

ANALISA PENGARUH JUMLAH LILITAN STATOR TERHADAP GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS RADIAL TIGA FASA

Ahmad Sauky Al Farisi^{1*}, Alex Wenda², Liliana³, Nanda Putri Miefthawati⁴

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas Panam Km. 15 No. 155, Tuah Madani, Kabupaten Kampar, Riau, 28293

Email: ¹ahmadsauky@gmail.com, ²alexwenda@uin-suska.ac.id, ³liliana@uin-suska.ac.id,
⁴nandamiefthawati@uin-suska.ac.id

Abstract - Magnetic generator is a synchronous generator that uses permanent magnets to generate magnetic flux. In its manufacture, to increase the power, voltage and speed of a permanent magnet generator, simply change parameters such as magnetic flux, number of turns, number of turns, number of magnets and wire diameter. To design or analyze permanent magnet generators, used software is MagNet 7.5 to simulate it. This magnet software is based on the Finite Element Method or commonly called FEM. FEM is a computational method that has the concept of breaking the calculation area into small parts and then calculating the parameters one by one in each part. In this study, the variables to be simulated are the number of turns on the stator coil with a variation of 10, 50, and 75 turns. This study uses a combination of 18 slots 16 poles with NdFeB magnets. Then the generator is tested using a 20 ohm load. From the simulation, it can be seen that the number of turns affects the voltage and power generated, where when the generator is given a 20 ohm load with 10, 50, and 75 turns it produces a voltage of 22.3 volts, 88.9 volts and 103.7 volts then for power it produces 61.2 watts, 547 watts and 756.2 watts.

Keyword - Coil, MagNet 7.5, Power, Voltage

Abstrak - Generator magnet merupakan generator sinkron yang menggunakan magnet permanen untuk menghasilkan fluks magnetik. Dalam pembuatannya, untuk meningkatkan daya, tegangan dan kecepatan pada generator magnet permanen, hanya dengan mengubah parameter seperti fluks magnet, jumlah lilitan, jumlah belitan, jumlah magnet serta ukuran diameter kawat. Untuk merancang atau menganalisa generator magnet permanen, digunakan software MagNet 7.5 untuk mensimulasikannya. Software magnet ini bersifat Finite Element Method atau biasa disebut FEM. FEM merupakan metode komputasi yang memiliki konsep memecah area hitungan menjadi bagian kecil lalu dihitung parameternya satu per satu di tiap bagian. Dalam penelitian ini, variabel yang akan disimulasikan adalah jumlah lilitan pada kumparan stator dengan variasi 10, 50, dan 75 lilitan. Penelitian ini menggunakan kombinasi 18 slot 16 pole dengan jenis magnet NdFeB. Kemudian generator diuji menggunakan beban 20 ohm. Dari simulasi dapat diketahui bahwa jumlah lilitan berpengaruh terhadap tegangan dan daya yang dihasilkan, dimana ketika generator diberi beban 20 ohm dengan jumlah lilitan 10, 50, dan 75 lilitan menghasilkan tegangan sebesar 22.3 volt, 88.9 volt dan 103.7 volt kemudian untuk daya menghasilkan 61.2 watt, 547 watt dan 756.2 watt.

Kata Kunci – Daya, Magnet 7.5, Lilitan, Tegangan

I. PENDAHULUAN

Generator magnet merupakan generator sinkron yang menggunakan magnet permanen untuk menghasilkan fluks magnetik. Pada umumnya digunakan sebagai pembangkit listrik alternatif dalam skala kecil. Generator magnet permanen memiliki tingkat efisiensi tinggi karena tidak menghasilkan rugi-rugi eksitasi[1]. Dalam pembuatannya,

untuk meningkatkan daya, tegangan dan kecepatan pada generator magnet permanen, caranya hanya dengan mengubah parameter seperti jumlah lilitan, jumlah belitan, jumlah magnet, fluks magnet serta ukuran diameter kawat[2].

Menurut hukum Faraday, tegangan induksi pada suatu kumparan akan dihasilkan ketika terdapat perubahan fluks magnetik didalam kumparan tersebut. Jumlah lilitan pada stator sangat berpengaruh terhadap tegangan induksi yang dihasilkan. Jika jumlah lilitan yang diberikan pada kumparan stator semakin banyak, maka akan semakin besar pula tegangan induksinya. Pada komponen stator terdapat lilitan/coil. Penempatan coil pada stator terdapat slot. Slot berbanding terbalik dengan belitan, jika ingin mendapatkan daya keluaran generator yang besar caranya dengan mengurangi jumlah slot dan memperbanyak jumlah lilitannya[3].

Dalam merancang atau menganalisa generator magnet permanen digunakan software magnet untuk mensimulasikannya. Software magnet ini bersifat Finite Element Method atau biasa disebut FEM. FEM merupakan metode komputasi yang memiliki konsep memecah area hitungan menjadi bagian kecil lalu dihitung parameternya satu per satu di tiap bagian[4]. Perancangan generator dengan software dapat mensimulasikan material, diameter, ketebalan, jumlah lilitan dan kecepatan putar generator magnet. Hasil simulasi dijadikan acuan untuk analisa dan perancangan agar nantinya ketika melakukan pembuatan generator magnet bisa mencapai tingkat keberhasilan yang tinggi[5].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini akan menguji secara eksperimental pengaruh dari jumlah lilitan kumparan stator terhadap generator magnet permanen fluks radial tiga fasa dengan menggunakan Software magnet berbasis FEM. Hasil dari penelitian ini nantinya akan mendapatkan informasi tentang pengaruh jumlah lilitan pada kumparan stator terhadap keluaran yang dihasilkan oleh generator magnet permanen.

*) **penulis korespondensi:** Ahmad Sauky Alfarisi
Email: ahmadsauky@gmail.com

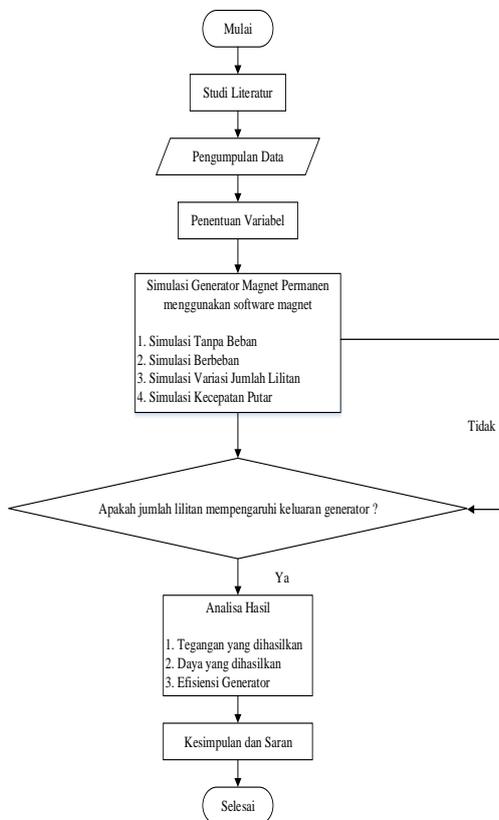
II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian yang dilakukan oleh Agus Nur Hidayat dkk, yang berjudul “Pengaruh Jumlah Lilitan Kumparan Stator Terhadap Kinerja Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Satu Fasa”. Generator magnet permanen diuji dengan diberi variasi jumlah lilitan yang berbeda pada kumparan stator dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh yang diberikan dari setiap variasi lilitan terhadap keluaran yang dihasilkan generator. Variasi jumlah lilitan yang diberikan sebesar 90,

120, dan 350 lilitan dengan pengujian tanpa beban dan dengan beban berupa lampu pijar 30 Watt. Pada pengujian tanpa beban menunjukkan adanya peningkatan tegangan induksi yang dihasilkan dari setiap variasi. Begitu juga pada pengujian berbeban yang diberi beban lampu pijar 30 Watt, daya listrik yang dihasilkan oleh variasi jumlah lilitan 350 lilitan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 120 dan 90 lilitan[6].

III. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan dari simulasi ini untuk mendapatkan nilai tegangan, daya keluaran, dan efisiensi yang optimal, pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur dari jurnal-jurnal, skripsi atau tugas akhir terkait yang telah dipublikasikan. Kemudian melakukan pengumpulan data material-material penyusun dari generator magnet permanen.

Setelah itu menentukan variabel yang dapat mempengaruhi keluaran dari generator, yaitu lilitan kumparan pada stator dengan variasi 10 lilitan, 50 lilitan, dan 75 lilitan. Penelitian ini akan menggunakan kombinasi 18 slot 16 pole dengan jenis magnet permanen NdFeB.

Selanjutnya melakukan simulasi pada generator magnet permanen. Pengujian dilakukan dalam kondisi tanpa beban dan dengan beban 20 ohm pada setiap variasi sampel.

Kemudian data dari hasil simulasi dengan variasi jumlah lilitan diolah menggunakan *Microsoft Excel*, selanjutnya akan dilakukan analisa dan dilihat pengaruh yang terjadi pada tegangan dan daya yang dihasilkan serta efisiensi pada generator magnet permanen.

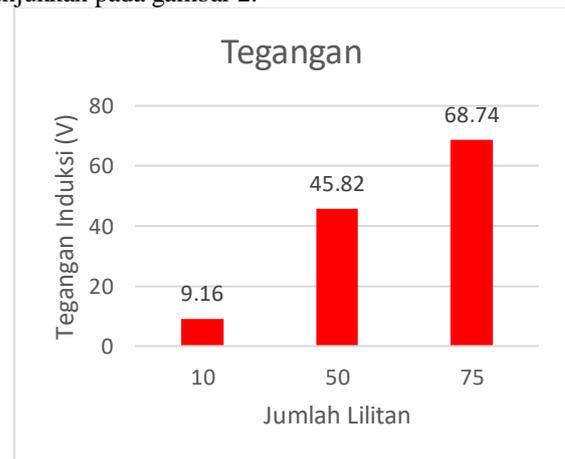
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian untuk sampel kumparan stator dengan variasi 10 lilitan, 50 lilitan, dan 75 lilitan secara berturut-turut pada kecepatan 500 rpm dilakukan dengan dua tahap, yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban.

Pengujian Generator Tanpa Beban

Pengujian generator tanpa beban dilakukan pada setiap variasi, yaitu pada 10 lilitan, 50 lilitan, dan 75 lilitan. Pada tahap ini, rotor pada generator diputar per 3^o dengan waktu kecepatan pada 500 rpm adalah 0.001s. Rotor diputar hingga 45^o untuk mendapatkan satu nilai gelombang, yang berarti rotor akan berputar selama 0.015s.

Setelah melakukan simulasi pada setiap variasi jumlah lilitan secara berurutan yaitu 10 lilitan, 50 lilitan, dan 75 lilitan, tegangan yang dihasilkan pada generator sebesar 9.16 V, 45.82 V, dan 68.74 V. Perbandingan hasil pada setiap variasi ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Tegangan Setiap Variasi Lilitan

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah lilitan pada generator dapat mempengaruhi tegangan induksi yang dihasilkan generator. Jika jumlah lilitan yang diberikan semakin banyak maka generator akan menghasilkan tegangan induksi yang semakin besar.

Pengujian Generator Berbeban

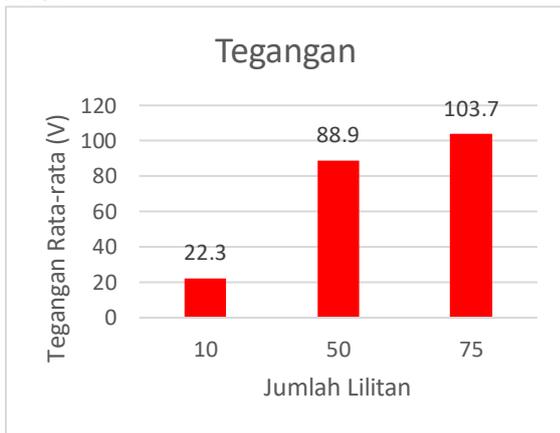
Pada pengujian generator berbeban ini akan menghasilkan nilai tegangan, arus dan torsi yang nantinya digunakan untuk menentukan nilai daya masukan (P_{in}) dan daya keluaran (P_{out}). Daya masukan didapat dari hasil kali antara kecepatan putar dan torsi, sedangkan daya keluaran berupa hasil kali tegangan dan arus. Dan efisiensi generator didapat dari hasil pembagian antara daya keluaran dan daya masukan dikali 100%.

Generator akan disimulasikan dengan diberi beban sebesar 20 ohm pada setiap variasi jumlah lilitan dan diberi kecepatan putar 500 rpm. Didapatkan data dari hasil simulasi setiap variasi 10 lilitan, 50 lilitan dan 75 lilitan. Dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I.
PERBANDINGAN TEGANGAN, ARUS, DAYA DAN EFISIENSI

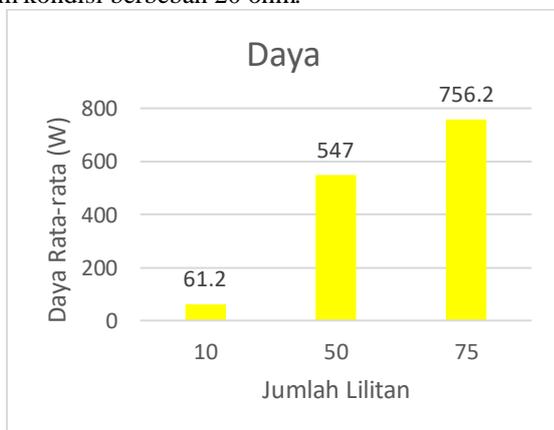
Lilitan	Tegangan	Arus	Daya		Efisiensi
			Pin	Pout	
10	22.3 V	1.11 A	61.2 W	26.7 W	43.50%
50	88.9 V	4.44 A	547 W	428.9 W	78.40%
75	103.7 V	5.18 A	756.2 W	595.2 W	78.70%

Dari data pada tabel 1, terlihat perbedaan dari setiap variasi jumlah lilitan yang diuji. Perbandingan dari jumlah lilitan 10, 50 dan 75 dapat dilihat pada gambar 3, gambar 4 dan gambar 5.



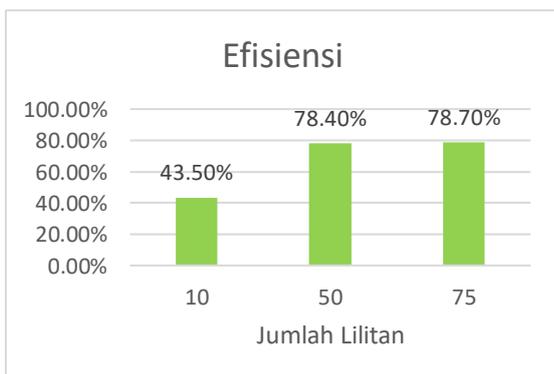
Gambar 3. Tegangan Generator Berbeban

Berdasarkan gambar 3, generator yang diberi beban 20 ohm dengan jumlah lilitan 10, 50 dan 75 berturut-turut menghasilkan tegangan sebesar 22.3 volt, 88.9 volt, 103.7 volt. Hasil ini membuktikan bahwa adanya pengaruh dari jumlah lilitan terhadap tegangan yang dihasilkan generator magnet dalam kondisi berbeban 20 ohm.



Gambar 4. Daya Generator Berbeban

Berdasarkan gambar 4, daya yang dihasilkan generator pada setiap variasi jumlah lilitan 10, 50 dan 75 berturut-turut ialah 61.2 watt, 547 watt, 756.2 watt. Daya tertinggi yang dihasilkan generator magnet permanen terdapat pada sampel dengan jumlah lilitan 75. Ini berarti dengan memperbanyak jumlah lilitan pada kumparan stator, maka daya yang dihasilkan generator akan semakin besar pula. Hal tersebut disebabkan besarnya daya listrik dipengaruhi oleh tegangan induksi yang dihasilkan setiap sampel.



Gambar 5. Efisiensi Generator

Efisiensi didapat dari hasil pembagian antara daya keluaran (P_{out}) dan daya masukan (P_{in}) dikali 100%. Efisiensi terendah terdapat pada sampel jumlah lilitan 10 sebesar 43.50%, sedangkan efisiensi tertinggi terdapat pada sampel jumlah lilitan 75 sebesar 78.70%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi pengujian generator magnet permanen fluks radial tiga fasa dengan variasi jumlah lilitan stator pada kondisi tanpa beban dan berbeban, dapat ditarik kesimpulan hasil penelitian yaitu :

1. Adanya pengaruh dari jumlah lilitan pada kumparan stator terhadap generator magnet permanen fluks radial tiga fasa berupa tegangan induksi. Semakin banyak jumlah lilitan yang diberikan pada kumparan stator, maka tegangan induksi yang dihasilkan oleh generator magnet akan semakin besar pula.
2. Jumlah lilitan mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh generator magnet permanen. Hasil simulasi dengan diberi beban sebesar 20 ohm, perbandingan daya listrik yang dihasilkan antara sampel jumlah lilitan 10, 50 dan 75 mengalami kenaikan daya listrik berdasarkan jumlah lilitan. Daya listrik tertinggi didapat dari sampel jumlah lilitan 75, yaitu 756.2 watt.

Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menguji generator magnet permanen fluks radial tiga fasa dengan parameter yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azka, M. 2013. "Analisa Perancangan dan Simulasi Generator Sinkron Magnet Permanen Dengan Rotor Berlubang". Universitas Indonesia. Depok.
- [2] Heriyotejo, dkk. 2009. Pengembangan Generator Mini dengan Menggunakan Magnet Permanen. Teknik Mesin Pasca Sarjana, Universitas Indonesia. Depok.
- [3] Widyaningsih, W.P, Studi, P, Konversi, T, Mesin, J.T dan Semarang, P.N. 2013. Perubahan Jumlah Alur Kumparan Stator Dapat Meningkatkan Kapasitas Daya Keluaran Generator.
- [4] Sumantri, Mario dan Satyo Nuryadi. Analisis Pengaruh Variasi Slot Dan Pole Terhadap Tegangan Dan Efisiensi Daya Pada Perancangan Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Magnet. Universitas Teknologi Yogyakarta. Yogyakarta.
- [5] Anam, M. Choirul. 2017. Perancangan Generator 100 Watt Menggunakan Software Elektromagnetik Infolytica. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Agus Nur Hidayat, dkk. 2017. Pengaruh Jumlah Lilitan Kumparan Stator Terhadap Kinerja Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Satu Fasa. Universitas Negeri Jakarta.