

ANALISIS EFISIENSI PADA GENERATOR 12 SLOT 8 POLE

Ayu Martha Lestari¹, Gaguk Jatisukanto², Aris Zainul Muttaqin³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

Email: ayumartha482@gmail.com

ABSTRAK

Energi angin dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik, yang dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Komponen PLTB terdiri dari turbin angin, generator dan baterai. Efisiensi generator dipengaruhi oleh sistem pembebanan pada PLTB, yaitu terdiri dari pemakaian komponen *data logger* dan *controller*. Penelitian bertujuan untuk mencari efisiensi generator 12 Slot 8 Pole. Metode penelitian menggunakan simulasi *Software MagNet*, dengan variable: berupa tahanan $R = 15 \Omega$ dan putaran rotor $n = 1000 - 10.000$ rpm. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa efisiensi generator dan rangkaian mulai stabil pada putaran rotor $n = 3000$ rpm; efisiensi tertinggi ketika putaran rotor $n = 9000$ rpm dengan efisiensi $\eta_{\max} = 90,04614\%$; efisiensi rata-rata $\eta_{\text{av}} = 88,867\%$.

Kata Kunci: PLTB, Generator 12 Slot 8 Pole, Software MagNet, efisiensi.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk. Penggunaan energi listrik di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 114.347,64 MVA [1]. Energi listrik dapat dihasilkan dari mesin pembangkit listrik, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). PLTB memanfaatkan energi angin dan dikonversi menjadi energi listrik. Komponen PLTB terdiri dari turbin angin, generator dan baterai [2].

Prinsip kerja generator yaitu mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Generator terdiri dari dua bagian utama yaitu rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak dan menghasilkan medan magnet. Stator merupakan bagian yang diam dan menerima fluks magnet [3-4]. Hukum Faraday menjelaskan bahwa seutas kawat atau kumparan konduktor berada dalam medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu, maka pada ujung-ujung kawat atau konduktor akan timbul tegangan atau gaya gerak listrik (GGL) induksi. Perubahan medan

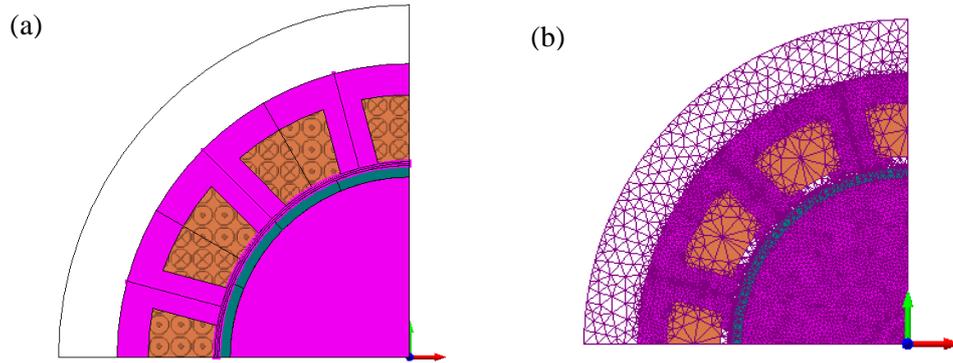
magnet menghasilkan arus listrik atau gaya gerak listrik (GGL) [5].

Energi listrik dari generator akan disalurkan ke baterai melalui *data logger* dan *controller*. *Data logger* berfungsi untuk menyearahkan arus dari generator. *Controller* berfungsi untuk memonitor daya dari generator, apabila daya terlalu kecil atau terlalu besar daya tidak akan diproses dan disalurkan ke baterai. Penggunaan *data logger* dan *controller* akan mengurangi efisiensi, karena penggunaan komponen tersebut akan menggunakan daya dari generator [6-7].

Penelitian ini akan mencari efisiensi dari generator dan rangkaian *data logger* dan *controller*. Input yang digunakan adalah daya dari generator dan pembebanan dari *data logger* dan *controller* pada kecepatan rotor generator.

METODOLOGI PENELITIAN

- Pemodelan generator 12 Slot 8 Pole dengan *Software MagNet* menggunakan seperempat model. Gambar 1 mengilustrasikan generator seperempat model dengan *Software MagNet*.



a) Generator 12 Slot 8 Pole seperempat model tanpa mesh; b) Generator 12 Slot 8 Pole seperempat model setelah di mesh
Gambar 1. Generator 12 Slot 8 Pole seperempat model

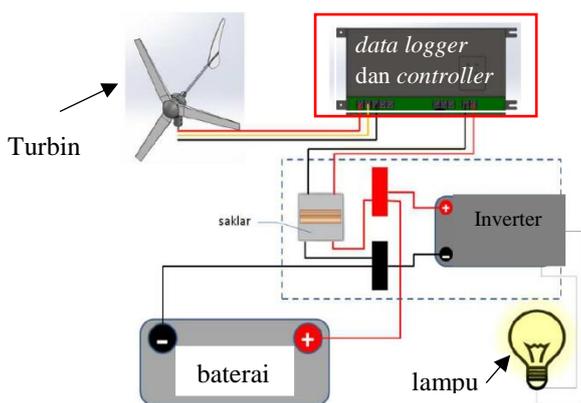
Material dari generator 12 Slot 8 Pole ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Material generator 12 Slot 8 Pole

No	Nama	Material
1	Coil	Copper 5.77e7 siemens/meter
2	Magnet	PM12: Br 1.2 mur 1.0
3	Rotor	Carpentel : Stell Silikon
4	Stator	Carpentel : Stell Silikon
5	Air Gap	Udara
6	Air Box	Udara

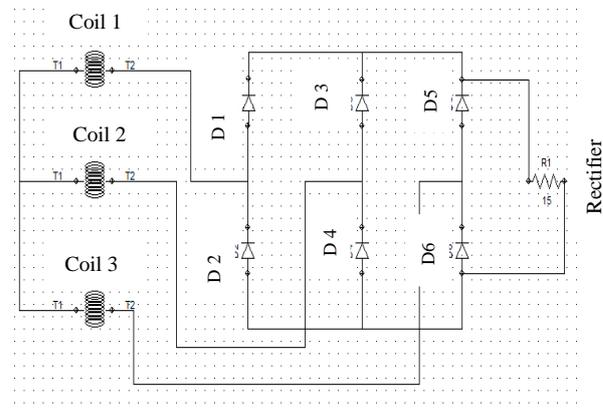
b. Pemodelan komponen *data logger* dan *controller*.

Daya dari generator akan disalurkan pada baterai melalui *data logger* dan *controller*. Gambar 2 menunjukkan skema sistem turbin angin.



Gambar 2. Skema sistem turbin angina

Rangkaian *data logger* dan *controller* digambarkan pada *sircuit window Software MagNet*. Komponen dari *data logger* dan *controller* ditunjukkan. Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Komponen dari data logger dan controller

c. Mencari nilai daya masuk generator (P_{in}), daya yang dikeluarkan (P_{out}), dan efisiensi (η) dapat menggunakan persamaan 1, 2, dan 3[8].

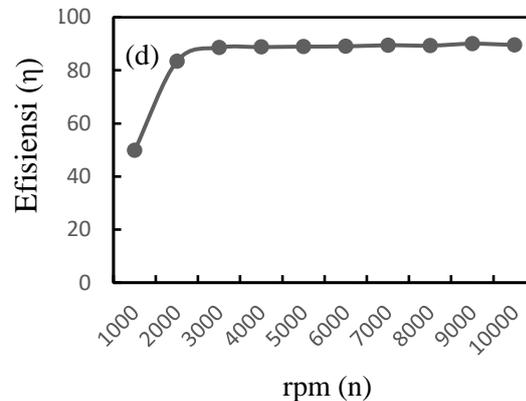
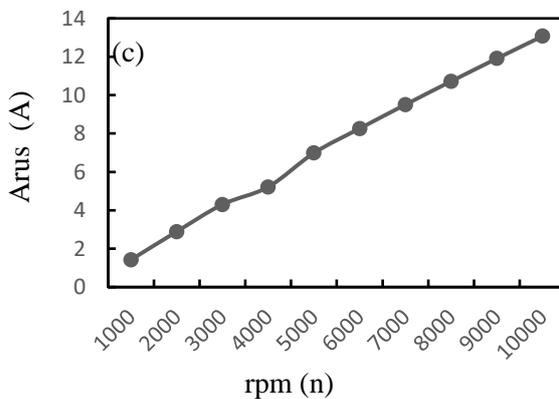
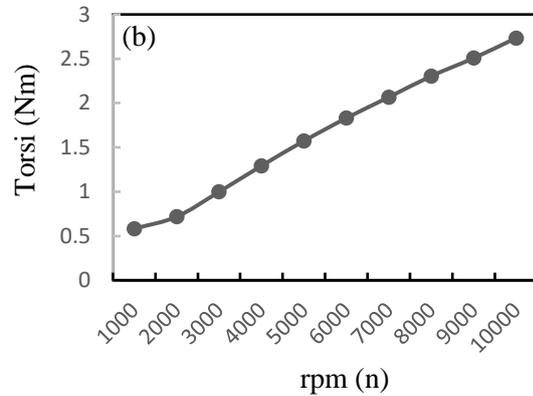
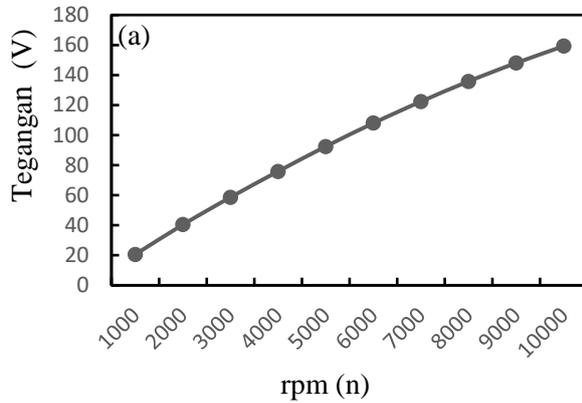
$$P_{in} = \frac{1000T2\pi}{60} \quad (1)$$

$$P_{out} = AV \quad (2)$$

$$\eta_{gen} = \frac{P_{in}}{P_{out}} 1000\% \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

- a. Hasil grafik simulasi korelasi torsi (Nm) terhadap rpm (n) pada putaran rotor $n = 1000-10.000$ rpm ditunjukkan pada gambar 5. (a). Grafik korelasi torsi (V) terhadap rpm (n) pada putaran rotor $n = 1000-10.000$ rpm ditunjukkan pada gambar 5. (b). Grafik



Gambar 5. (a) Grafik korelasi torsi (Nm) terhadap rpm (n); (b) Grafik korelasi tegangan (V) terhadap rpm (n); (c) Grafik arus (A) terhadap rpm (n); (d) Grafik korelasi efisiensi (η) terhadap rpm (n)

- 1) Tegangan hasil simulasi pada generator 12 Slot 8 Pole ditunjukkan pada Gambar 5. (a), hasil simulasi menunjukkan semakin tinggi kecepatan putar generator nilai tegangan, karena semakin tinggi kecepatan putar generator maka medan magnet yang dihasilkan semakin banyak.
- 2) Torsi hasil simulasi pada generator 12 Slot 8 Pole ditunjukkan pada Gambar 5. (b), torsi berubah secara linier seiring dengan kenaikan putarannya dikarenakan semakin tinggi putaran torsi yang dibutuhkan akan semakin tinggi.
- 3) Arus hasil simulasi pada generator 12 Slot 8 Pole ditunjukkan pada Gambar 5. (c), arus berubah secara linier seiring dengan kenaikan putarannya karena arus berbanding lurus dengan tegangan yang dihasilkan.
- 4) Efisiensi generator ditunjukkan pada Gambar 5. (d), efisiensi generator 12 Slot 8 Pole mulai stabil pada putaran rotor 3000 rpm, hal ini

dikarenakan selisih P_{in} dan P_{out} yang kecil; efisiensi tertinggi η_{max} generator berada di putaran rotor $n = 9000$ rpm dengan efisiensi $\eta_{max} = 90.04614\%$; efisiensi rata-rata $\eta_{av} = 88,867\%$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis efisiensi pada generator 12 Slot 8 Pole, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tegangan, arus dan torsi berubah secara linier seiring dengan kenaikan kecepatan putarannya.
2. Efisiensi generator tertinggi η_{max} berada di putaran rotor $n = 9000$ rpm yaitu $\eta_{max} = 90.04614\%$; efisiensi generator 12 Slot 8 Pole mulai stabil pada putaran rotor 3000; dan efisiensi rata-rata $\eta_{av} = 88,867\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jendral Ketenagalistrikan KESDM. 2018. Statistik Ketenagalistrikan 2017.
- [2] LAN. 2014. Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Eenergi Angin. Tasikmalaya
- [3] Kundur, Prabha. 1994. *Power System Stability and Control*. McGraw-Hill, Inc. New York
- [4] Akbar, M. 2012. Rancang Bangun Generator Turbin Angin Axial Tiga Fasa untuk Kecepatan Angin Rendah. *Skripsi*. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Indonesia.
- [5] Issetyorini, Apik dan Antono, Djodi. 2012. Gaya Gerak Listrik Pada Motor AC. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Semarang.
- [6] Setiono, Andi., Puranto Prabowo dan Widiyatmoko,. Bambang. 2010. Pembuatan Dan Uji Coba Data Logger Berbasis Mikrokontroler Atmega32 Untuk Monitoring Pergeseran Tanah. Jurnal Fisika. Tangerang Selatan.
- [7] Robiasyah, M.R. 2017. Perancangan Kontroler Untuk Turbin Angin Skala Kecil. Bandung. Program Studi Teknik Elektro Universitas Telkom.
- [8] Roal, M. 2015. Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negerin Pontianak. Elkha.