



## ***TWIN BALL AND TWIN CYLINDER OF WAVE ENERGY***

\*Dwikki Syachruluddin<sup>1</sup>, Arfena Deah Lestari<sup>1</sup>, Muhammad Ivanto<sup>2</sup>, Mochammad Meddy Danial<sup>1</sup>, Jasisca Meirany<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kelautan Universitas Tanjungpura

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin Universitas Tanjungpura

\*dwiki.syah@gmail.com

### **Abstrak**

*Twin Ball and Twin Cylinder of Wave Energy* adalah teknologi yang dapat merubah energi kinetik menjadi energi listrik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi pemanfaatan energi gelombang laut di Desa Pulau Lemukutan, Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, yang mengalami permasalahan pasokan listrik terbatas. Dengan menggunakan metode kuantitatif dan data sekunder yang diperoleh dari situs web *ECMWW*, penelitian ini menunjukkan bahwa *Twin Ball* dapat menghasilkan daya yang lebih besar daripada *Twin Cylinder*. Daya yang dihasilkan mampu membantu 1 buah bagan nelayan untuk kebutuhan penerangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi gelombang laut dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan pasokan listrik di wilayah tersebut.

**Kata Kunci:** *Twin Ball and Twin Cylinder of Wave Energy*

### **Abstract**

*Twin Ball and Twin Cylinder of Wave Energy* is a technology that can convert kinetic energy into electrical energy. This research was conducted to determine the potential utilization of ocean wave energy in Pulau Lemukutan Village, Sungai Raya Kepulauan Sub-district, which is experiencing problems of limited electricity supply. Using quantitative methods and secondary data obtained from the *ECMWW* website, this research shows that *Twin Ball* can produce more power than *Twin Cylinder*. The power generated can help 1 fishing chart for lighting needs. The results of this study indicate that the utilization of ocean wave energy can be an alternative solution to overcome electricity supply problems in the region.

**Keyword:** *Twin Ball and Twin Cylinder of Wave Energy*

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia dengan wilayahnya yang luas dan jumlah penduduknya yang tinggi, serta kondisi geografisnya yang beragam dan tersebar luas, Indonesia masih menghadapi tantangan untuk menyediakan energi untuk setiap orang [1]. Indonesia termasuk bagian dari wilayah laut terbesar, Indonesia juga memiliki potensi energi laut yang dapat dimanfaatkan terutama terutama energi gelombang laut, yang dapat bermanfaat bagi penduduk di pesisir pantai dan pulau-pulau yang belum memiliki jaringan listrik [2].

Kecamatan Sungai Raya Kepulauan memiliki 2 wilayah, yaitu wilayah yang daratan dan wilayah yang berada di lautan (wilayah pulau). Kecamatan Sungai Raya Kepulauan mencakup beberapa desa, yakni Karimunting, Sungai Raya, Sungai Keran, Rukmajaya, dan Pulau Lemukutan [3]. Permasalahan yang terjadi di Kecamatan tersebut merupakan permasalahan pasokan listrik yang terbatas di wilayah lautan yang berada di Desa Pulau Lemukutan, dimana kebutuhan listrik di Desa tersebut terbatas. Penggunaan listrik di Desa Pulau Lemukutan digunakan dari jam 17:00 – 05.00 sWib, listrik yang disalurkan merupakan listrik PLN dari pembangkit listrik tenaga disel yang masih menggunakan sumber bahan bakar fosil.

Desa Pulau Lemukutan ini, mayoritas penduduknya yang bekerja sebagai nelayan ikan, sehingga masyarakat yang tinggal di Desa Pulau Lemukutan ini banyak membangun bagan ikan yang berada di sekitar pulau. Sumber energi yang digunakan pada bangunan bagan ikan ini masih menggunakan *generator set* sebagai



sumber energi utama yang menggunakan bahan bakarnya fosil. Penggunaan energi fosil yang semakin meningkat, dapat mengakibatkan peningkatan emisi gas rumah kaca yang berdampak negatif terhadap bumi dan populasi makhluk hidup [4].

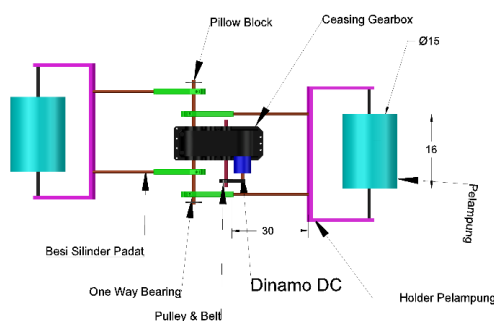
Adanya di pulau-pulau terluar wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) sangat bergantung pada minyak sebagai sumber daya listrik. Agar energi gelombang yang tersedia secara alami dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah ini [5]. Energi alternatif ini sangat berpotensi untuk membantu kebutuhan masyarakat pesisir dan pulau-pulau Indonesia. Peneliti akan membuat alat PLTGL skala laboratorium untuk menghasilkan alat PLTGL yang dapat dimanfaatkan oleh para nelayan untuk kebutuhan penerangan.

## 2. METODE

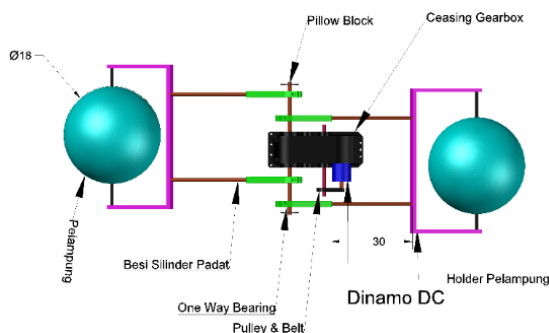
Penelitian ini akan menyelesaikan masalah *software statistic* dan pengolahan data dengan menggunakan metode kuantitatif. Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, sebagai contoh peneliti mengumpulkan data berupa angka yang telah diperoleh terlebih dahulu menggunakan program (*software*) [6]. Jenis data sekunder yang digunakan berupa data tinggi dan periode signifikan gelombang yang diperoleh di situs web *ECMWW*, data tersebut akan diolah selama 10 tahun ke depan. Dengan demikian, data yang diperoleh akan membantu dalam menentukan Rancang Bangun Alat PLTGL Skala Laboratorium.

### 2.1. Design Alat PLTGL

Gambar 1 dan 2 menunjukkan *design* konsep mekanisme pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Gambar tersebut merupakan gambar *design* alat PLTGL yang mempunyai mekanisme dengan merubah energi kinetik menjadi energi listrik, dari terjadinya gelombang yang membuat pelampung terangkat sehingga menggerakkan dinamo yang telah tersambung dengan lengan pelampung.



Gambar 1. *Design* Alat Pelampung Tabung



Gambar 2. *Design* Alat Pelampung Bola

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan berikut digunakan dalam penelitian untuk membantu proses pengujian *prototype* PLTGL skala laboratorium dan membantu dalam kegiatan pengumpulan dan pengolahan data gelombang.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	No	Alat dan Bahan	No	Alat dan Bahan
1	<i>Gear Pinion</i>	10	Lampu Led 12V	19	Pelampung
2	<i>One Way Bearing 8mm</i>	11	Kabel	20	<i>Wavetank</i>
3	<i>Generator DC 220V</i>	12	Solder	21	Gergaji
4	<i>Pillow block bearing</i>	13	Timah Solder	22	Gerinda
5	<i>Silinder steel</i>	14	Multimeter	23	Bor Listrik
6	<i>Pulley dan Belt</i>	15	<i>Casing Gear Box</i>	24	Tang Kombinasi
7	<i>Screw</i>	16	<i>Bearing</i>	25	Mesin Las Listrik
8	Kunci L	17	<i>Shaft Lock</i>	26	<i>Ocean Data View</i>
9	Obeng	18	Lengan <i>Gear As</i>	27	<i>Microsoft Excel</i>

### 2.3. Metode Analisa Data

Analisa data ini menggunakan data tinggi dan periode gelombang signifikan untuk mengolah dan menganalisis data sekunder untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang dihasilkan oleh gelombang di lokasi penelitian. Data berikut dapat diolah dan dianalisis:

#### 1. Data Periode dan Tinggi Gelombang Signifikan

$$H_s = \frac{\sum H_i}{\sum f_i} \quad (1)$$

$$T_s = \frac{\sum T_i}{\sum f_i} \quad (2)$$

Dimana  $\sum f_i$  adalah total data 33,3%,  $\sum H_i$  adalah total data tinggi gelombang,  $\sum T_i$  adalah total data periode gelombang,  $H_s$  adalah tinggi gelombang signifikan, dan  $T_s$  adalah periode gelombang signifikan.

#### 2. Menghitung Daya Gelombang Skala Lab

$$P = \frac{\rho g^2 H^2 T}{32\pi} \quad (3)$$

Dimana P adalah daya gelombang (watt),  $\rho$  adalah massa jenis air tawar ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ), g adalah gravitasi bumi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ), T adalah periode gelombang (s), dan H adalah ketinggian gelombang (m).

#### 3. Menghitung Daya Gelombang Laut

$$P = \frac{\rho g^2 H^2 T}{32\pi} \quad (4)$$

#### 4. Menghitung Gaya Gelombang Skala Lab

$$F_w = \frac{\rho g^2 H^2 T^2}{64\pi\lambda} \left( \cos \frac{2\pi t}{T} \right)^2 \quad (5)$$

Dimana  $F_w$  adalah gaya gelombang (N),  $\rho$  adalah massa jenis air tawar ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ), g adalah gravitasi bumi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ), T adalah periode gelombang (s), H adalah ketinggian gelombang (m), dan  $\lambda$  adalah panjang gelombang (m).

#### 5. Menghitung Gaya Apung Tabung

$$F_b = \rho_{fluida} \times V_{tabung} \times g \quad (6)$$



Dimana  $\rho_{fluida}$  adalah massa jenis air,  $V_{tabung}$  adalah volume tabung, dan  $g$  adalah gravitasi.

6. Menghitung Gaya Apung Bola

$$F_b = \rho_{fluida} \times V_{bola} \times g \quad (7)$$

7. Menghitung Gaya Bangkitan Pelampung Tabung

$$F_{gtabung} = F_w + F_b - w \quad (8)$$

Dimana  $F_w$  adalah gaya gelombang,  $F_b$  adalah gaya apung, dan  $w$  adalah gaya benda.

8. Menghitung Gaya Bangkitan Pelampung Bola

$$F_{gbola} = F_w + F_b - w \quad (9)$$

9. Menghitung Daya Output Generator

$$P_{out} = v \times I \quad (10)$$

Dimana  $P_{out}$  adalah daya *prototype*,  $v$  adalah tegangan (volt), dan  $I$  adalah arus (ampere).

10. Menghitung Efisien Alat Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang

$$\eta_{PLTGL} = P_{out} \times P_{wave} \times 100\% \quad (11)$$

Dimana  $\eta_{PLTGL}$  adalah efisien PLTGL (%),  $P_{out}$  adalah daya dari pembangkit listrik tenaga gelombang (watt), dan  $P_{wave}$  adalah daya dari *wavetank* (watt).

11. Menghitung Skala Model

$$skala\ model = \frac{P_{Laut}}{P_{Wavetank}} \quad (12)$$

Dimana  $P_{Laut}$  adalah daya gelombang laut,  $P_{Wavetank}$  adalah daya gelombang kolam pengujian.

12. Menghitung Daya Alat Pada Kondisi Laut Sebenarnya

$$P_{real} = \eta_{PLTGL} \times skala\ model \times P_{model} \quad (13)$$

Dimana  $\eta_{PLTGL}$  adalah efisiensi PLTGL (%),  $P_{model}$  adalah daya alat (watt).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Proses Pengerjaan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Skala Laboratorium

##### 3.1.1 Perancangan Alat PLTGL

Perancangan alat dilakukan dengan mendesain alat menggunakan *software autoCAD*. Pada tahap ini desain alat pembangkit listrik tenaga gelombang skala laboratorium bertujuan agar mendapatkan gambaran pada saat proses pembuatan alat.

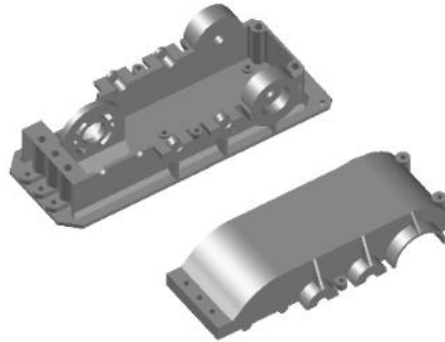
##### 3.1.2 Pembuatan Alat PLTGL

Pembuatan alat pembangkit listrik tenaga gelombang skala laboratorium memiliki beberapa tahapan proses pengerjaan, sebagai berikut:

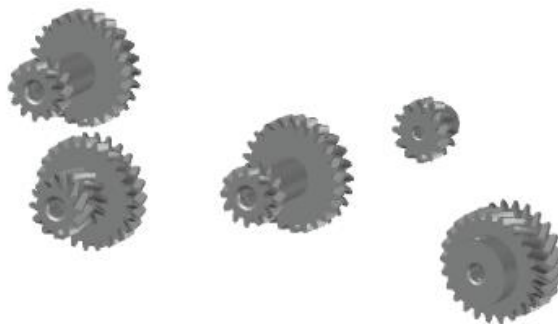


copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

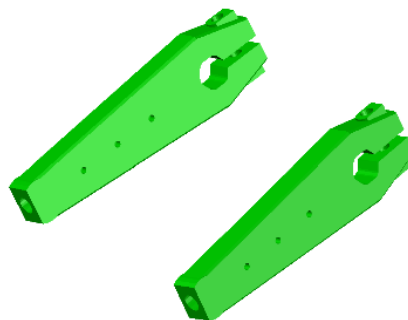
1. Pembuatan *Ceasing Gearbox*, *Gear Pinion*, dan Lengan *Gear as*  
Pembuatan *ceasing gearbox*, *gear pinion*, dan Lengan *gear as* dengan mendesain menggunakan *software autoCAD*. Pada pembuatan *ceasing gearbox* dengan mendesain menggunakan *autoCAD*, kemudian dilakukan *export* ke format *STL*, sehingga *ceasing gearbox* bisa dicetak menggunakan *3D printing*. Pada pembuatan *Gear Pinion* dengan mendesain lima *gear pinion* dengan variasi gigi, yaitu 12 dan 24, kemudian dilakukan *export* ke format *STL*, sehingga *gear pinion* bisa dicetak menggunakan *3D printing*. Pada pembuatan lengan *gear as* dengan mendesain menggunakan *autoCAD*, kemudian dilakukan *export* ke format *STL*, sehingga lengan *gear as* bisa dicetak menggunakan *3D printing*. Berikut ini gambar *ceasing gearbox*, *gear pinion*, dan lengan *gear as*, sebagai berikut:



Gambar 3. Desain *Ceasing Gearbox*

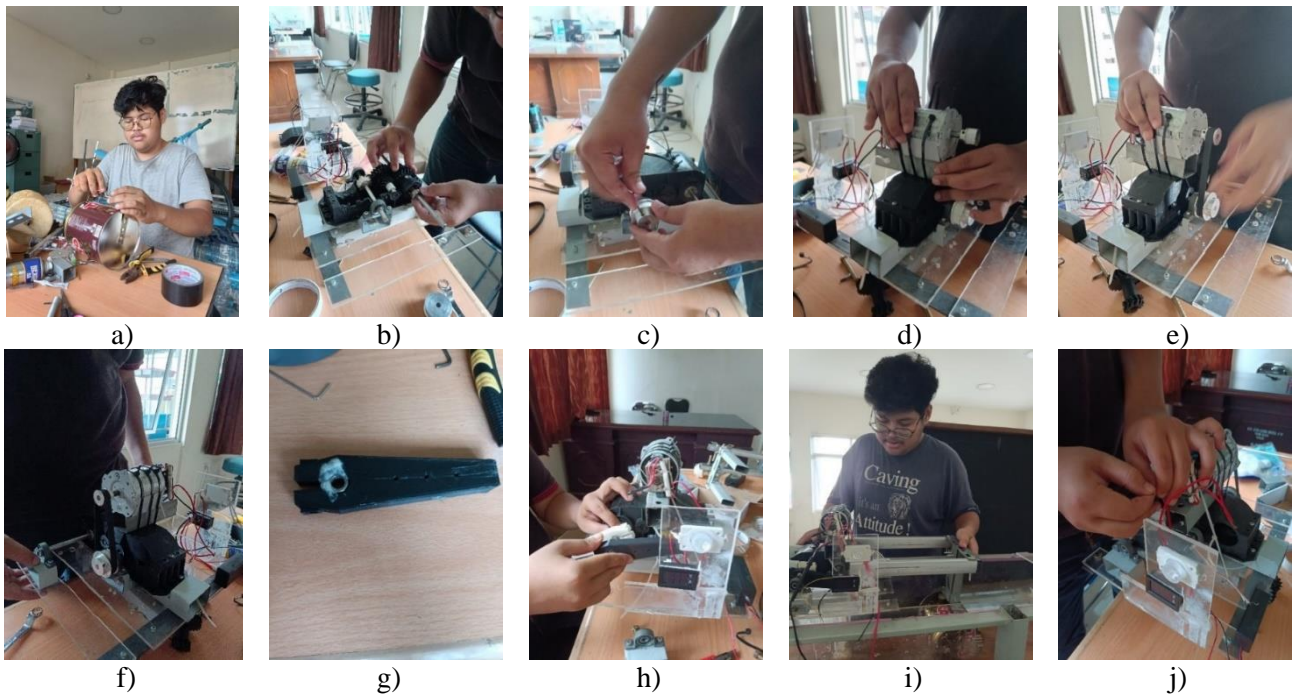


Gambar 4. Desain Gear Pinion



Gambar 5. Desai Lengan *Gear As*

2. Proses Pembuatan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang  
Berikut ini gambar proses pembuatan alat pembangkit listrik tenaga gelombang skala laboratorium, sebagai berikut:



Gambar 6. Proses Pembuatan Alat PLTGL Skala Laboratorium

Pada gambar a) merupakan proses pembuatan pelampung dan *holder* pelampung, proses ini dilakukan pembuatan pelampung yang akan menjadi media untuk menangkap gelombang dan membuat lengan *gear* bergerak dan memuat *gear pinion* sehingga menghasilkan daya listrik. Pembuatan *holder* pelampung berfungsi sebagai media untuk menyangga pelampung agar kokoh dan sebagai penghubung ke lengan *gear as*.

Pada gambar b) merupakan proses pemasangan *gear pinion*, *bearing*, dan besi silinder padat pada *casing gearbox*, dilakukan pemasangan komponen *gear pinion*, *bearing*, dan besi silinder padat ke dalam *ceasing gearbox* dilakukan dengan merakit komponen-komponen tersebut satu persatu.

Pada gambar c), gambar d), dan gambar e) merupakan proses pemasangan *pulley*, *belt*, dan dinamo, pada tahapan ini komponen dipasang satu persatu, *pulley* 32 gigi dipasang ke *as shaft* yang telah terhubung dengan *gear as*, sedangkan *pulley* 20 gigi dipasangkan ke besi silinder padat dinamo, kemudian *belt* sebagai penghubung yang akan menggerakkan ke 2 *pulley* tersebut.

Pada gambar f), gambar g), gambar h) merupakan proses pemasangan *pillow block*, lengan *gear as*, dan *one way bearing*, dalam proses ini *pillow block* yang sudah terpasang dengan dudukan besi dihubungkan dengan besi silinder padat yang telah terpasang dengan *ceasing gear box* dan komponen lainnya. *Pillow block* ini berfungsi mengunci agar *as shaft* tidak bergerak dan berubah posisi. Pada proses pemasangan lengan *gear as* dan *one way bearing* ini merupakan proses yang sangat penting karena lengan *gear as* yang telah dipasang *one way bearing*, kemudian dipasangkan ke besi silinder padat ini yang akan menggerakkan semua komponen yang telah menjadi satu, sehingga dapat memutar dinamo yang akan menghasilkan daya listrik.

Pada gambar i) merupakan proses pemasangan pelampung dan *holder* pelampung, pada proses ini pelampung dan *holder* pelampung yang telah dibuat dipasangkan ke lengan *gear as*, sehingga gelombang yang ditangkap oleh pelampung akan menggerakkan semua komponen.

Pada gambar j) merupakan proses pemasangan rangkaian listrik, pada proses ini rangkaian listrik yang dibuat berfungsi untuk mendapatkan output daya yang keluar dengan memasang rangkaian lampu 12 V yang disambungkan dengan dinamo. Berikut ini proses pemasangan rangkaian listrik, sebagai berikut:

## 3.2. Hasil Uji Alat PLTGL

### 3.2.1 Hasil Uji Alat PLTGL *Twin Ball* (Panjang Lengan 30 cm)

Hasil uji alat tersebut menghasilkan parameter untuk hitungan mencari daya listrik yang didapatkan, efisiensi alat PLTGL, daya gelombang laut, daya gelombang *wavetank*, skala model, dan perhitungan daya alat pada kondisi laut sebenarnya.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Tabel 2. Hasil Uji *Twin Ball*

Muka Air (cm)	Putaran <i>Speed Control</i> (°)	Tinggi Gelombang (cm)	Periode Gelombang (d)	Tegangan (V)	Arus (A)
23	200	4,0	1,8	4,34	0,1

### 3.2.2 Hasil Uji Alat PLTGL *Twin Cylinder* (Panjang Lengan 30 cm)

Hasil pengujian alat tersebut menghasilkan parameter untuk perhitungan mencari daya listrik yang didapatkan, efisiensi alat PLTGL, daya gelombang laut, daya gelombang *wavetank*, skala model, perhitungan daya alat pada kondisi laut sebenarnya.

Tabel 3. Hasil Uji *Twin Cylinder*

Muka Air (cm)	Putaran <i>Speed Control</i> (°)	Tinggi Gelombang (cm)	Periode Gelombang (d)	Tegangan (V)	Arus (A)
23	200	4,0	1,8	2,35	0,1

### 3.3. Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan menggunakan perbandingan dua model pelampung yang meliputi pelampung tabung dan bola. Hasil uji dengan *twin ball* dengan panjang lengan 30 cm menghasilkan tegangan 4,34 V dan arus listrik 0,1 A dengan beban lampu *led* sebesar 12 V, *twin cylinder* dengan panjang lengan 30 cm menghasilkan tegangan 2,35 V dan arus listrik 0,1 A dengan beban lampu *led* sebesar 12 V.

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa pelampung bola menghasilkan 0,434 Watt daya listrik dengan menggunakan rumus persamaan (10), dan pengujian dengan pelampung tabung menghasilkan 0,235 Watt dengan menggunakan rumus persamaan (10), ini menunjukkan bahwa pelampung model bola menghasilkan daya listrik terbesar, karena pengaruh besar dan kecil daya yang diperoleh mempengaruhi gaya bangkitan pelampung bola 29,94 N dan gaya bangkitan *twin cylinder* 8,32 N dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (8).

Hasil percobaan pelampung bola menunjukkan efisiensi alat PLTGL sebesar 1,1% dengan rumus persamaan (11), dan efisiensi pelampung tabung sebesar 0,65% dengan rumus persamaan (11). Dengan menggunakan rumus perkalian dari persamaan (11), persamaan (12), dan persamaan (10).

Tabel 4. Hasil Hitungan Daya dan Efisiensi Alat PLTGL

Muka Air (cm)	Putaran <i>Speed Control</i> (°)	Tinggi Gelombang (cm)	Periode Gelombang (d)	Panjang Lengan (cm)	Daya <i>Output</i> (Watt)		Efisiensi (%)	
					Bola	Tabung	Bola	Tabung
23 cm	200°	4,0 cm	1,8	30 cm	0,434	0,235	1,1	0,65

Tabel 5. Hasil Hitungan Daya Listrik Pada Kondisi Laut Sebenarnya

Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (d)	Daya Gelombang (Watt)	Skala model	Daya <i>Output</i> Alat (Watt)	Efisiensi Alat (%)	Daya Pada Kondisi Laut Sebenarnya (Watt)						
						Bola	Tabung					
0.6741	0,04	4,35	1,8	1936	2,75	700	0,434	0,235	1,1	0,65	334,18	106,93



#### 4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan alat PLTGL menggunakan dua pelampung, yaitu pelampung tabung dan bola, dapat menghasilkan daya sebesar 0,434 Watt dan 0,235 Watt yang dapat menyalakan lampu *LED* 12 V. Dari analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa dengan skala 1:700, alat PLTGL di lokasi penelitian dapat menghasilkan daya sebesar 334,18 Watt dan 106,93 Watt. Daya terbesar yang dihasilkan adalah 334,18 Watt, yang berarti bahwa potensi energi gelombang laut yang dihasilkan dapat membantu satu bagan nelayan dengan 3-4 lampu untuk kebutuhan penerangan dalam menangkap ikan di laut dengan spesifikasi lampu nelayan bagan berkisar antara 50-75 Watt pada masing-masing lampu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi gelombang laut dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan pasokan listrik di wilayah tersebut. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi gelombang laut dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat setempat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada KEMDIKBUD, telah memberikan pendanaan pada pembuatan alat PLTGL ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Inovasi *et al.*, “Zona laut,” vol. 2, no. 3, pp. 92–98, 2021.
- [2] P. Parjiman, M. Subekti, D. Daryanto, and M. Rif’an, “Simulasi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL),” *J. Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2, 2015.
- [3] B. Regency and I. Figures, “Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkayang,” 2018.
- [4] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3.
- [5] S. Rahman, A. Y. Baeda, and H. Umar, “Potensi Energi Gelombang sebagai Sumber Energi Alternatif di Pulau-Pulau Terluar Wilayah NKRI,” *J. Penelit. Enj.*, vol. 20, no. 2, pp. 32–38, 2016.
- [6] H. D. Susanti *et al.*, “MEMAPARKAN DATA DAN TEMUAN PENELITIAN,” *J. Keperawatan. Univ. Muhammadiyah Malang*, vol. 4, no. 1, pp. 724–732, 2017.

