



ANALISIS DAYA GENERATOR MAGNET PERMANEN DALAM SKALA LAB UNTUK PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT

Egi Riansyah¹, Puteri Islamega Taufani¹, Yudhi¹, Zanu Saputra¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

puteriislamega@yahoo.com

egirian46@gmail.com

ABSTRAK

Pemasukkan energi listrik di Indonesia mengandalkan energi fosil, yang merupakan energi yang tidak terbarukan. Dimana seiring waktu produksi energi ini akan berkurang dan meningkatnya kerusakan alam. Karena itu, dibutuhkan pemanfaatan energi terbarukan seperti energi arus laut, dimana potensi energi ini dalam menghasilkan daya listrik di Indonesia sebesar 17,9 GW. Potensi ini dimanfaatkan untuk pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut (PLTAL), dimana keutamaan dari prototipe ini menggunakan generator DC magnet permanen yang memiliki keunggulan dapat dioperasikan tanpa perlu memperhatikan kestabilan frekuensi, sehingga tidak membutuhkan governor. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daya yang dihasilkan oleh generator DC magnet permanen dengan nilai rpm yang didapat dari motor DC yang nantinya akan dijadikan acuan pada prototipe PLTAL. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, dengan melakukan studi pustaka, perancangan dan penyusunan konsep kerja alat, uji coba alat dan pengambilan data, dan tahap terakhir adalah analisis. Daya minimum yang dihasilkan oleh generator magnet permanen dengan sumber dari putaran motor DC sebesar 1,55 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 12,87 Watt. Generator DC magnet permanen yang menggunakan magnet bahan Neodymium (NdFeB) yang disusun rapat mengelilingi rotor lebih dapat menghasilkan medan magnet induksi yang kuat dalam mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik.

Kata Kunci: Generator DC Magnet Permanen, Daya, Energi Arus Laut, PLTAL

ABSTRACT

The entry of electrical energy in Indonesia relies on fossil energy, which is non-renewable energy. Where over time this energy production will decrease and increase natural damage. Therefore, it is necessary to use renewable energy such as ocean current energy, where the potential of this energy in generating electrical power in Indonesia is 17.9 GW. This potential is used to manufacture a prototype of a marine current power plant (PLTAL), where the advantage of this prototype is to use a permanent magnet DC generator which has the advantage that it can be operated without paying attention to frequency stability, so it does not need a

governor. The purpose of this study is to analyze the power generated by a permanent magnet DC generator with the rpm value obtained from the DC motor which will later be used as a reference in the PLTAL prototype. The research method used is a quantitative method, by conducting a literature study, designing and compiling the working concept of the tool, testing the tool and collecting data, and the last stage is analysis. The minimum power generated by a permanent magnet generator with a source from a DC motor rotation is 1.55 Watt and the maximum power generated is 12.87 Watt. Permanent magnet DC generator that uses Neodymium (NdFeB) magnets arranged tightly around the rotor can produce a strong induced magnetic field in converting mechanical energy into electrical energy.

Keywords: Permanent Magnet DC Generator, Power, Ocean Current Energy, PLTAL

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2020, Indonesia mengkonsumsi listrik mencapai 1.089 kWh (Pribadi, 2021). Pemasukkan listrik di Indonesia mengandalkan dari energi fosil yang merupakan salah satu energi yang tidak terbarukan. Karena, seiring waktu produksi energi ini akan berkurang dan meningkatnya kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil berlebihan dan terus-menerus (Zainuddin and Ervianto, 2016). Dampak lain dari hal ini akan mengurangi cadangan listrik dan tidak dapat menutupi kebutuhan listrik di Indonesia, sehingga terjadilah pemadaman pada pemukiman masyarakat yang merugikan. Kerugian ini pun masih dirasakan oleh masyarakat di Pulau Bangka.

Oleh karena itu, adanya inovasi yang di dapat dari beberapa referensi penelitian terdahulu untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu, pemanfaatan sumber energi terbarukan yaitu energi arus laut. Arus laut merupakan pergerakan massa air laut yang bergerak secara vertikal ataupun horizontal dari satu tempat ke tempat lain. Faktor gaya yang mempengaruhi pergerakan arus laut adalah gaya gravitasi, gaya gesekan dan gaya Coriolis (Haqiqi, 2018). Potensi energi ini di Indonesia sendiri sebesar 17,9 GW yang mana jika disejajarkan sama dengan kapasitas pembangkit listrik yang ada di Jawa-Bali sebesar 53,3% (J.H.Purba and F.B.Harlan, 2019-2020). Dengan adanya potensi energi ini akan dilakukan uji coba pembangkit listrik dalam skala prototipe di daerah Pulau Bangka, yang nantinya dapat dipergunakan sebagai referensi penelitian PLTAL dalam membantu pemasukkan listrik di Pulau Bangka.

Perancangan konsep dari pembuatan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) dibuat dengan sistem terapung. Prinsip kerja dari PLTAL tidak jauh dari Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB). Lebih jelasnya definisi dari PLTAL adalah teknologi yang memanfaatkan energi arus laut sebagai sumber energi listrik yang melalui beberapa tahap dalam mengkonversi energi (Rivantoro and Arief, 2015), diketahui bahwa energi arus laut merupakan energi kinetik yang digunakan untuk menggerakkan sudu turbin, sudu turbin akan menggerakkan rotor pada *electrical* generator untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik (Suryo, 2017).

Namun, keutamaan dari perancangan konsep ini terletak pada generator yang digunakan, yaitu generator DC magnet permanen, kelebihan dari generator DC

magnet permanen ini secara teknis dapat dioperasikan tanpa perlu memperhatikan kestabilan frekuensi, sehingga tidak membutuhkan governor (Oktaviani, Barlian and Apriani, 2020). Bahan magnet permanen yang digunakan pada generator ini adalah magnet Neodymium (NdFeB) yang merupakan magnet tetap yang terbuat dari campuran logam Neodymium yang termasuk bahan magnet paling kuat. (Budiman, Asy'ari and Hakim, 2012). Gaya permagnetan yang kuat inilah akan membuat domain-domain gaya magnet tersusun di arah yang sama. Apabila gaya magnet dihilangkan, maka sebagian besar domainnya tetap berada dalam arah yang teratur sesuai pada jalurnya sendiri yang merupakan prinsip kerja generator magnet permanen (Yamashika and Kamil, 2021). Pada generator magnet permanen, magnet ditempatkan di dinding rotor secara rapat dan mengelilingi yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan akan menginduksi kumparan-kumparan pada bagian stator, sehingga diujung-ujung koil stator akan timbul GGL induksi. Sebelum melaksanakan uji coba prototipe PLTAL, maka dilakukan terlebih dahulu uji coba terhadap analisis daya pada generator DC magnet permanen pada skala lab, yang nantinya dapat dijadikan bahan perbandingan dan analisis lebih lanjut pada penelitian skala prototipe PLTAL.

2. METODE

Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang dilakukan dalam beberapa tahap yaitu studi pustaka, perancangan dan penyusunan konsep kerja alat, uji coba alat dan pengambilan data, dan tahap terakhir adalah analisis. Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah Motor DC, Generator Magnet Permanen, MPPT, Multitester Digital (sensor tegangan dan arus), Tachometer, Lampu DC dengan daya 50 Watt. Adapun cara kerjanya yang ditampilkan dalam bentuk blok diagram pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Cara Kerja Alat

Berdasarkan blok diagram diatas menunjukkan cara kerja alat dalam pengambilan data berupa daya dari generator magnet permanen. Langkah pertama adalah merangkai dan menghubungkan beberapa komponen yaitu motor DC dengan generator magnet permanen, dimana fungsi dari motor DC adalah untuk mengatur kecepatan putaran (rpm) melalui DC *variable speed drive* agar data yang diambil sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Kemudian, output generator dihubungkan ke MPPT yang bertujuan untuk mengoptimalkan output yang dihasilkan oleh generator sebelum menuju ke beban (lampu DC). Jika alat sudah terhubung dengan benar, maka dilanjutkan untuk pengambilan data. Untuk pengambilan nilai tegangan dan arus, digunakan multitester digital dan tang ampere pada saat pengukuran dan pengambilan data.

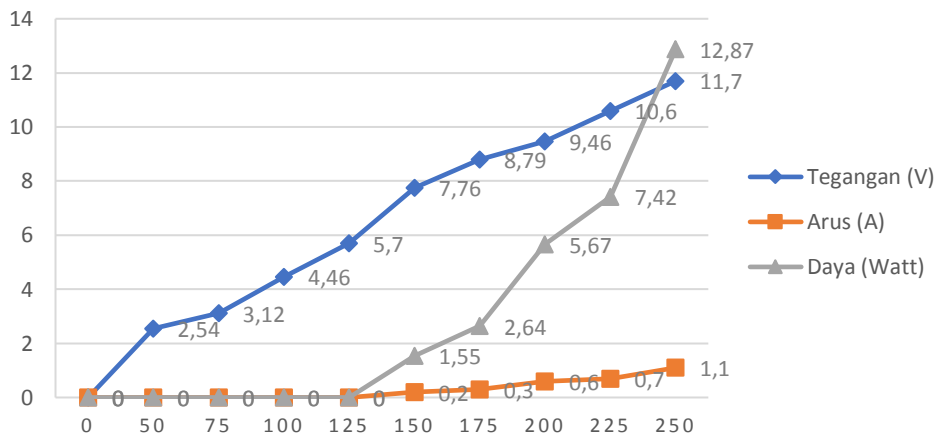
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji coba dari pengambilan data daya optimal minimum dan maksimum pada generator magnet permanen dalam skala lab sebelum diterapkan pada prototipe PLTAL adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanen

| No | Nilai RPM | Tegangan (Volt) | Arus (Ampere) | Daya (Watt) |
|----|-----------|-----------------|---------------|-------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 50 | 2,54 | 0 | 0 |
| 3 | 75 | 3,12 | 0 | 0 |
| 4 | 100 | 4,46 | 0 | 0 |
| 5 | 125 | 5,70 | 0 | 0 |
| 6 | 150 | 7,76 | 0,2 | 1,55 |
| 7 | 175 | 8,79 | 0,3 | 2,64 |
| 8 | 200 | 9,46 | 0,6 | 5,67 |
| 9 | 225 | 10,6 | 0,7 | 7,42 |
| 10 | 250 | 11,7 | 1,1 | 12,87 |

GRAFIK HASIL UJI COBA

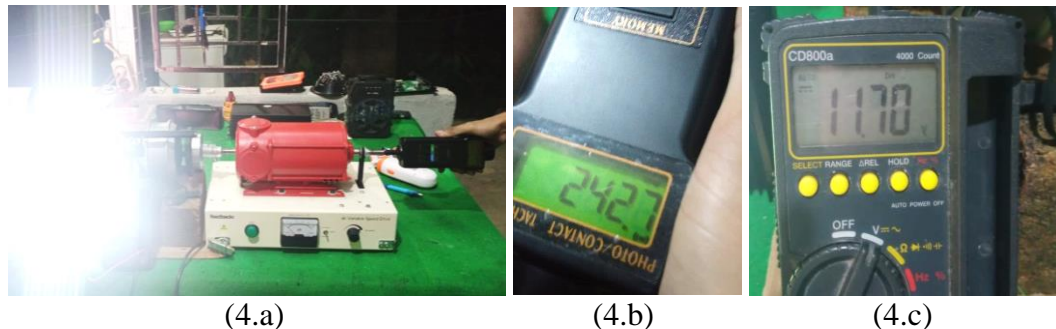


Gambar 2. Grafik Hasil Uji Coba



Gambar 3. Generator DC Magnet Permanent

Gambar 3 merupakan bentuk fisik dari generator DC magnet permanen yang digunakan pada penelitian ini, terdapat 30 buah magnet yang disusun rapat mengelilingi bagian rotor generator. Generator ini dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 300 Watt.



Gambar 4. Uji Coba (4.a) Alat Secara Keseluruhan; (4.b) Nilai RPM Pada Tachometer; (4.c) Nilai Tegangan Pada Multitester Digital

Berikut analisis dari hasil uji coba pengambilan data berupa daya output generator DC magnet permanen sebagai berikut:

Pada tabel 1. Didapat nilai tegangan, arus dan daya. Nilai tegangan dan arus didapat dari hasil pengukuran sedangkan nilai daya didapat dari nilai perhitungan $V \times I$. Untuk mendapatkan nilai tersebut, uji coba dimulai dari putara motor DC sebesar 50 rpm, kemudian dilipatgandakan sebanyak 25 hingga putaran maksimum pada motor DC yaitu 250 rpm. Dalam mengatur putaran dibantu juga dengan Tachometer, agar lebih akurat dan jelas. Dari pengujian generator, generator mulai mengeluarkan tegangan pada putaran 50 rpm sebesar 2,54 V. Namun, nilai arus dan daya belum terukur dikarenakan tegangan minimum yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu belum tercapai. Nilai arus mulai terbaca pada multitester digital pada putaran 150 rpm dengan kondisi lampu redup, nilai arus sebesar 0,2 A dengan tegangan sebesar 7,76 V dan daya yang dihasilkan sebesar 1,55 Watt. Pada putaran maksimum yang dihasilkan oleh motor DC yaitu 250 rpm, didapat nilai arus sebesar 1,1 A dan tegangan 11,70 dengan daya maksimum 12,87 Watt. Nilai-nilai yang didapat dari hasil pengujian juga dipengaruhi oleh MPPT yang dapat membantu mengoptimalkan daya output yang dihasilkan oleh generator magnet permanen sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data mengenai analisis daya generator magnet permanen dalam skala lab untuk prototipe PLTAL, maka dapat disimpulkan, bahwa:

- a. Daya minimum yang dihasilkan oleh generator magnet permanen dengan sumber dari putaran motor DC sebesar 1,55 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 12,87 Watt. Namun, daya ini belum maksimum untuk generator DC magnet permanent dikarenakan generator ini masih dapat menerima kecepatan putaran lebih besar dari 250 rpm, sesuai dengan spesifikasi pada generator tersebut.

- b. Generator DC magnet permanen dengan menggunakan magnet bahan Neodymium (NdFeB) yang berjumlah 30 buah dengan panjang $30 \times 10 \times 3$ mm yang disusun rapat mengelilingi rotor lebih dapat menghasilkan medan magnet induksi yang kuat dalam mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- a. Seluruh pihak kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang sudah memberikan sarana dan fasilitas dalam penelitian ini.
- b. Dosen Pembimbing 1, Dosen Pembimbing 2 yang sudah memberikan arahan dan masukan pada saat dilaksanakan penelitian ini.
- c. Bpk. Jamaluddin, yang sudah membantu dari segala aspek untuk menyelesaikan penelitian ini.
- d. Rekan dan teman kelas program studi D-IV Teknik Elektronika Tahun 2018 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A., Asy'ari, H. and Hakim, A. R. (2012) 'Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik', *Emitor*, 12(01), pp. 59–67.
- Haqiqi, J. F. (2018) *Analisa Pola Arus Laut Dalam Mendukung Pengembangan Energi Listrik Tenaga Arus Di Selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali*. Available at: <https://repository.its.ac.id/55929/>.
- Oktaviani, W. A., Barlian, T. and Apriani, Y. (2020) 'Studi Awal Karakteristik Tegangan Ouput Generator Magnet Permanen dan Generator DC pada Turbin Kubah Masjid Putar', *Electrician*, 14(2), pp. 56–63. doi: 10.23960/elc.v14n2.2149.
- Pribadi, A. (2021) *Workshop Indonesia-Jepang, Pemerintah Sampaikan Komitmen Peningkatan Akses Listrik Rendah Karbon, Kementerian ESDM RI*. Available at: <https://bit.ly/3woumk8> (Accessed: 13 January 2021).
- Rivantoro, F. and Arief, I. S. (2015) 'STUDI PEMILIHAN DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT (PLTAL) MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)', *JURNALTEKNIK ITS*, 4(2).
- Suryo, G. A. (2017) *Menghadirkan Listrik Tenaga Arus Laut di Indonesia*, *mediaindonesia.com*. Available at: <https://mediaindonesia.com/teknologi/88640/menghadirkan-listrik-tenaga-arus-laut-di-indonesia>.
- Yamashika, H. and Kamil, M. (2021) 'Pengujian Karateristik Pengisian Baterai Dari Generator DC Magnet Permanen Menggunakan Solar Charging Controller', 4(1), pp. 164–167.
- Zainuddin and Ervianto, E. (2016) 'Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Laut di Perairan Kabupaten Karimun Kepulauan Riau', *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*.