



PERANCANGAN GENERATOR MAGNET PERMANEN SATU PHASA TIPE AXIAL KECEPATAN RENDAH

Muhammad Rezki Khair¹, Andi Sofyan², Anggun Anugrah³,
Zuriman Anthony⁴, Zulkarnaini⁵

¹⁻⁵Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang,
Jl. Gajah Mada, Kampus Institut Teknologi Padang, Nanggalo, Padang, Indonesia - 25173
12020310054.muhammad@itp.ac.id

Abstrak

Artikel ini membahas perancangan dan pembuatan generator magnet permanen satu phasa tipe axial kecepatan rendah yang bertujuan meningkatkan efisiensi konversi energi dari sumber daya alam menjadi listrik, terutama untuk pembangkit listrik tenaga angin skala kecil. Generator ini menggunakan prinsip kerja generator magnet permanen sinkron (PMSG), yang tidak memerlukan sikat atau trafo pada rotor, sehingga mengurangi perawatan dan biaya operasional. Penelitian ini mengungkapkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh generator dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah lilitan stator, kuat medan magnet, luas permukaan stator, dan kecepatan putar rotor. Pada uji coba, generator berhasil menghasilkan tegangan 183,3 volt pada kecepatan 500 rpm dengan frekuensi 50 Hz. Nilai medan magnet yang dihasilkan tercatat sebesar 2,766 Tesla, menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam menghasilkan energi listrik pada kecepatan rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa generator magnet permanen tipe axial kecepatan rendah memiliki potensi besar untuk digunakan dalam aplikasi pembangkit listrik skala kecil. Dengan desain yang efisien dan bebas dari komponen yang memerlukan perawatan rutin, generator ini bisa menjadi solusi yang efektif untuk pemanfaatan energi terbarukan dari sumber daya alam, seperti angin.

Kata kunci: Motor, Magnet Permanen, Stator, Rotor

Article History

Received: December 2024
Reviewed: December 2024
Published: January 2025

Plagiarism Checker No 234
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under
a [Creative Commons
Attribution-NonCommercial
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Permasalahan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat di tengah menipisnya sumber daya energi fosil, seperti minyak dan batubara, telah mendorong upaya pencarian solusi energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan efisien (Asy'ari, Aji and Candra, 2013). Salah satu teknologi yang banyak diperhatikan adalah penggunaan generator magnet permanen, yang dianggap mampu menjadi alternatif pembangkit listrik, terutama dalam skala kecil dan menengah. (Haqq, Hardianto and Sujanakro, 2020). Generator magnet permanen memiliki keunggulan berupa efisiensi tinggi, stabilitas daya, serta bebas dari emisi berbahaya,

cocok digunakan dalam sistem pembangkit listrik dengan kecepatan rendah, yang semakin relevan dengan kebutuhan di wilayah terpencil atau daerah dengan akses terbatas ke jaringan listrik konvensional. (Amin, Prihandono and Harijanto, 2022). Oleh karena itu, pengembangan generator magnet permanen menjadi solusi potensial dalam memenuhi kebutuhan energi yang lebih berkelanjutan dan hemat biaya. (Iwanda *et al.*, 2016)

Selain keunggulan di atas, energi daya listrik terbatas sejauh kemampuan magnet dalam membentuk medan magnet, sehingga tidak cocok digunakan untuk skala besar, maka dari itu, generator magnet permanen hanya dapat digunakan untuk skala kecil seperti skala rumahan (Supardi, Budiman and Khairudin, 2016). Diharapkan dapat ditemukan metode baru yang dapat meningkatkan kinerja generator magnet permanen dapat beroperasi dengan kinerja yang lebih baik.

Generator magnet permanen yang digunakan adalah generator tipe magnet permanen fluks axial (GMPFA). Generator dengan tipe ini dipilih karena memiliki desain sederhana, sehingga pembuatannya akan lebih mudah dibandingkan dengan jenis generator lainnya dan memudahkan untuk menempatkan magnet serta lilitan yang cukup ringan sehingga mudah disesuaikan dengan kebutuhan (Kurniawati, 2017).

2. METODOLOGI

2.1. Deskripsi Penelitian

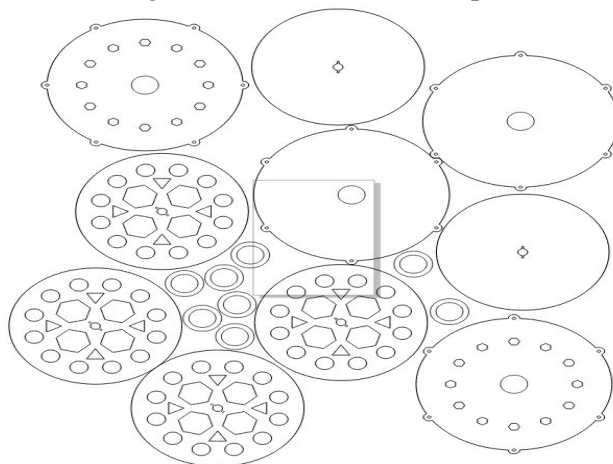
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perancangan dan pembuatan generator magnet permanen axial kecepatan rendah 1 phasa.

2.2. Data Yang Dibutuhkan

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu:

1. Tegangan Keluaran: 230 volt
2. Frekuensi Keluaran : 50 – 100 Hz
3. Putaran: 500 rpm

Rancangan Desain Generator Tipe Axial



Gambar 1. Rancangan Desain Generator Tipe Axial



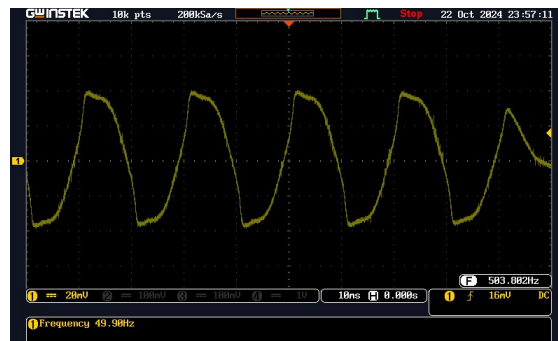
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Generator Axial Flux 1 Phasa Dengan 12 Kumbaran Pada Multimeter Dan Osiloskop



Gambar 2. gambar grafik tegangan generator magnet permanen tipe axial tanpa beban

3.1.1. Pengujian Pada kumparan 1



Gambar 3 grafik dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

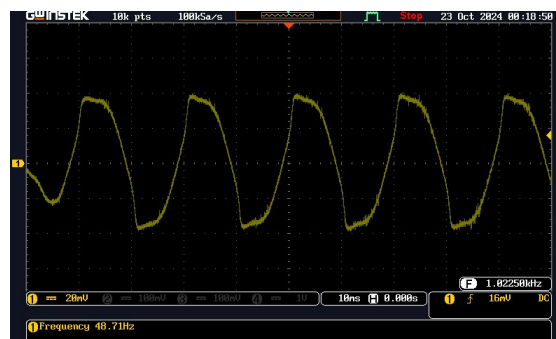
$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega} \\ &= \frac{18,3}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{66,106}{18,3} \\ &= 0,276 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= B \cdot A \cdot N \cdot \omega \\ &= 0,276 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 18,175 \text{ V}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.276 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 18,175 v.

3.1.2. Pengujian Pada Kumparan 2



Gambar 4 grafik dari hasil percobaan



$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm} \\ \omega &= \frac{N 2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$

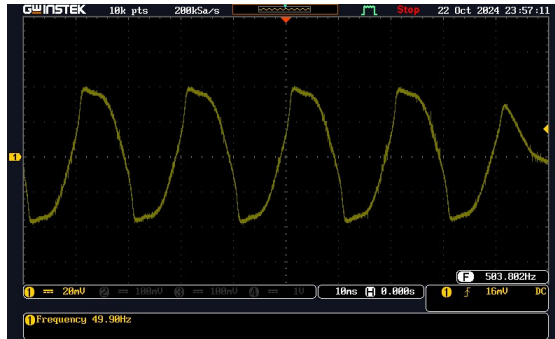
$$\begin{aligned}B &= \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega} \\ &= \frac{19,5}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{19,5}{66,106} \\ &= 0,294 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= B \cdot A \cdot N \cdot \omega \\ &= 0,294 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 19,361 \text{ V}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.294 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 19,361 v.



3.1.3. Pengujian Pada Kumparan 3



Gambar 5 grafik dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$



$$B = \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega}$$

$$= \frac{20,9}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333}$$

$$= \frac{66,106}{52,333}$$

$$= 0,316 \text{ T}$$

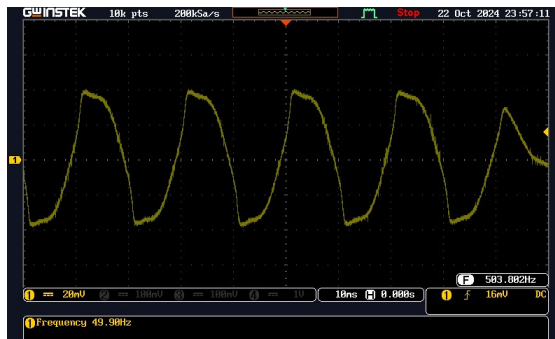
$$V = B \cdot A \cdot N \cdot \omega$$

$$= 0,316 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333$$

$$= 20,809 \text{ V}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.316 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 20,809 v.

3.1.4. Pengujian Pada Kumparan 4



Gambar 6 grafik dari hasil percobaan

$$\omega = 2\pi f$$

$$= 2 \times 3,14 \times 50$$

$$= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$= \frac{314}{2 \times 3,14}$$

$$= \frac{314}{6,28}$$

$$= 50 \text{ Hz}$$



$$N = f \frac{120}{p}$$

$$= 50 \frac{120}{12}$$

$$= 500 \text{ rpm}$$

$$\omega = \frac{N2\pi}{60}$$

$$= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60}$$

$$= \frac{3140}{60}$$

$$= 52,333 \text{ rad/s}$$

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 0,0085^2$$

$$= 0,000226 \text{ m}^2$$

$$B = \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega}$$

$$= \frac{24,2}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333}$$

$$= \frac{24,2}{66,106}$$

$$= 0,366 \text{ T}$$

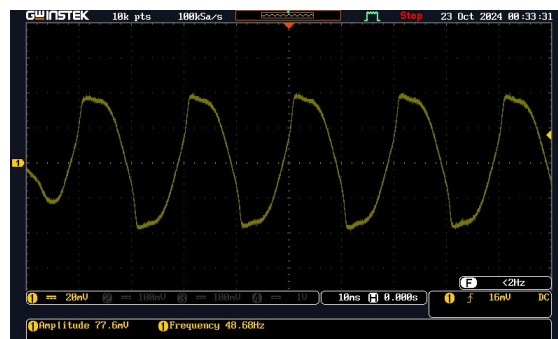
$$V = B \cdot A \cdot N \cdot \omega$$

$$= 0,366 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333$$

$$= 24,102 \text{ V}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai – nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.366 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 24,102 v.

3.1.5. Pengujian Pada Kumparan 5



Gambar 7 grafik dari hasil percobaan



$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N 2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega} \\ &= \frac{12,8}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{12,8}{66,106} \\ &= 0,193 \text{ T}\end{aligned}$$

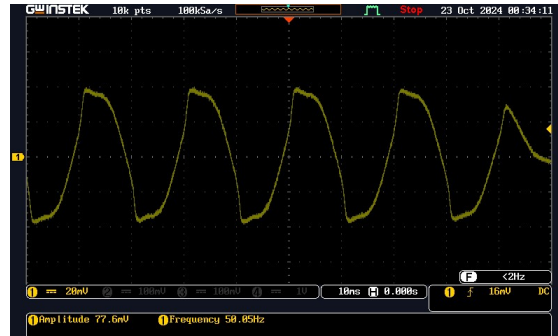
$$\begin{aligned}V &= B \cdot A \cdot N \cdot \omega \\ &= 0,193 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 12,709 \text{ V}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.193 T dan nilai tegangan yang



dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 12,709 v.

3.1.6. Pengujian Pada Kumparan 6



Gambar 8 grafik dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{rad}{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$



$$B = \frac{V}{\frac{A \cdot N \cdot \omega}{12,8}}$$

$$= \frac{0,000226 \times 5.568 \times 52,333}{12,8}$$

$$= \frac{66,106}{12,8}$$

$$= 0,193 \text{ T}$$

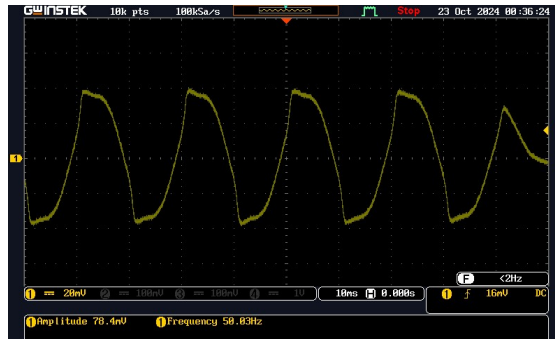
$$V = B \cdot A \cdot N \cdot \omega$$

$$= 0,193 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333$$

$$= 12,709 \text{ V}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.193 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 12,709 v.

3.1.7. Pengujian Pada Kumparan 7



Gambar 9 grafik dari hasil percobaan

$$\omega = 2\pi f$$

$$= 2 \times 3,14 \times 50$$

$$= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$= \frac{314}{2 \times 3,14}$$

$$= \frac{314}{6,28}$$

$$= 50 \text{ Hz}$$

$$N = f \frac{120}{p}$$

$$= 50 \frac{120}{12}$$

$$= 500 \text{ rpm}$$



$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

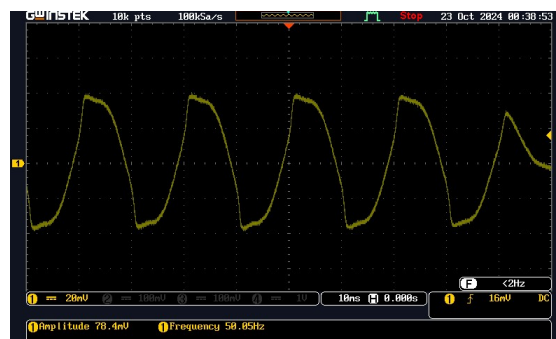
$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \frac{V}{A.N.\omega} \\ &= \frac{12,6}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{66,106}{12,6} \\ &= 0,190 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= B.A.N.\omega \\ &= 0,190 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 12,512 \text{ V}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.190 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 12,512 v.

3.1.8. Pengujian Pada Kumparan 8



Gambar 10 grafik dari hasil percobaan



$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N 2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega} \\ &= \frac{12,6}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{12,6}{66,106} \\ &= 0,190 \text{ T}\end{aligned}$$

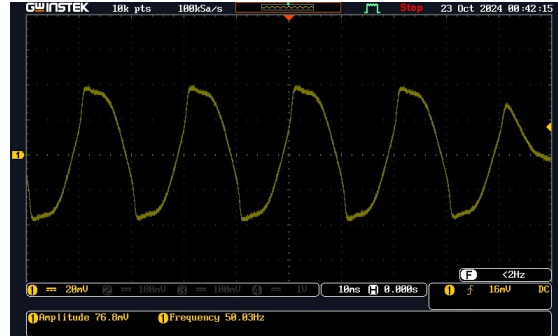
$$\begin{aligned}V &= B \cdot A \cdot N \cdot \omega \\ &= 0,190 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 12,512 \text{ V}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai – nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.190 T dan nilai tegangan



yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu fasa tipe axial yaitu 12,512 v.

3.1.9. Pengujian Pada Kumparan 9



Gambar 11 grafik dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{rad}{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$



$$B = \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega}$$

$$= \frac{12,4}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333}$$

$$= \frac{66,106}{52,333}$$

$$= 0,187 \text{ T}$$

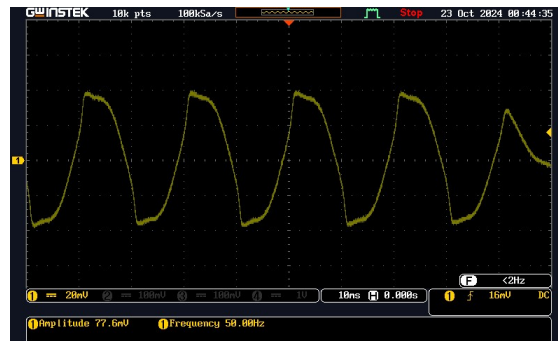
$$V = B \cdot A \cdot N \cdot \omega$$

$$= 0,187 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333$$

$$= 12,314 \text{ V}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.187 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 12,314 v.

3.1.10. Pengujian Pada Kumparan 10



Gambar 12 grafik dari hasil percobaan

$$\omega = 2\pi f$$

$$= 2 \times 3,14 \times 50$$

$$= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$= \frac{314}{2 \times 3,14}$$

$$= \frac{314}{6,28}$$

$$= 50 \text{ Hz}$$

$$N = f \frac{120}{p}$$

$$= 50 \frac{120}{12}$$

$$= 500 \text{ rpm}$$



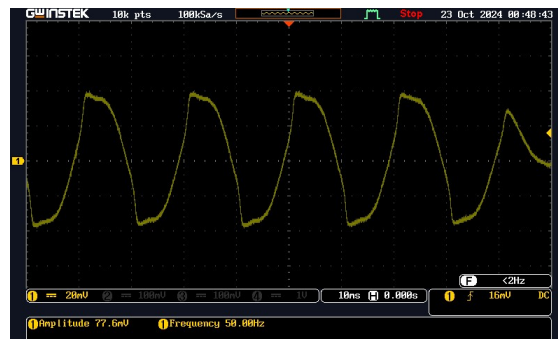
$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2 \\ B &= \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega} \\ &= \frac{12,7}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{66,106}{12,7} \\ &= 0,192 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= B \cdot A \cdot N \cdot \omega \\ &= 0,192 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 12,644 \text{ V}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.192 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 12,644 v.

3.1.11. Pengujian Pada Kumparan 11



Gambar 13 grafik dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{N 2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

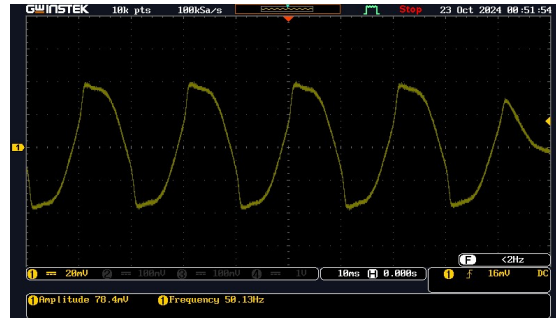
$$\begin{aligned} B &= \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega} \\ &= \frac{12,5}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333} \\ &= \frac{12,5}{66,106} \\ &= 0,189 \text{ T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= B \cdot A \cdot N \cdot \omega \\ &= 0,189 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333 \\ &= 12,446 \text{ V} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.189 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 12,446 v.



3.1.12. Pengujian Pada Kumparan 12



Gambar 14 grafik dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2 \times 3,14 \times 50 \\ &= 314 \frac{rad}{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{314}{2 \times 3,14} \\ &= \frac{314}{6,28} \\ &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= f \frac{120}{p} \\ &= 50 \frac{120}{12} \\ &= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{N2\pi}{60} \\ &= \frac{500 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= \frac{3140}{60} \\ &= 52,333 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0085^2 \\ &= 0,000226 \text{ m}^2\end{aligned}$$



$$B = \frac{V}{A \cdot N \cdot \omega}$$

$$= \frac{11,9}{0,000226 \times 5.568 \times 52,333}$$

$$= \frac{66,106}{11,9}$$

$$= 0,180 \text{ T}$$

$$V = B \cdot A \cdot N \cdot \omega$$

$$= 0,180 \times 0,000226 \times 5568 \times 52,333$$

$$= 11,853 \text{ V}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui nilai kecepatan sudut sebesar 314 rad/s, frekuensi 50 Hz, kecepatan 500 rpm, kecepatan sudut rotasi 52,333 rad/s, luas penampang 0,000226 m², dengan didapatkan nilai-nilai tersebut maka, diperoleh medan magnet maka medan magnet yang dihasilkan bernilai 0.180 T dan nilai tegangan yang dihitung sesuai dengan nilai tegangan yang dilakukan pada pengujian generator magnet permanen satu phasa tipe axial yaitu 11,853 v.

No	Frekuensi (Hz)	Tegangan Pengujian (V)	Tegangan Perhitungan (V)
1	50	18,3	18,175
2	50	19,5	19,361
3	50	20,9	20,809
4	50	24,2	24,102
5	50	12,7	12,709
6	50	12,8	12,709
7	50	12,8	12,709
8	50	12,6	12,512
9	50	12,4	12,314
10	50	12,7	12,644
11	50	12,5	12,446
12	50	11,9	11,853

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka nilai tegangan yang teruji dengan nilai yang dihitung dengan rumus, memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai teruji untuk mempermudah membandingkan hasil yang telah dilakukan dapat dilihat dari grafik berikut:



PERBANDINGAN NILAI TEGANGAN TERUJI DAN TERUKUR



Gambar 15. Grafik Perbandingan Tegangan Teruji Dan Terukur

4. KESIMPULAN

Pada perancangan generator magnet permanen satu phasa tipe axial kecepatan rendah menggunakan magnet permanen *Neodymium Iron Boron* (NdFeB) dengan kutub berlawanan (N-S) Tegangan yang dihasilkan oleh generator magnet permanen tipe axial putaran rendah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah lilitannya, kuat medan magnet, luas permukaan stator, kecepatan putar rotor.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, D., Prihandono, T. and Harijanto, A. (2022) 'Analisis Lost Energy Pada Overunity Generator Magnet Permanen Dengan Prototipe Dinamo Jenis Fluks Radial', *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(1), p. 28. Available at: <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i1.30638>.
- Asy'ari, H., Aji, D.Y. and Candra, F.S. (2013) 'Desain Generator Tipe Axial Kecepatan Rendah Dengan Magnet Permanen', *Jurnal Emitter*, 13(2), pp. 66–70.
- Haqq, G.A., Hardianto, T. and Sujanarko, B. (2020) 'Rancang Bangun Generator Permanen Magnet Satu Fasa Dengan Daya 50 Watt Tipe Fluks Aksial Dual Rotor', *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 6(1), p. 6. Available at: <https://doi.org/10.19184/jaei.v6i1.16775>.
- Iwanda, P.S. et al. (2016) 'PERENCANAAN GENERATOR AXIAL FLUKS MAGNET PERMANEN JENIS NEODYMIUM (NdFeB) TANPA INTI STATOR Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)', *Jurnal Elektrikal*, 3(2), pp. 23–30.
- Kurniawati, P. (2017) 'PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GENERATOR TIPE MAGNET PERMANEN FLUKS AXIAL Tugas', *Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 01, pp. 1–7.
- Supardi, A., Budiman, A. and Khairudin, N.R. (2016) 'Pengaruh Kecepatan Putar dan Beban terhadap Keluaran Generator Induksi 1 Fase Kecepatan Rendah', *Emitter: Jurnal Teknik Elektro*, 16(1), pp. 26–31. Available at: <https://doi.org/10.23917/emitor.v16i1.2680>.