

Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Dengan Konsep Oscillating Water Coloumn (Skala Laboratorium)

Yeddid Yonatan Eka Darma¹, I.G.N.A Satria Prasetya, D.Y², Heri Inprasetyobudi³, Moh. Nurpambudi Hidayat⁴, dan Diky Nurwahyudi⁵

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi

^{4,5}Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

¹yeddidyonatan@poliwangi.ac.id

Abstract

Electricity energy demands for peoples near the sea are same high as people in the city, but sometimes electricity in coastal residence are nearly forgotten. In that case we need an alternative energy source for electricity generation using friendly environmental and renewable energy to maintain the availability of electrical energy. One of the energy alternative is sea wave power such as Oscillating Water Column (OWC) system. The Oscillating Water Column system have three main components, such as the chamber, air turbine (wells turbine) and generator. The chamber function is a place for oscillation between water and air, then the function of water turbine (wells turbine) is to capture energy (air flow) that will be used to rotate the generator, that producing electrical energy. This turbine is 22 cm in diameter and will use the NACA0012 airfoil. This research was conducted to design an oscillating water column on a laboratory scale. This research is expected to be the beginning of renewable energy development sources and as the alternative energy source for the community in Banyuwangi.

Keywords: *Oscillating Water Coloumn, Wells Turbine, Energy*

Abstrak

Kebutuhan energi listrik untuk masyarakat pesisir sama tingginya dengan kebutuhan listrik untuk masyarakat yang tinggal di perkotaan, tetapi kadangkala kebutuhan energi di pesisir terlupakan. Sehingga untuk menjaga ketersediaan energi listrik maka diperlukan suatu sumber energi alternatif pembangkit listrik dengan menggunakan energi yang ramah lingkungan dan bisa diperbarui. Salah satu tenaga alternatif adalah tenaga ombak laut menggunakan sistem *Oscillating Water Coloumn (OWC)*. Sistem *Oscillating Water Coloumn* memiliki tiga komponen utama yaitu *chamber*, air turbine (*wells turbine*) dan generator. *Chamber* berfungsi untuk tempat osilasi antara air dan udara, *air turbine (wells turbine)* berfungsi untuk menangkap energi dan udara yang akan digunakan untuk memutar generator, sehingga menghasilkan energi listrik. Turbin ini berdiameter 22 cm dan akan menggunakan airfoil NACA0012. Penelitian ini dilakukan untuk merancang oscillating water coloumn dengan skala laboratorium. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi awal dari pengembangan sumber energi listrik terbaru dan sebagai sumber energi alternatif bagi masyarakat.

Kata kunci: *Oscillating Water Coloumn, Wells Turbine*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik untuk masyarakat pesisir sama tingginya dengan kebutuhan listrik untuk masyarakat yang tinggal di perkotaan, tetapi kadangkala kebutuhan energi di pesisir terlupakan. Sehingga untuk menjaga ketersediaan energi listrik maka diperlukan suatu sumber energi alternatif

pembangkit listrik dengan menggunakan energi yang ramah lingkungan dan bisa diperbarui

Berdasarkan hasil observasi yang sudah kami lakukan, dapat dibuat purwarupa energi listrik dengan tenaga ombak dengan karakteristik ombak pesisir pantai Banyuwangi tepatnya di Desa Pacemangan, Kecamatan Blimbingsari dengan konsep *Oscillating Water Coloumn*. *Oscillating Water Coloumn* adalah

perangkat yang menghasilkan energi berupa listrik yang diperoleh dari pasang surutnya air laut. Dari beberapa jenis *Wave Energy Converter (WEC)*, tipe *Oscillating Water Column* adalah tipe *WEC* yang paling populer. Pembangkit listrik tenaga ombak tipe *Oscillating Water Column* mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknologi PLTO tipe lainnya. Pertama adalah teknologinya yang simpel, yaitu dengan memanfaatkan ombak yang masuk ke dalam *chamber* untuk menghasilkan energi sebagai pemutar turbin, kedua adalah biaya perawatan yang relatif rendah. Yang ketiga adalah kemudahan akses situs dan juga distribusi daya yang dihasilkan [1].

Teknologi ini 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 [2].

Wells Turbine dipilih dalam pengaplikasian purwarupa ini karena udara yang dihasilkan oleh perangkat ini bersifat naik dan turun [3], hal ini selaras dengan karakteristik turbin yang bisa berputar satu arah meskipun aliran udara berada dari arah yang berbeda [4].

2. Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini adalah:

1. Persiapan alat dan bahan yang akan dibutuhkan.
3. Perencanaan desain rangka.
4. Perancangan pembangkit listrik tenaga ombak dengan konsep *Oscillating Water Column*
5. Pembuatan rangka
6. Pembuatan penutup
7. Perakitan rangka dan pemasangan alat penggerak
8. Pengambilan data

2.1. Rumusan Perhitungan

Data yang didapatkan penelitian ini dipisahkan menjadi dua jenis data, data yang pertama merupakan data *power* yang dihasilkan oleh ombak, sedangkan data yang kedua merupakan data *power* yang bisa di konversikan oleh *wells turbine*.

Dari data panjang gelombang dalam satu periode maka kita dapat menghitung periode gelombang dengan menggunakan rumus (1).

$$\lambda = \frac{g}{2 \times \pi} T^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

λ = Panjang Gelombang (m)

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

π = 3,14

T = Periode Gelombang (sec)

Kemudian nilai dari hasil perhitungan periode gelombang, maka kecepatan gelombang dapat diperoleh dengan menggunakan rumus (2):

$$V = \frac{\lambda}{T} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

V = Kecepatan Gelombang (m/s)

λ = Panjang Gelombang (m)

T = Periode Gelombang (sec)

Nilai dari kecepatan gelombang ini nantinya digunakan untuk menganalisa perbandingan kecepatan laju aliran angin jika panjang gelombang yang dihasilkan berbeda. Kemudian untuk data tinggi gelombang digunakan untuk mengetahui besarnya *power* ombak yang yang masuk ke dimensi kolom (*Chamber*) dengan menggunakan rumus (3).

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

Dimana:

P = Power (watt)

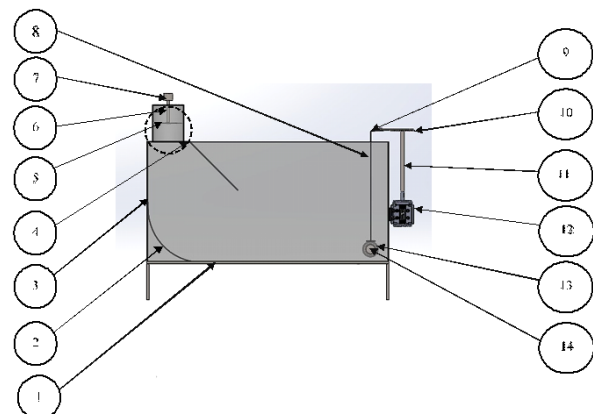
H = Tinggi Gelombang (m)

T = Periode Gelombang (sec)

ρ = Massa Jenis Air Laut (kg/m^3) [5]

2.3. Gambar Rancangan

Hasil perancangan kerangka pembangkit listrik tenaga ombak dengan konsep *oscillating water column* (skala laboratorium) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Preliminary Design Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (Skala Laboratorium)

Keterangan Gambar

1. Frame
2. Curved Plate
3. Water Glass Box
4. Top Angled Glass
5. Wells Turbine
6. Poros Vertikal
7. Generator
9. Plate
10. Plate
11. Connector
12. Rotating Plate
13. Motor
14. Bearing
15. Shaft

3. Hasil dan Pembahasan

Percobaan pertama dilakukan dengan cara memvariasikan tiga macam panjang gelombang yang berbeda-beda seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Panjang Gelombang dengan Kecepatan Gelombang

Panjang Gelombang (cm)	Kecepatan Gelombang (m/s)
56	0,934818352
58	0,951365094
60	0,967628923

Kemudian percobaan selanjutnya adalah dengan cara memvariasikan tingkat *volume* udara yang berada di dalam *chamber*, *volume* yang diatur di dalam percobaan ini adalah 120%, 100%, 85%, 65% dan 50% yang nantinya perbedaan *volume* udara ini akan digerakan dengan ke tiga variasi panjang gelombang sehingga didapatkan *power* gelombang, *voltage*, *ampere*, *power* yang dihasilkan oleh *turbine*, kecepatan angin serta konversi energi yang dihasilkan oleh turbin. Konversi energi yang dihasilkan oleh *wells turbine* ini bukanlah keadaan beban maksimal sehingga hasil efisiensi yang diperoleh bukanlah nilai dari efisiensi dari *wells turbine* itu sendiri, melainkan efisiensi dengan pembebanan dalam penelitian ini, sedangkan susunan beban dalam penelitian ini adalah 3 buah lampu DC dengan lumen 5 watt. Adapun hasil percobaan dari setiap pengkondisian *volume* udara di dalam *chamber* dapat dilihat pada Tabel 2,3,4,5 dan 6.

Tabel 2 Hasil Percobaan Volume Udara 120%

Panjang Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	23,47	0,568	1,7	2,41
58	19,35	0,27	1,6	1,39
60	15,55	0,204	1,5	1,31

Tabel 3 Hasil Percobaan Volume Udara 100%

Panjang Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	28,40	1,992	4,2	7,01
58	46,82	2,28	4,6	4,86
60	83,16	2,99	4,8	3,59

Tabel 4 Hasil Percobaan Volume Udara 85%

Panjang Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	31,04	2,848	3,2	9,17
58	43,54	3,438	4,1	7,89
60	54,67	4	4,8	7,31

Tabel 5 Hasil Percobaan Volume Udara 65%

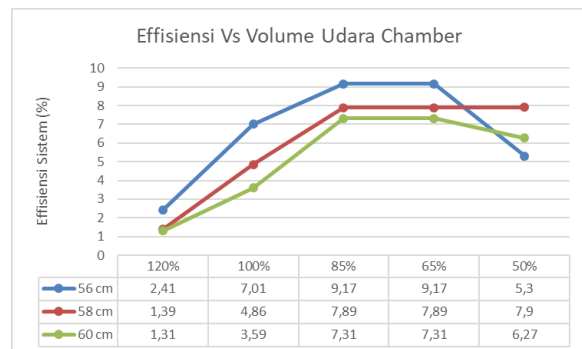
Panjang Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	31,04	2,848	3,2	9,17

58	43,54	3,438	4,1	7,89
60	54,67	4	4,8	7,31

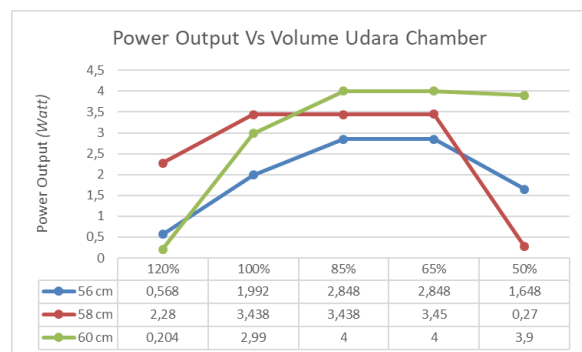
Tabel 6. Hasil Percobaan Volume Udara 50%

Panjang Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	31,04	1,648	3	5,3
58	43,54	3,45	3,5	7,9
60	62,2	3,9	4,1	6,27

Terlihat jelas fenomena konversi energi yang terjadi di dalam *chamber* seperti yang bisa kita lihat di Gambar 2 menjelaskan bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada saat panjang gelombang 56 cm dan pada saat *volume* udara pada *chamber* berkisar antara 65%-85% akan tetapi nilai efisiensi ini tidak serta merta menjadi acuan untuk pembuatan *OWC* di lapangan, *power output* disini juga berperan penting seberapa besar energi yang bisa di hasilkan. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa *power output* yang dihasilkan pada saat *volume chamber* berkisar antara 65%-85% mencapai 3.45 watt dengan efisiensi 7,89% sehingga nilai inilah yang dijadikan acuan sebagai referensi pembuatan *OWC* di lapangan.



Gambar 2. Effisiensi Vs Volume Udara Chamber



Gambar 3. Power Output Vs Volume Udara Chamber

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *OWC* dapat menghasilkan energi yang cukup baik dengan efisiensi mencapai 9%. *Volume chamber* 65%-85% adalah *volume chamber* yang dapat menghasilkan energi terbesar, sehingga tidak disarankan untuk menggunakan *volume chamber* yang lebih dari 85% atau kurang dari 65%. Secara keseluruhan sistem ini

dapat diterapkan di pantai-pantai Banyuwangi, namun masih perlu adanya beberapa penelitian lagi mengenai variasi dari *wells turbine* dan pembebanan maksimal sehingga kita bisa memperoleh nilai efisiensi dan karakteristik yang lebih detail dari *wells turbine*.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada DIPA Politeknik Negeri Banyuwangi

Daftar Rujukan

[1] Hartanto ES., 2015. Perencanaan Oscillating Wave Column (OWC) menggunakan fluida cair. Institut Technology Sepuluh Nopember.

- [2] Mumin A., 2019. Desain oscilating water column sebagai penghasil energi listrik diwilayah perairan siompu kabupaten buton selatan. J Fokus Elektroda Energi List Telekomun Komputer, Elektron dan Kendali). 4(1).
- [3] Aziz Y., 2015. Analisa Jumlah Blade Pada Wells Turbin Untuk Meningkatkan Daya Listrik Pada PLTG Tipe OWC. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] Setyaningsih R., 2017. Analisa Penerapan Turbin Mc Cormick Dan Turbin Masuda Pada PLTGL Tipe OWC Fixed Di Pantai Selatan Jawa Timur Dengan Simulasi Computational Fluid Dynamic. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Royyana MBN, Budiarto U, Rindo G., 2015. Analisa Bentuk Oscillating Water Column Untuk Pemanfaatan Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dengan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD). J Tek Perkapalan.3(1).