

STUDI KARAKTERISTIK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR LAUT (PLTGL) SEBAGAI ENERGITERBARUKAN

Abdul Rohman¹⁾, Herman Yuliandoko²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi, Jl. Raya Jember
Banyuwangi. 686461

²⁾Jurusan Teknik Informatika Politeknik Negeri Banyuwangi, Jl. Raya
Jember Banyuwangi. 686461

E-mail : rahmanabd@poliwangi.ac.id

Abstract

The need for electrical energy to support community activities is increasing rapidly. The availability of fossil energy is getting low, so it is necessary to find alternative energy, one of which is ocean wave energy. Ocean Wave Power Plant (PLTGL) is a mechanization of motion to convert ocean wave energy into electrical energy. This study discusses the mechanization of the PLTGL model with the cylinder buoy method on a small scale. The waves generated by the waves of sea water will move the buoy up and down and move a series of gears and generators. The amount of lift (bouyancy) that lifts the cylinder buoy is influenced by the dimensions (length and width) of the cylinder buoy. The dimensions (length and location of inertia) of the arm also determine the amount of torque to turn the gearbox and generator. The modeling focuses on the variation of the buoys with a length of 30 cm, 28 cm and 25 cm and the volume of the buoys 3114.5 cm³, 2906.9 cm³ and 2595.4 cm³, while the variation of the arms is 50 cm, 45 cm and 30 cm with inertia 138.1667 kg.cm², 88.4267 kg.cm² and 49.7400 kg.cm². Several variations were made in order to obtain maximum and continuous electrical energy. The experimental results of this buoy method, the maximum and continuous electrical energy is obtained from a cylindrical buoy model with a buoy length of 30 cm, a volume of 3114.5 cm³, an arm length of 30 cm and an inertia location of 49.7400 kg.cm², namely rms of 0.28 volts and 0.014826 watts. .

Keywords: PLTGL, Cylindrical Buoy, Electrical Energy.

Abstrak

Kebutuhan energi listrik untuk menunjang aktifitas masyarakat meningkat pesat. Ketersediaan energi fosil semakin menipis, maka perlu dilakukan untuk mencari energi alternatif salah satunya adalah energi gelombang laut. Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) adalah mekanisasi penggerak untuk mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik. Penelitian ini membahas tentang mekanisasi model PLTGL dengan metode pelampung silinder dalam skala kecil. Gelombang yang dihasilkan gelombang air laut akan menggerakkan pelampung naik turun dan menggerakkan serangkaian gear dan generator. Besarnya gaya angkat (*bouyancy*) yang mengangkat pelampung silinder dipengaruhi dari dimensi (panjang dan lebar) pelampung silinder. Dimensi (panjang dan letak inersia) lengan juga menentukan besarnya torsi untuk memutar gearbox dan generator. Pemodelan dititikberatkan variasi pelampung dengan panjang 30 cm, 28 cm dan 25 cm dan volume pelampung 3114,5 cm³, 2906,9 cm³ dan 2595,4 cm³. Sedangkan variasi lengan 50 cm, 45 cm dan 30 cm dengan letak inersia 138.1667 kg.cm², 88.4267kg.cm² dan 49.7400 kg.cm². Beberapa variasi dilakukan dalam bertujuan untuk mendapatkan energi listrik yang maksimum dan kontinyu. Hasil eksperimen metode pelampung ini, energy listrik yang maksimum dan kontinyu didapatkan dari model pelampung silinder dengan panjang pelampung 30 cm, volume 3114,5 cm³, panjang lengan 30 cm dan letak inersia 49.7400 kg.cm² yaitu rms sebesar 0,28 volt dan 0.014826 watt.

Kata kunci: PLTGL, Pelampung Silinder, Energi Listrik.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi bagi kehidupan manusia adalah hal yang sangat penting. Segala sesuatu yang menunjang keperluan hidup tergantung pada jumlah ketersediaan energi. Seiring kemajuan zaman, manusia lebih banyak membutuhkan energi yang dapat dimanfaatkan. Berbagai macam cara pemanfaatan energi telah dilakukan baik dengan cara modern maupun tradisional. Prinsip dari pemanfaatan energi adalah dengan cara mengubah energi ke dalam bentuk energi lain. Terdapat dua buah energi yaitu energi terbarukan dan energi tidak terbarukan. Untuk energi terbarukan tidak menemui banyak kendala dalam hal ketersediaannya, namun untuk energi tidak terbarukan memiliki masalah terkait ketersediaannya. Energi tak terbarukan seperti yang dihasilkan dari material di bawah bumi semakin lama semakin berkurang, sehingga harus ada pemanfaatan energi lain untuk menggantikannya. Salah satu energi yang tersedia cukup melimpah di Indonesia adalah panas bumi dan energi gelombang laut.

Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap energi terbarukan, berbagai sumber energi alternatif untuk daerah-daerah terpencil seperti energi tenaga angin, tenaga matahari dan mikrohidro [1-2]. Akan tetapi sumber energi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, seperti di pulau-pulau kecil banyak yang menggunakan energi dari matahari, tapi semua itu hanya bisa digunakan pada siang hari dan memerlukan baterai yang harganya cukup mahal. Sedang permintaan energi listrik diperkirakan meningkat dan diperlukan untuk menemukan metode dalam mengekstrak energi listrik dari sumber energi terbarukan seperti gelombang laut. Potensi energi gelombang laut di Uni Eropa telah diperkirakan secara konservatif sebesar 120-190 TWh / tahun pada lepas pantai dan tambahan 34-46 TWh / tahun pada lokasi dekat pantai [3].

Salah satu sumber energi yang belum banyak dimanfaatkan adalah gelombang laut [4]. Energi ini tersedia melimpah selama 24 jam sehingga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi pada masyarakat. laut Indonesia memiliki arus dan gelombang laut yang sangat potensial untuk menghasilkan energi listrik. Potensi ini tersebar di berbagai daerah diantaranya bagian selatan Jawa dan bagian barat Sumatera karena memiliki gelombang yang cukup besar. Potensi energi yang dihasilkan di pantai Indonesia memiliki nilai rapat daya yang cukup besar, yaitu berkisar antara 0.06 kW per meter kubik sampai 64 kW per meter kubik [5]. Energi yang berasal dari gelombang laut adalah salah satu sumber energi terbarukan

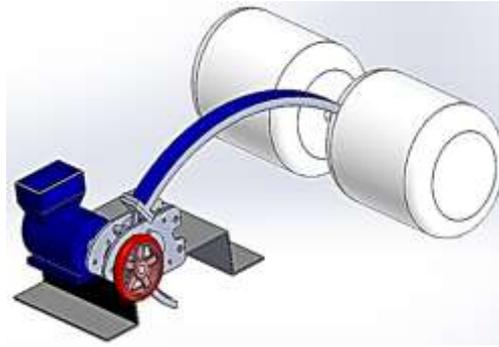
yang sangat menjanjikan, sebab dapat menghasilkan energi di hampir seluruh wilayah laut di permukaan bumi. Secara teoritis [6], energi yang berasal dari gelombang laut sebesar 8×10^6 TWh/tahun, atau sekitar 100 kali lebih besar dari seluruh pembangkit listrik tenaga air di planet bumi. Untuk menghasilkan energi sebanyak itu jika menggunakan sumber energi fosil, akan menghasilkan 2 juta ton emisi gas CO₂. Potensi energi yang berasal dari gelombang laut di atas planet bumi diperkirakan sebesar 2 Tera Watt. Dengan mengubah energi gelombang laut yang tersedia sebesar 10 sampai 15% sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan energi dunia saat ini.

Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan mengenai energi gelombang laut, tapi belum banyak yang menggunakan tipe *rotary* generator dan belum ada yang menggunakan tipe pelampung silinder. Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini kami mencoba untuk merancang dan mensimulasikan pembangkit listrik tenaga gelombang laut tipe pelampung silinder dengan memvariasi dimensi pelampung dan lengan pengungkit terhadap energi yang dihasilkan.

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah memodelkan karakteristik mekanisme pembangkit listrik tenaga gelombang laut tipe silinder yang mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik, dan hasil uji coba penelitian ini akan bermanfaat sebagai acuan ketika akan diterapkan pada kondisi riil di lapangan untuk merancang mekanisme dan energi yang dihasilkan pada sistem pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Kontribusi penelitian ini juga dapat mengetahui secara langsung kondisi besarnya energi gelombang laut yang dapat konversi menjadi energi listrik

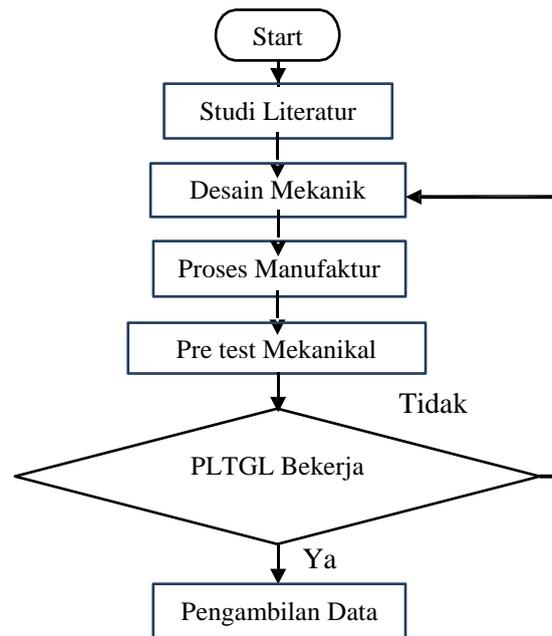
METODOLOGI

Pada eksperimen pada proses mekanis pembangkit listrik tenaga gelombang laut dilakukan dengan memanfaatkan gigi satu arah (*oneway gear*) terdiri dari pelampung silinder, lengan penggerak, *gearbox* yang dilengkapi *oneway gear* dan generator DC. Ilustrasi dari pemodelan pembangkit listrik tenaga gelombang laut di sajikan pada gambar berikut ini. Untuk mengoperasikan alat ini maka alat harus dipasang searah dengan gelombang yang akan menggerakkan pelampung.



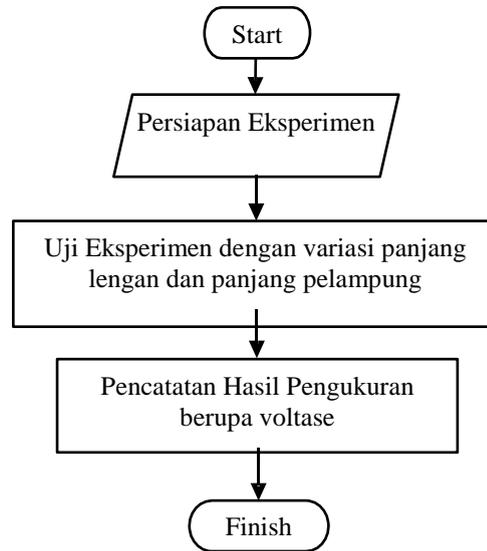
Gambar 1 Mekanisme PLTGL tipe pelampung silinder

Persiapan pekerjaan perancangan dengan detail gambar teknis yang telah disiapkan. Perencanaan bahan dan alat penelitian ini dengan spesifikasi yang ditetapkan. Perancangan ini di analisis dengan perhitungan matematis untuk mengukur *performance* yang diinginkan. Kegiatan ini juga dilakukan waktu pengerjaan setiap komponen PLTGL tersebut. Diagram alir perancangan PLTGL yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 2 Diagram Alir Perancangan PLTGL

Energi yang dihasilkan dari gelombang laut yang merambat melalui media air laut dapat dibangkitkan dengan *prototype* mekanisme PLTGL. Dalam penelitian ini, untuk mengoptimisasi energi yang dihasilkan oleh sistem PLTGL maka divariasi dimensi pelampung dan panjang lengannya.



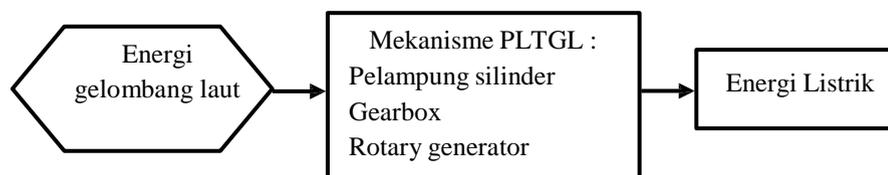
Gambar 3 Diagram Alir Pengambilan Data

Untuk mencari besarnya energi yang dapat dihasilkan dengan memvariasi dimensi tersebut, maka perlu diketahui hubungan energi yang dihasilkan dengan variasi pelampung dan lengan. Persamaan hubungan antara energi yang dihasilkan dengan variasi pelampung dan lengan

Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan prototipe berjalan sesuai perhitungan dan perencanaan awal. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan memvariasi panjang lengan, panjang pelampung dan massa pelampung pada mekanisme PLTGL yang akan digunakan untuk proses validasi serta untuk mengetahui pengaruh hubungan input output antara energi dari gelombang laut terhadap energi listrik yang dihasilkan dalam bentuk voltase. Diagram alir untuk mempermudah dalam melakukan eksperimen mengikuti diagram alir sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen penelitian pada pembangkit listrik tenaga gelombang laut ditetapkan dua variasi, yaitu panjang lengan dan variasi dimensi pelampung. Variasi lengan dengan asumsi 50 cm, 45 cm dan 30 cm sedangkan variasi pelampung diasumsikan 30 cm, 28 cm dan 25 cm, Sistem eksperimen yang dipakai ditampilkan pada gambar 4 berikut ini.



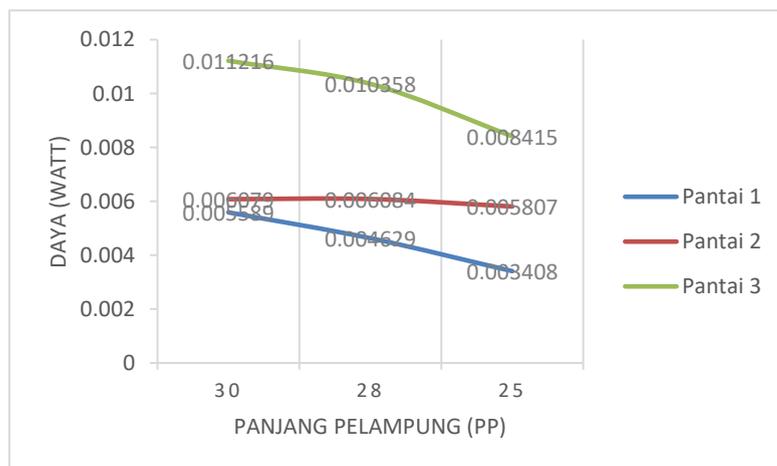
Gambar 4 Skema inverter energi gelombang laut

Analisa hasil eksperimen pengaruh frekuensi dan panjang lengan terhadap energi yang dihasilkan

Pada analisa hasil eksperimen pengaruh variasi panjang lengan 50 cm, 45 cm dan 30 cm terhadap panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm, untuk mencari seberapa besar perubahan energi yang dihasilkan pada saat variasi panjang lengan 50 cm, 45 cm dan 30 cm pada frekuensi gelombang tempat uji pantai 1, pantai 2, pantai 3.

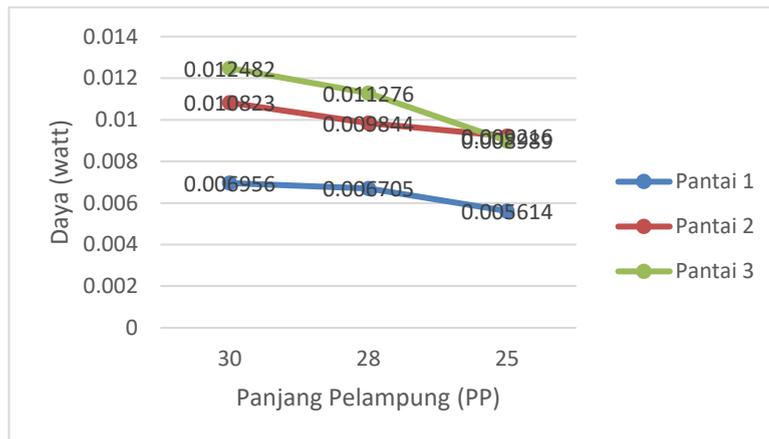
a. Panjang Lengan 50 cm

Hubungan variasi panjang lengan 50 cm dengan variasi panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm pada pada frekuensi gelombang pantai 1, 2 dan 3 terhadap energi yang dihasilkan ditampilkan pada gambar 4.1. terlihat setiap perubahan panjang pelampung terjadi perubahan daya yang dihasilkan mekanisme PLTGL. Bahwa pada panjang lengan 50 cm rms daya yang maksimal dihasilkan pada panjang lengan 30 cm pada panati yaitu 0.011216 watt. Sedangkan daya rms yang minimum dihasilkan pada panjang pelampung 25 cm pada pantai 1 yaitu sebesar 0.003408 watt. Dari perbedaan energi yang dihasilkan terlihat dengan berubahnya panjang pelampung sangat berpengaruh terhadap besarnya energi yang dihasilkan, semakin panjang pelampung maka daya angkat yang dihasilkan semakin besar dan semakin besar frekuensi maka pergerakan lengan semakin cepat, maka berpengaruh terhadap kecepatan putaran pada *gearbox* dan energi yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 5 Grafik hubungan panjang lengan 50 cm dengan variasi panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm terhadap energi yang dihasilkan.

b. Panjang Lengan 45 cm



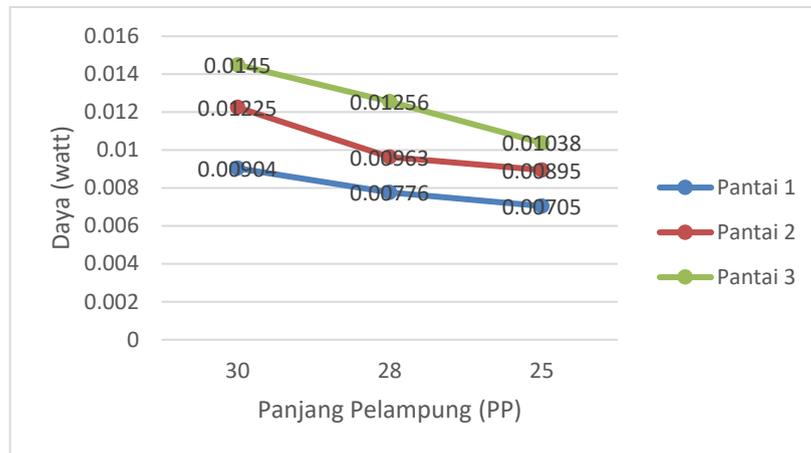
Gambar 6 Grafik hubungan panjang lengan 45 cm dengan variasi panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm terhadap energi yang dihasilkan

Hubungan panjang lengan 45 cm terhadap variasi panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm terhadap energi yang dihasilkan pada pantai 1, 2 dan 3. Hasil dari pengaruh variasi panjang lengan terhadap variasi panjang pelampung ditampilkan pada gambar 6.

Daya maksimum dihasilkan pada panjang pelampung 30 cm sebesar 0,012482 watt yaitu pada pantai. Besarnya daya dihasilkan pada panjang pelampung 25 cm dengan daya sebesar 0.005614 watt. Dari perubahan yang dihasilkan tersebut memperlihatkan panjang pelampung dan panjang lengan serta besarnya frekuensi sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh mekanisme. Luasan dari permukaan pelampung berpengaruh terhadap daya angkat yang dihasilkan oleh mekanisme yang berpengaruh terhadap energi yang dihasilkan.

c. Panjang Lengan 30 cm

Hasil hubungan panjang lengan 30 cm dengan variasi panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm terhadap energi yang dihasilkan dengan beberapa pantai 1,2 dan 3. Pengaruh dari variasi pelampung ditampilkan pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Grafik hubungan panjang lengan 30 cm dengan variasi panjang pelampung 30 cm, 28 cm dan 25 cm terhadap energi yang dihasilkan

Daya maksimal dihasilkan panjang pelampung 30 cm sebesar 0.01450 watt yaitu pada pantai 3. Daya minimum dihasilkan pada panjang pelampung 25 cm sebesar 0.00705 watt. Dari perubahan yang dihasilkan tersebut memperlihatkan panjang pelampung dan panjang lengan serta besarnya frekuensi gelombang pantai sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh mekanisme

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari eksperimen dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Mekanisme pembangkit listrik tenaga gelombang laut tipe pelampung ini dapat menyerap energi gelombang laut yang mengkonversi energi gelombang menjadi energi mekanis penggerak roda gigi dan rotary generator.
2. Energi maksimal dihasilkan pada panjang lengan 30 cm, panjang pelampung 30 cm dan pada Pantai 3.
3. Panjang lengan sangat dipengaruhi oleh letak inersia, sedangkan panjang pelampung dipengaruhi oleh diameter pelampung.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Wijaya and I. Wayan. (2012) Pembangkit listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi Oscilating Water Column di Perairan Bali, *J. Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2.
- M. A. Djabbar and others. (2011). Ombak Sebagai Sumber Energi Listrik, *Pros. Has. Penelit. Fak. Tek.*, vol. 5, no. 1.

- M. Leijon, H. Bernhoff, O. Agren, J. Isberg, J. Sundberg, M. Berg, K. E. Karlsson, and A. Wolfbrandt. (2005) Multiphysics simulation of wave energy to electric energy conversion by permanent magnet linear generator, *Energy Convers. IEEE Trans. On*, vol. 20, no. 1, pp. 219–224.
- O. Langhamer, K. Haikonen, and J. Sundberg. (2010). Wave power—Sustainable energy or environmentally costly A review with special emphasis on linear wave energy converters, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 4, pp.1329–1335.
- S. Hadi, (2014). Energi listrik alternatif berbasis arus laut Indonesia, Institut Teknologi Bandung.
- Masjono, (2012) -Desain dan simulasi konverter energi gelombang laut sebagai pembangkit tenaga listrik *J. Ilmiah Elite Elek.*, vol. 3, no. 2, pp. 113–118.
- M. E. McCormick, (2010) -Ocean Engineering Mechanics, Cambridge University Press.
- C. M. Close, D. K. Frederick and J. C. Newell, (2002). Modeling and Analysis of Dynamic Systems Third Edition, John Wiley and Sons, Inc.