

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH FREKUENSI GELOMBANG DAN DIAMETER KAWAT GENERATOR DC TERHADAP DAYA BANGKITAN MODEL MEKANISME PLTGL TIPE APUNG

Journal of Mechanical Engineering,
Science, and Innovation
e-ISSN: 2776-3536
2021, Vol. 1, No. 1
ejurnal.itats.ac.id/jmesi

Miftahul Ulum¹, Ardi Noerpamoengkas¹

¹Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: ulum@itats.ac.id

Abstract

Indonesia is a maritime country that is rich in marine resources, Indonesia's oceans are vast and have the potential for renewable energy resources that are qualified in terms of utilizing ocean wave energy. In developed countries there have been many applications of power generation models by utilizing ocean waves, including Canada, Portugal and North America. For this reason, this research will conduct a prototype modeling of the ocean wave power generator mechanism with a floating mechanism model. It is hoped that this research will be useful for developing models of ocean wave energy conversion tools that can be applied in the Indonesian oceans in the future. The method to be used is an experimental method with laboratory scale prototype pool tools, with the variations used in the mechanism are the frequency of waves and the diameter of the wire on the DC generator. The variations in the waves were 0.8, 1, and 1.4 Hz, while the wire diameters were 0.6, 0.7, and 0.8 mm. The purpose of this study is to obtain the power to generate electrical energy in volts. The results of this study obtained the greatest results on the variation of the wave frequency is 0.05526 volts at a frequency of 1.4 Hz. Likewise with variations in wire diameter where the highest power is on a 0.6 mm diameter wire.

Kata kunci: ocean wave, floating mechanism, power (volts), DC generator wire diameter.

Abstrak

Indonesia adalah negara maritim yang kaya akan sumber daya laut, lautan Indonesia terbentang luas dan memiliki potensi sumber daya energi terbarukan yang mumpuni dalam segi pemanfaatan energi gelombang laut. Di negara maju sudah banyak pengamplikan model pembangkit listrik dengan memanfaatkan gelombang laut diantaranya Canada, Portugal dan Amerika utara. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan prototipe mekanisme pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan model mekanisme apung, diharapkan penelitian ini berguna untuk pengembangan model-model alat konversi energi gelombang laut yang dapat diaplikasikan dilautan Indonesia kedepannya. Metode yang akan digunakan adalah metode eksperimen dengan alat bantu kolam prototipe skala laboratorium, dengan variasi yang digunakan pada mekanisme adalah frekuensi gelombang dan diameter kawat pada generator DC. Besar variasi pada gelombang adalah 0.8, 1, dan 1.4 Hz, sedangkan diameter kawat 0.6, 0.7, dan 0.8 mm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan daya bangkitan energi listrik dalam volt. Hasil dari penelitian ini didapat hasil terbesar pada variasi frekuensi gelombang ialah 0.05526 volt pada frekuensi 1.4 Hz. Begitu pula dengan variasi diameter kawat dimana daya tertinggi pada kawat diameter 0.6 mm.

Kata kunci: gelombang laut, mekanisme apung, daya (volt), diameter kawat generator DC.

Handling Editor: Frizka Vietanti

This article was presented at the SENASTITAN 2021, 6 Maret 2021, Surabaya.

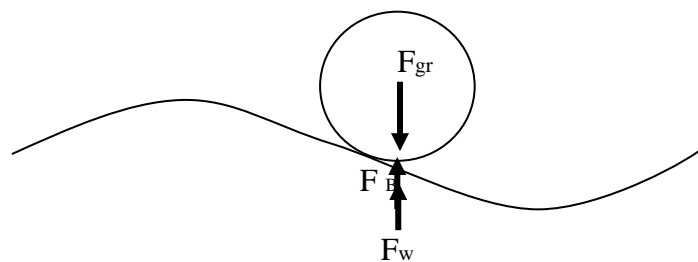
PENDAHULUAN

Energi terbarukan kian lama semakin dibutuhkan, keterbatasan energi fosil yang menggunakan minyak bumi maupun batu bara sebagai sumber energi dalam menghasilkan listrik tidaklah abadi. Dalam perkembangan populasi manusia di dunia sangatlah pesat, khususnya di Indonesia. Negara Indonesia adalah negara kelautan dimana banyak sekali pulau-pulau serta terbentangannya lautan Indonesia yang sangat luas, hal itu menjadikan Indonesia sebagai negara yang sangat berpotensi dalam pengembangan energi terbarukan di bidang lautan [1]. Upaya dalam mengembangkan potensi energi dalam bidang kelautan di negara maju sudah menjadi opini utama, sebagai contoh Canada sudah mengaplikasikan mekanisme konversi energi sebagai media pemanen energi gelombang laut [2]. Jika ditinjau dari media konversi energi dari lautan banyak media yang digunakan, khususnya digunakan pada daerah pantai, tanjung, lepas pantai, maupun laut lepas [3]. Salah satu alat konversi energi yang dapat diaplikasikan di laut lepas adalah pelamis, negara yang sudah mengaplikasikan penggunaan mekanisme ini adalah Irlandia, Portugal dan Amerika Utara [4]. Pada penelitian ini mekanisme yang akan dibahas adalah mekanisme apung yang dapat diaplikasikan pada laut lepas. Sebelumnya sudah pernah dibuat model prototipe skala laboratorium pemanen energi gelombang menggunakan mekanisme apung dengan prinsip pelampung [5]. Perbedaan dari penelitian sebelumnya ialah terletak pada model mekanisme transmisi yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan energi bangkitan dari mekanisme pemanen energi gelombang dalam volt.

TINJAUAN PUSTAKA

Gelombang Air

Gaya apung atau *bouyancy force* (F_b), yaitu gaya tekan keatas pada suatu benda yang mengapung sama dengan berat air yang dipindahkan (*Archimedes Principle*). Gaya *buoyancy* selalu sama dengan berat fluida yang dipindahkan. Gaya yang dihasilkan ($F_{generated}$) merupakan resultan gaya yang dihasilkan oleh gelombang air untuk dapat menggerakkan lengan dan pergerakan diteruskan ke roda gigi utama untuk menggerakkan generator.



Gambar 1. Gaya – gaya yang bekerja pada pelampung.

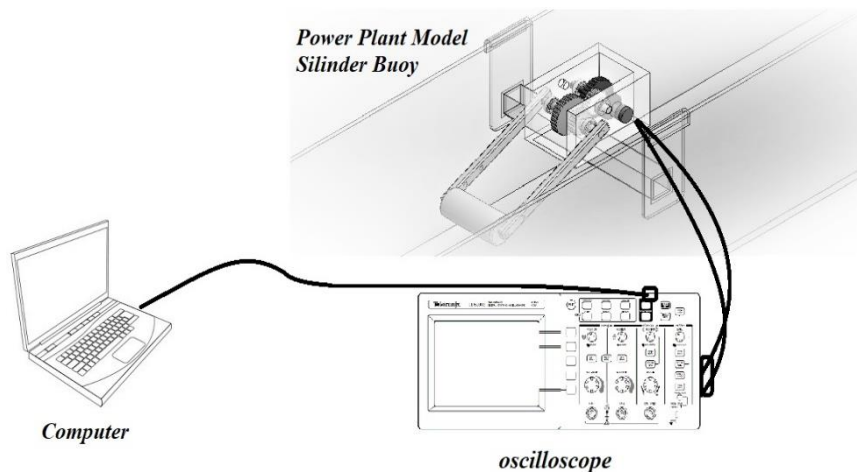
Gambar 1 diatas adalah model diagram benda bebas dari pelampung dan gelombang air. Sedangkan untuk perhitungan daya yang dihasilkan oleh gelombang ditunjukkan pada persamaan 1. Dimana energi dari model prototipe kolam pembangkit sama dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 1,017 watt.

$$P_{wave} = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2 \cdot T}{32\pi} \dots (1)$$

Daya yang didapat oleh model mekanisme apung dalam penelitian ini seperti pada persamaan (1), dimana mekanisme ini menggunakan model pelampung berbentuk bulat berbahan spons ringan yang dapat mengapung di atas air. Begitu juga dengan model prototipe yang digunakan dibuat seringan mungkin agar dapat mengapung diatas air dan mengkonversikan gaya gelombang F_w dari energi potensial menjadi energi mekanis yang selanjutnya akan dikonversi menjadi energi listrik menggunakan generator DC [5].

METODE DAN ANALISIS

Pada penelitian ini digunakan metode eksperimen dengan menggunakan model prototipe kolam serta model mekanisme. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini parameter yang akan divariasi yaitu pada diameter kawat pada generator dengan menggunakan diameter kawat 0.6 mm, 0.7 mm, dan 0.8 mm. Selain itu juga menggunakan variasi frekuensi gelombang pada kolam pembangkit sebesar 0.8 Hz, 1 Hz, dan 1.4 Hz. Model konfigurasi eksperimen ditunjukkan pada Gambar 2.



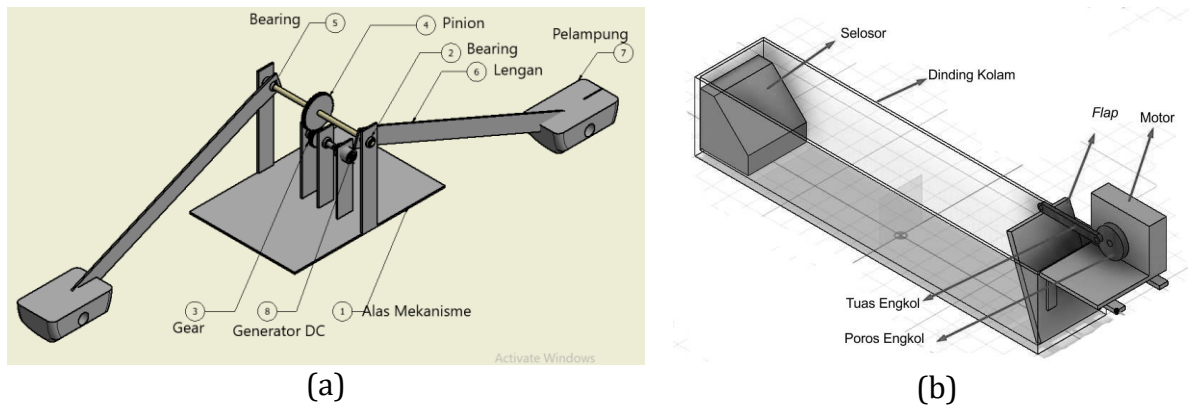
Gambar 2. Rangkaian Percobaan [6].

Hasil yang diharapkan pada eksperimen ini adalah energi bangkitan dari mekanisme yang direkam menggunakan *oscilloscope* dengan luaran dalam volt. Parameter komponen yang digunakan dalam mekanisme adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Parameter Mekanisme

| No | Nama Komponen | Nilai Parameter |
|----|--------------------------|----------------------|
| 1 | Rasio gear | 1 : 2 |
| 2 | Panjang lengan ayun | 0.475 m |
| 3 | Diameter Kawat Generator | 0.6, 0.7, dan 0.8 mm |
| 4 | Frekuensi Gelombang | 0.8, 1, dan 1.4 Hz |

Pada penelitian ini dibuat pada skala laboratorium dengan spesifikasi alat yang cukup kecil namun dari segi efisiensi tidaklah berkurang karena tidak memiliki gangguan akibat gelombang balik yang dapat mengganggu frekuensi gelombang yang ditangkap oleh mekanisme. Hal itu dikarenakan pada prototipe kolam mini menggunakan selosor diujung sebagai peredam gelombang balik seperti pada Gamabr 3 (a dan b).



Gambar 3. a) Model Mekanisme, b) Model Kolam Pembangkit Gelombang.

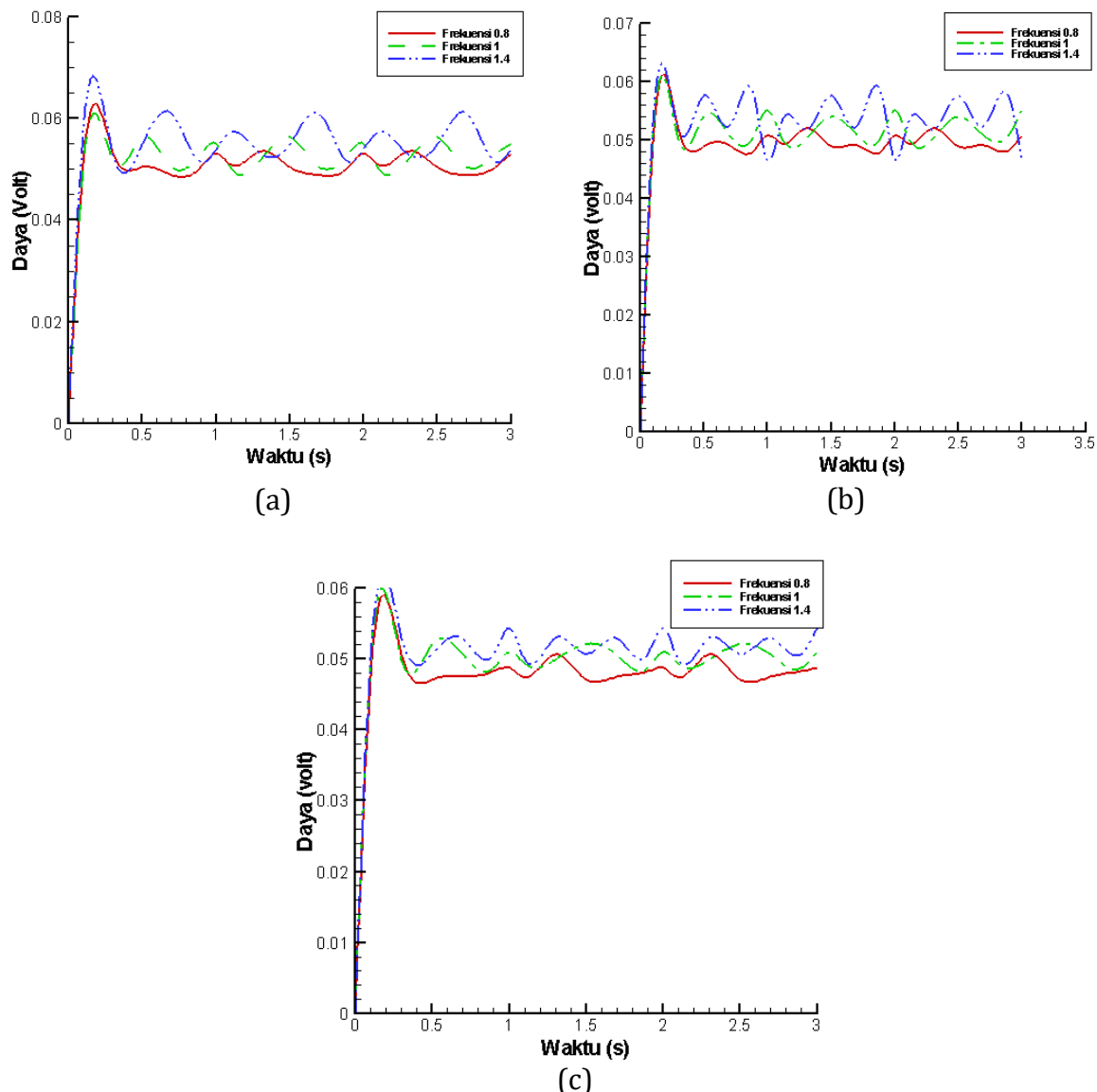
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan yang dilakukan dengan menggunakan kolam simulator sebagai media pembuat gelombang buatan yang digunakan untuk menggerakkan mekanisme dengan variasi frekuensi 0.8, 1, 1.4 Hz dan variasi diameter kawat generator 0.6, 0.7, 0.8 mm. Didapat hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Data Hasil Daya (volt)

| Frekuensi (Hz) | Diameter Kawat (mm) | Daya (volt) |
|----------------|---------------------|-------------|
| 0.8 | 0.6 | 0.05308 |
| | 0.7 | 0.05082 |
| | 0.8 | 0.04875 |
| 1 | 0.6 | 0.05278 |
| | 0.7 | 0.05196 |
| | 0.8 | 0.05029 |
| 1.4 | 0.6 | 0.05526 |
| | 0.7 | 0.05305 |
| | 0.8 | 0.05195 |

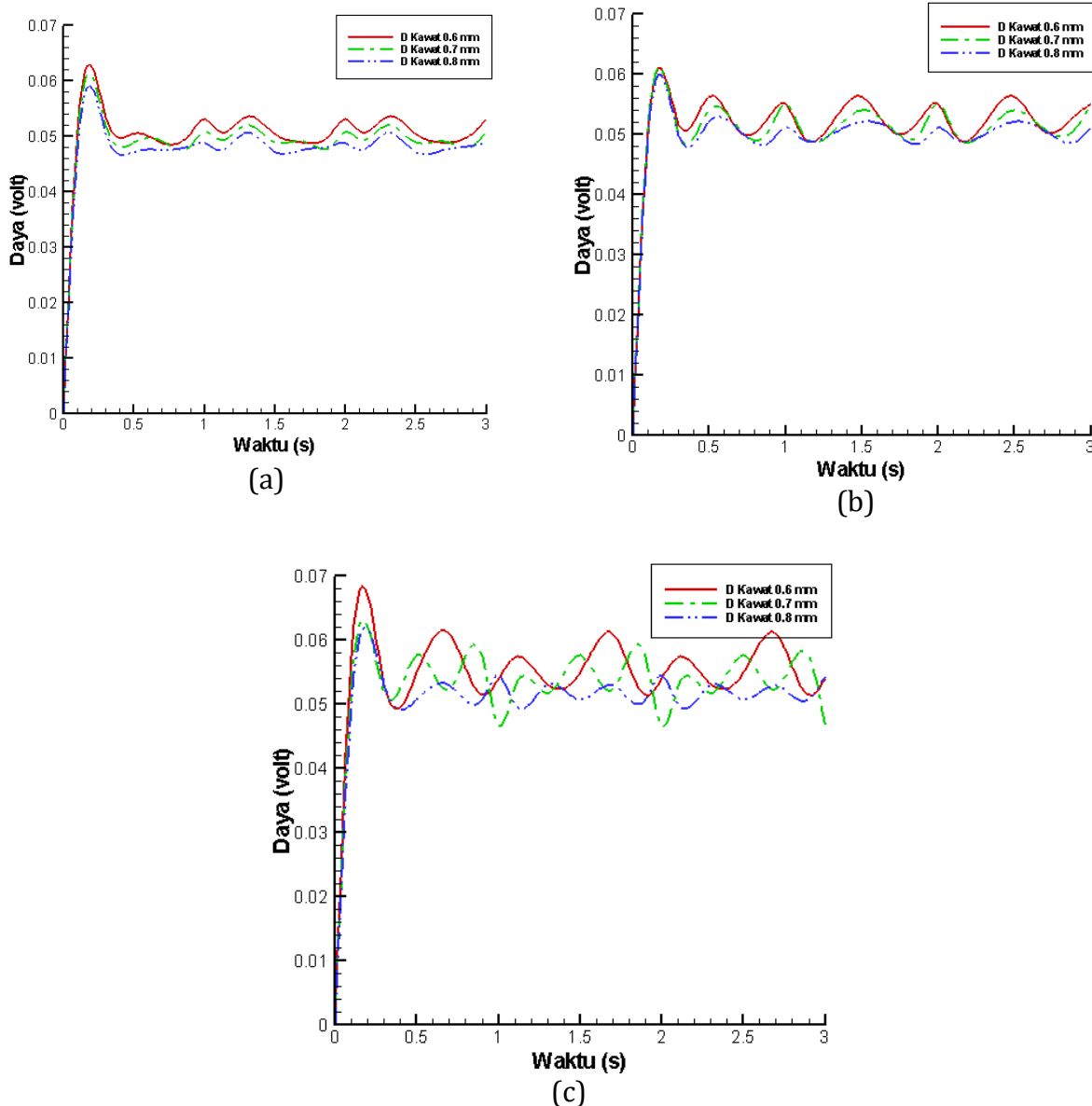
Dari hasil data diatas didapatkan nilai daya bangkitan tertinggi pada mekanisme pemanen energi gelombang tipe apung ini adalah pada frekuensi 1.4 Hz dan diameter kawat yang digunakan oleh generator DC sebesar 0.6. sedangkan hasil terendah pada frekuensi 0.8 Hz dengan diameter kawat 0.8. Hal ini menunjukkan pada model mekanisme dengan prototipe yang digunakan cukup baik saat digunakan diameter yang lebih rendah, dikarenakan diameter 0.6 memiliki jumlah lilitan yang lebih banyak dibandingkan diameter 0.8, namun hal itu juga dapat dipengaruhi oleh rasio transmisi yang digunakan. Dalam hal ini pada skala prototipe laboratorium mekanisme tidak dapat bekerja secara maksimal, dikarenakan frekuensi gelombang yang rendah. Tentunya hal ini diperkuat dengan adanya data yang dihasilkan pada frekuensi 1.4 Hz yang lebih baik dibandingkan frekuensi dibawahnya.



Gambar 4. a) Variasi Frekuensi dengan diameter kawat 0.6, b) Variasi Frekuensi dengan diameter kawat 0.7, c) Variasi Frekuensi dengan diameter kawat 0.8

Dari hasil data pada Gambar 4 menunjukkan hasil data dalam RMS daya (volt) dengan menggunakan variasi frekuensi terhadap diameter kawat menunjukkan bahwa energi dalam volt lebih tinggi pada nilai frekuensi gelombang 1.4 Hz. Hal ini juga dapat dipengaruhi oleh Panjang lengan model mekanisme dimana pada frekuensi ini tinggi dan panjang gelombang mampu di serap lebih baik oleh pelampung dan lengan ayun. Sedangkan pada frekuensi 0.8 dan 1 Hz hanya sedikit yang mampu terserap energi potensial gelombang karena tinggi gelombang yang terjadi memiliki jeda atau gap yang membuat mekanisme tidak kontinu dalam transmisi daya.

Gambar 5 diatas adalah hasil RMS dari variasi diameter kawat terhadap masing-masing frekuensi gelombang yang digunakan. Pada hasil ini menunjukkan dimana generator yang menggunakan kawat 0.6 mm lebih unggul dari diameter diatasnya, karena selain hal yang disebabkan oleh banyaknya jumlah lilitan pada generator DC ini hanya mampu menangkap Gerakan Gerakan kecil yang di transmisikan oleh gear yang digunakan. Jadi dapat diartikan bahwa diameter kawat yang lebih lebih cocok digunakan dalam model mekanisme ini dibandingkan dengan diameter lebih besar.



Gambar 5. a) Variasi diameter kawat terhadap frekuensi 0.8, b) Variasi diameter kawat terhadap frekuensi 1, c) Variasi diameter kawat terhadap frekuensi 1.4 Hz

Dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan transmisi sprocket didapat hasil 0.0737 volt dengan parameter panjang lengan dan diameter kawat generator yang sama. Sedangkan dengan menggunakan transmisi roda gigi didapatkan daya sebesar 0.05526 volt, maka dengan menggunakan persamaan (2) berikut didapatkan nilai validasi dengan selisih hasil adalah 25% %.

$$\frac{V_A - V_B}{V_A} \times 100\% \quad \dots (2)$$

Perbedaan hasil diatas dikarenakan pada transmisi sprocket memiliki torsi yang lebih tinggi karena material yang digunakan serta adanya rantai sebagai penyimpan torsi meskipun tidak terlalu besar, dibandingkan dengan transmisi gigi yang digunakan tidak memiliki nilai torsi yang tersimpan. Akan tetapi dari kedua tipe transmisi yang digunakan memiliki kelebihan satu sama lain, diantaranya gigi lebih cenderung ringan dan lebih baik pada putaran tinggi. Namun karena model mekanisme apung ini tidak

dapat berputar baik maka lebih cenderung penggunaan sprocket lebih di rekomendasikan.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada variasi frekuensi yang digunakan dalam model mekanisme apung ini hasil daya bangkitan terbesar pada frekuensi 1.4 Hz dikarenakan rentan jarak pada gelombang pada frekuensi ini mampu terserap lebih baik dibandingkan frekuensi dibawahnya. Sedangkan pada variasi diameter kawat lebih baik dengan menggunakan diameter 06 mm atau yang lebih kecil, karena dianggap selain diameter yang digunakan terlalu besar dengan skala prototipe yang kecil tidak mampu membangkitkan daya yang lebih besar.

DEKLARASI PENULIS

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan dengan sehubungan dengan penelitian, kepenulisan, dan / atau publikasi ini artikel.

PENDANAAN

Penulis tidak menerima dukungan finansial untuk penelitian, kepenulisan, dan/atau publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kadar, "Pengelolaan kemaritiman menuju Indonesia sebagai poros maritim dunia," *Jurnal Keamanan Nasional*, vol. 1, no. 3, pp. 427-442, 2015.
- [2] D. Dunnett and J. S. Wallace, "Electricity generation from wave power in Canada," *Renewable Energy*, vol. 34, no. 1, pp. 179-195, 2009.
- [3] M. P. Kazmierkowski and M. Jasiński, "Power electronics for renewable sea wave energy," in *2010 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment*, 2010: IEEE, pp. 4-9.
- [4] G. J. Dalton, R. Alcorn, and T. Lewis, "Case study feasibility analysis of the Pelamis wave energy convertor in Ireland, Portugal and North America," *Renewable Energy*, vol. 35, no. 2, pp. 443-455, 2010.
- [5] Y. Pamungkas, M. Ulum, and A. Noerpamoengkas, "Study Eksperimental Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Metode Mekanis Apung Menggunakan Sistem Transmisi Sproket dan Variasi Panjang Lengan," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2019, vol. 1, no. 1, pp. 471-476.
- [6] M. Ulum, "Studi Experimental Energi Bangkitan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Model Pelampung Silinder," *Jurnal IPTEK*, vol. 22, no. 1, pp. 29-36, 2018.