

DESAIN KONSEPTUAL KONFIGURASI OSCILLATING WATER COLUMN GUNA MEMANFAATKAN POTENSI ENERGI GELOMBANG LAUT DI KABUPATEN SUMBA BARAT DAYA

**Alifah Nur Fauziyah Ramadina, Rahadian Rafli Zulkarnain, Sintya Dewi Santosa,
Dr. Dendy Satrio S.ST**

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Abstrak

Kabupaten Sumba Barat Daya memiliki wilayah perairan bebas sehingga berpotensi menghasilkan rata rata energi gelombang sebesar 5,03 kW/m. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mencapai program Sumba Iconic Island sebagai daerah mandiri energi terbarukan. Oleh karena itu, karya tulis ini bertujuan untuk merancang Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) guna mendukung program mandiri energi di Kabupaten Sumba Barat Daya. Pada perancangan ini, teknologi Oscillating Water Column (OWC) dipilih sebagai alat konversi karena mampu menyerap energi dengan efisien sesuai topografi wilayah kajian. Selain itu, empat buah kolom OWC direncanakan untuk dirancang pada kawasan kajian karena konfigurasi empat bilah menghasilkan efisiensi yang baik. Empat buah kolom yang terdapat pada PLTGL-OWC ini akan dibangun secara paralel di kedalaman 6 meter dengan jenis fixed structure menggunakan material baja sebagai tiang pancang. Hasil kajian wilayah menunjukkan ketinggian gelombang mencapai 1,5 hingga 2 meter dan periode gelombang berkisar 5 hingga 7 sekon. Estimasi energi listrik yang dihasilkan adalah 12.760 – 35.496 kW. Potensi energi tersebut diperkirakan dapat memberikan pasokan listrik kepada 26.808 rumah dengan asumsi 900 W setiap rumah.

Kata Kunci : Energi terbarukan, Gelombang laut, Kabupaten Sumba Barat Daya, Oscillating Water Column (OWC)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pulau Sumba merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki potensi sumber daya energi terbarukan yang melimpah. Meski demikian, rasio elektrifikasi di Pulau Sumba hanya mencapai 50.9% di akhir tahun 2018 (Iriana Bakti, 2020). Hal tersebut tentunya sangat mengganggu tingkat pertumbuhan daerah yang memerlukan akses listrik untuk hidup dan akses digital untuk berkembang. Salah satu usaha pemerintah dalam memenuhi target elektrifikasi di Pulau Sumba adalah menyusun program Sumba Iconic Island. Program tersebut mendorong pemanfaatan energi terbarukan di Pulau Sumba agar dapat menjadi daerah percontohan mandiri energi di Indonesia (Susyanto, 2013).

Program Sumba Iconic Island menyusun beberapa potensi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan di kawasan Sumba, seperti energi angin, energi gelombang laut, dan energi panas matahari. Diantara potensi energi tersebut, energi yang belum dimanfaatkan yakni energi gelombang laut yang memiliki kelebihan, yaitu power density yang besar dan parameter gelombang laut yang mudah diprediksi. Selain itu, penggunaan energi gelombang laut dinilai bersih dan tidak menghasilkan emisi apapun. Wilayah yang memiliki potensi energi gelombang laut adalah Kabupaten Sumba Barat Daya, karena wilayah ini memiliki wilayah perairan terbuka yang luas. Berdasarkan kajian wilayah yang telah dilakukan sebelumnya, ketinggian gelombang adalah 1,5 hingga 2 meter dan periode gelombang berkisar antara 5 hingga 7 sekon (Shintawati, 2019). Dengan merealisasikan instalasi pembangkit listrik tenaga gelombang laut ini, tidak hanya mampu meningkatkan nilai elektrifikasi, namun juga mampu membuka lapangan pekerjaan.

Terdapat beragam teknologi pembangkit listrik tenaga gelombang laut yang dapat digunakan, sehingga pemilihan teknologi pembangkit listrik tenaga gelombang laut harus disesuaikan dengan keadaan topografi yang ada di perairan Kabupaten Sumba Barat Daya. Selain itu, juga dibutuhkan instalasi yang tepat sehingga energi yang dihasilkan lebih efisien. Instalasi ini meliputi jumlah kolom yang akan dirancang serta material dan konfigurasi yang akan digunakan. Oleh karena itu, pada karya tulis ini mengusulkan perancangan pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC (Oscillating Water Column).

Pada karya tulis ini juga akan dijelaskan instalasi teknologi Oscillating Water Column (OWC) dipilih sebagai alat konversi karena mampu menyerap energi dengan efisien sesuai topografi wilayah kajian. Selain itu, jumlah kolom OWC yang

direncanakan untuk dirancang berjumlah 4 buah. Hal ini dikarenakan konfigurasi empat bilah OWC menghasilkan efisiensi yang baik. Empat buah kolom yang terdapat pada PLTGL-OWC ini akan dibangun secara paralel di laut yang memiliki kedalaman 6 meter dengan jenis bangunan fixed structure menggunakan material baja sebagai tiang pancangnya. Material ini dipilih karena dinilai sangat kuat dan mampu menahan terjangan ombak agar struktur OWC tetap tegak berdiri di permukaan laut. Panjang dan lebar dari kolom OWC juga akan ditentukan sehingga pembangkit listrik tenaga OWC dapat menghasilkan listrik dengan efisien.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil pada karya tulis ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi energi yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC di laut Kabupaten Sumba Barat Daya?
2. Bagaimana perancangan konfigurasi pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC yang tepat?
3. Bagaimana penempatan pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC yang sesuai dengan kondisi topografi di laut Kabupaten Sumba Barat Daya?

C. Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan diatas, diperoleh tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui potensi energi yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC di laut Kabupaten Sumba Barat Daya
2. Mengetahui perancangan konfigurasi pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC yang tepat
3. Mengetahui penempatan pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC yang sesuai dengan kondisi topografi di laut Kabupaten Sumba Barat Daya

D. Hipotesis

Berdasarkan rancangan penelitian yang telah disampaikan di latar belakang serta perkembangan penelitian yang telah ada, karya tulis ini memiliki hipotesis bahwa pemanfaatan energi gelombang laut yang ada di Kabupaten Sumba Barat Daya menggunakan teknologi Oscillating Water Column (OWC) mampu menghasilkan energi listrik dengan perkiraan per bilah sebesar 3.190– 8.874 kW dari setiap turbin yang digunakan. Sehingga dari energi listrik yang telah didapatkan tersebut diperkirakan

mampu memberikan pasokan listrik kepada 6.000 rumah dengan asumsi daya 900 W di setiap rumah. Dengan demikian upaya pemerintah dalam mewujudkan kemandirian energi di Pulau Sumba menjadi lebih cepat terealisasi dan era digitalisasi dapat segera terwujud di pulau tersebut.

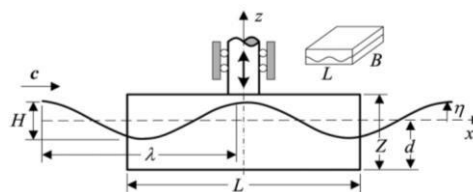
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Energi Gelombang

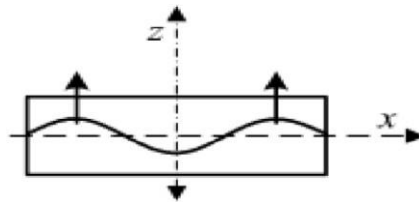
Energi gelombang dihasilkan dari gelombang laut yang dibangkitkan oleh angin yang berhembus di atas permukaan laut secara vertikal maupun horizontal. (Parjiman, 2018). Angin tersebut menghasilkan gelombang air di permukaan laut setinggi 1,3–2,86 m di dekat pantai hingga setinggi beberapa meter di lautan dalam. Energi angin tersebut diubah menjadi gelombang air yang tersebar tipis ke segala arah di atas lautan. Kepadatan energi pembangkit gelombang laut adalah sebesar 2-3 kW/m² yang lebih tinggi dari pembangkit listrik tenaga surya (0,1–0,2 kW/m²) dan pembangkit listrik tenaga angin (0,4–0,6 kW/m²). (Khan, 2017)

Salah satu pemanfaatan energi gelombang laut adalah dengan metode Oscillating Water Column (OWC), dengan mengetahui ketersediaan akan energi gelombang laut. Total energi gelombang laut dapat diketahui dengan menjumlahkan besarnya energi kinetik dan energi potensial yang dihasilkan oleh gelombang laut tersebut. Energi potensial adalah energi yang ditimbulkan oleh posisi relatif atau konfigurasi gelombang laut pada suatu sistem fisik dengan mengubah keadaan konfigurasi atau gerakan di sekitarnya. (Wayan, 2010)

Gerakan yang akan dimanfaatkan adalah gerakan secara linier yaitu memanfaatkan naik turunnya gelombang laut (heaving) dalam arah vertikal. Gerak tersebut dapat mendorong suatu mekanisme alat yang dapat mengubah energi gelombang laut menjadi energi listrik. Besarnya daya mekanik dari benda yang bergerak naik turun (heaving body) adalah produk dari gaya ombak yang terinduksi dan kecepatan naik turunnya benda. (Maulana, 2015)



Gambar 2.1 Bodi mengapung terkena gerak heaving



Gambar 2.2 Pure heaving condition

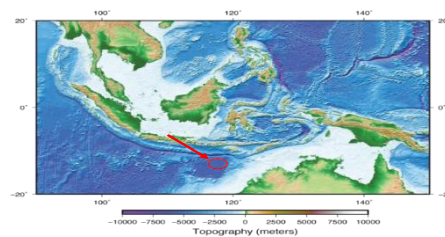
Energi gelombang di Indonesia mungkin lebih rendah dari wilayah belahan bumi utara atau selatan, dengan gelombang angin yang besar yang mungkin beberapa kali lipat dari Indonesia. Namun, pemasangan akan menjadi lebih mudah di laut yang tenang dengan masalah perawatan yang lebih rendah. (Beyrra Triaslian, 2017)

B. Sumba Barat Daya

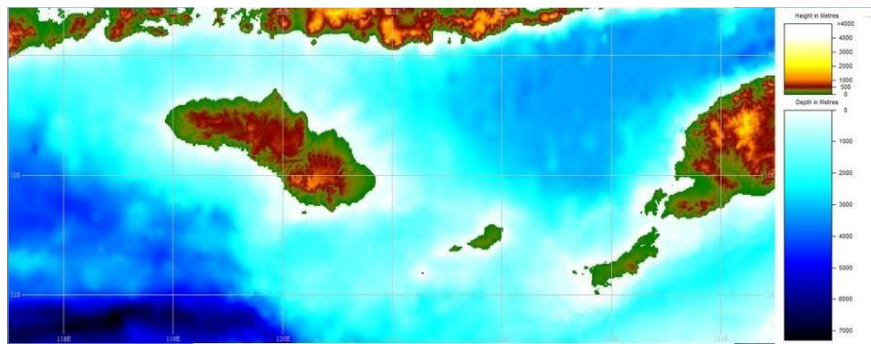
Salat satu Kabupaten di Provinsi NTT yang membentang antara $90^{\circ} 18' - 100^{\circ} 20'$ Lintang Selatan (LS) dan $1180^{\circ} 55' - 1200^{\circ} 23'$ Bujur Timur (BT) memiliki luas wilayah daratan 47.394,90 km² dan wilayah perairan laut seluas 191.484 km² dengan panjang garis pantai 5.700 km terletak paling selatan Indonesia yang berbatasan dengan Negara Republic Democratic Timur Leste dan Australia (Rani Ekawaty, 2015). Dengan batas-batas wilayah administratif sebelah utara Selat Sumba, sebelah selatan Samudera Indonesia, sebelah timur Kabupaten Sumba Barat, dan sebelah barat Samudera ndonesia.

Pada tahun 2018, rasio elektrifikasi di Kabupaten Sumba Barat Daya mencapai 34,9% (Dagi Consulting, 2018). Kemudian, tercatat pada Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia tentang Besaran Biaya Pokok Penyediaan Pembangunan PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) tahun 2020 Provinsi NTT di wilayah Sumba sebesar Rp2.147,66/kWh untuk harga listriknya.

Menurut data hidro-oseanografi dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Deputi Bidang Maritim pada bulan Juli 2018 diperoleh ketinggian signifikan gelombang laut Pulau Sumba rata-rata sekitar 1,5-2,0 meter dengan kecepatan rata-rata anginnya sekitar 10-15 Knots. Memiliki panjang minimum gelombang datang sebesar 80,7 meter dan maksimalnya sebesar 96,8 meter dengan kecepatan minimum gelombang datangnya sebesar 20,3 m/s dan maksimalnya sebesar 22,3 m/s. Periode gelombang laut dipengaruhi oleh panjang dan kecepatan gelombang laut yaitu sekitar 5 hingga 7 sekon.



Gambar 2.3 Peta Batimetri Nasional



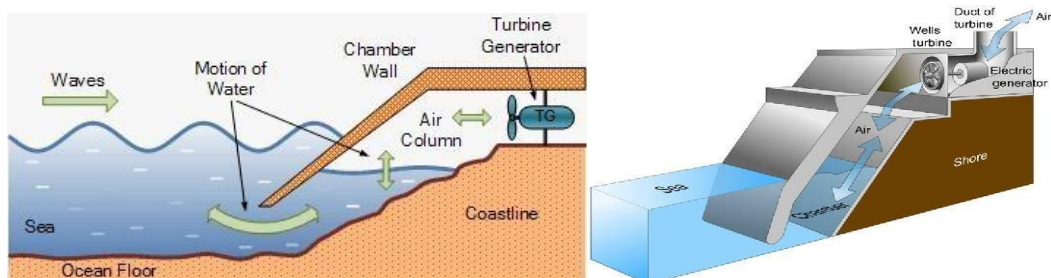
Gambar 2.4 Peta Batimetri Pulau Sumba

C. Oscillating Water Column (OWC)

Oscillating Water Column (OWC) menggunakan prinsip tekanan udara yang dihasilkan oleh gelombang laut dalam suatu ruangan tertutup untuk memutar turbin. (Parjiman, 2018). Sistem ini membangkitkan listrik dari naik turunnya air laut akibat gelombang laut yang masuk ke dalam sebuah kolom osilasi yang berlubang. Naik turunnya air laut ini akan mengakibatkan keluar masuknya udara di lubang bagian atas kolom dan tekanan yang dihasilkan dari naik turunnya air laut dalam kolom tersebut akan menggerakkan turbin. (Maulana, 2015)

OWC ini akan menangkap energi gelombang yang melalui lubang pintu kolom (chamber) OWC, sehingga terjadi fluktuasi atau osilasi gerakan air dalam ruang OWC, kemudian tekanan udara yang dihasilkan dari gerakan air dalam kolom ini akan menggerakkan baling-baling turbin yang dihubungkan dengan generator listrik sehingga menghasilkan listrik. (Utami, 2010)

OWC terdiri dari struktur berongga padat atau mengambang yang terbuka ke laut di bawah permukaan air dan menjebak udara di ruang di atas permukaan bebas bagian dalam. Aksi gelombang secara bergantian memampatkan dan mendekomposisi udara yang terperangkap, menggerakkan aliran udara bolak-balik melalui turbin yang menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. (Alves, 2016)

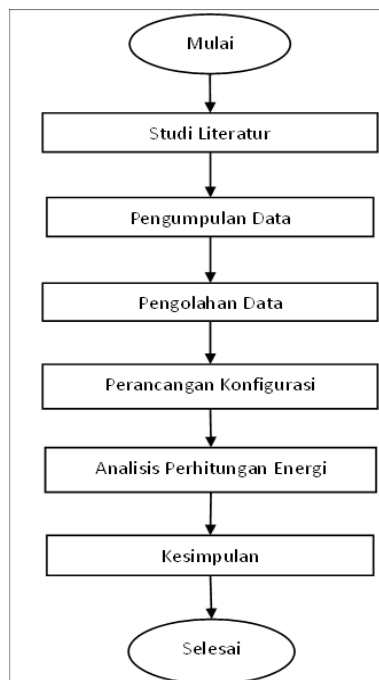


Gambar 2.5 Sistem Oscillating Water Column

Menurut Rendi dan Jainal Arifin, 2020 mengatakan berdasarkan prinsip kerja Oscillating Water Column (OWC) bahwa alat ini sangat mudah dibuat dan kinerja dari

sistem ini dipengaruhi oleh besar atau kecilnya colum air dan tinggi gelombangnya. Sistem OWC memiliki 4 komponen utama yaitu chamber, air turbine, generator, dan pontoon. Chamber berfungsi untuk tempat osilasi antara air dan udara, air turbine berfungsi untuk menangkap energi dari udara yang akan digunakan untuk memutar generator. (Jainal Arifin, 2020). Moh. Iqbal Firdhaus, 2016 mengatakan di Indonesia OWC sudah dibangun di daerah gunung kidul, jawa tengah, sedangkan tipe modelnya dapat dilihat di Technopark Parang racuk, Yogyakarta dikembangkan oleh BPPT, teknologi ini dinamakan PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ombak) beroperasi di kedalaman 4-10 m dengan rpm maksimal 3000 rpm, listrik yang dihasilkan mencapai 3400 KW.

BAB III METODOLOGI



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian

A. Studi Literatur

Pada penelitian ini penulis melakukan studi literatur yaitu dengan mengumpulkan jurnal maupun buku yang dijadikan acuan dalam melakukan penelitian terkait dengan analisis perhitungan potensi daya hasil konversi tenaga gelombang laut dengan menggunakan sistem OWC di Sumba Barat Daya. Selain itu penulis juga melakukan pengumpulan data guna menunjang analisis penelitian yang akan dilakukan.

B. Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dari berbagai sumber terpercaya yang selanjutnya akan diolah. Data yang dibutuhkan antara lain :

1. Data Ketinggian dan Periode Gelombang

Data ini merupakan komponen utama dalam penelitian ini, sebab data ini akan digunakan untuk menentukan besarnya energi gelombang yang dapat dihasilkan di Sumba Barat Daya. Berdasarkan hasil kajian wilayah menunjukkan ketinggian gelombang mencapai 1,5 hingga 2 meter dan periode gelombang berkisar 5 hingga 7 sekon.

2. Peta batimetri

Peta batimetri adalah peta yang menggambarkan tinggi rendahnya dasar laut yang merupakan sumber informasi utama mengenai dasar laut dan disajikan dengan menggunakan garis kontur kedalaman. Data ini akan digunakan sebagai acuan utama dalam penentuan posisi pembangkit listrik gelombang laut yang berbasis OWC di Sumba Barat Daya.

C. Pengolahan Data

Dari data yang telah di peroleh selanjutnya data tersebut akan diolah dengan perhitungan sebagai berikut :

$$PW = \frac{\rho g^2}{64\pi} H^2 T \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana :

PW = Energy Flux Gelombang

ρ = Masa jenis air

g = gravitasi bumi

π = Phi

H = Ketinggian gelombang

T = Periode gelombang

D. Perancangan Konfigurasi

Konfigurasi sistem OWC ini menggunakan 4 buah alat atau turbin, jumlah tersebut dipilih karena merupakan jumlah yang paling efisien dari segi harga dan segi energi yang dihasilkan, hal itu dapat dibuktikan dari analisis perhitungan apa bila menggunakan 1 turbin dibandingkan dengan 4 turbin. Peletakan sistem OWC ini akan diletakaan secara paralel (sejajar) dengan harapan dapat menghasilkan energi gelombang yang maksimal.

E. Analisis Perhitungan Energi

Berdasarkan data yang ada, dilakukan analisis perhitungan energi sebagai berikut:

$$PC = CWR \times D \times PW \times N \dots\dots\dots 3.2$$

Dimana :

PC = Energy yang dihasilkan

CWR = Capture With Ratio

D = Diameter Turbin

PW = Energy Flux Gelombang

N = Jumlah Turbin

Data yang didapatkan kemudian dirata-rata dan hasilnya dibagi dengan 0,9 untuk mengetahui jumlah rumah yang dapat dialiri listrik menggunakan PLTGL berbasis OWC. Hal ini dikarenakan asumsi daya yang digunakan di setiap rumah sebesar 900 W. Kemudian untuk menghitung rasio elektrifikasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$RE = \frac{RT_{\text{teraliri listrik}}}{RT} \times 100\% \dots\dots\dots 3.3$$

Selanjutnya digunakan persamaan berikut ini guna menghitung pertambahan rasio elektrifikasi setelah dibangun PLTGL berbasis OWC :

$$\Delta RE = RE - RE_0 \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana :

RE = Rasio elektrifikasi akhir setelah di dibangun PLTGL berbasis OWC

RT = Jumlah rumah tangga total di Pulau Sumba

RT_{teraliri listrik} = Rumah tangga telah teraliri listrik

ΔRE = Pertambahan rasio elektrifikasi

RE₀ = Rasio elektrifikasi awal

F. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan memanfaatkan jurnal terdahulu serta buku yang dijadikan acuan dalam melakukan penelitian ini. Langkah langkah yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi literatu, pengumpulan data, pengolahan data, perancangan konfigurasi, dan analisis perhitungan energi.

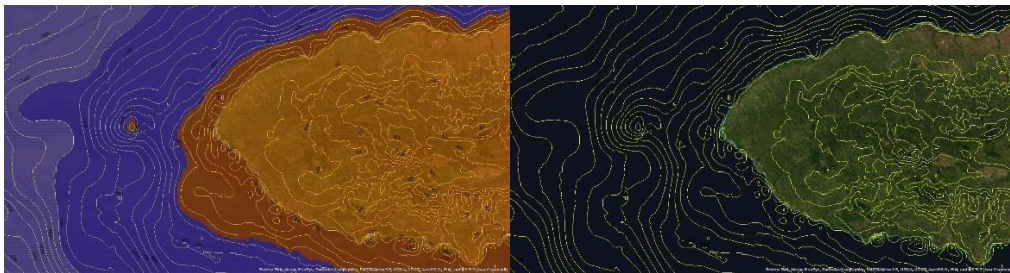
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Lingkungan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapatkan hasil penelitian sebagai berikut.

1. Lokasi

Konfigurasi OWC akan dipasang di daerah perairan dekat Samudera Hindia, di Pantai Tanjung Koroso, Kab. Sumba Barat Daya ditunjukkan pada peta batimetri sebagai berikut.



Gambar 4.1 Peta Batimetri

Berdasarkan Gambar 4.1 konfigurasi OWC ini akan dialokasikan pada wilayah yang ditunjukkan dengan warna jingga. Dari data peta tersebut kedalaman lautnya >100 m. Memiliki panjang garis pantai sekitar 19,75 km. Pemilihan lokasi ini dikarenakan lokasi tersebut menghadap langsung ke arah samudra lepas, sehingga apabila instalasi OWC dilakukan di lokasi tersebut dapat memaksimalkan kemungkinan energi gelombang laut yang diterima.

2. Gelombang laut

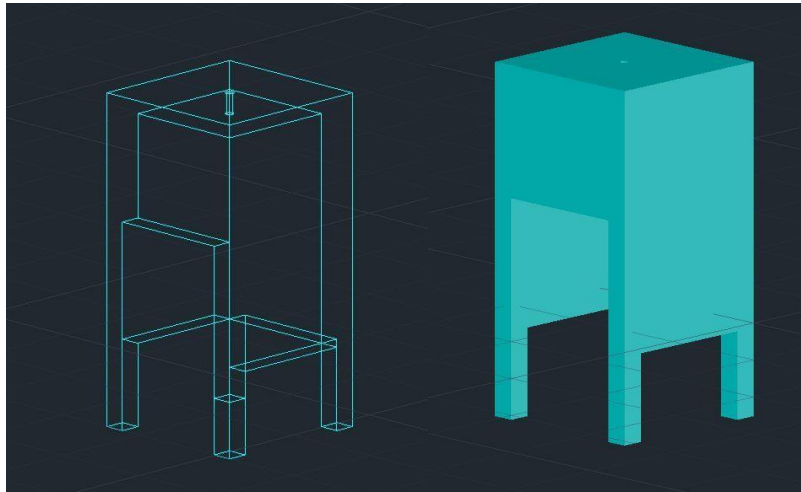
Kondisi gelombang laut pada wilayah kajian memiliki ketinggian gelombang mencapai 1,5 hingga 2 meter dan periode gelombang berkisar 5 hingga 7 sekon. Selain itu, juga memiliki panjang gelombang datang berkisar 80,7 hingga 96,8 meter.

Tabel 4.1 Data gelombang laut

	Sumba Barat Daya	
	Minimum	Maximum
Tinggi Gelombang (m)	1,5	2
Periode Gelombang (s)	5	7
Panjang Gelombang Datang (m)	80,7	96,8

B. Pemilihan Konfigurasi Oscillating Water Column

Total kolom yang digunakan dalam perancangan ini berjumlah 4 buah yang akan disusun secara paralel. Masing-masing kolom tersebut memiliki konfigurasi yang sama yakni berdimensi balok dengan panjang 4 meter, lebar 4 meter, dan tinggi 6 meter. Pemilihan dimensi balok pada perancangan ini dikarenakan berdasarkan pengkajian sebelumnya, dimensi tersebut menghasilkan konfigurasi yang paling baik. Pada bagian depan kolom osilasi akan diberi celah sebesar 3 meter dengan harapan mampu meningkatkan kecepatan gelombang laut yang masuk ke dalam kolom osilasi sehingga mampu meningkatkan tekanan udara di dalam kolom osilasi dan meningkatkan efisiensi konversi energi dari gelombang laut. Kemudian untuk diameter bagian turbin yang digunakan sebesar 20 cm yang berada tepat di bagian tengah atas kolom osilasi. Dengan diameter yang relatif kecil mampu meningkatkan kecepatan udara yang keluar dari kolom, sehingga konversi energi gelombang laut menjadi lebih efisien.

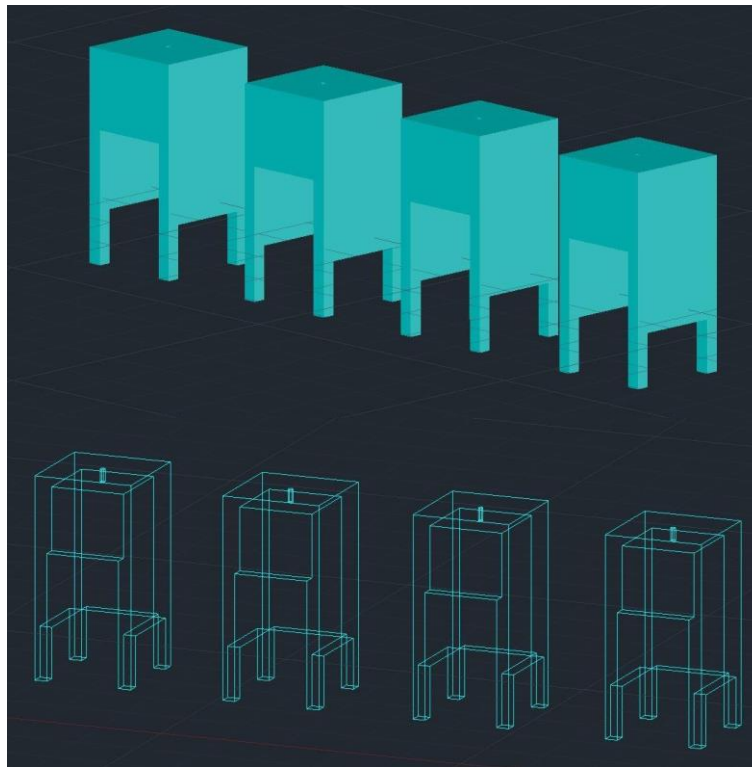


Gambar 4.2 Pemilihan Konfigurasi Oscillating Water Column

C. Perancangan Konfigurasi Oscillating Water Column

Dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan yang ada, setiap kolom osilasi akan dibangun secara paralel di kedalaman 6 meter dengan jenis fixed structure menggunakan material baja sebagai tiang pancang. Perancangan di kedalaman 6 meter dipilih karena OWC yang dirancang pada kedalaman tersebut mendapatkan energi gelombang laut yang baik. Selain itu, karena jarak yang cukup dekat dengan pantai serta kedalaman yang tidak terlalu dalam dapat menurunkan harga instalasi dan pemasangan transmisi yang dibutuhkan. Tiang pancang yang digunakan setinggi 2 meter berdimensi balok dengan panjang dan lebar 0,5 meter. Dengan adanya tiang pancang setinggi 2 meter, maka bagian kolom osilasi yang tidak terendam air adalah setinggi 2 meter. Pada bagian depan kolom osilasi yang dibangun diberi celah sebesar 3 meter. Pada bagian atas kolom osilasi terdapat lubang tempat diletakkannya turbin, yakni berdiameter 20 cm. Keempat

kolom osilasi disusun secara paralel dengan jarak 4 meter. Masing masing kolom osilasi di beri jarak sejauh 4 meter untuk memaksimalkan energi gelombang laut yang bergerak memasuki kolom osilasi dari berbagai sisi. Berdasarkan perancangan tersebut, energi gelombang laut dapat masuk dari segala arah, namun energi gelombang laut dapat masuk secara maksimal melalui celah pada bagian depan kolom osilasi. Hal tersebut menyebabkan tekanan udara dalam kolom meningkat. Dikarenakan pada bagian kolom yang tidak terendam air memiliki volume yang relatif kecil serta bagian turbin yang juga berdiameter kecil, hal ini menyebabkan kecepatan udara pada kolom osilasi saat melewati turbin menjadi meningkat. Sehingga konversi energi gelombang laut yang dihasilkan menjadi lebih efisien dibandingkan kolom osilasi yang memiliki volume udara serta diameter turbin yang lebih besar.



Gambar 4.3 Perancangan konfigurasi Oscillating Water Column

D. Perhitungan / Analisis Hasil Energi

Setelah dilakukan studi literatur di dapatkan data ketinggian gelombang dan periode gelombang sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Gelombang dan Periode Sumba Barat Daya

No	Wilayah	Ketinggian Gelombang (m)	Periode Gelombang (s)
1.	Sumba Barat Daya	1,5 – 2	5-7

Dari data yang telah diperoleh dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan energi flux gelombang, menggunakan persamaan 3.1, dilakukan contoh perhitungan menggunakan ketinggian dan periode gelombang minimum, dengan rincian sebagai berikut : Digunakan ketinggian gelombang (H) = 1,5 m; Periode gelombang (T) = 5 s; Massa jenis air (ρ) = 1,025 kg/m³; Gravitasi bumi (g) = 9,81; dan Phi (π) = 3,14. Dilakukan perhitungan sebagai berikut guna mendapatkan energi flux gelombang (PW)

$$PW = \frac{\rho g^2}{64\pi} H^2 T$$

$$PW = \frac{1,025 \cdot (9,81)^2}{64 \cdot 3,14} (1,5)^2 5$$

$$PW = \frac{98,642}{200,96} 11,25$$

$$PW = 5,5 \text{ kW/m}$$

Setelah energi flux gelombang (PW) didapatkan maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan energi gelombang yang dihasilkan (PC), menggunakan persamaan 3.2 dengan menggunakan data CWR = 29; Diameter (D) = 20; Energi flux gelombang (PW) = 5,5 kW/m; Jumlah turbin (N) = 4 buah. Dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Jawab :

$$PC = CWR \times D \times PW \times N$$

$$PC = 29 \times 20 \times 5,5 \times 4$$

$$PC = 12.760 \text{ kW}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, disajikan tabel data hasil perhitungan energi yang dapat dihasilkan, sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan

No.	Wilayah	Gelombang (m)		Periode (s)		Energi yang Dihasilkan (kW)	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
1.	Sumba Barat Daya	1,5	2	5	7	12.760	35.496

Kemudian, data energi yang telah dihasilkan dirata-rata. Untuk mengetahui jumlah rumah yang dapat teraliri listrik, rata-rata energi dihasilkan (\overline{PC}), yakni sebesar 24.128 kW dibagi dengan 0,9. Hal ini dikarenakan asumsi daya yang digunakan di setiap rumah sebesar 900 W. Berikut analisis perhitungannya :

$$RT_{owc} = \frac{\overline{PC}}{0,9}$$

$$RT_{OWC} = \frac{24.128}{0,9}$$

$$RT_{OWC} = \pm 26.808$$

Dilakukan perhitungan rasio elektrifikasi menggunakan persamaan 3.3 dengan data jumlah rumah tangga tahun 2018 (RT) = 197.798; Rasio elektrifikasi awal di tahun 2018 (RE_0) = 50,9%; Jumlah rumah teraliri listrik PLTGL berbasis OWC (RT_{OWC}) = 26.808. Berikut analisis perhitungannya :

$$\begin{aligned} RT_{teraliri\ listrik} &= RE_0 \times RT \\ &= 197.798 \times 50,9\% \\ &= 100.679 \end{aligned}$$

$$RE = \frac{RT_{teraliri\ listrik} + RT_{OWC}}{RT} \times 100\%$$

$$RE = \frac{100.679 + 26.808}{197.798}$$

$$RE = 0,644531$$

$$RE = 64\%$$

Didapatkan rasio elektrifikasi setelah dibangun PLTGL berbasis OWC sebesar 64%, selanjutnya dilakukan perhitungan pertambahan tingkat elektrifikasi sesudah dibangunnya PLTGL berbasis OWC. Dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3.4 dengan data rasio elektrifikasi awal sebesar 50,9% dan rasio elektrifikasi setelah di bangun PLTGL berbasis OWC sebesar 64%, berikut analisis perhitungannya :

$$\begin{aligned} \Delta RE &= RE - RE_0 \\ &= 64\% - 50,9\% \\ &= 13,1\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa rasio elektrifikasi bertambah sebanyak 13,1%.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Setelah penulis melakukan penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sumba Barat Daya merupakan wilayah yang strategis dalam pembangunan PLTGL berbasis OWC, maka dari itu didapatkan data daya minimum yang dapat dihasilkan sebesar 12.760 kW, dan daya maksimum yang dapat dihasilkan sebesar 35.496 kW. Perancangan konfigurasi pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis OWC di Sumba Barat Daya akan di bangun di perairan Kabupaten Sumba Barat Daya pada kedalaman 6 meter berdimensi balok dengan ukuran 4×4×6 meter dengan jumlah turbin sebanyak 4 buah dan di susun secara paralel berjarak 4 meter supaya mencapai tingkat efisiensi yang maksimal.
2. Berdasarkan data yang telah diperoleh maka PLTGL berbasis OWC yang terletak di Pantai Tanjung Koroso Sumba Barat Daya dapat memberikan pasokan listrik kepada 26.808 rumah dengan asumsi 900 W setiap rumah. Sehingga dapat membantu menaikkan tingkat elektrifikasi di Pulau Sumba sebesar 13,1%. Dengan begitu, harapan era digitalisasi di pulau tersebut dapat segera terwujud.

B. Saran

Berdasarkan hasil yang telah dihasilkan pada karya tulis ini, diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai penerapan PLTGL berbasis OWC diseluruh perairan Indonesia, agar dapat memaksimalkan potensi energy listrik terbarukan berbasis gelombang air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alves, M., 2016. Numerical Modelling of Wave Energy Converters Chapter 2. *Freuency- Domain Models*, Issue State-of-the-Art Techniques for Single Devices and Arrays WavEC - Offshore Renewables, pp. 11-30.
- [2] Beyrra Triasdian, d., 2017. Energy capture potential of existing wave energy converters for Indonesian sea. *AIP Conference Proceedings 1984*, pp. 3-10.
- [3] Dagi Consulting, 2018. Rasio Elektrifikasi. Dalam: *Monitoring & Evaluasi Program Sumba Iconic Island 2018*. Sumba Timur: Dagi Consulting, p. 8.
- [4] Iriana Bakti, d., 2020. *ADAPTASI DAN MITIGASI BENCANA*. Bandung : Unpad Press.
- [5] Jainal Arifin, R., 2020. PROTOTIPE OSCILLATING WATER COLUMB (OWC). *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, Volume V, pp. 14-17.
- [6] Khan, N. d., 2017. Review of ocean tidal, wave and thermal energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews 72*, pp. 590-604 .
- [7] Maulana, A. A., 2015. *ANALISA PERBANDINGAN ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN MEKANISME PLTGL SISTEM PELAMIS ANTARA SUSUNAN*

- BERBARIS DAN BERBANJAR DENGAN VARIASI FREKUENSI GELOMBANG.*
Surabaya : Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Parjiman, d., 2018. Simulasi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL). *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana* , Volume IX, pp. 50-57 .
- [9] Rani Ekawaty, d., 2015. PERBANDINGAN HASIL TANGKAPAN DAN LAJU TANGKAP ARMADA PANCING ULUR YANG BERBASIS DI PPI OEBA, KUPANG. *Marine Fisheries* , Volume VI, pp. 187-193 .
- [10] Shintawati, D. W., 2019. *STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT SISTEM OSCILLATING WATER COLUMN (OWC) DI KELAUTAN INDONESIA.* [Online] Available at: <http://eprints.ums.ac.id/70332/1/Final%20Paper%20Thesis%201.pdf> [Diakses 4 Desember 2021].
- [11] Susyanto, 2013. *Workshop Program Sumba sebagai Pulau Ikonik Energi Baru Terbarukan.* [Online] Available at: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/workshop-program-sumba-sebagai-pulau-ikonik-energi-baru-terbarukan>. [Diakses 11 January 2022].
- [12] Utami, S. R., 2010. *STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM OSCILATING WATER COLUMN (OWC) DI TIGA PULUH WILAYAH KELAUTAN INDONESIA.*
- [13] Wayan, I. A. W., 2010. *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI OSCILATING WATER COLUMN DI PERAIRAN BALI.* IX(Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut. Teknologi Elektro: Bali), pp. 165-174.