Studi Eksperimental Perbandingan Output Dua Generator DC pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) Mekanisme Piston

Vega Viandi Prihantoko[1], Miftahul Ulum[2], dan Ahmad Anas Arifin[3], Ardi Noerpamoengkas[4]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1-3]
e-mail: vegaviandip98@gmail.com[1], ulum@itats.ac.id[2], dan anas.arifin@itats.ac.id[3] , ardi@itats.ac.id[4]

ABSTRACT

The improvement of energy use goes along with the reduction of energy supply in the world, thereby requiring alternative energy. One of alternative energy types that is easy to get and abundant in Indonesia is sea wave energy. The sea wave power station has a working principle of converting sea wave energy (mechanical energy) into electrical energy. Therefore, this experimental research compared the outputs of two DC generators in the prototype of Sea Wave Power Station with piston mechanism. The research results indicated that one DC generator in 225 coils obtained voltage 0.14164 mV, power 0.10559 mW, and efficiency 0.67%. Meanwhile, two DC generators demonstrated that 225 coils yielded voltage 1.693 mV, power 0.54448 mW, and efficiency 3.45%. In conclusion, since two generators gained bigger voltage, then they produced greater power and efficiency than one generator.

Keywords: *DC Generator, electrical power, sea wave power station.*

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan energi yang dibutuhkan saat ini bersamaan dengan menipisnya energi yang dihasilkan oleh bumi, sehingga harus menggunakan energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang mudah didapat dan melimpah di Indonesia adalah energi gelombang laut. Pembangkit listrik tenaga gelombang laut memiliki prinsip kerja mengkonversikan energi gelombang laut (energi mekanik) menjadi energi listrik. Maka dalam penelitian kali ini dilakukan uji eksperimen perbandingan output dua generator DC pada prototype PLTGL mekanisme piston. Dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan satu generator DC didapat hasil tegangan dengan jumlah 225 lilitan yaitu sebesar 0,14164 V, daya dengan jumlah 225 lilitan yaitu sebesar 0,10559 W, dan efisiensi jumlah 225 lilitan yaitu sebesar 0,67 %. Pada penelitian ini menggunakan dua generator DC di dapat hasil nilai tegangan dengan jumlah 225 lilitan yaitu sebesar 1,693 V, kemudian nilai daya dengan jumlah 225 lilitan yaitu sebesar 0.54448 W, dan nilai efisiensi dengan jumlah 225 lilitan yaitu sebesar 3,45%. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa dua generator mempunyai nilai tegangan lebih besar, maka daya dan efisiensi dari dua generator lebih besar dibandingkan dengan satu generator.

Kata kunci: Generator DC, energi listrik, PLTGL

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, jumlah penduduk dan pembangunan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Khususnya di Indonesia, kebutuhan energi listrik semakin meningkat. Seperti diketahui, kebutuhan listrik Indonesia dipenuhi oleh sumber daya tak terbarukan seperti minyak bumi dan batu bara. Namun minyak bumi dan batu bara belum mampu memenuhi kebutuhan manusia selama ini. Peningkatan penggunaan energi yang dibutuhkan saat ini disertai dengan menipisnya energi yang dihasilkan oleh bumi, sehingga harus digunakan energi alternatif untuk menutupi kekurangan tersebut. Ada beberapa jenis energi alternatif, salah satunya adalah energi gelombang laut yang melimpah tersedia di Indonesia.

Gelombang laut merupakan salah satu sumber energi yang, paling melimpah dan ramah lingkungan di negara maritim. Indonesia adalah negara laut terbesar di dunia dengan luas 5,8 juta km² dan garis pantai 99.093 km. Kondisi laut di Indonesia memiliki ketinggian gelombang yang berbeda-beda dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik. Kondisi laut di Indonesia memiliki ketinggian gelombang yang berbeda-beda dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik [1]. Pembangkit listrik tenaga gelombang laut pada dasarnya bekerja dengan prinsip mengubah energi gelombang laut (energi mekanik) menjadi energi listrik. Akumulasi energi gelombang laut memungkinkan turbin yang terhubung dengan generator berputar dan menghasilkan energi listrik. Ada beberapa cara untuk menghasilkan energi gelombang laut. Yaitu, sistem piston hidrolik Oyster, naga gelombang, kolom air bergetar, sistem ayunan gelombang Archimedes, dan Oscillating Water Column (OWC). Pada penelitian ini sistem OWC dipilih karena kelebihannya yaitu kemudahan distribusi dan perawatan [2]. Berdasarkan data sebelumnya dengan variasi jumlah lilitan generator DC 75, 150, 225 menggunakan mekanisme satu piston dan satu turbin diketahui hasil tertinggi diperoleh dengan menggunakan jumlah lilitan 225. Pada

penelitian ini akan membahas perbandingan satu generator dengan dua generator menggunakan lilitan sejumlah 225 dengan dan dua turbin pelton yang akan diterapkan pada prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTG).

TINJAUAN PUSTAKA

PLTGL OWC (Oscilatting Water Column)

OWC adalah sistem dan perangkat yang dapat mengubahhenergi gelombang laut menjadi energi listrik dengan bantuan kolom getar. Alat OWC ini menangkap energi gelombang yang menghantam lubang-lubang pada pintu. OWC sehingga. menimbulkan fluktuasi dan getaran pada pergerakan air di dalam ruangan OWC. Tekanan udara ini menggerakkan sudu-sudu turbin yang terhubung dengan generator untuk menghasilkan listrik [3].

Skema PLTGL-OWC

Pembangkit listrik tenaga gelombang laut ini terletak di tengah laut dan di bangun di atas ponton yang dipasang di dasar laut dengan kawat baja. Daya yang di hasilkan dikirim ke daratan melalui kabel transmisi. Sistem pembangkit listrik terdiri dari ruang berisi udara yang menggerakkan turbin, kolom yang bergerak naik turun. melaluil saluran di bawah, ponton, dan turbin yang terhubung ke generator[4]. Gerakan naik turun air di sepanjang gelombang laut menyebabkan udara mengaliri melalui saluran air ke turbin. Sistem yang mengubah energi mekanik menjadi listrik (turbin generator) terletak diatas permukaan laut dan diisolasi dari air laut di ruang kedap air khusus. Sistem ini memungkinkan pembangkit listrik untuk memaksimalkan efisiensi energi gelombang dengan meminimalkan gelombang ekstrim. Efisiensi optimal dapat dicapai ketika poros dalam kondisi normal [5][6].

Cara Kerja Komponen PLTGL

Sistem pembangkit listrik tenaga gelombang laut memiliki beberapa perangkat penting yang memegang peranan sangat penting mulai dari proses pembangkitan tenaga listrik hingga pembangkitan tenaga listrik untuk didistribusikan ke konsumen. Perangkat ini adalah:

1. Mesin konversi energi gelombang laut
   ini digunakan merubah energi kinetik gelombang laut dan kemudian dikirim ke turbin.
2. Turbin
   Ini digunakan. merubah energi kinetik poros menjadi energi mekanik yang dihasilkan oleh putaran rotor turbin.
3. Generator
   Pada generator ini energi mekanik dari turbin diubah menjadi energi listrik, atau generator ini dapat dikatakan sebagai generator [7][8].

Perhitungan

Terdapat beberapa rumus untuk mencari output generator DC pada prototype pembangkit listrik tenaga gelombang laut.:

Tegangan :

$$V = I\ x\ R \text{...(1)}$$

Daya :

$$Pout = v\ x\ i \text{...(2)}$$

Efisiensi generator :

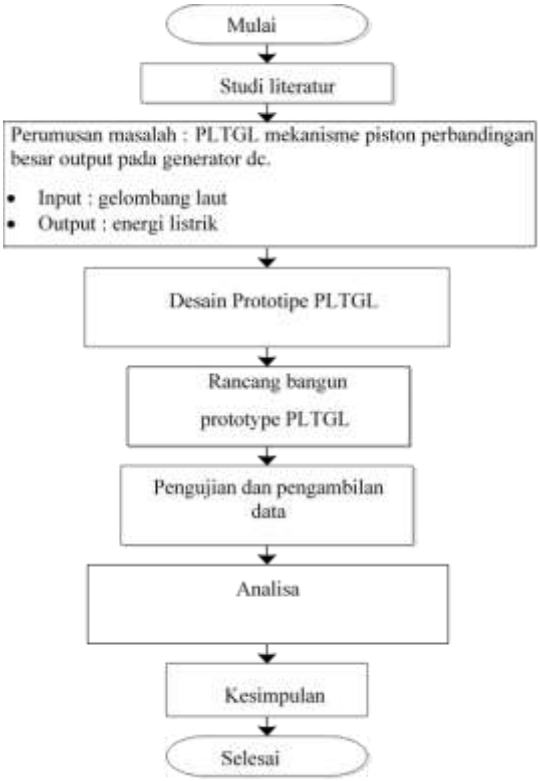
$$\eta = (P\ out)/(P\ in)\ x\ 100\% \text{ ...(3)}$$

Keterangan :
V = Tegangan (volt)
I = Arus (ampere)
R = Hambatan (ohm)
Pout = Daya turbin (watt)

Pin = Daya tekan (j/s)
F = Gaya (newton)
A = Luas Penampang (meter2)
Ŋ = Efisiensi (%)

METODE

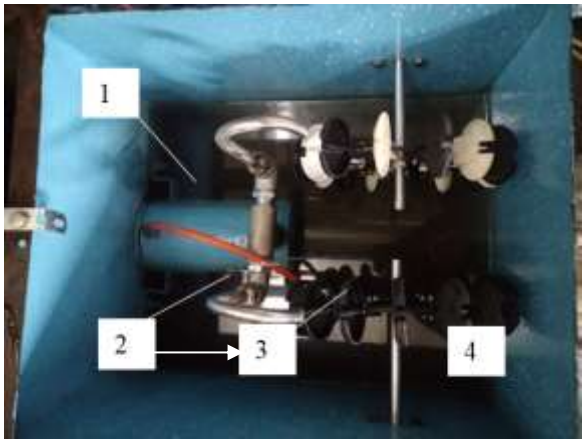
Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1 diatas, adalah alur penelitian yang dilakukan dalam membuat *prototype* dan juga pengambilan data serta Analisa hasil.

Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan mencari besar tegangan, daya, dan efisiensi output dua generator pada prototype pembangkit listrik tenaga gelombang laut mekanisme piston.



Gambar 2. Objek Penelitian

Keterangan :

1. Piston
2. Kran
3. Turbin
4. Poros

Fungsi dari masing masing gambar diatas:

1. Piston : berfungi sebagai pendorong aliran air
2. Kran : befungsi sebagai alat untuk menyemprotkan air yang didorong dari piston ke turbin
3. Turbin : berfungsi untuk memutar poros
4. Poros : berfungsi untuk memutar bagian generator

Pada gambar 2 adalah objek penelitian yaitu dimana komponen utama yang di teliti adalah pada bagian turbin dan generator DC.

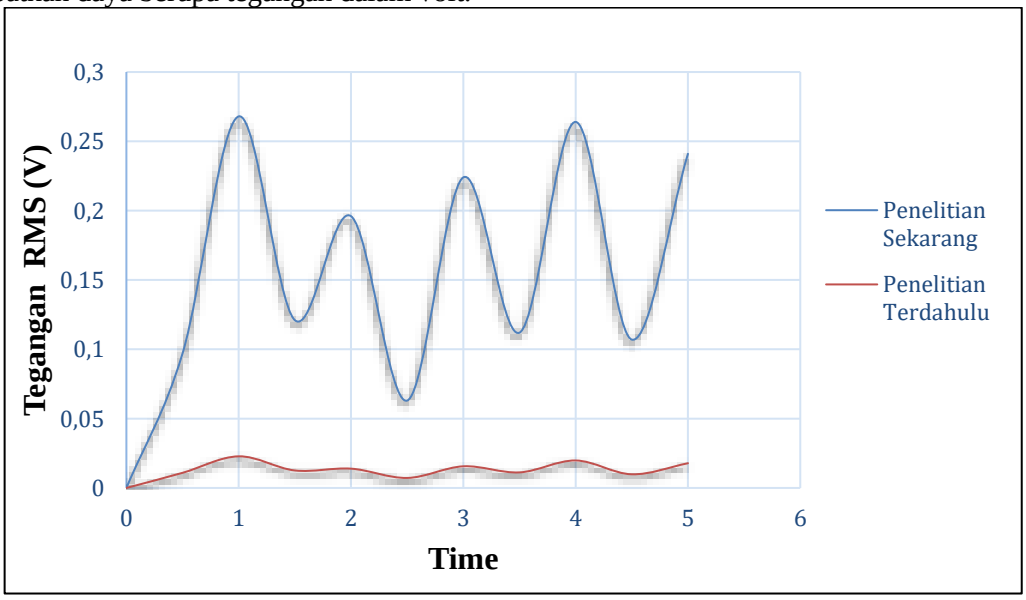
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tegangan

Tabel 4 Hasil eksperimen tegangan dua generator DC terhadap waktu

Waktu (s)	RMS (V)
0.5	0,097
1	0,268
1,5	0,121
2	0,196
2,5	0,063
3	0,224
3,5	0,112
4	0,264
4,5	0,107
5	0,241

Pada tabel 1 diatas adalah hasil dari percobaan dengan menggunakan waktu pengukuran selama 5 detik dan didapatkan daya berupa tegangan dalam volt.



Gambar 3. Grafik hasil eksperimen tegangan dua generator DC

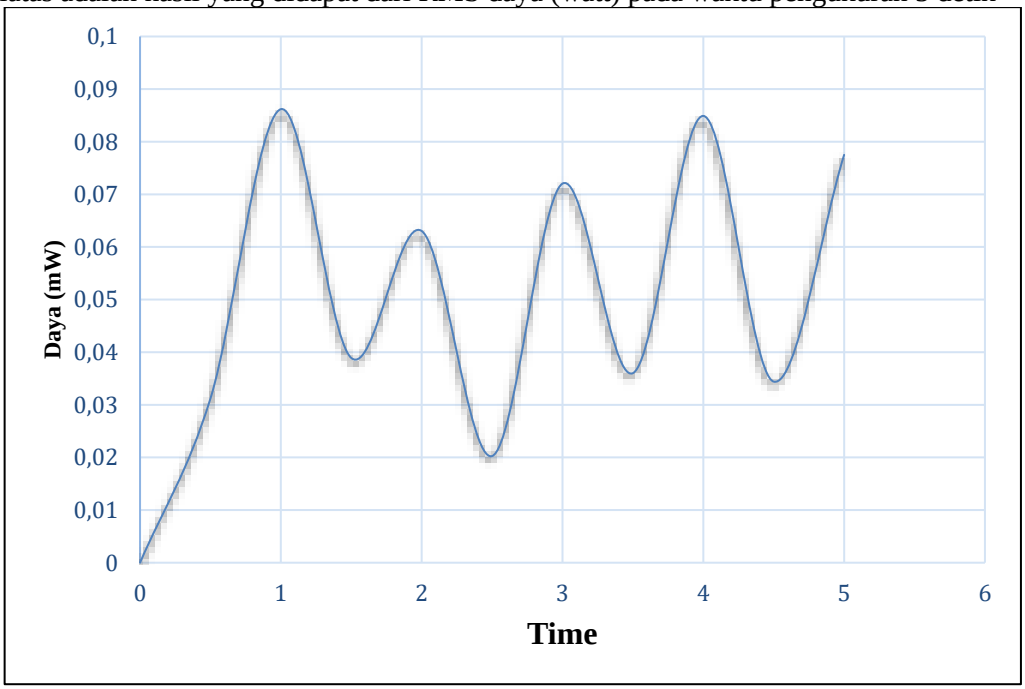
Dari gambar 3 hasil eksperimen tegangan menggunakan satu generator dan turbin yaitu 0,03416 V. Pada eksperimen tegangan terhadap waktu dengan menggunakan dua generator DC dihasilkan yaitu sebesar 0.1693 V. Dari eksperimen yang telah dilakukan, terlihat semakin banyak jumlah generator maka semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan.

Daya

Tabel 5. Hasil daya pada dua generator DC terhadap waktu

Waktu (s)	Daya (W)
0,5	0.031196
1	0.086191
1,5	0.038914
2	0.063035
2,5	0.020261
3	0.07204
3,5	0.03602
4	0.084904
4,5	0.034412
5	0.077507

Tabel 2 diatas adalah hasil yang didapat dari RMS daya (watt) pada waktu pengukuran 5 detik



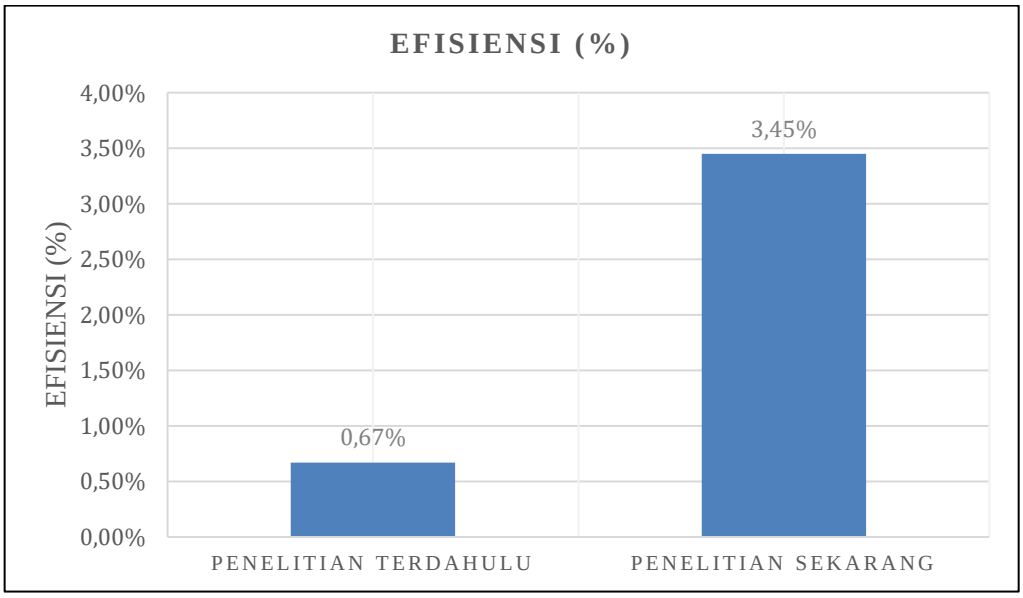
Gambar 4. Grafik hasil daya dua generator DC

Dari gambar 4 di dapat hasil pada eksperimen daya terhadap waktu dengan menggunakan dua generator DC. Terlihat pada hasil eksperimen dua generator dengan jumlah lilitan 225 dengan daya rata-rata RMS yang dihasilkan yaitu sebesar 0.54448 W. Membuktikan bahwa nila daya memiliki fluktuasi yang sama dengan tegangan, karena nilai tahan yang digunakan sama.

Efisiensi

Tabel 6 Hasil efisiensi perbandingan satu generator DC dan dua generator DC

Data	Efisiensi (%)
Penelitian Terdahulu	0,67%
Penelitian Sekarang	3,45%



Gambar 5. Grafik perbandingan antara penelitian terdahulu dan sekarang

Dari gambar 5 di dapatkan hasil pada eksperimen perbandingan efisiensi penelitian sebelumnya dan penelitian sekarang. Terlihat pada hasil eksperimen tersebut pada penelitian terdahulu dengan menggunakan satu generator DC dengan jumlah lilitan 225 menghasilkan efisiensi yaitu sebesar 0,67%, sedangkan pada penelitian sekarang dengan menggunakan dua generator DC dengan jumlah lilitan 225 menghasilkan efisiensi yaitu sebesar 3,45%. Dari hasil Eksperimen yang telah dilakukan, terlihat bahwa dengan menggunakan perbandingan 1 turbin dengan 1 generator DC dan 2 turbin dengan 2 generator DC memiliki peningkatan nilai tegangan dan juga efisiensi.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan pada eksperimen perbandingan output dua generator DC pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL) mekanisme piston, di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil eksperimen perbandingan tegangan output satu generator dengan jumlah 225 lilitan di dapat hasil 0,03416 V, sedangkan tegangan output dua generator terhadap waktu dengan jumlah lilitan 225 mendapatkan hasil yaitu sebesar 0,1693 V.
2. Pada hasil eksperimen perbandingan daya output satu generator dengan jumlah 225 lilitan di dapat hasil 0,10559 W, sedangkan daya output dua generator terhadap waktu dengan jumlah lilitan 225 mendapat hasil yaitu sebesar 0,54448 W.
3. Pada hasil eksperimen perbandingan efisiensi output satu generator terhadap waktu dengan 2 generator mendapatkan nilai peningkatan pada efisiensi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Rais and S. Hastuti, "Analisis Pengaruh Lebar Kolom Osilasi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Tipe Oscillating Water Column (OWC) Terhadap Daya yang Mampu Dibangkitkan," *Semin. Nas. Rekayasa dan Tek. Mesin di Ind.*, no. 11, p. 8, 2018, [Online]. Available: http://eprints.itenas.ac.id/215/.

[2] P. Menggunakan, M. Oscillating, W. Coloumn, O. W. C. Di, P. Selatan, and J. Indonesia, "Studi

potensi pembangkit listrik tenaga gelombang laut (pltgl) menggunakan metoda oscillating water coloumn (owc) di perairan selatan jawa indonesia," 2020.

[3] I. Wayan Arta Wijaya, "Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi Oscilating Water Column Di Perairan Bali," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, 2010, doi: 10.24843/10.24843/MITE.

[4] B. A. B. Ii, "LANDASAN TEORI Pengertian Turbin Air Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik . Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator . Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan ."

[5] A. P. Putra, S. Suprayogi, and A. Qurthobi, "Studi Perhitungan Ggl Output Generator Arus Searah Berdasarkan Ilustrasi Gerak Transversal Gelombang Laut," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 5986–5992, 2018.

[6] Wintazon, A. Setyo Pramudiyanto, and E. Nur Hidayat, "Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Laut Atau Angin Laut dengan Pengendali Gravitasi Bumi," *Maj. Ilm. Gema Marit.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.37612/gema-maritim.v21i1.1.

[7] Ulum M, Noerpamoengkas A. STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH FREKUENSI GELOMBANG DAN DIAMETER KAWAT GENERATOR DC TERHADAP DAYA BANGKITAN MODEL MEKANISME PLTGL TIPE APUNG. *J Mech Eng Sci Innov* 2021; 1–7.

[8] Ulum M, Noerpamoengkas A, Arifin AA, et al. Studi Eksperimental Pengaruh Kecepatan Engkol dan Variasi Diameter Disk terhadap Amplitudo, Frekuensi dan Daya pada Mekanisme Pembangkit Gelombang. *J Mech Eng Sci Innov*; 1. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.31284/j.jmesi.2021.v1i1.1761.