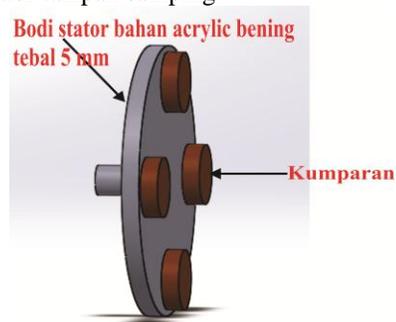
Bahan bodi stator terbuat dari akrilik yang berwarna bening. Tebal akrilik yang digunakan pada bodi stator adalah 5 mm. Jarak antar kumparan yang terletak pada stator adalah 15 mm.

- Stator tampak depan



Gambar 4. Stator terlihat dari depan

- Stator tampak samping



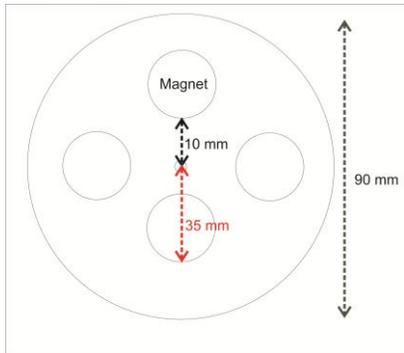
Gambar 5. Gambar 3D stator

2. Rotor

Pada bagian stator akan diperlihatkan tempat dimana magnet diletakkan, rotor ini

memiliki diameter 90 mm, sedangkan diameter magnetnya berukuran 25 mm per magnet dengan total 4 magnet dan kutubnya dipasang sesuai pada gambar di bawah ini. pada bagian perancangan rotor akan diperlihatkan Desain rotor, bentuk rotor tampak depan dan samping yang nantinya akan menyerupai dengan bentuk rotor yang akan dibuat.

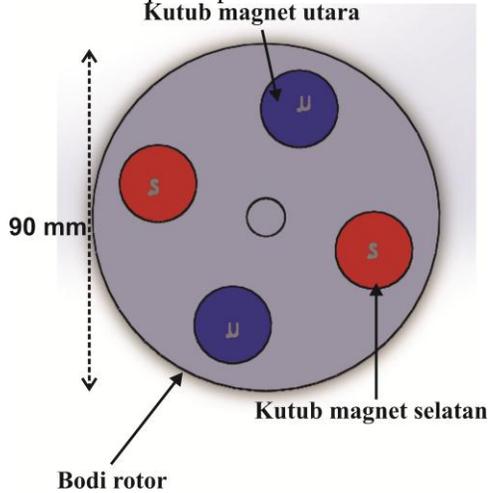
- Desain Rotor



Gambar 6. Perancangan rotor

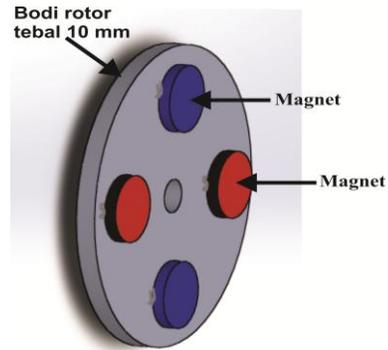
Bodi rotor ini terbuat dari bahan kayu. Tebal kayu yang digunakan untuk bodi rotor adalah 10 mm sedangkan diameternya 90 mm seperti yang tertulis pada gambar diatas. Jarak antar magnet yang terletak pada rotor adalah 15 mm.

- Rotor tampak depan



Gambar 7. Rotor yang terlihat dari bagian depan

- Rotor tampak samping

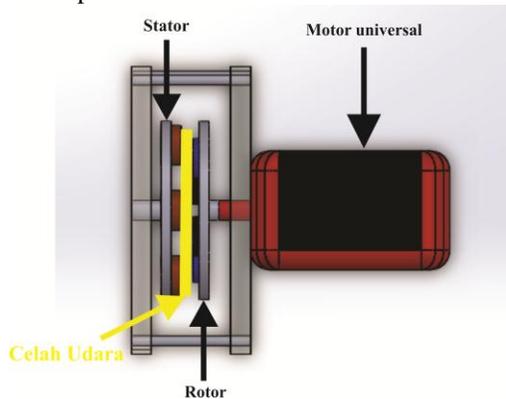


Gambar 8. Bentuk 3D rotor

### 3. Mini Generator

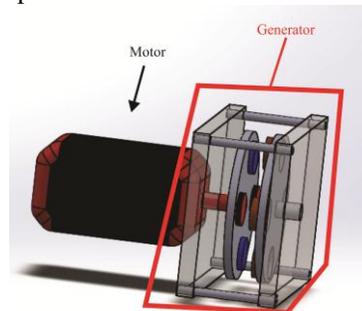
Perancangan model mini generator ini merupakan gabungan dari bagian-bagian keseluruhan dari mini generator yang dijadikan satu dengan penggerak mulanya. Berikut perancangan desain mini generator dengan penggerak mula tampak atas dan tampak keseluruhan :

- Tampak atas



Gambar 9. Mini generator tampak atas

- Tampak keseluruhan



Gambar 10. Bentuk 3D mini generator

Pada perancangan generator ini mempunyai celah udara sebesar 1,5 mm antara magnet

dan kumparannya. Hal ini berlaku untuk jarak antara semua magnet dan semua kumparannya. Generator ini di rangkai couple dengan penggerak mula pada bagian rotor generator. Penggerak mula yang digunakan adalah motor universal.

Spesifikasi dari desain mini generator ini ada pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Spesifikasi mini generator

No	Parameter	Lambang	Nilai
1.	Kerapatan Fluks Magnet	B	1,195 T
2.	Dimensi Magnet	D	25 mm
		T	5 mm
3.	Jumlah Kutub Magnet	P	4 Pole
4.	Celah Udara	$\Delta$	1,5 mm
5.	Jumlah Kumputaran	Ns	4
6.	Jumlah Fasa	Nph	1
7.	Jumlah Lilitan	N	100 lilitan
8.	Diameter Kawat	D	0.3 mm <sup>2</sup>
9.	Kecepatan Putar Generator	N	500 rpm
10.	Radius Luar Magnet	Ro	35 mm
11.	Radius Dalam Magnet	Ri	10 mm
12.	Frekuensi Tegangan	F	50 Hz
13.	Jarak Antar Magnet	Tf	15 mm
14.	Tegangan yang Dibangkitkan	E	4,88 V
15.	Dimensi Generator	L	80 mm
		T	100 mm
		P	145 mm

## 4. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Generator

Pengujian ini dilakukan untuk dapat memastikan generator bekerja dengan semestinya. pengujian ini akan dilakukan pada keluaran yang dihasilkan oleh generator terhadap perbandingan antara putaran generator dengan beban yang divariasikan.

Pengujian dilakukan dengan memasang seluruh komponen dari generator serta pengujian menggunakan variasi kecepatan putar rotor yang diputar oleh motor listrik dan pemasangan beberapa jenis beban untuk menguji karakteristik dari generator.

#### 4.1.1 Pengujian Generator Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keluaran generator pada saat tidak ada beban sehingga akan terlihat karakteristik murni dari keluaran generator. Pengujian ini akan dilakukan dengan variasi putaran rotor. Variasi putaran rotor yang akan diuji coba adalah 1300 rpm – 2000 rpm. Pengukuran dari pengujian ini menggunakan alat ukur Voltmeter. Berikut ini adalah hasil dari pengujian :

Tabel 3. Hasil Pengujian tanpa beban

Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)
1300	4,3	43,1
1400	4,6	47,6
<b>1500</b>	<b>4,8</b>	<b>50</b>
1600	4,9	53,2
1700	5,1	57,1
1800	5,3	60
1900	5,5	64,1
2000	5,7	67

#### 4.1.2 Pengujian Generator Dengan Beban

Pengujian ini dilakukan dengan putaran rotor 1500 rpm dengan frekuensi 50 Hertz sesuai dengan perhitungan putaran dan frekuensi generator. Generator akan diberikan beban 10 Ohm secara bertahap dan disusun secara parallel. Pada pengujian ini akan dilakukan pengukuran input motor dan output generator. Berikut ini adalah hasil dari pengujian :

Tabel 4. Hasil pengujian dengan generator berbeban

Generator			
Resistor (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
10	4.1	0.23	0.943
5	4.03	0.26	1.0478
3.33	3.92	0.28	1.0976
2.5	3.83	0.29	1.1107
2	3.75	0.295	1.1062
<b>1.66</b>	<b>3.71</b>	<b>0.31</b>	<b>1.1501</b>
1.42	3.68	0.305	1.1224

#### 4.2 Efisiensi

Efisiensi sistem merupakan nilai efisiensi dari gabungan generator dan motor universal yang terhubung dalam rangkaian uji coba generator. Cara mencarinya adalah dengan menggunakan hasil pengujian dari daya yang masuk ke motor dan keluaran daya generator :

$$E_{\text{total}} = \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya input}} \times 100 \%$$

Hasil perhitungan nilai efisiensi sistem yang di dapat 12 nilai hasil pengujian. Nilai efisiensi total ini menurun dengan bertambahnya beban yang diberikan pada keluaran generator. Nilai efisiensi yang terbesar adalah 6,548 % dari 12 nilai hasil pengujian. Sedangkan pada daya maksimalnya nilai efisiensi total adalah 6,045 %.

#### 4.3 Nilai Rugi-Rugi

Nilai Rugi-rugi daya ini merupakan nilai daya yang hilang pada keluaran generator terhadap daya yang masuk pada motor. Cara menghitung nilai rugi-rugi generator adalah dengan membandingkan nilai daya yang masuk dengan nilai daya keluarannya. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung nilai rugi-rugi generator :

$$\text{Daya}_{\text{losses}} = \frac{\text{Daya}_{\text{input}} - \text{Daya}_{\text{output}}}{\text{Daya}_{\text{input}}} \times 100 \%$$

Daya rata-rata yang hilang pada generator ini adalah sekitar 94,12 % dari 12 kali pengujian. Rugi-rugi daya ketika daya maksimal adalah sebesar 93,95 %. Nilai rugi-rugi daya ini merupakan gabungan nilai rugi-rugi yang terjadi pada rangkaian pengujian. Rugi-rugi yang terjadi pada rangkaian ini adalah rugi-rugi motor, rugi - rugi generator, dan rugi-rugi mekanik.

#### 4.4 Pembahasan Spesifikasi Generator Hasil Pengujian

Dengan mengacu pada desain yang direncanakan dan hasil percobaan generator dimana rating kecepatan dari generator beroperasi pada kecepatan 1500 rpm dan frekuensi 50 Hz dengan spesifikasi desain pada rating tegangan yang dihasilkan sebesar 4,8 V dengan tanpa beban. Sedangkan bila diberi beban dengan kecepatan putaran dan frekuensi sesuai desain dihasilkan data tegangan 4,1 V, Arus 0,23 A, dan Daya 0,943 Watt. Sedangkan daya maksimal atau daya

yang terbesar yang terjadi dari 12 kali percobaan adalah 1,15 Watt. Data hasil pengukuran dapat dianalisis untuk mengetahui seberapa besar nilai pengujian efisiensi generator dan analisis *drop* tegangan.

Tegangan yang dihasilkan oleh generator ini adalah sebesar 4,8 V dengan frekuensi dan kecepatan putaran sesuai spesifikasi desain yaitu 50 Hz dan 1500 rpm. Sedangkan ketika dilakukan pengujian dengan diberikan beban tegangan akan menurun menjadi 4,1 V. Hal ini menyatakan bahwa beban yang menyebabkan terjadinya *drop* tegangan. *Drop* tegangan generator ini sebesar 0,7 V, nilai ini di dapat dari selisih nilai antar tegangan tanpa beban dan tegangan diberi beban 10 Ohm, yaitu 4,8 V dikurangi dengan 4,1 V.

Tabel 5. Spesifikasi hasil pengujian

No	Parameter	Nilai
1	Tegangan yang dibangkitkan (V)	4,8 V
2	Arus saat daya maksimal (A)	0,31 A
3	Daya maksimal generator (P)	1,15 Watt
4	Efisiensi	6,548 %
5	Rugi-rugi daya	93,95 %
6	Frekuensi	50 Hz

#### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada mini generator magnet permanen fluks axial dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan yang dihasilkan generator adalah 4,8 V, sedangkan tegangan yang dibangkitkan pada perhitungan adalah 4,88 V
2. Generator menghasilkan tegangan 4,8 V saat tanpa beban, sedangkan pada saat berbeban 4,1 V mengalami penurunan 0,7 V.
3. Pada saat generator mencapai daya maksimal nilai tenggangannya adalah 3,71 V dan nilai arusnya 0.31 A.
4. Daya maksimal generator adalah 1,15 Watt.
5. Efisiensi generator pada saat mencapai daya maksimal adalah 6,548 %.
6. Nilai rugi-rugi generator pada saat mencapai daya maksimal adalah sebesar 93,95 %.

7. Cara membuat dan mendesain generator ini mudah, karena bahannya yang mudah didapat dan konstruksinya mudah dipahami.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

[1] D. W. Jati, "Perancangan Generator Fluks Aksial Putaran Rendah Magnet Permanen Jenis Neodyium dengan Variasi Celah Udara," Universitas Diponegoro, 2012.

[2] H. Prasetijo, "Prototipe Gnerator Magnet Permanen Axial AC 1 Fase Putaran Rendah Sebagai Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro," Universitas Jendral Soedirman, 2014.

[3] A. Kadir, "Pembangkit Tenaga Listrik," UIP, Jakarta, 2010.

[4] A. Kadir, "Mesin Induksi," Djambatan, Jakarta, 2007.

[5] Sumanto, "Mesin Sinkron," Andi Offset, Yogyakarta, 1992.

[6] [www.windandwet.com/windturbine/turbin-e2/alternator.php](http://www.windandwet.com/windturbine/turbin-e2/alternator.php)

[7] Katalog Kawat Email Mettakindo

*ace 12/10/16*