Study Eksperimental Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Metode Mekanis Apung Menggunakan Sistem Transmisi Sproket dan Variasi Panjang Lengan

Yoga Pamungkas[1], Miftahul Ulum[2], Ardi Noerpamoengkas[3]
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail : yoga1pamungkas@gmail.com

ABSTRACT

In Indonesia, oil fuel becomes the major source of energy in which price tends to increase every year. Therefore, this research tried to use energy from sea wave to substitute oil fuel. Basically, it aimed at investigating sea wave power plant with float mechanical method using sprocket transmission system by varying buoy arm length sizes of 37, 42, and 47.5 cm. Buoy arm length belongs to one of parts to generate the mechanism of sea wave power plant. This research was started by the process of developing a prototype of sea wave power plant in float mechanism with sprocket transmission system. After the mechanism had been stated ready to operate, the test on the sea wave power plant was carried out in in a simulator pond completed with water wave resembling sea wave. To maximize the result of test, the researcher varied the frequency in 0.8, 1, and 1.4 Hz. In conclusion, arm length and frequency were very influential to the power resulted by sea wave power plant. The biggest voltage by 0.0737 volt was yielded within the arm length 47.5 cm and frequency 1.4 Hz.

Keywords: *Wave Frequency, Sea Wave, Sea Wave Power Plant, Sprocket Transmission*

ABSTRAK

Bahan bakar minyak merupakan sumber energi utama yang ada di Indonesia dan harga minyak cenderung mengalami kenaikan pada tiap – tiap tahunnya. Pada penelitian ini memanfaatkan energi gelombang laut sebagai gantinya. Maka pada penelitian ini dilakukanlah penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) metode mekanis apung menggunakan sistem transmisi sprocket dengan memvariasikan ukuran panjang lengan pelampung. Panjang lengan pelampung ini sebagai salah satu bagian untuk menggerakkan mekanisme dari PLTGL ini, yang mana variasi panjang lengan tersebut mempunyai ukuran antara lain 37, 42, 47.5 Cm. pada penelitian ini di mulai dengan proses membangun prototype PLTGL mekanis apung dengan sistem transmisi sprocket. Setelah sudah di nyatakan mekanisme PLTGL siap untuk di uji coba maka dilaksanakanlah pengujian PLTGL. Pengujian di lakukan pada kolam simulator, yang mana kolam tersebut dapat membuat suatu gelombang air menyerupai gelombang laut. Untuk memaksimalkan pengujian maka di gunakan berbagai frekuensi antara lain 0.8, 1, 1.4 Hz. dan didapatkan hasil dari pengujian bahwa panjang lengan dan frekuensi sangat berpengaruh pada daya yang di hasilkan PLTGL. Voltage terbesar yang di peroleh pada pengujian PLTGL jenis ini adalah pada panjang lengan 47.5 cm dan frekuensi 1.4 Hz yaitu 0.0737 Volt.

Kata kunci: Frekuensi gelombang, Gelombang laut, PLTGL, Transmisi sprocket.

PENDAHULUAN

Dengan memanfaatkan energi gelombang air laut diharapkan bisa memenuhi kebutuhan energi dunia saat ini[1]. Energi gelombang laut dapat dipanen dengan berbagai mekanisme[2][3]. Mekanisme pendulum dimanfaatkan untuk memanen energi ini. Mekanisme ini dapat berupa pendulum horizontal datar [4] atau pendulum vertikal [5][6] yang ditempatkan di atas ponton. Maka penelitian ini tentang mekanisme Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dengan menggunakan metode mekanis apung. Besarnya naik turun pelampung di tentukan oleh panjang lengan, yang kemudian menggerakkan poros searahkan dengan dipasang one-way

bearing. Untuk menghubungkan generator dan poros maka digunakan transmisi dengan Sproket. Di penelitian PLTGL ini di buat berskala laboratorium, dengan memanfaatkan gerakan naik turun pelampung yang di akibatkan oleh gelombang air laut. PLTGL di letakkan di tengah kolam simulator untuk mensimulasikannya. Pada penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan pembuatan alat (prototype) mekanisme PLTGL dengan menggunakan metode mekanis apung skala laboratorium dan belum pernah dilakukan eksperimen.

Dari uraian diatas, maka penelitian ini tertuju pada study eksperimental PLTGL metode mekanis apung dengan transmisi sprocket dan variasi panjang lengan. Yang di harapkan dari penelitian ini adalah membuat pembangkit listrik dengan pemanfaatan energi gelombang air laut yang efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Gaya Gelombang Laut (Wave Force)

Analisa gaya pada pelampung dapat menunjukan seberapa besar nilai daya yang dihasilkan. Dimana penjumlahan gaya pada pelampung akan menimbulkan torsi sehingga dapat memutar poros. Dimana gaya – gaya pada pelampung dapat dihitung dengan cara :

$$P_{wave} = \frac{\rho.g^2.H^2.T}{32\pi} \qquad \text{…….(1)}$$

$$F_{wave} = \frac{P_{wave} x T}{L} \qquad \text{…….(2)}$$

Dimana, *P* wave adalah daya gelombang (watt), ρ adalah massa jenis air tawar (1000 kg/m3), *g* adalah percepatan gravitasi (9,8 m/s2), *H* adalah tinggi gelombang (m), *T* adalah Periode gelombang (s), *L* adalah Panjang gelombang (m), *F* wave adalah gaya gelombang[7].

Efisiensi PLTGL

Effisiensi PLTGL dapat dihitung dengan perbandingan dari daya gelombang yang mengenai pelampung dengan daya yang dihasilkan PLTGL.

$$\eta_{PLTGL} = \frac{P_{out}}{P_{wave}} x100\% \qquad \text{…….(3)}$$

Efisiensi dari sistem dinyatakan dalam η_{PLTGL} (%), Daya input yang dihasilkan gelombang simulator P_W (watt), Daya yang dihasilkan mekanisme P_{output} (watt). Nilai efisiensi ini menjadi tolak ukur dalam menentukan kualitas mekanisme PLTGL. Efisiensi mekanisme juga bergantung pada besarnya gelombang yang diberikan oleh air laut, dalam arti adalah semakin tinggi gelombang dan amplitudo maka semakin besar pula putaran yang dihasilkan oleh mekanisme PLTGL [8].

METODE

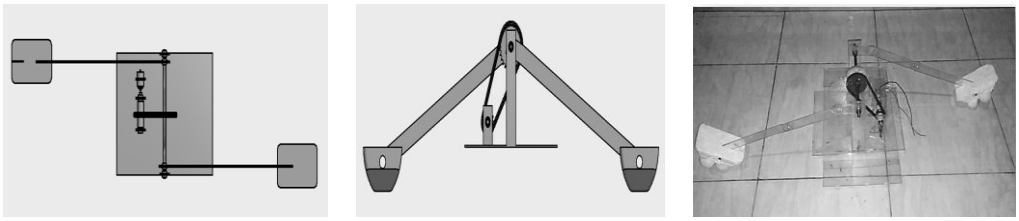
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan data atau eksperimen. Pertama dalam persiapan pengujian adalah memastikan bahwa mekanisme PLTGL dapat memutar generator dari gerakan pelampung. Setelah mekanisme berjalan dengan baik maka selanjutnya memasang prototipe PLTGL pada kolam pembuat gelombang dengan memberi variasi panjang lengan, kemudian mengatur stroke serta inverter untuk menentukan variasi frekuensi gelombangnya. Selanjutnya mengatur *oscilloscope* untuk merekam data dalam bentuk

voltage. Hasil data di simpan kemudian di olah sehingga hasil pengujian diperoleh dalam bentuk grafik variasi panjang lengan serta variasi frekuensi.

Parameter komponen PLTGL dan komponen yang di variasikan di tunjukan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Parameter PLTGL

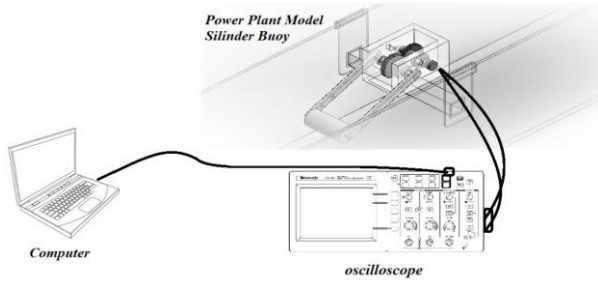
No	Nama Komponen	Parameter
1.	Rasio Sproket	1 : 2
2.	Panjang Lengan	0.37, 0.45, 0.475 m
3.	Panjang Pelampung	0.125 m
4.	Diameter kawat generator DC	0.6 mm



(a) (b) (c)

Gambar 1. Prototype PLTGL tipe apung
a) Pandangan atas, b) Pandangan samping, c) Sebenarnya

Sumber : dokumen pribadi redaksi



Gambar 2. Rangkaian Percobaan [8]

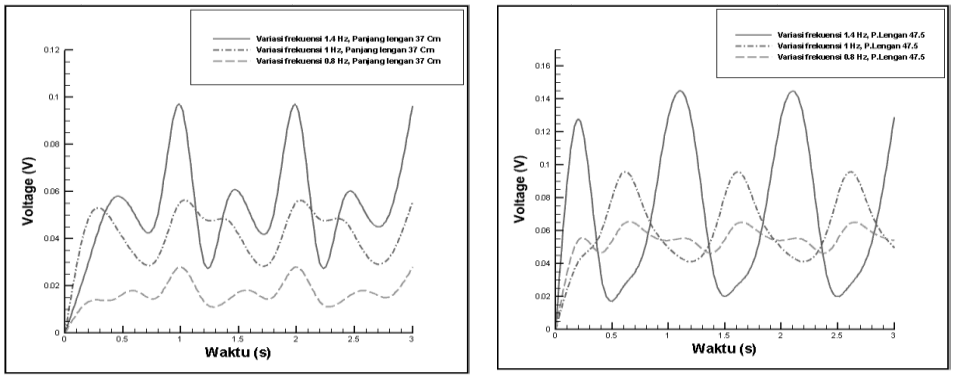
Penelitian ini dilakukan menggunakan skala laboratorium dimana kolam gelombang dan prototype dibuat dengan minimalis, frekuensi yang digunaan adalah 0.8, 1 dan 1.4 Hz dimana nilai ini diambil dari jurnal [9][10] dimana hasil yang diperoleh semakin kecil frekuensi gelombang semakin besar pula energi yang dihasilkan, untuk itu pada penelitian ini diambil frekuensi yang rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan dengan Variasi Frekuensi Gelombang

Pengujian PLTGL tipe mekanis apung dengan transmisi *sprocket* menggunakan frekuensi gelombang 0.8 Hz, 1 Hz, dan 1.4 Hz dan panjang pelampung 37 cm, 42 cm, dan 47,5 cm. Dimana pada variasi pengujian ini adalah dengan membanding antara frekuensi gelombang

terhadap daya listrik yang dihasilkan, hasil dari pengujian ini ditampilkan pada Gambar 3 berikut.



(a) (b)

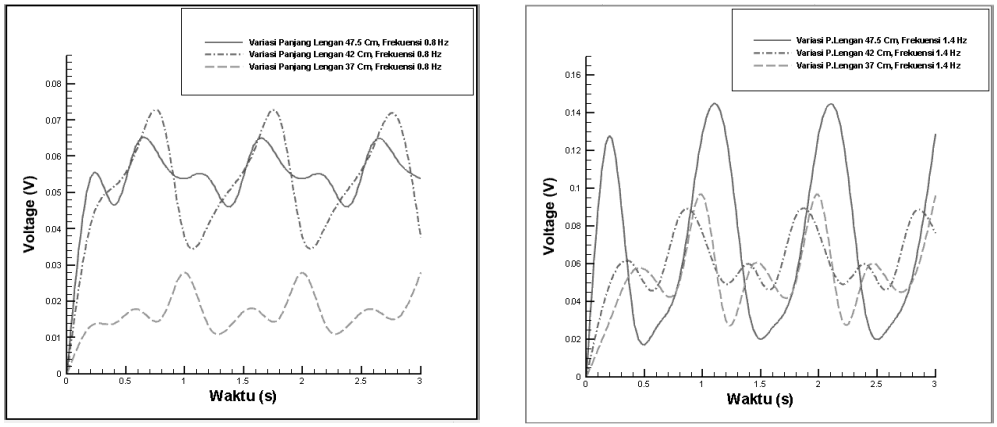
Gambar 3. Grafik volatase terhadap waktu dengan variasi frekuensi
a) Panjang lengan 37cm , b) Panjang lengan 47,5cm

Sumber : dokumen pribadi redaksi

Pada gambar diatas ditunjukkan bahwa perbedaan frekuensi gelombang mengakibatkan meningkatnya nilai voltase yang dihasilkan, hasil terendah didapat dengan frekuensi gelombang 0.8 Hz dan panjang lengan pelampung 37 cm sebesar 0.0176 Volt. Sedangkan hasil tertinggi pada frekuensi gelombang 1.4 Hz dengan panjang lengan pelampung 47.5 cm sebesar 0.0737 Volt. Hal ini dikarenakan tinggi dan panjang gelombang mempengaruhi, dimana semakin tinggi gelombang nilai daya yang dihasilkan akan semakin meningkat, hal ini juga dipengaruhi oleh panjang gelombang dan aplitudo gelombang dimana semakin lama gelombang datang maka gerakan yang dihasilkan juga akan semakin rendah.

Percobaan dengan Variasi Panjang Lengan Pelampung

Pada percobaan ini dilakukan dengan memvariasikan panjang lengan yang digunakan oleh pelampung, dimana panjang lengan yang diberikan adalah 37 cm, 42 cm dan 47.5 cm. Hasil percobaan ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



(a) (b)

Gambar 4. Grafik Voltase Terhadap Waktu dengan Variasi Panjang Lengan Pelampung a) Frekuensi 0.8 Hz, b) Frekuensi 1.4 Hz

Sumber : dokumen pribadi redaksi

Dari hasil grafik diatas adalah perbandingan antara nilai voltase terhadap waktu percobaan. Percobaan dilakukan dengan memberikan parameter yang berbeda pada panjang lengan pelampung namun dengan frekuensi yang sama. Dari hasil dapat di ketahui bahwa pada panjang lengan pelampung nilai voltase yang dihasilkan pada frekuensi gelombang 1.4 Hz dengan panjang lengan 37 cm didapatkan nilai 0.5654 Volt, sedangkan pada panjang 42 cm didapat nilai 0.06335 Volt dan pada panjang 47.5 cm adalah 0.0737 Volt.

Pada gambar 4 a terdapat perbedaan yang signifikan dimana frekuensi 0.8 Hz dengan panjang lengan 37 cm memiliki nilai output yang kecil dibandingkan dengan panjang lengan 42 dan 47.5 cm. Hal ini tentu dipengaruhi juga oleh tingginya gelombang dengan gaya torsi yang dihasilkan oleh lengan sangat rendah jika memiliki panjang lengan yang pendek. Sedangkan pada frekuensi 1 dan 1.4 Hz memiliki hasil yang cukup baik, dimana perbedaan hasil tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan, hal ini di sebabkan oleh gelombang dan gerakan lengan ayun yang memiliki batas yang cukup baik pada range frekuensi tersebut.

Hasil tertinggi di tunjukkan pada gambar 4b yaitu pada frekuensi gelombang 1.4 Hz dan panjang lengan ayun 47.5 cm, dimana output mencapai 0.0737 Volt atau 0.03949 watt. Hal ini disebabkan oleh tinggi dan amplitudo sangat mempengaruhi gerakan yawing sehingga putaran sprocket secara maksimal dapat terserap oleh generator. Pada PLTGL jenis apung ini memiliki 2 pelampung dimana frekuensi terbaik berada pada 1.4 Hz.

Efisiensi system pada PLTGL jenis ini dapat di cari dengan persamaan 3 dimana nilai tersebut sebesar

$$\eta_{PLTGL} = \frac{0.03949}{1.0169} x100\%$$

$$\eta_{PLTGL} = 4\%$$

Efisiensi PLTGL adalah 4 % dimana nilai tersebut didapat dari daya *output* generator dibagi *power of wave* sebesar 1.0169 watt dimana daya tersebut didapat dari *analysis* parameter yang didapat dari hasil eksperimen.

KESIMPULAN

PLTGL tipe apung memiliki mobilitas yang cukup baik dikarenakan aplikasinya cukup mudah yaitu dengan mengapungkan diatas laut lepas. Nilai yang dihasilkan dari variasi frekuensi dan panjang lengan pelampung didapat hasil terbaik yaitu pada frekuensi gelombang 1.4 panjang lengan 47.5 cm. dimana outputnya sebesar 0.0737 Volt. Sedangkan efisiensi system adalah 4%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. P. Kazmierkowski and M. Jasi, "Power Electronics for Renewable Sea Wave Energy," *Int. Conf. Optim. Electr. Electron. Equip.*, pp. 4–9, 2010.

[2] X. Niu, "Modeling and Design Analysis of a Permanent Magnet Linear Synchronous Generator," pp. 1–47, 2013.

[3] L. Hai, R. Waters, M. Leijon, E. Lejerskog, and C. Bostr, "Experimental results on power absorption from a wave energy converter at the Lysekil wave energy research site," vol. 77, 2015.

[4] A. Noerpamoengkas, H. L. Guntur, and Zamrisyaf, "Modelling Flat Pendulum And Simulating Its Validation At The Pendulum-Flat Pontoon Model Sea Wave Electric Generator Application," *J. IPTEK*, vol. 17, no. 1, pp. 10–22, 2013.

[5] A. Noerpamoengkas and M. Ulum, "Pemodelan Pengaruh Frekuensi dan Amplitudo Eksitasi terhadap Respon Gerak dan Daya Mekanis Pendulum Vertikal pada Konverter Energi Gelombang Laut," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, 2015, pp. 201–210.

[6] A. Noerpamoengkas and M. Ulum, "PEMODELAN GERAK PENDULUM VERTIKAL PADA KONVERTER ENERGI GELOMBANG BERINERSIA TAMBAHAN SAAT RESONANSI," *J. IPTEK*, vol. 21, no. 1, p. 61, May 2017.

[7] M. Ulum, "Analysis on Electrical Energy from Cylindrical-Buoy-Type Sea Wave Power Plant Model," in *The 7th Annual Basic Science International Conference*, 2017, pp. 1–4.

[8] M. Ulum, "Studi Experimental Energi Bangkitan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Model Pelampung Silinder," *IPTEK*, vol. 22, pp. 29–36, 2018.

[9] S. Octavia and W. Hendrowati, "Pemodelan dan Analisa Energi Listrik Yang Gelombang Air (PLTG-AIR) Tipe Pelampung Silinder Dengan Cantilever Piezoelectric," vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2015.

[10] G. Setyono and M. Ulum, "Variasi Putaran Turbin terhadap Performa Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Menggunakan Oscillating Water Column (Variation of Turbine Rotation on the Performance of a Water Wave Power Plant Using an Oscillating Water Column)," pp. 58–60.