

Rancang Bangun Generator Magnet Permanen 16 Kutub untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Normansyah

¹²Perawatan dan Perbaikan Mesin, Progam Studi Teknik Elektros, Politeknik Negeri Ketapang
norman21.ismail@gmail.com

ABSTRACT

Electricity is one of the main needs at this time. It has become a reality in the daily life of modern society that has advances in information and technology. Energy is one of the main needs in human life. The use of fuel for conventional power plants in the long term will exhaust the diminishing sources of oil, gas and coal and can also cause environmental pollution. An environmentally friendly energy source is the use of renewable energy, one of which is wind energy. Wind energy will be used as an energy source to produce mechanical energy which is then converted into electrical energy. The use of wind energy is expected to reduce the use of PLN electricity.

A generator is a machine that can convert motion energy (mechanical) into electrical energy. (electrical). In a wind power plant, the generator moves because of wind energy (potential) that enters the blades and produces kinetic energy, then the resulting kinetical energy rotates the rotor of the engine, this rotation is called mechanical energy, and then the engine converts the mechanical power into electrical energy.

The design, design and manufacture of a permanent magnet generator with a power of 150 W is used for the purposes of generating electric energy from low-speed wind energy. The components used are: Magnetic field, 12 magnets with a size of 2×1 cm, 0.4 mm email wire, shaft, bearing, 12 Volt DC lamp for generator testing.

Keywords: ; Generator, electricity, wind energy, wind turbine, magnet

ABSTRAK

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama saat ini. Hal tersebut telah menjadi kenyataan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat modern yang memiliki kemajuan dalam bidang informasi dan teknologi. Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Penggunaan bahan bakar untuk pembangkit listrik konvensional dalam jangka panjang akan menghabiskan sumber minyak, gas dan batubara yang semakin menipis serta dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu sumber energi yang ramah lingkungan adalah pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya energi angin. Energi angin akan digunakan sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Penggunaan energi angin diharapkan dapat mengurangi penggunaan listrik PLN. Generator adalah suatu mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik. (listrik). Pada pembangkit listrik tenaga angin, generator bergerak karena energi (potensial) angin yang masuk ke sudu-sudu dan menghasilkan energi kinetik, kemudian energi kinetik yang dihasilkan memutar rotor mesin, putaran ini disebut energi mekanik, kemudian mesin mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik.

Perancangan, perancangan dan pembuatan generator magnet permanen dengan daya 150 W digunakan untuk keperluan pembangkitan energi listrik dari energi angin kecepatan rendah. Komponen yang digunakan adalah: Medan magnet, 12 buah magnet dengan ukuran 2×1 cm, kawat email 0,4 mm, poros, bantalan, lampu DC 12 Volt untuk pengujian genset. Rancangan generator magnet permanen ini memiliki budget desain sebesar Rp1.612.000.

Kata kunci: generator, energi angin, turbin angin, electricity, magnet

1. PENDAHULUAN

Tingginya kebutuhan energi menuntut untuk menciptakan berbagai alternatif energi guna memenuhinya. Pemanfaatan terhadap sumber daya alam yang terbarukan merupakan hal-hal yang harus dan terus dikembangkan agar tidak terjadi krisis dan kelangkaan energi, khususnya untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat kepulauan. Data komprehensif potensi kincir angin di Indonesia salah satunya mengacu pada “*Energy Outlook & Statistics*”, Universitas Indonesia (Dalimi, 2001). Turbin angin merupakan salah satu alternatif potensial memenuhi kebutuhan tersebut, khususnya di daerah-daerah kepulauan dengan potensi angin yang terjadi terus-menerus. Turbin angin ini menggunakan tenaga angin yang dikonversi menjadi energi listrik. Faktor utama yang mempengaruhi besarnya energi listrik yang dihasilkan berada pada ketersediaan dan kecepatan angin serta generator listrik pada kincir angin tersebut (Dipl. Kulturwirt, 2002).

Pada turbin angin ini dibutuhkan generator yang memiliki kecepatan rendah antara 300-1000 rpm sesuai dengan kecepatan kondisi angin untuk menghasilkan tegangan. Pada perancangan kali ini, saya menggunakan energi angin sebagai sumber energi untuk memutar rotor pada generator sehingga dapat menghasilkan listrik. Generator ini dirancang menggunakan magnet sebagai penghasil listrik. Maka dari itu generator yang dirancang ini disebut dengan generator magnet permanen. Dengan judul “**RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN 16 KUTUB UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN**”

2. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, antara lain :

A. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam melakukan rancang bangun generator. Proses ini berfungsi untuk mengetahui permasalahan yang terjadi sehingga dapat terjadinya proses pembuatan rancang bangun turbin angin di Pantai Sungai Jawi sehingga bisa diterapkan dalam Proyek Akhir ini.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses yang dilakukan untuk mengumpulkan bahan-bahan dan alat yang diperlukan untuk membuat rancang bangun generator. Maka metode yang diperlukan dalam pengumpulan data ini diantaranya:

1. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, mengenai permasalahan yang ditinjau. Pada proses ini biasanya data diperoleh dengan terjun langsung ke lokasi tempat dilakukannya. penelitian sebagai penerapan dari rancang bangun generator.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode pengumpulan data yang dilakukann dengan cara memperoleh dari buku-buku yang berkaitan rancang bangun generator untuk pembangkit listrik tenaga angin, maupun dari jurnal-jurnal daan sumber dari internet.

C. Rancangan desain

Rancang bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Pada tahap ini dilakukan proses rancang bangun yaitu dengan menganalisa data-data yang diperoleh dari pengumpulan data- data, sehingga



bisa menentukan kapasitas dari komponen generator yang digunakan.

D. Hasil Rancang Bangun

Setelah melakukan perhitungan dari komponen-komponen yang diperlukan, apabila hasil perancangan belum selesai atau tidak sesuai, maka perlu kembali lagi pada tahap studi literatur untuk melakukan pengumpulan data. Apabila hasil perancangan sudah sesuai dengan data beban maka berikutnya adalah lanjut pada kesimpulan dan selesai.

E. Kesimpulan

Pada proses ini merupakan hasil akhir dari Proyek Akhir, yaitu mengambil kesimpulan dari data rancang bangun yang telah dilakukan. Setelah semua tahapan dilakukan hingga proses pengujian selesai, jika semuanya berjalan dengan

baik, maka rancang bangun alat ini akan dilakukan pengujian kembali untuk memastikan kondisi alat memang sudah benar dan berjalan dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Perancangan Generator

3.1.1. Menentukan Jumlah Kutub

Dalam menghitung jumlah kutub disini digunakan perencanaan dengan frekuensi sebesar 50 Hz dan kecepatan 375 rpm. Jumlah kutub dapat dihitung menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut:

Diketahui:

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$n = 375 \text{ Rpm Jawab:}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

Jawab:

$$P = \frac{2 \cdot F \cdot 60}{n}$$

$$P = \frac{2 \cdot 50 \cdot 60}{375}$$

$$= \frac{6000}{375}$$

$$= 16 \text{ Kutub}$$

Gambar 3.1 Kutub dan Kumbaran Generator

3.1.2. Perhitungan Jarak Antar Magnet

Panjang magnet yang digunakan adalah 2 cm. Dengan panjang magnet yang sudah diketahui dapat dihitung jarak antar magnet menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut:

Diketahui:

$$B \text{ (Panjang magnet)} = 0,020 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

$$\sin 25^\circ = 0,42$$

Jawab:

$$Tf = \sin 25^\circ \cdot B$$

$$= 0,42 \times 2$$

$$= 0,84 \text{ cm}$$

3.1.3. Perhitungan Keliling Rotor

Dari perhitungan diatas dapat diketahui jarak antar magnet adalah 0,48 cm, jumlah kutubnya adalah 16 kutub, dan untuk lebar magnet yang digunakan adalah 1 cm. Untuk menghitung keliling rotor dapat digunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

Diketahui:

$$Tf = 0,48 \text{ cm}$$

$$P = 16 \text{ kutub}$$

$$A(\text{Lebar}) = 1 \text{ cm}$$

Jawab:

$$Kr = (Tf \cdot p) + (a \cdot p)$$

$$= (0,48 \times 16) + (1 \times 16)$$

$$= 13,44 + 16$$

$$= 29,44 \text{ cm}$$

3.1.4. Menentukan Luas Area Magnet

Dari hasil pengukuran magnet yang digunakan, panjang magnet adalah 2 cm dan lebarnya 1 cm. Maka luas area magnet dapat ditentukan sebagai berikut menggunakan persamaan (2.4):

Diketahui:

$$P(\text{panjang}) = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

$$I(\text{lebar}) = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

Jawab:

$$A_{\text{magn}} = \text{Panjang magnet} \times \text{Lebar magnet}$$

$$= 2 \times 1$$

$$= 2 \text{ cm}^2$$

$$= 0,0002 \text{ m}^2$$

Karena jumlah magnet berjumlah 16, maka luas bidang magnet keseluruhan = $16 \times A = 16 \times 0,0002 = 0,0032 \text{ m}^2$

3.1.5. Menentukan Kuat Magnet

Tebal magnet yang digunakan adalah 0,4 cm. dan berdasarkan pengukuran didapatkan kerapatan *fluks* sebesar 0,16 T dan lebar celah udara sebesar 0,3 cm. Dengan itu *Fluks* magnet maksimal (B_{max}) dapat ditentukan sebagai berikut menggunakan persamaan (2.5):

Diketahui:

$$Lm(\text{tebal}) = 0,004 \text{ m}$$

$$Br = 0,16 \text{ T}$$

$$= 0,003 \text{ m}$$

Jawab:

$$B_{\text{max}} = Br \cdot \frac{Lm}{Lm + Br!} \dots$$

$$B_{\text{max}} = 0,16 \cdot \frac{0,004}{0,004 + 0,003} \dots$$

$$B_{\text{max}} = 0,0914 \text{ Tesla}$$

3.1.6. Menentukan *Fluks* Maksimum

Dari perhitungan diatas didapatkan luas area magnet $0,0032 \text{ m}^2$ dan *fluks* magnet sebesar 0,0914 T. Maka dapat dihitung *fluks* maksimum menggunakan persamaan (2.6):

$$\text{Fluks magnet } (\Phi_{\text{max}}) = A_{\text{magn}} \cdot B_{\text{max}}$$

$$= 0,0032 \times 0,0914$$

$$= 0,000293 \text{ Wb}$$

3.1.7. Menentukan Jumlah Kumbaran

Jumlah kumparan untuk tegangan 1 fasa adalah sama dengan jumlah kutub yaitu 16 buah.
 3.1.8. Desain Generator

Gambar 3.2 Desain Generator dengan 16 Kutub

3.1.8. Menentukan Jumlah Lilitan

Dengan parameter yang telah ada seperti frekuensi 50 Hz, tegangan 1 fasa, dan perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan fluks magnet sebesar 0,000293 Webber, jumlah kumparan sebanyak 16 buah, maka dapat dihitung menggunakan persamaan (2.7) sebagai berikut:

Diketahui:

- $V_{rms} = 220$ Volt
- $F = 50$ Hz
- $N_s = 16$ kumparan
- $N_{ph} = 1$ fasa

Jawab:

$$V_{rms} = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} \cdot N \cdot f \cdot \Phi_{max} \cdot \frac{N_s}{N_{ph}} \dots$$

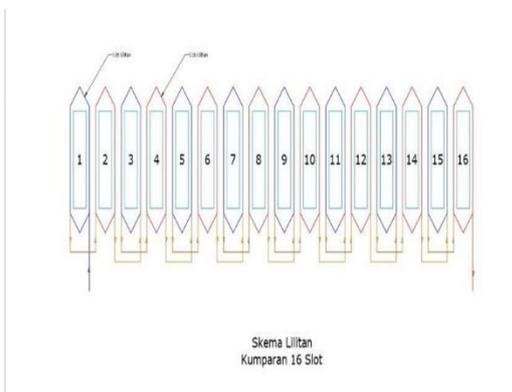
$$N = \frac{V_{max}}{\frac{2 \times 3,14}{\sqrt{2}} \cdot f \cdot \Phi_{max} \cdot \frac{N_s}{N_{ph}}} \dots$$

$$N = \frac{220}{4,44 \times 50 \times 0,000293 \times \frac{16}{1}} \dots$$

$$N = \frac{220}{1,040} \dots$$

$$N = 211,53 \text{ lilitan} \dots$$

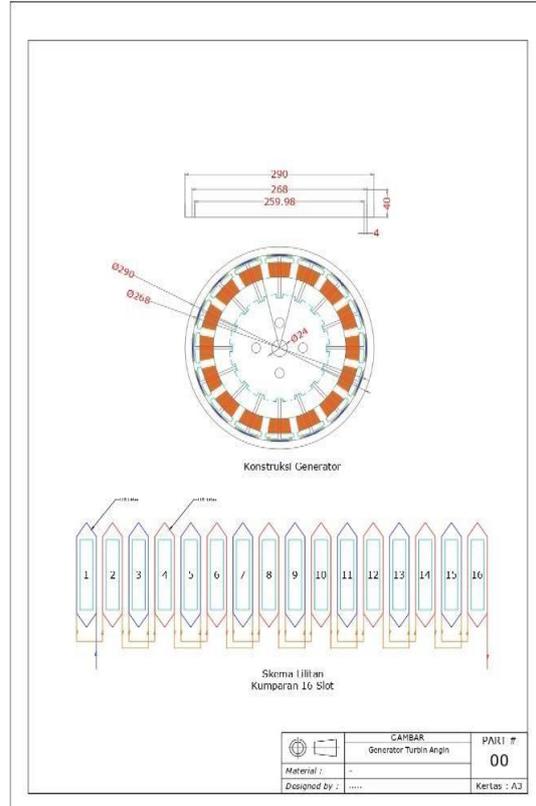
Dengan mempertimbangkan rugi-rugi kumparan maka ditambahkan 10% menjadi = 232,69 dibulatkan menjadi = 233 lilitan.



Gambar 3.3 Skema Kumparan

3.1.9. Menghitung Analisis Tegangan Keluaran Generator

Berdasarkan parameter diatas nilai keluaran tegangan generator yang diinginkan



sebesar 220 Vac, dan nilai perhitungan yang sudah didapatkan, Maka dapat dihitung analisis tegangan keluaran generator menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut

$$E_{rms} = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} \cdot N \cdot f \cdot \Phi_{max} \cdot \frac{N_s}{N_{ph}} \dots$$

$$E_{rms} = \frac{2 \times 3,14}{\sqrt{2}} \times 233 \times 50 \times 0,000293 \times \frac{16}{1} \dots$$

$$E_{rms} = 4,44 \times 233 \times 50 \times 0,000293 \times 16 \dots$$

$$E_{rms} = 242 \text{ VAC}$$

3.1.10. Menghitung Daya Keluaran

Sesuai parameter yang sudah ada yaitu tegangan sebesar 220 Volt dan Daya sebesar 150 Watt, maka dapat dihitung daya keluaran menggunakan persamaan (2.9) sebagai berikut:

Diketahui:

$$V = 220 \text{ Volt}$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{150}{220} = 0,7 \text{ Amp}$$

Daya Keluaran: (P)

$$\begin{aligned} &= V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 220 \times 0,7 \times 0,8 \\ &= 123 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya keluaran yang didapatkan dari perhitungan mengalami selisih dengan daya yang diinginkan atau daya rencana. Hal itu disebabkan hasil perhitungan daya ditambahkan dengan rugi-rugi sebesar 10%.

Dari data yang didapat maka spesifikasi generator dapat diketahui berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 1.1 Data Spesifikasi Generator

Parameter	Lambang	Nilai
Jumlah magnet	n	16 pcs
Jumlah Kumparan	Ns	16 coil
Jumlah kutub magnet	P	16 kutub
Jumlah lilitan	N	233 lilitan
Luas area magnet	Amagn	0,0032 m ²
Celah udara	δ	0,003 m
Kerapatan fluks magnet maksimum	Bmax	0,0914 T
Fluks magnet maksimum	Ømax	0,000293 Webber

3.1.12. Pengujian Generator Daya AC

Berdasarkan hasil perancangan generator, untuk dapat mengetahui keluaran daya, maka dilakukan pengujian keluaran tegangan. Pengujian dilakukan diputaran maksimal. Pengujian generator dapat dirangkum dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Generator

No	Putaran (n) rpm	Frekuensi (f) Hz	Tegangan (Vrms) Volt
1	50	7,3	35
2	100	14,96	73
3	150	21,6	104
4	200	28,83	139
5	250	36,32	176
6	300	43,6	211
7	375	55	266

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan teknis dan pengujian terdapat perbedaan nilai dengan selisih berkisar 8-10%. Hal ini disebabkan karena adanya rugi-rugi tegangan baik pada lilitan maupun fluks magnetic. Rugi-rugi mekanis yang sebelumnya sudah dikapasitasi dengan melebihi jumlah lilitan (n) sebesar 10%, sehingga pada pengujian terlihat hasil yang sudah mendekati standar terutama pada putaran (n) = 375 rpm yang menghasilkan frekuensi (f) = 55 Hz dan Tegangan (Vrms) = 266 Volt.

Penggunaan lilitan yang semakin banyak dapat mempengaruhi nilai besaran tegangan yang keluar pada generator. Semakin besar nilai kecepatan putaran generator maka tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan semakin besar

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Latoufis, K. C. (2012). Axial Flux Permanent Magnet Generator Design for Low Cost Manufacturing of Small Wind Turbines. WIND ENGINEERING VOLUME 36, NO. 4
- [2]. Price, Garrison, D. Batzel, Todd. Comanescu, Mihai. And A. Muller, Bruce, 2008. Design and Testing of a Permanent Magnet Axial Flux Wind Power Generator. Pennsylvania Statee University: Altoona Collage.
- [3]. Irasari, Pudji. 2008. Metode Perancangan Generator Magnet Permanen Bebas Basis Pada Dimensi Stator Yang Sudah Ada. LIPI: Bandung. Fahey, Steven. 2006. Basic Principles of The Homemade Axial Flux Alternator
- [4]. Abdillah Wijaya, ardhians. Dkk., 2016. Perancangan Generator Magnet Permanen dengan Arah Fluks Aksial untuk Aplikasi Pembangkit Listrik. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung
- [5]. Prasetyo, Hari. dkk. 2012. Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah. Purwokerto Universitas Jendral Soedirman

- [6]. <https://kusumandarutp.blogspot.com/2015/06/flu-k-magnet-dan-kerapatan-fluk-magnet.html?m=1>
- [7]. Muchlas Ade Putra, 2014. Perancangan Prototipe Konverter DC ke DC Penaik Tegangan Dengan VariabelTegangan pada Sisi Output.