

## DAMPAK PENERAPAN KONSEP DESAIN MAGNETIC GEAR PADA PUTARAN GENERATOR

Normansyah

<sup>12</sup>Perawatan dan Perbaikan Mesin, Progam Studi Teknik Elektros, Politeknik Negeri Ketapang  
Email: [norman21.ismail@gmail.com](mailto:norman21.ismail@gmail.com)

### ABSTRACT

Alternating current electric generators are widely known in the world of electricity. All electric generators that until now were known to experts in this field require an increase in activation power because an electrical load is required from the electric generator. In other words, with the increase in the electrical load on the generator, the more power will be needed by the driver, whether it is fossil fuel generation, hydropower, or something else. The generator is an important component in the power plant. Generator is a design of an electric machine that can convert kinetic energy into electrical energy. The magnetic field will rotate in accordance with the direction of rotation when the generator gets a rotation from the outside which then results in electromagnetic induction in the coil.

In this process, obtain data by plunging directly into the location of the process of rolling generators or electric motors of mechanical and welding workshops. As well as getting other information about the problems contained in the field such as: determining the coil and the coil rolling process, being able to measure and knowing the strength of the coil current, being able to find out the turning process and drilling the main material of the generator.

So the impact of applying magnetic gear at a revolution of 375 rpm, the condition of the rotation of the generator without load. And the impact of applying magnetic gear at a revolution of 366 rpm, the condition of the generator rotation after loading. To reduce the increase in power required by the cruster due to the increase in the electrical load on the generator so that it can result in efficiency and reduce the cost of producing electrical energy in the generator.

**Keywords:** *Alternating Current, Back EMF, Magnetic Gear*

### ABSTRAK

Generator listrik arus bolak-balik sudah dikenal luas dalam dunia kelistrikan. Semua generator listrik yang sampai sekarang diketahui oleh para ahli dalam bidang ini memerlukan peningkatan daya pengaktifan karena beban listrik diperlukan dari generator listrik. Dengan kata lain, dengan bertambahnya beban listrik pada generator, maka akan semakin banyak daya yang dibutuhkan oleh penggerakannya, apakah itu pembangkit bahan bakar fosil, tenaga air, atau yang lainnya. Generator adalah komponen penting pada pembangkit listrik. Generator merupakan rancangan mesin listrik yang dapat mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Medan magnet akan berputar sesuai dengan arah putaran ketika generator mendapatkan putaran dari luar yang kemudian mengakibatkan terjadinya induksi elektromagnetik pada kumparan.

Pada proses ini memperoleh data dengan terjun langsung ke lokasi proses jasa penggulangan generator atau motor listrik bengkel mekanik dan las. Serta mendapatkan informasi lainnya tentang permasalahan yang terdapat dilapangan seperti : menentukan koil dan proses penggulangan kumparan, dapat mengukur dan mengetahui kuat arus kumparan, dapat mengetahui proses pembubutan dan pengeboran bahan utama generator.

Jadi dampak penerapan *magnetic gear* pada putaran 375 rpm, kondisi putaran generator tanpa beban. Dan dampak penerapan *magnetic gear* pada putaran 366 rpm, kondisi putaran generator sesudah berbeban. Untuk mengurangi peningkatan daya yang dibutuhkan oleh penggerak akibat dari penambahan beban listrik pada generator sehingga dapat mengakibatkan efisiensi dan mengurangi biaya produksi energi listrik pada generator tersebut.

**Kata Kunci:** *Arus Bolak-Balik, Back EMF, Magnetic Gear*

## 1. PENDAHULUAN

Generator listrik arus bolak-balik sudah dikenal luas dalam dunia kelistrikan. Semua generator listrik yang sampai sekarang diketahui oleh para ahli dalam bidang ini memerlukan peningkatan daya pengaktifan karena beban listrik diperlukan dari generator listrik. Dengan kata lain, dengan bertambahnya beban listrik pada generator, maka akan semakin banyak daya yang dibutuhkan oleh penggerakannya, apakah itu pembangkit bahan bakar fosil, tenaga air, atau yang lainnya. Generator adalah komponen penting pada pembangkit listrik. Generator merupakan rancangan mesin listrik yang dapat mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Medan magnet akan berputar sesuai dengan arah putaran ketika generator mendapatkan putaran dari luar yang kemudian mengakibatkan terjadinya induksi elektromagnetik pada kumparan.

Mesin memiliki jumlah kutub stator dan rotor yang berbeda, kopling magnetik membantu dalam mencapai kepadatan torsi yang lebih besar. Selain itu, jumlah kutub stator dan rotor harus ditentukan dengan mempertimbangan, yang terbentuk pada stator dan struktur stator dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori stator slot terbuka dengan gigi lurus dan belitan tumpang tindih, dan stator dengan belitan yang tidak tumpang tindih, lurus dari terbelah berperan sebagai. Dalam beberapa tahun terakhir dengan stator terbelah menarik lebih banyak perhatian karena panjang belitan ujung pendek dan akibatnya kehilangan tembaga yang rendah. Permukaan, gaya gerak magnet dari belitan dimodulasi oleh celah udara karena, kemudian medan magnet yang dihasilkan menghasilkan torsi keluaran dengan melakukan sinkronisasi dengan medan magnet akibat rotor. Dan manfaat dari generator ini adalah memiliki tingkat efisien yang lebih baik dibandingkan dengan generator dengan sistem eksitasi sumber AC.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam upaya proses penyelesaian laporan kegiatan ini meliputi:

Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penelitian melakukan identifikasi dengan menjelaskan apa masalah yang ditemukan dengan prosedur penelitian yang akan dilakukan.

### 2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses dilakukannya pengumpulan bahan-bahan yang diperlukan untuk perencanaan generator back electro motive force. Maka metode yang diperlukan dalam pengumpulan data ini diantaranya:

a. Observasi

Metode observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, mengenai permasalahan yang ditinjau. Pada proses ini penulis memperoleh data dengan terjun langsung ke lokasi proses jasa penggulangan generator atau motor listrik bengkel mekanik dan las. Serta mendapatkan informasi lainnya tentang permasalahan yang terdapat dilapangan seperti : Menentukan koil dan proses penggulangan kumparan. Dapat mengukur dan mengetahui kuat arus kumparan. Dapat mengetahui proses pembubutan dan pengeboran bahan utama generator. Hasil Rancangan dan perhitungan Yang di peroleh dalam proses perancangan dan perhitungan Generator.

### 2.2. Rancangan Desain dan Perhitungan

Membuat desain dan perhitungan daya teoritis dan perhitungan komponen generator lainnya yang akan dirancang. Setelah melakukan perhitungan dari komponen generator, apabila hasil perencanaan belum sesuai dengan kapasitas dari data beban, maka kembali pada studi literatur untuk melakukan pengumpulan data. Dan apabila hasil perencanaan sudah sesuai dengan data beban maka, lanjut pada kesimpulan dan selesai.

### 2.3. Kesimpulan

Pada proses ini merupakan proses terakhir dari proyek akhir ini, yaitu mengambil kesimpulan dari data perencanaan yang telah dilakukan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Konsep Magnetic Gear

Menurut K. Attallah (2001) konsep magnetic gear yang sudah berkembang sejauh ini berlaku persamaan. Kutub magnetik putaran rendah memiliki jumlah magnet yang banyak, sedangkan kutub magnet putaran tinggi memiliki jumlah magnet yang sedikit.

1) Sistem putaran berlawanan arah

$$P_m = P_L + P_h \dots \dots \dots (14)$$

2) Sistem putaran searah

$$P_m = P_L - P_h \dots \dots \dots (15)$$

Dimana:

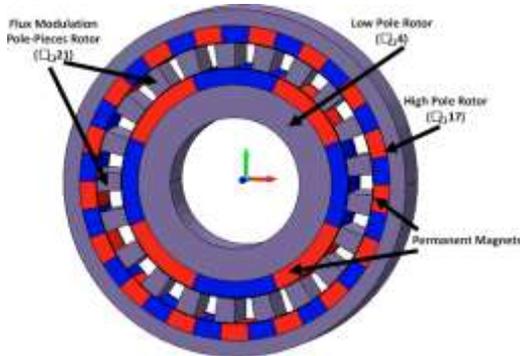
$P_m$  = Jumlah pole Modulator

$P_L$  = Jumlah pasangan kutub putaran rendah

$P_h$  = Jumlah Pasangan Kutub Putaran tinggi

Kutub magnet putaran rendah memiliki jumlah magnet yang banyak, sedangkan kutub magnet putaran tinggi memiliki jumlah magnet

yang sedikit, pole modulator berada diantara  $ph$  dan  $pl$



Gambar 2.1 Konsep magnetic gear

### 3.2. Magnetic Gear Generator

Dalam konsep magnetic gear generator berlaku dua persamaan yang berdampak pada gear magnetik tersebut yaitu:

#### a.. Putaran Generator

Secara umum putaran generator akan memiliki persamaan berikut:

Dimana:

$n$  = Putaran Rotor (rpm)  $f$  = Frekuensi (Hz)

$p$  = Jumlah Kutub Magnetik

#### b. Efek Magnetic Gear

Jika pada sebuah generator diterapkan konsep magnetic gear, maka perlu ditambahkan pole modulator pada generator tersebut yang ditempatkan antara kutub magnet dan kumparan. Dalam hal ini yang berlaku sebagai rotor bisa untuk magnet ataupun pole modulator. Jika pole modulator yang diputar maka perbandingan gear atau gear rasio dari pole modulator dan kutub magnet ( $ph$ ) akan memenuhi persamaan berikut:

$$Gr = \frac{pm}{ph}$$

Dimana :

$Gr$  = Gear Rasio Generator

$Ph$  = Jumlah Pasangan Kutub Magnet

$Pm$  = Jumlah Pole Modulator

Sehingga putaran generator akan dipengaruhi oleh gear rasio ( $Gr$ ) dari persamaan umum:

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

$$n = \frac{120 \cdot f}{Gr \cdot p}$$

Dalam rancangan generator ini terdapat beberapa bagian utama komponen yang menjadi penting yaitu:

#### 1. Stator

Dalam rancang bangun generator ini terdapat 2 komponen stator, yaitu:

##### a). Medan Magnet Permanen

Menurut Elco Maghfira Arfi Harahap (2020) magnet permanen yang digunakan dalam Proyek Akhir ini adalah jenis Neodymium, dengan ukuran Tebal 5 mm, lebar 10 mm, tinggi 20 cm sebanyak 720 buah yang disusun sedemikian rupa membentuk 4 kutub magnet dengan susunan U-S-U-S.



Gambar 3.1 Magnet Permanen Neodymium

##### b). Kumparan

Kumparan pada generator ini terdiri dari 12 buah kumparan yang menggunakan kawat tembaga ukuran diameter 1,4 mm yang dililitkan sebanyak 45 lilitan masing-masing pada inti besi kumparan. Kumparan menggunakan lilitan 1 fasa yang dikondisikan menjadi 4 kutub kumparan sesuai dengan jumlah kutub pada stator magnet permanen.



Gambar 3.2 Inti Besi dan Kumparan

#### 2. Pole Modulator/rotor

Pole Modulator merupakan bagian yang berputar pada generator yang ditempatkan pada posisi

antara magnet permanen dengan kumparan. Modulator memiliki ukuran, tebal 10 mm yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk 8 kutub modulator (Pole Modulator).



Gambar 3.3 Pole Modulator

### 3. Motor Penggerak

Motor Penggerak ini berfungsi sebagai alat bantu untuk memutar generator pada saat pengujian dan pengukuran. Motor penggerak yang digunakan dengan kapasitas daya 1Hp serta 750 watt, 1 fasa 1450 rpm.



Gambar 3.4 Motor penggerak

### 4. Tranmisi Mekanik

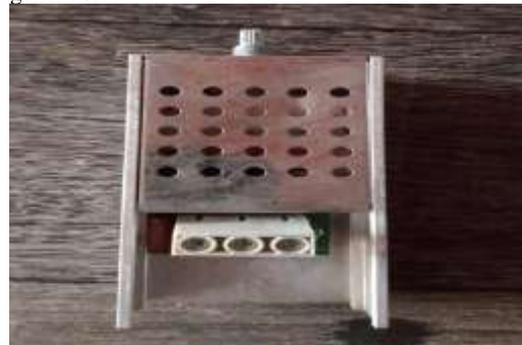
Transmisi mekanik yang digunakan adalah jenis V-Belt dan Pulley. Pada motor penggerak menggunakan ukuran 3 inch, dan pada generator menggunakan ukuran 12 Inch.



Gambar 3.5 Pully/Tranmisi Mekanik

### 5. Speed Controller

Speed controller atau penyalur kecepatan putaran motor Penggerak untuk memberikan variasi putaran pada saat pengujian dan pengukuran generator.



Gambar 3.6 Speed Controller

### 6. Rancangan Desain Generator

Dalam rancang bangun ini sebelum proses pembuatan dan perakitan hal utama menjadi bahasan adalah rancangan desain alat yang akan dibangun. Adapun yang menjadi pokok rancangan dapat dirangkum dalam tabel berikut;

Tabel 4.1 Rangkuman Parameter Rancangan Generator

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Daya Keluaran	2000	Watt
2	Tegangan Induksi	220	Volt
3	Fasa	1	Phasa
4	Frekuensi	50	Hz
5	Kecepatan	375	rpm

### 7. Spesifikasi Teknis Generator

Adapun spesifikasi teknis dalam rancang bangun generator ini dapat dirangkum pada tabel spesifikasi berikut ini;

Tabel 4.2 Spesifikasi Teknis Generator

NO	Parameter	Nilai	Satuan/Symbol
1.	Diameter dalam silinder	242	mm/D

2.	Jarak celah udara	1	mm/σ
3.	Radius luar magnet	125	mm/Ro
4.	Radius dalam magnet	115	mm/Ri
5.	Jarak antar kutub		Rf
6.	Panjang magnet	100	Mm/Pm
7.	Lebar magnet		L
8.	Ketebelan magnet	10	Mm/Lm
9.	Kerapan fluks	0,2	T/Br
10.	Jumlah kutub magnet	4	Kutub/p
11.	Jumlah kumparan	12	Kumparan/ Ns
12.	Jumlah Fasa	1	Phasa
13.	Jumlah Modulator	8	Kutub/Pm

#### 4.7 Perhitungan Magnetic Gear Generator

##### a. Putaran Generator

Secara umum putaran generator akan memenuhi persamaan berikut:

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

Dimana:

n = Putaran Rotor (rpm)

f = Frekuensi (Hz)

p = Jumlah Kutub Magnetik

Pada Penelitian ini frekuensi yang digunakan adalah frekuensi standar yaitu 50 Hz dan kutub magnet yang digunakan adalah 4 kutub, sehingga:

$$n = \frac{120 \cdot 50}{4}$$

$$n = 1.500 \text{ rpm}$$

#### 8. Efek Magnetic Gear

Generator ini menggunakan konsep magnetic gear yang menggunakan pole modulator sejumlah 8 kutub, sehingga putaran generator tidak lagi didasarkan pada jumlah kutub magnet tetapi dipengaruhi oleh jumlah pole modulator yang dipasang, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$n = \frac{120 \cdot f}{Gr \cdot p}$$

$$Gr = \frac{pm}{ph!}$$

Dimana :

Gr = Gear Rasio Generator

Ph = Jumlah Pasangan Kutub Magnet

Pm = Jumlah Pole Modulator

p = Jumlah Kutub Magnetik

Diketahui:

Ph = 4/2 = 2 Pasang

Pm = 8 Kutub

Maka:

$$Gr = \frac{pm}{ph!}$$

$$Gr = \frac{8}{2!} = 4$$

Sehingga:

$$n = \frac{120 \cdot f}{Gr \cdot p}$$

$$n = \frac{120 \cdot 50}{4 \cdot 4}$$

$$n = \frac{6000}{16}$$

$$n = 375 \text{ rpm}$$

Jadi dampak penerapan magnetic gear pada putaran 375 rpm, kondisi putaran generator tanpa beban. Dan dampak penerapan magnetic gear pada putaran 366 rpm, kondisi putaran generator sesudah berbeban.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data-data survey lapangan dan hasil analisis dan perhitungan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Untuk mengurangi peningkatan daya yang dibutuhkan oleh pengerak akibat dari penambahan beban listrik pada generator sehingga dapat mengakibatkan efesiensi dan mengurangi biaya produksi energi listrik pada generator.
- 2) Hasil pengujian generator ini batas idealnya 200 μF, sedangkan dibawah 200 μF dan diatas 200 μF tegangan kurang baik. Namun, dilakukan pengujian pada setiap kapasitor untuk mengetahui tegangannya.
- 3) Dampak pemilihan magnet menjadi faktor utama dalam pembentukan fluks magnetik, magnet neodmium harus diukur dengan tesla meter.
- 4) Untuk depannya generator ini perlu dikembangkan lagi untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Irasari, Pudji. 2008. Metode Perancangan
- [2]. Generator Magnet Permanen Berbasis Pada Dimensi Stator Yang Sudah Ada. LIPI: Bandung.
- [3]. Elco Maghfira Arfi Harahap<sup>1</sup>), Iswadi Hasyim Rosma<sup>2</sup>), Amir Hamzah<sup>3</sup>)  
1)Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, 2, 3)Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293.
- [4]. Adrian Augustin, dkk. “ Generator sinkron magnet permanen fluks aksial vs. fluks radial untuk aplikasi turbin angin mikro ”. ISBN EPE'13 ECCE Eropa: 978-90- 75815-17-7 dan 978-1-4799-0114-2.
- [5]. McGilton, B., Crozier, R., McDonal, A., and Mueller, M., “Review of Magnetic Gear Technologies and Their Applications in Marine Energy,” IET Renewable Power Generation Conference, IET, December 201.
- [6]. Frandsen, T.v., Rasmussen P.O., and Jensen K.K., “Improved Motor Integrated Permanent Magnet Gear for Traction Applications,” 2012 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE).
- [7]. Jian, L., Chau, K.T., and Jian, J.Z., “An Integrated Magnetic-Geared Permanent- Magnet In-Wheel Motor Drive for Electric Vehicles,” IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, IEE, September 3-5, 2008.
- [8]. K. Atallah and D. Howe, “A novel high-performance magnetic gear,” IEEE Trans. Magn., 2001, Vol. 37, No. 4, pp. 2844-2846, 2001.