

STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT DENGAN METODA OSCILATING WATER COLUMN DI PERAIRAN KENDARI INDONESIA

Faulincia^{1,a}

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta, Indonesia

^a faulincia@gmail.com

Abstrak.

Merujuk pada Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, perkembangan teknik konversi energi listrik dengan menggunakan sumber energi alternative menjadi menarik untuk diikuti selama beberapa tahun terakhir ini. Makalah ini membahas mengenai analisis perhitungan potensi daya konversi tenaga gelombang laut dengan menggunakan sistem Oscilating Water Column (OWC) di wilayah kelautan di Indonesia. Sistem ini dipilih karena memiliki banyak keuntungan dibanding sistem lainnya dan sesuai dengan wilayah kelautan dan pantai Indonesia. Dari hasil perhitungan daya didapatkan daya terkecil yang dapat dihasilkan adalah sebesar 348.5838 Watt sementara daya terbesar yang dapat dihasilkan adalah sebesar 623291.4 Watt Penerapan sistem oscillating water column di wilayah perairan Kendari dengan efisiensi 11,971%.

Kata kunci. oscillating water column (OWC), energi gelombang laut, energi listrik, potensi daya, panjang gelombang

Abstract.

Referring to Law Number 30 of 2007 concerning Energy, the development of techniques the conversion of electrical energy by using alternative energy sources is interesting for followed for the past few years. This paper discusses calculation analysis power potential of ocean wave conversion using the Oscilating Water system Column (OWC) in the marine area of Indonesia. This system was chosen because it has many advantages compared to other systems and in accordance with the marine and coastal areas of Indonesia. From the calculation of power, the smallest power that can be produced is equal to 348.5838 Watts while the biggest power that can be produced is 623291.4 Watts The application of the oscillating water column system in Kendari waters with an efficiency of 11.971%.

Keywords. oscillating water column (OWC), ocean wave energy, electrical energy, power potential, wavelength

I. PENDAHULUAN

Dibutuhkan suatu studi yang mendalam mengenai penggunaan energi alternatif terbarukan dan ramah lingkungan. Indonesia sebagai Negara maritime mempunyai wilayah lautan sebesar 2/3 dari seluruh wilayah Indonesia, mendekati 70% dari luas keseluruhan Negara Indonesia. Wilayah lautan yang luas tentunya mempunyai potensi yang besar pula, demikian juga energi gelombang lautnya. Sangat penting memilih lokasi yang secara topografi memungkinkan akumulasi energi. Pada penulisan seminar ini memilih wilayah perairan Kendari, karena berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, wilayah perairan Kendari paling berpotensi untuk tinggi gelombang mencapai 4m. Dimana Gelombang dengan ketinggian >2.0 - 3.0 di perkirakan terjadi di Perairan Baubau, Perairan Kep. Wakatobi, Perairan Manuai Kendari, Laut Banda Timur Sultra, Laut Seram Bagian Timur, Perairan Selatan Ambon, Laut Banda Bagian Utara, Laut Banda Bagian Selatan, Perairan Kep. Kai, Perairan Kep. Aru, Perairan Kep. Babar, Perairan Kep. Sermata-Kep. Leti. Gelombang dengan ketinggian >3.0 - 4.0 di perkirakan terjadi di Perairan Kep. Tanimbar, Laut Arafuru Bagian Barat, Laut Arafuru bagian Tengah Pada analisa potensi

gelombang laut menjadi energi listrik digunakan metode kolom air berosilasi atau biasa disebut oscillating water column (owc).

Studi Pustaka

Penulis	Judul Makalah	Keterkaitan Dengan Penelitian
Indah Luh Sepdyanuri	Konversi Energi Sistem Pembangkit Listrik tenaga Gelombang Laut	Meneliti Bagian Konversi Mesin
Abdul Rauf Taufik	Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (Generator Induksi)	Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan OWC
Syamsul Arifin	Makalah Teknik Konversi Energi Teknik Konversi Energi Gelombang Menjadi Energi Listrik	Teknik Konversi Energi laut Menjadi Energi Listrik dengan Metode Oscillating Water Column
Kadek Fendy Sutrisna	Pembangkit Listrik Masa Depan Indonesia	Laboratorium Konversi Energi Listrik, Sekolah Teknik Dan Informatika, Institut Teknologi Bandung

II. METODOLOGI PENELITIAN

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

1. 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.
2. Menggunakan metode yaitu metode Oscillating Water Column

III. HASIL, PEMBAHASAN DAN ANALISA

1. Data Hidro-Oceanografi

Data hidro-oseanografi meliputi data gelombang laut di wilayah perairan Kendari. 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 Kendari ini diperoleh melalui badan meteorologi klimatologi dan geofisika pada tanggal 24 Mei 2015 dapat dilihat pada tabel 1 bab 3.

2. Panjang dan Kecepatan Gelombang Laut

Panjang dan Kecepatan Gelombang laut dipengaruhi oleh periode datangnya gelombang. Periode datangnya gelombang dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang disarankan oleh Kim Nielsen [9], yaitu :

$$T = 3.55 \sqrt{H} \tag{4.1}$$

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 minimum, yaitu:

$$T = 3.55 \sqrt{0.1} = 1.123$$

Tabel 4.1 Hasil perhitungan Periode Gelombang Datang

NO	NAMA WILAYAH PERAIRAN	Tinggi Gelombang Signifikan Rata-Rata (meter)		Periode Gelombang Datang (detik)	
		Min	Max	Min	Max
N.1	PERAIRAN BAUBAU	0,1	1.5	1.123	4.35
N.2	PERAIRAN KEP. WAKATOBI	0,1	1.5	1.123	4.35
N.3	PERAIRAN MANUI-KENDARI	0,1	1.3	1.123	4.05
N.4	LAUT BANDA TIMUR SULTRA	0,1	1.5	1.123	4.35
N.5	TELUK TOLO	0,1	1.3	1.123	4.05
N.6	PERAIRAN KEP. BANGGAI	0,1	1.3	1.123	4.05
N.7	PERAIRAN KEP. SULA	0,1	1.3	1.123	4.05
N.8	LAUT SERAM BAGIAN BARAT	0,1	1.3	1.123	4.05
N.9	LAUT SERAM BAGIAN TIMUR	0,1	1.5	1.123	4.35
N.10	PERAIRAN SELATAN AMBON	0,1	1.5	1.123	4.35
N.11	LAUT BANDA BAGIAN UTARA	0,1	1.5	1.123	4.35
N.12	LAUT BANDA BAGIAN SELATAN	0,1	2.0	1.123	5.02
N.13	PERAIRAN KEP. KAI	0,1	2.0	1.123	5.02
N.14	PERAIRAN KEP. ARU	0,1	2.0	1.123	5.02
N.15	PERAIRAN KEP. TANIMBAR	0,1	2.0	1.123	5.02
N.16	PERAIRAN KEP. BABAR	0,1	2.0	1.123	5.02
N.17	PERAIRAN KEP. SERMATA -	0,1	2.0	1.123	5.02
N.18	KLAEPUT. LAETRAI FURU BAGIAN BARAT	0,1	2.5	1.123	5.6
N.19	LAUT ARAFURU BAGIAN TENGAH	0,1	2.5	1.123	5.6

Dengan mengetahui prakiraan periode datangnya gelombang pada daerah perairan pantai Indonesia, maka dapat di hitung besar panjang dan kecepatan gelombangnya berdasarkan persamaan yang disarankan oleh David Ross [10] sebagai berikut :

$$\lambda = 5.12 T^2 \tag{4.2}$$

Contoh perhitungan panjang gelombang datang perairan Baubau :

$$\lambda = 5.12 T^2 = 5.12 (1.123)^2 = 6.45 \text{ m}$$

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Panjang Gelombang Datang

NO	NAMA WILAYAH PERAIRAN	Periode Gelombang Datang (detik)		Panjang Gelombang Datang (meter)	
		Min	Max	Min	Max
N.1	PERAIRAN BAUBAU	1.123	4.35	6.45698	96.8832
N.2	PERAIRAN KEP. WAKATOBI	1.123	4.35	6.45698	96.8832
N.3	PERAIRAN MANUI-KENDARI	1.123	4.05	6.45698	83.9808
N.4	LAUT BANDA TIMUR SULTRA	1.123	4.35	6.45698	96.8832
N.5	TELUK TOLO	1.123	4.05	6.45698	83.9808
N.6	PERAIRAN KEP. BANGGAI	1.123	4.05	6.45698	83.9808
N.7	PERAIRAN KEP. SULA	1.123	4.05	6.45698	83.9808

N.8	LAUT SERAM BAGIAN BARAT	1.123	4.05	6.45698	83.9808
N.9	LAUT SERAM BAGIAN TIMUR	1.123	4.35	6.45698	96.8832
N.10	PERAIRAN SELATAN AMBON	1.123	4.35	6.45698	96.8832
N.11	LAUT BANDA BAGIAN UTARA	1.123	4.35	6.45698	96.8832
N.12	LAUT BANDA BAGIAN SELATAN	1.123	5.02	6.45698	129.026
N.13	PERAIRAN KEP. KAI	1.123	5.02	6.45698	129.026
N.14	PERAIRAN KEP. ARU	1.123	5.02	6.45698	129.026
N.15	PERAIRAN KEP. TANIMBAR	1.123	5.02	6.45698	129.026
N.16	PERAIRAN KEP. BABAR	1.123	5.02	6.45698	129.026
N.17	PERAIRAN KEP. SERMATA - KEP. LETI	1.123	5.02	6.45698	129.026
N.18	LAUT ARAFURU BAGIAN BARAT	1.123	5.6	6.45698	160.5632
N.19	LAUT ARAFURU BAGIAN TENGAH	1.123	5.6	6.45698	160.5632

Maka kecepatan gelombang datang dapat diperoleh dengan menggunakan rumus

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Berikut contoh perhitungan kecepatan gelombang datang pada perairan Baubau

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{1.13} = \frac{6.45}{1.13} = 5.74976 \text{ m/s}$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Kecepatan Gelombang Datang

NO	NAMA WILAYAH PERAIRAN	Periode Gelombang Datang (detik)		Panjang Gelombang Datang (meter)		Kecepatan Gelombang Datang (meter/detik)	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
N.1	PERAIRAN BAUBAU	1.123	4.35	6.45698	96.8832	5.74976	22.272
N.2	PERAIRAN KEP. WAKATOBI	1.123	4.35	6.45698	96.8832	5.74976	22.272
N.3	PERAIRAN MANUIKENDARI	1.123	4.05	6.45698	83.9808	5.74976	20.736
N.4	LAUT BANDA TIMUR SULTRA	1.123	4.35	6.45698	96.8832	5.74976	22.272
N.5	TELUK TOLO	1.123	4.05	6.45698	83.9808	5.74976	20.736
N.6	PERAIRAN KEP. BANGGAI	1.123	4.05	6.45698	83.9808	5.74976	20.736
N.7	PERAIRAN KEP. SULA	1.123	4.05	6.45698	83.9808	5.74976	20.736
N.8	LAUT SERAM BAGIAN BARAT	1.123	4.05	6.45698	83.9808	5.74976	20.736
N.9	LAUT SERAM BAGIAN TIMUR	1.123	4.35	6.45698	96.8832	5.74976	22.272
N.10	PERAIRAN SELATAN AMBON	1.123	4.35	6.45698	96.8832	5.74976	22.272
N.11	LAUT BANDA BAGIAN	1.123	4.35	6.45698	96.8832	5.74976	22.272

	UTARA						
N.12	LAUT BANDA BAGIAN SELATAN	1.123	5.02	6.45698	129.026	5.74976	25.7024
N.13	PERAIRAN KEP. KAI	1.123	5.02	6.45698	129.026	5.74976	25.7024
N.14	PERAIRAN KEP. ARU	1.123	5.02	6.45698	129.026	5.74976	25.7024
N.15	PERAIRAN KEP. TANIMBAR	1.123	5.02	6.45698	129.026	5.74976	25.7024
N.16	PERAIRAN KEP. BABAR	1.123	5.02	6.45698	129.026	5.74976	25.7024
N.17	PERAIRAN KEP. SERMATA - KEP. LETI	1.123	5.02	6.45698	129.026	5.74976	25.7024
N.18	LAUT ARAFURU BAGIAN BARAT	1.123	5.6	6.45698	160.563 2	5.74976	28.672
N.19	LAUT ARAFURU BAGIAN TENGAH	1.123	5.6	6.45698	160.563 2	5.74976	28.672

Keterangan :

- λ = panjang gelombang (m)
- V = kecepatan gelombang (m/s)
- T = periode gelombang (s)
- H = tinggi gelombang (m)

3. Analisis Perhitungan Energi Gelombang Laut :

Potensi energi gelombang laut dengan lebar chamber 2,4 m (berdasarkan protipe yang telah ada), ρ air laut 1030 Kg/m³, dan gravitasi bumi 9,81 m/s², persamaan untuk menghitung energi gelombang laut yang dihasilkan cukup dengan menghitung energi potensial saja. Karena dilihat dari prototype yang ada, pergerakan gelombang laut yang menghasilkan energi pada sistem ini merupakan energi potensial atau naik turun gelombangnya saja. Sementara untuk gerakan gelombang laut yang maju mundur tidak menghasilkan energi maka persamaan 3.3 tidak digunakan, tetapi menggunakan persamaan 2.5 :

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

Contoh perhitungan pada pantai perairan Bau bau pada

$$\begin{aligned} E_w &= \frac{1}{4} \cdot w \cdot \rho \cdot g \cdot a^2 \cdot \lambda \\ &= \frac{1}{4} \cdot 2.4\text{m} \cdot 1030 \text{ Kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.1^2 \cdot 6.54\text{m} \\ &= 391.4596072 \text{ J} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Potensi Energi Gelombang Laut

NO	NAMA WILAYAH PERAIRAN	Potensi Energi Gelombang Kondisi (J)	Potensi Energi Gelombang Kondisi (J)
N.1	PERAIRAN BAUBAU	391.4596072	1321564.839
N.2	PERAIRAN KEP. WAKATOBI	391.4596072	1321564.839
N.3	PERAIRAN MANUI-KENDARI	391.4596072	860447.1382
N.4	LAUT BANDA TIMUR SULTRA	391.4596072	1321564.839
N.5	TELUK TOLO	391.4596072	860447.1382
N.6	PERAIRAN KEP. BANGGAI	391.4596072	860447.1382
N.7	PERAIRAN KEP. SULA	391.4596072	860447.1382
N.8	LAUT SERAM BAGIAN BARAT	391.4596072	860447.1382
N.9	LAUT SERAM BAGIAN TIMUR	391.4596072	1321564.839

N.10	PERAIRAN SELATAN AMBON	391.4596072	1321564.839
N.11	LAUT BANDA BAGIAN UTARA	391.4596072	1321564.839
N.12	LAUT BANDA BAGIAN SELATAN	391.4596072	3128922.952
N.13	PERAIRAN KEP. KAI	391.4596072	3128922.952
N.14	PERAIRAN KEP. ARU	391.4596072	3128922.952
N.15	PERAIRAN KEP. TANIMBAR	391.4596072	3128922.952
N.16	PERAIRAN KEP. BABAR	391.4596072	3128922.952
N.17	PERAIRAN KEP. SERMATA - KEP. LETI	391.4596072	3128922.952
N.18	LAUT ARAFURU BAGIAN BARAT	391.4596072	6083920.282
N.19	LAUT ARAFURU BAGIAN TENGAH	391.4596072	6083920.282

Daya yang dapat dibangkitkan dari energi gelombang laut daerah perairan pantai di Indonesia dapat diperoleh dengan menggn persamaan 3.5 :

$$\begin{aligned}
 P_w &= \frac{E_w}{T} \\
 &= \frac{391.4596072}{1.12} = 348.5838 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Daya Yang Dapat Dibangkitkan

NO	NAMA WILAYAH PERAIRAN	Periode Gelombang Datang (detik)		Potensi Energi Gelombang Kondisi (J)		Daya (Watt)	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
N.1	PERAIRAN BAUBAU	1.123	4.35	391.4596072	1321564.839	348.5838	303808
N.2	PERAIRAN KEP. WAKATOBI	1.123	4.35	391.4596072	1321564.839	348.5838	3303808
N.3	PERAIRAN MANUI KENDARI	1.123	4.05	391.4596072	860447.1382	348.5838	212456.1
N.4	LAUT BANDA TIMUR SULTRA	1.123	4.35	391.4596072	1321564.839	348.5838	303808
N.5	TELUK TOLO	1.123	4.05	391.4596072	860447.1382	348.5838	212456.1
N.6	PERAIRAN KEP. BANGGAI	1.123	4.05	391.4596072	860447.1382	348.5838	212456.1
N.7	PERAIRAN KEP. SULA	1.123	4.05	391.4596072	860447.1382	348.5838	212456.1
N.8	LAUT SERAM BAGIAN BARAT	1.123	4.05	391.4596072	860447.1382	348.5838	212456.1

N.9	LAUT SERAM BAGIAN TIMUR	1.123	4.35	391.4596072	1321564.839	348.5838	303808
N.10	PERAIRAN SELATAN AMBON	1.123	4.35	391.4596072	1321564.839	348.5838	303808
N.11	LAUT BANDA BAGIAN UTARA	1.123	4.35	391.4596072	1321564.839	348.5838	303808
N.12	LAUT BANDA BAGIAN SELATAN	1.123	5.02	391.4596072	3128922.952	348.5838	623291.4
N.13	PERAIRAN KEP. KAI	1.123	5.02	391.4596072	3128922.952	348.5838	623291.4
N.14	PERAIRAN KEP. ARU	1.123	5.02	391.4596072	3128922.952	348.5838	623291.4
N.15	PERAIRAN KEP. TANIMBAR	1.123	5.02	391.4596072	3128922.952	348.5838	623291.4
N.16	PERAIRAN KEP. BABAR	1.123	5.02	391.4596072	3128922.952	348.5838	623291.4
N.17	PERAIRAN KEP. SERMATA - KEP. LETI	1.123	5.02	391.4596072	3128922.952	348.5838	623291.4
N.18	LAUT ARAFURU BAGIAN BARAT	1.123	5.6	391.4596072	6083920.282	348.5838	1086414
N.19	LAUT ARAFURU BAGIAN TENGAH	1.123	5.6	391.4596072	6083920.282	348.5838	1086414

Dari hasil perhitungan di atas, dapat di lihat bahwa pada kondisi minimum daya terkecil yang dapat dibangkitkan sebesar 348.5838 Watt, sementara daya terbesar yang dapat dihasilkan yaitu sebesar 623291.4 Watt.

4. Potensi Kontribusi Aplikasi PLTGL *Oscillating Water Column* Pada Pemukiman Sederhana Tepi Pantai

Dari hasil perhitungan di atas, dengan mengabaikan rugi-rugi daya yang terjadi efisiensi pada prototype sistem owc yang telah diterapkan di pantai sebesar 11.917 % maka daya terkecil yang dapat dibangkitkan oleh sistem ini dalam keadaan minimum adalah sebesar:

$$348.5838 \text{ Watt} \times 11.917\% = 41.54 \text{ Watt}$$

Dan dengan daya maksimum yang dapat dibangkitkan kurang lebih sebesar :

$$623291.4 \text{ Watt} \times 11.917\% = 74277.6 \text{ Watt}$$

Kemampuan membangkitkan daya sebesar 348.5838 Watt atau sekitar 348 Watt dapat digunakan untuk memberikan pasokan daya listrik baru bagi penggunaan listrik disekitar pantai.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan perhitungan dapat disimpulkan :

1. Wilayah perairan pantai di Indonesia memiliki potensi yang bisa digunakan untuk menerapkan PLTGL sistem kolom air berosilasi.
2. Daya terkecil yang dapat dihasilkan adalah sebesar 348.5838 Watt
3. Daya terbesar yang dapat dihasilkan adalah sebesar 623291.4 Watt
4. Penerapan sistem Oscillating water column di wilayah perairan pantai dapat memberikan kontribusi daya listrik untuk rumah nelayan dengan efisiensi sebesar 11.971%

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, "Prakiraan Rata-rata Harian Tinggi Gelombang Laut di Wilayah Perairan Kendari Berlaku 24 Mei 2015."
2. Budi Murdhani. "Analisis Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Sistem Oscillating Water Column di Pantai Baron Yogyakarta." Jakarta 2008.
3. <http://www.dkp.go.id/index.php/ind/news/2623/berita-prakiraan-cuaca-maritim-untukpelayaran>
4. Kadek Fendy Sutrisna "Pembangkit Listrik Masa Depan Indonesia." Laboratorium Konversi Energi Listrik Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Februari, 2009.
5. Joseph Weisberg, Howard Parish. "Introduction Oceanography."
6. Anggraini, Lydia, Ardhi Bebi Laksono. "Pemodelan dan Analisa Struktur Mekanika pada Kontrol Sistem Adaptif End Effector dengan Dynamixel AX-18A Motor Servo." *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics* 3.1 (2019): 1-12.