

## **Analisa Potensi Gelombang Laut sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Perangkat *Oscillating Water Column* (OWC) Di Wilayah Perairan Laut Timor**

Jahirwan Ut. Jasron<sup>1</sup>, Daud Pulo Mangesa<sup>1</sup>, Kristomus Boimau<sup>1</sup>, Ben V. Tarigan<sup>1</sup>,  
Erich U. K. Maliwemu<sup>1</sup>, Mexin Salombe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597  
E-mail: jahirwan.jasron@staf.undana.ac.id

### **ABSTRAK**

Studi yang mendalam mengenai penggunaan energi alternatif untuk mengatasi kebutuhan energi manusia dewasa ini sangat penting. Pantai Kolbano terletak di Desa Kolbano, Kecamatan Kolbano Kabupaten TTS (Timor Tengah Selatan) Propinsi Nusa Tenggara Timur dengan luas wilayah kurang lebih 17 km persegi hamparan wilayah pantai Kolbano menghadap ke arah bentangan samudra Hindia, sehingga konsistensi tinggi gelombang yang dihasilkan cukup besar. Tinggi gelombang cukup besar dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik alternatif. Penelitian ini dilakukan di perairan pantai Kolbano, data tinggi gelombang dan kecepatan angin yang berasal dari BMKG (Badan Metrologi, Klimatologi, dan Geofisika) Kota Kupang tahun 2019 – 2021 dengan tinggi gelombang berkisar 0,31 sampai 2,3 m dan kecepatan angin berkisar 1,05 sampai 8,48 knot. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi energi gelombang laut yang mampu dikoversikan oleh perangkat “*Oscillating Water Column*” di pesisir pantai kolbano sebagai sumber energi terbarukan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh Daya terkecil yang dapat dibangkitkan untuk tinggi gelombang minimum adalah sebesar: 4459,416 Watt dan daya maksimum yang dapat dibangkitkan pada keadaan tinggi gelombang maksimum adalah: 20593,61 Watt serta daya yang diserap oleh perangkat OWC mencapai nilai terbesar pada rentang kh 0,17 – 0,21, yaitu sebesar 20593,61 Watt.

### **ABSTRACT**

*An in-depth study is needed on the use of alternative energy to overcome human energy needs. This study aims to analyze the potential of ocean wave energy that can be converted by the "Oscillating Water Column" device on the Kolbano coast as a renewable energy source. Kolbano Beach is located in Kolbano Village, Kolbano District, and TTS Regency (South Central Timor) East Nusa Tenggara Province with an area of approximately 17 sq km stretch of Kolbano beach area facing the Indian Ocean so that the consistency of the wave height produced is quite large. The wave height is large enough to be used as an alternative power plant. This research was conducted in Kolbano coastal waters, data on wave height and wind speed from BMKG (Metrology, Climatology, and Geophysics Agency) Kupang City in 2019 – 2021m with wave heights ranging from 0.31 to 2.3 m and wind speeds ranging from 1.05 to 8.48 Watts.*

*Keywords: Wave Energy, OWC, Kolbano Coastal*

### **PENDAHULUAN**

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, pengembangan wilayah, dan pembangunan dari tahun ke tahun, kebutuhan akan pemenuhan energi listrik dan juga bahan bakar secara nasional pun semakin besar. Selama ini kebutuhan energi dunia dipenuhi oleh sumber daya tak terbarukan seperti minyak bumi dan batu bara. Namun tidak selamanya energi

tersebut bisa mencukupi seluruh kebutuhan manusia dalam jangka waktu yang panjang mengingat cadangan energi yang semakin lama semakin menipis dan juga proses produksinya yang membutuhkan waktu jutaan tahun. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu studi yang mendalam mengenai penggunaan energi alternatif yang dapat terbarukan untuk menjawab tantangan ini. Selain dapat terbarukan, juga dibutuhkan sumber energi

alternatif yang ramah lingkungan dan dengan biaya murah.

Luas laut Indonesia mencapai 5,8 juta km<sup>2</sup>, atau mendekati 70% dari luas keseluruhan negara Indonesia. Akan tetapi, belum dimanfaatkan potensi energi kelautan secara optimal, terutama dalam membangkitkan tenaga listrik. Potensi energi laut dan samudra untuk menghasilkan listrik merupakan salah satu potensi yang belum banyak diketahui masyarakat umum. Akan tetapi kebutuhan energi listrik di Indonesia mengalami lonjakan hebat dalam konsumsi energi. Dari tahun 2000 hingga tahun 2004 konsumsi energi primer Indonesia meningkat sebesar 5.2 % per tahunnya. Peningkatan ini cukup signifikan apabila dibandingkan dengan peningkatan kebutuhan energi pada tahun 1995 hingga tahun 2000, yakni sebesar 2.9 % pertahun. Dengan keadaan yang seperti ini, diperkirakan kebutuhan listrik Indonesia akan terus bertambah sebesar 4.6 % setiap tahunnya, hingga diperkirakan mencapai tiga kali lipat pada tahun 2030. Indonesia merupakan negara kelautan terbesar di dunia. Sedangkan Luas laut Pulau Timor adalah 30.777 km<sup>2</sup> dan memiliki Ketinggian gelombang laut di perairan Timor menurut data yang berhasil dihimpun dari ( BMKG ) Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Buletin Cuaca dan Iklim Maritim di wilayah Timor periode 2019 yakni berkisar antara 1,5 - 2,5 meter

Salah satu cara untuk mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik yaitu oscillating water column (OWC). Mekanisme kerja dari tipe OWC adalah dengan naik turunnya gelombang laut yang akan mendorong udara pada kolom OWC, kemudian akan memutar turbin yang terhubung dengan generator sehingga menghasilkan aliran listrik. Untuk mendapatkan daya yang optimal pada PLTGL tipe OWC terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain tinggi gelombang, periode gelombang dan dimensi dari kolom OWC.

Pada tahun 2010 Wayan Arta Wijaya melakukan penelitian tentang pembangkit

listrik tenaga gelombang laut menggunakan teknologi Oscillating Water Column di perairan Bali dalam penelitian ini dianalisis mengenai besarnya energi yang dihasilkan gelombang laut dengan penggunaan teknologi oscillating water column (OWC) di perairan Samudera Hindia, tepatnya di laut yang ada di kawasan Jimbaran. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa dengan penggunaan pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan teknologi oscillating water column (PLTGL-OWC) di laut di kawasan Jimbaran dapat dihasilkan energi yang tertinggi adalah sebesar 16.478.982,17 Joule dan yang terendah adalah sebesar 92,5897 Joule. Sedangkan untuk daya listrik yang mampu dihasilkan dengan penggunaan pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan teknologi oscillating water column (PLTGL-OWC) di lokasi tersebut yang tertinggi adalah sebesar 4.174.007,641 Watt dan yang terendah adalah sebesar 175,892 Watt.

Pada tahun 2019 Rifki Azizie melakukan penelitian tentang Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi Oscillating Water Column Pemanfaatan energi kelautan sayangnya belum dimanfaatkan secara optimal khususnya dalam membangkitkan tenaga listrik. Melihat permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini membahas tentang analisis perhitungan potensi energi hasil perhitungan tenaga gelombang laut dengan menggunakan sistem kolom air beroksilasi di perairan Indonesia. Sistem ini dipilih karena output energi listrik dianggap lebih stabil dan sesuai dengan wilayah perairan Indonesia. Penelitian dimulai dari pengumpulan data sekunder yang berupa literatur dari berbagai sumber, kemudian data dianalisis menggunakan berbagai persamaan untuk menghitung periode gelombang, panjang gelombang, kecepatan gelombang, energi total serta energi densitas pada prototype potensi gelombang air laut. Berdasar hasil analisa perhitungan menggunakan persamaan yang ada dengan percobaan lima kali dengan variasi tinggi gelombang yang berbeda mendapatkan energi paling rendah 1,27 Joule dan paling besar 30,02 Joule, serta analisa pada energi

densitasnya paling rendah sebesar 2,42 Joule/m<sup>2</sup> dan serta analisa pada energi densitasnya paling besar 20,02 Joule/m<sup>2</sup> dengan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata tinggi gelombang sangat mempengaruhi periode gelombang, panjang gelombang, kecepatan gelombang, energi total dan energi densitasnya.

Konsep teknologi OWC ini memanfaatkan fluktuasi permukaan air laut dan udara yang terperangkap pada rongga, sangat cocok dibangun di daerah dengan topografi dasar laut yang landai dan memiliki ketinggian gelombang laut yang konstan serta tidak memerlukan daerah konstruksi yang luas. Berdasarkan kriteria tersebut, teknologi sistem OWC dapat digunakan di perairan pesisir pantai Kolbano Kabupaten Timor Tengah Selatan dikarenakan kondisi topografi dasar lautnya yang landai serta ketinggian gelombang laut yang konstan yang biasanya dipengaruhi oleh kecepatan angin.

### METODE PENELITIAN

Untuk menunjang hasil penulisan yang diinginkan, maka dilakukan suatu pendekatan studi dengan melakukan kegiatan dibawah ini:

- Membandingkan semua data tinggi, periode, panjang gelombang bersumber Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika sehingga didapatkan energi laut yang di konversi menjadi energi listrik yang optimal.
- Menggunakan pendekatan perangkat Oscillating Water Column sebagai pemanen energi gelombang

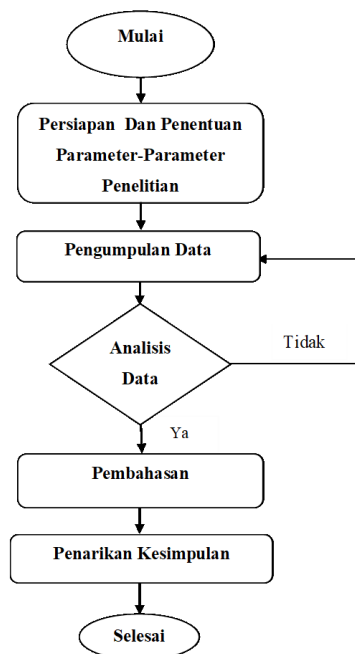
Adapun alur penelitian dilakukan mengikuti flow chart pada Gambar 1.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

*Data Hidro-Oseanografi Data hidro-oseanografi meliputi data gelombang laut di wilayah perairan Kolbano.*

Data ini sangat menentukan perkiraan awal besarnya daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTGL sistem Oscillating Water Column

(OWC). Data tinggi gelombang laut di wilayah perairan Kolbano ini diperoleh melalui badan meteorologi klimatologi dan geofisika untuk tahun 2019, 2020 dan 2021.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian.

*Panjang dan Kecepatan Gelombang Laut Panjang dan Kecepatan Gelombang laut dipengaruhi oleh periode datangnya gelombang.*

Periode datangnya gelombang dapat dihitung dengan menggunakan rumus yaitu :

$$T = 3,55\sqrt{H}$$

Dari data tinggi signifikan rata-rata gelombang laut, maka kita dapat mengetahui periode masing-masing daerah, dengan contoh perhitungan periode gelombang datang pada perairan kondisi maksimum, yaitu:

$$T = 3,55\sqrt{0,98} = 3,5 \text{ s}$$

Dengan mengetahui prakiraan periode datangnya gelombang pada daerah perairan pantai Kolbano, maka dapat di hitung besar panjang gelombangnya berdasarkan persamaan :

$$\lambda = 5,12 T^2$$

Contoh perhitungan panjang gelombang datang perairan pantai Kolbano :

$$\lambda = 5,12 (3,51432)^2 = 63,11 \text{ m}$$

Potensi energi gelombang laut dengan lebar chamber 2,5 m,  $\rho$  air laut 1030 Kg/m<sup>3</sup>, dan gravitasi bumi 9,81 m/s<sup>2</sup>, persamaan untuk menghitung energi gelombang laut yang dihasilkan dengan menghitung energi potensial dan energi kinetik.:

$$E_w = \frac{1}{4} w \cdot \rho \cdot g \cdot a^2 \cdot \lambda \text{ (joule)}$$

Selanjutnya, daya yang diberikan oleh gelombang pada perangkat OWC dihitung dengan persamaan :

$$P_w = \frac{E_w}{T}$$

Tabel 1. Data Tinggi Gelombang (BMKG Kupang)

Bulan	Tinggi Gelombang 2019 (m)		Tinggi Gelombang 2020 (m)		Tinggi Gelombang 2021 (m)	
	H min	H max	H min	H max	H min	H max
Januari	0,5	0,98	0,44	1,02	0,5	0,83
Februari	0,5	0,80	0,43	0,81	0,57	0,90
Maret	0,5	0,81	0,31	0,75	0,51	0,76
April	0,52	2,05	0,48	1,10	0,61	1,05
Mei	0,69	1,67	1,57	2,08	1,34	1,78
Juni	0,96	2,23	1,2	1,76	1,12	1,30
Juli	0,72	1,72	1,35	1,93	1,22	1,64
Agustus	0,93	1,67	0,83	1,28	1,36	1,78
September	0,72	1,33	0,97	1,24	1,20	1,61
Oktober	0,53	1,12	0,82	1,08	0,86	1,14
November	0,38	0,92	0,7	0,95	0,6	0,90
Desember	0,45	0,98	0,50	0,80	0,64	1,04

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Periode Gelombang

Bulan	Periode Gelombang, T (s)		
	2019	2020	2021
Januari	3,51432	3,58195	3,23405
Februari	3,1737	3,195	3,3654
Maret	3,195	3,0743	3,09205
April	5,08005	3,7204	3,6352
Mei	4,5866	5,1191	4,7357
Juni	5,30015	4,7073	4,047
Juli	4,65405	4,93095	4,544
Agustus	4,5866	4,01505	4,7357
September	4,09315	3,95115	4,5014
Oktober	3,7559	3,68845	3,78785
November	3,40445	3,4577	3,3654
Desember	3,51095	3,1737	3,61745

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Panjang Gelombang

Bulan	Panjang Gelombang, $\lambda$ (m)		
	2019	2020	2021
Januari	63,11	65,69	53,55
Februari	51,57	52,26	57,98
Maret	52,26	48,39	48,95
April	132,13	70,86	67,65
Mei	107,70	134,17	114,82
Juni	143,82	113,45	83,85
Juli	110,90	124,48	105,71
Agustus	107,70	82,53	114,82
September	85,77	79,93	103,74
Oktober	72,22	69,65	73,46
November	59,34	61,21	57,98
Desember	63,11	51,57	67,00

Tabel 4. Data hasil analisis daya yang dapat dibangkitkan

Bulan	H/2 (m)	$\lambda$ (m)	w (m)	Ew (Joule)	Pw (Watt)
Januari	0,51	65,69	2,5	210.923,77	58.885,18
Pebruari	0,405	52,26	2,5	133.254,08	41.707,07
Maret	0,375	48,39	2,5	114.246,52	37.161,8
April	0,55	70,86	2,5	245.369,13	65.952,35
Mei	1,04	134,17	2,5	878.506,25	171.613,41
Juni	0,88	113,45	2,5	628.554,97	133.527,7
Juli	0,965	124,48	2,5	756.280,65	153.374,2
Agustus	0,64	82,53	2,5	332.543,08	82.824,14
September	0,62	79,93	2,5	312.002,15	78.964,9
Oktober	0,54	69,65	2,5	236.794,15	64.198,82
Nopember	0,475	61,21	2,5	183.050,99	52.940,1
Desember	0,40	51,57	2,5	129.871,30	40.921,1

Dari hasil perhitungan di atas, dapat dilihat bahwa pada kondisi minimum daya terkecil yang dapat dibangkitkan sebesar 41.707,07 Watt, sementara daya terbesar yang dapat dihasilkan yaitu sebesar 171.613,41 Watt.

#### *Potensi Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Perangkat Oscillating Water Column (OWC)*

Dari hasil perhitungan di atas, dengan mengabaikan rugi-rugi daya yang terjadi dan mengacu pada efisiensi pada prototype sistem OWC yang telah diterapkan di pantai sebesar 12 % maka daya terkecil yang dapat

dibangkitkan oleh sistem ini dalam keadaan minimum adalah sebesar:

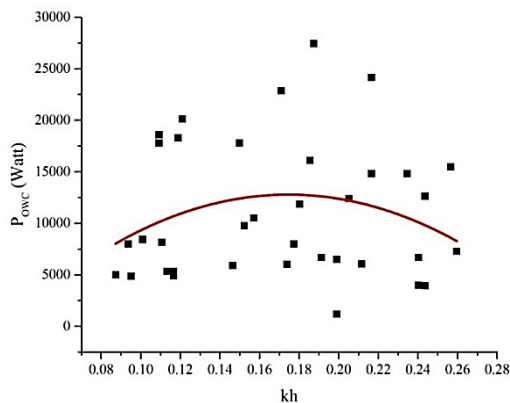
$$P_{OWC} = 41.707,07 \text{ Watt} \times 12\% \\ = 4459,416 \text{ Watt}$$

Dan dengan daya maksimum yang dapat dibangkitkan kurang lebih sebesar 20593,61 Watt.

Untuk memastikan potensi penyerapan energi gelombang oleh perangkat OWC dilakukan dengan memeriksa hubungan faktor non-dimensional  $kh$  terhadap daya yang dibangkitkan OWC, dimana  $k$  adalah nomor gelombang yang sama dengan  $2\pi/\lambda$ ,  $\lambda$  adalah panjang gelombang dan  $h$  adalah kedalaman air, seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Tabel 5. Hasil Perhitungan daya yang dapat dikonversi oleh OWC

Bulan	T (s)	Pw (watt)	P <sub>owc</sub> (watt)
Januari	3,58195	58885,18	7066,222
Pebruari	3,195	41707,07	5004,848
Maret	3,0743	37161,8	4459,416
April	3,7204	65952,35	7914,282
Mei	5,1191	171613,4	20593,61
Juni	4,7073	133527,7	16023,32
Juli	4,93095	153374,2	18404,9
Agustus	4,01505	82824,14	9938,897
September	3,95115	78964,9	9475,788
Oktober	3,68845	64198,82	7703,858
Nopember	3,4577	52940,1	6352,812
Desember	3,1737	40921,1	4910,532



Gambar 2. Potensi daya yang dikonversi oleh perangkat OWC.

Dari Gambar 2 di atas dapat dijelaskan bahwa hubungan faktor  $kh$  terhadap perubahan daya yang diserap oleh perangkat OWC mencapai nilai terbesar perubahan daya berada pada rentang  $kh$  0,17 – 0,21 dan setelah itu, dengan pertambahan nilai  $kh$  daya akan menurun lagi. Hal ini menjelaskan bahwa perangkat akan menghasilkan perubahan daya yang maksimal jika berada pada kondisi perbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang yang hampir sama yang berarti pula bahwa pada kedalaman air yang relatif lebih kecil dengan panjang gelombang yang lebih besar, akan menghasilkan daya yang kurang maksimal demikian pula apabila

perangkat bekerja pada kedalaman air yang lebih besar dengan panjang gelombang yang relatif pendek.

## SIMPULAN

- Daya terkecil yang dapat dibangkitkan oleh sistem ini dalam keadaan minimum adalah sebesar: 4459,416 Watt Dan dengan daya maksimum yang dapat dibangkitkan kurang lebih sebesar 20593,61 Watt.
- Daya yang diserap oleh perangkat OWC mencapai nilai terbesar perubahan daya berada pada rentang  $kh$  0,17 – 0,21 yang berarti pula bahwa pada kedalaman air yang relatif lebih kecil dengan panjang gelombang yang lebih besar, akan menghasilkan daya yang kurang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wijaya, I. W. A., & Wayan, I. (2010). Pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan teknologi oscilating water column di Perairan Bali. *Majalah Ilmiah Teknik Elektro*, 9(2), 165-174.
- [2]. Sona, R. A., & Purwono, S. S. (2014). Analisa Kinerja Pneumatic Wave Energy Converter (WEC) Dengan Menggunakan Oscillating Water Column (OWC). *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), G39-G42.
- [3]. Prasetio, B., Chrismianto, D., & Iqbal, M. (2015). Analisa Pengaruh Geometri dan Jumlah Sudu Terhadap Performa Wells Turbine. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3(4).
- [4]. Aziz, M. A. (2015). Pengaruh Perbandingan Rasio Inlet Dan Outlet Pada Tabung Reservoir Oscillating Water Column (Owc) Menggunakan Fluida Cair (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [5]. Bahri, A. R. (2018). Studi Eksperimental Pengaruh Dimensi dan Letak Saluran Buang terhadap Kinerja Perangkat

- Oscillating Water Column (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [6]. Azizie, M. R., Wicaksono, D. A., & Fitriana, F. (2020). Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi Oscillating Water Column. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 1-10.
- [7]. Saragih, M. (2017). Analisis potensi gelombang laut sebagai sumber energi alternatif pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL) dengan sistem oscillating water column (OWC) di Perairan Selatan Bali (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [8]. Azizie, M. R., Wicaksono, D. A., & Fitriana, F. (2020). Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi Oscillating Water Column. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 1-10.
- [9]. Saragih, M. D. (2021). Merancang Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Mengaplikasikan Teknik Kolom Osilasi (Doctoral dissertation, UMSU).
- [10]. Azizie, M. R., Wicaksono, D. A., & Fitriana, F. (2020). Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi Oscillating Water Column. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 1-10.
- [11]. Priliawan, R. A. (2016). Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Wells Dan Variasi Gelombang Laut Terhadap Performa Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Oscillating Water Column (OWC).
- [12]. Jasron, J. U. (2021). ANALISA KINERJA PERANGKAT OSCILLATING WATER COLUMN (OWC) DENGAN PEMODELAN SISTEM MEKANIK SATU DERAJAT KEBEBASAN. *SAINSTEK*, 5(1), 83-93.
- [13]. Shintawati, D. W., & Agus Supardi, S. T. (2019). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Oscillating Water Column (OWC) di Kelautan Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).