

## PERANCANGAN PROTOTIPE GENERATOR AXIAL MAGNET PERMANEN 3 PHASE

<sup>(1)</sup>Muhammad Suprpto, <sup>(2)</sup>Firda Herlina

<sup>(1)(2)</sup>Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB  
Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayu Tangi, Banjarmasin  
Email: *muhammadsuprpto13@gmail.com*, *tanyafirda@gmail.com*

### ABSTRAK

Generator axial magnet permanen memiliki banyak kelebihan diantaranya bentuk konstruksinya yang mudah dibuat, dan bisa beroperasi pada putaran yang relatif rendah dan tidak memerlukan tegangan mula DC sebagai pembentuk awal magnet. Pada penelitian ini analisis generator dilakukan dengan metode eksperimen dengan melakukan variasi putaran dan celah udara pada genrator, kemudian hasil tegangan pengukuran genrator akan di bandingkan dengan hasil perhitungan tegangan induksi generator. Dimana tegangan tertinggi yang di hasilakan pada pengjian sebesar 45.18 volt pada Celah udara 0.0010 m dan hasil tertinggi pada perhitungan 53.73 volt pada celah udara 0.0010 m. nilai terendah pada pengujian 27.30 volt dan pada perhitungan 32.24 volt pada variasi celah udara 0.0030 m. Penurunan hasil tegangan generator pada saat pengujian dipengaruhi oleh akurasi dalam perakitan generator, akurasi alat ukur yang digunakan, kondisi tidak ideal pada generator dan rugi-rugi.

**Kata Kunci** : *Generator, Magnet Permanen, Tegangan, Celah Udara*

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki masalah energi, terutama tenaga listrik. Krisis ini terjadi dimana-mana, tidak hanya di kota-kota kecil bahkan kota-kota besar juga mengalami krisis. Tenaga listrik kini menjadi kebutuhan dasar kehidupan manusia, hidup kita bergantung pada tenaga listrik (Hariyotejo Pujowidodo, dkk )

Penerapan teknologi tinggi sebagai langkah optimalisasi hasil dari sistem pembangkit listrik dengan energi terbarukan merupakan bentuk bayaran kompensasi terhadap kecilnya debit energi yang dihasilkan. Kita tahu bahwa debit energi yang dihasilkan dari pembangkit energi terbarukan relatif lebih kecil dibandingkan dengan debit energi dari sumber tak terbarukan (Holmes. A. 2005)

Generator dengan menggunakan magnet permanent sangat efisien untuk digunakan keperluan kincir angin atau air karena mampu bekerja baik pada kecepatan putar yang rendah (hasyim Asyari, dkk 2013). Dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia terhadap energi listrik dan salah satu permasalahan negara Indonesia adalah kerisis energi listrik. Ada banyak sekali sumber daya primer alam yang terbarukan dan bisa digunakan untuk menghasilkan energi mekanik berupa putaran yang rendah, oleh karena itu perlu pengembangan generator yang mampu menghasilkan tegangan dengan putaran yang relatif rendah. Generator yang banyak tersedia di pasaran biasanya berjenis *high speed induction* generator yang membutuhkan putaran tinggi dan juga membutuhkan energi listrik awal untuk membuat medan magnetnya. Oleh

karena itu perancangan prototipe generator magnet permanen putaran rendah sangat diperlukan untuk mengkonversikan energi yang dihasilkan dari energi mekanis.

Generator magnet permanen dipilih karena tidak memerlukan arus eksitasi DC serta sistem pemeliharaan yang relatif mudah sehingga berpotensi diterapkan pada pembangkit listrik tenaga piko hidro head rendah. Jenis magnet permanen yang digunakan adalah NdFeb (Hari Prasetijo 2015).

Pada penelitian yang sudah ada Stator terdiri dari 12 gulungan kawat (koil) yang dibagi 3 fasa dan masing-masing koil memiliki 100 gulungan kawat tembaga. Ada dua rol yang terbuat dari baja dan masing-masing terdiri dari 12 magnet permanen (Hariyotojo Pujowidodo, dkk).

Generator yang tersedia banyak dipasaran biasanya berjenis *high speed induction generator* dimana pada generator jenis ini membutuhkan putaran tinggi dan juga membutuhkan energi listrik awal untuk membuat medan magnetnya. Sedangkan pada penggunaan kincir angin/listrik dibutuhkan generator yang berjenis *low speed* dan tanpa energi listrik awal, karena biasanya ditempatkan di daerah-daerah yang tidak memiliki aliran listrik. Oleh sebab itulah, kami mengembangkan generator mini yang bisa digunakan pada kincir angin/air ataupun sumber penggerak yang lainnya.

Generator yang dibuat haruslah murah, mudah dibuat, mudah perawatannya, *low speed*, *high torque* serta bisa dikembangkan (*scaled up*) generator mini dengan menggunakan permanent magnet berjenis *rare magnet* (NdFeB), *axial flux*

**METODE PENELITIAN**

Metode pada penelitian ini adalah eksperimen generator axial magnet

permanen dengan memvariasikan putaran dan celah magnet.

**Parameter dan Variabel Penelitian**

Parameter

Parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu daya output dari generator yang diukur dengan alat ukur *Avometer*

Variabel Bebas / Faktor

Variabel bebas / Faktor yang dipilih dalam penelitian ini yaitu:

1. Variasi Putaran generator 200 *Rpm*, 300 *Rpm* dan 400 *Rpm*
2. Variasi Celah magnet 1 *mm*, 2 *mm* dan 3 *mm*

Generator pada penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.1. Spesifikasi generator

| No | Parameter              | Lambang  | Nilai   |
|----|------------------------|----------|---------|
| 1  | Kerapatan Fluks Magnet | $B_r$    | 1280 mT |
| 2  | Jumlah magnet          | $N_m$    | 24      |
| 3  | Radius dalam magnet    | $r_i$    | 0.005 m |
| 4  | Radius Luar magnet     | $r_o$    | 0.009 m |
| 5  | Jarak antar magnet     | $T_f$    | 1.3     |
| 6  | Celah Udara            |          | 1-3 mm  |
| 7  | Jumlah kumparan        | $N_s$    | 9       |
| 8  | Jumlah phase           | $n_{ph}$ | 3       |
| 9  | jumlah lilitan         | $N$      | 100     |

**Analisa Kinerja Sistem**

1. Kerapatan Fluks Maksimum

|                                |       |           |
|--------------------------------|-------|-----------|
| Kerapatan Fluks magnet relatif | $B_r$ | = 1280 mT |
| Jarak Tinggi Magnet            | $l_m$ | = 0.002 m |

|                   |          |           |
|-------------------|----------|-----------|
| Jarak Celah Udara | $\delta$ | = 0.001 m |
|-------------------|----------|-----------|

Maka akan diperoleh nilai kerapatan fluks magnet maksimum ( $B_{max}$ ) dengan menggunakan nilai celah udara minimum 0.001 m, yaitu:

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

| No | Br   | Lm    | $\delta$ | Bmax    |
|----|------|-------|----------|---------|
| 1  | 1.28 | 0.002 | 0.0010   | 0.85333 |
| 2  | 1.28 | 0.002 | 0.0015   | 0.73143 |
| 3  | 1.28 | 0.002 | 0.0020   | 0.64000 |
| 4  | 1.28 | 0.002 | 0.0025   | 0.56889 |
| 5  | 1.28 | 0.002 | 0.0030   | 0.51200 |

Persmaan untuk luasan magnet sebagai berikut:

$$A_{mgt} = \frac{\pi(r_o^2 - r_i^2) - \tau f(r_o - r_i)Nm}{Nm}$$

Dengan diperoleh nilai kerapatan fluks magnet dan luasan magnet maka nilai fluks maksimum yang di hasilkan adalah:

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

Tegangan induksi yang dihasilkan generator dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$E_{rms} = 4,44 \cdot N \cdot f \cdot \phi_{max} \frac{Ns}{Nph}$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian Generator axial magnet permanen ditampilkan pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3. Hasil Pengujian

| No | Putaran | Celah Udara | Rata-rata Tegangan |
|----|---------|-------------|--------------------|
|    | (Rpm)   | (m)         |                    |
| 1  | 200     | 0.001       | 34.79              |
| 2  |         | 0.002       | 21.20              |
| 3  |         | 0.003       | 17.31              |
| 4  | 300     | 0.001       | 39.31              |
| 5  |         | 0.002       | 26.32              |
| 6  |         | 0.003       | 21.88              |

|   |     |       |       |
|---|-----|-------|-------|
| 7 | 400 | 0.001 | 45.18 |
| 8 |     | 0.002 | 33.07 |
| 9 |     | 0.003 | 27.30 |

### KESIMPULAN

Kinerja Generator magnet permanen dengan variasi putaran motor dan variasi celah udara telah di evaluasi dengan metode eksperimen. Kinerja generator ditentukan dengan nilai tegangan induksi yang di hasilkan. Dari hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

Pengaruh Putaran motor pada genrator magnet permanen berbanding lurus dengan tegangan, semakain tinggi nilai variasi putaran maka semakin besar pula nilai tegagan yang akan di hasikan.

2.Pengaruh Variasi celah udara generator berbanding terbalik terhadap tegangan generator yang dihasilkan, hasil perhitungan tegangan terbesar dengan celah udara 0.0010 m sebesar 53.73 volt dan hasil terendah pada celah udara 0.0030 sebesar 32.24 volt. Sedangkan hasil dari pengujian eksperimen tegangan terbesar dengan celah udara 0.00010 m sebesar 45.18 volt, dan hasil terendah pada celah udara 0.0030 volt sebesar 27.30 volt.

Kinerja generator pada parameter tegangan yang dihasilkan, potran genrator dan jarak celah udara merupakan faktor penting tehadap tegangan induksi yang dihasilkan.

### REFERENSI

- [1] Hasyim Asy'ari. and Ardiyatmoko, A. (2012) 'd GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH', (Snati), pp. 15–16.
- [2] Hasyim Asy'ari, Jatmiko, A. F. (2013) 'DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN SATU FASA TIPE AXIAL', pp. 7–12.

- [3] Holmes, A. S., Hong, G. and Pullen, K. R. (2005) 'Axial-Flux Permanent Magnet Machines for Micropower Generation', 14(1), pp. 54–62
- [4] Raharjo, G. S. (2013) 'APLIKASI GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN (PLTMH) MENGGUNAKAN KINCIR AIR TIPE PELTON GENERATOR MAGNET'
- [5] Jati, D. W., Sukmadi, T. and Elektro, J. T. (no date) 'PERANCANGAN GENERATOR FLUKS AKSIAL PUTARAN RENDAH MAGNET PERMANENJENIS NEODYMIUM (NdFeB)', pp. 1–10.
- [6] Batzel, T. D., Skraba, A. M. and Massi, R. D. (2014) 'Design and Test of an Ironless Axial Flux Permanent Magnet Machine using Halbach Array', *IAJC-ISAM Joint International Conference*, p. 2
- [7] Bannon, N., Davis, J. and Clement, E. (2013) 'Axial Flux Permanent Magnet Generator'
- [8] Hsiao, C.-Y., Yeh, S.-N. and Hwang, J.-C. (2014) 'Design of High Performance Permanent-Magnet Synchronous Wind Generators', *Energies*, 7(11), pp. 7105–7124. doi: 10.3390/en7117105.
- [9] Pujowidodo, H. (2005) 'pengembangan-generator-mini-dengan-menggunakan-magnet-permane'.