

PURWARUPA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK DENGAN KONSEP OSCILLATING WATER COLOUMN UNTUK Mendukung KEMANDIRIAN ENERGI KABUPATEN BANYUWANGI

Yeddid Yonatan E.D,S.T.,M.S ¹⁾, I.G.N.A Satria Prasetya. D.Y, S.T.,M.T ²⁾, Heri
Inprasetyobudi,S.T.,M.T ³⁾, Moh. Nurpambudi Hidayat ⁴⁾, dan Diky Nurwahyudi ⁵⁾

¹⁾ Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi, Kec. Genteng, 68465

²⁾ Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi, Kec. Ubud, Bali, 80571

³⁾ Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi, Kec. Cluring, 68482

⁴⁾ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi, Kec. Rogojampi, 68462

⁵⁾ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi, Kab. Banyuwangi, 68419

E-mail: yeddidyonatan@poliwangi.ac.id

Abstract

Electricity energy demands are increasing every year, along with population growth and increasing of the economic growth in the community. The increasing value in electricity demand has made people look for alternative energy sources, so that their needs of energy can still be met. 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.

Keyword: *Oscillating Water Coloumn, Wells Turbine*

Abstrak

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat setiap tahunnya, seiring dengan pertambahan penduduk dan meningkatnya pertumbuhan ekonomi masyarakat. Peningkatan kebutuhan listrik tersebut membuat masyarakat mencari sumber energi alternatif agar kebutuhan energi listrik dapat tetap terpenuhi. 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 alternative adalah tenaga ombak laut. Salah satunya menggunakan sistem *Oscillating Water Column (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*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya, seiring dengan penambahan penduduk dan meningkatnya pertumbuhan ekonomi masyarakat. Peningkatan kebutuhan listrik tersebut membuat masyarakat mencari sumber energi alternatif agar kebutuhan energi listrik dapat tetap terpenuhi. Salah satu sumber energi alternatif yang bisa dikembangkan di Indonesia yaitu sumber energi listrik dari tenaga ombak laut. Indonesia merupakan negara kelautan terbesar di dunia dan salah satunya berada di Kabupaten Banyuwangi. Di Banyuwangi terdapat beberapa pantai yang memiliki ombak yang cukup besar seperti pantai pulau merah, pantai plengkung (*G-Land*), teluk hijau (*Green Bay*), pantai pancer dan lain-lain. Akan tetapi, belum ada pemanfaatan 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.

Berdasarkan hasil observasi yang sudah kami lakukan, penulis tertarik untuk membuat purnarupa energi listrik dengan tenaga ombak di pesisir Banyuwangi tepatnya di Desa Pacemengan, Kecamatan Blimbingsari dengan konsep *Oscillating Water Column*. *Oscillating Water Column* 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 kedalam *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 (Hartanto, 2015).

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. Berdasarkan kriteria tersebut, teknologi dengan konsep *Oscillating Water Column* ini dapat digunakan di Banyuwangi karena kondisi topografi dasar lautnya yang landai serta ketinggian gelombang laut yang konstan. Dengan adanya permasalahan dalam proses mengembangkan sumber energi listrik, penulis membuat purwarupa sebagai dasar penelitian. Purwarupa ini diharapkan dapat

menjadi awal dari pengembangan sumber energi listrik di daerah pesisir pantai dan seabagai sumber energi alternatif bagi masyarakat. Adapun rencana lokasi pengembangan energi listrik alternatif ini adalah di Desa Pacemengan, Kec. Blimbingsari dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rencana Lokasi Pengembangan, Pantai Pacemengan Blimbingsari

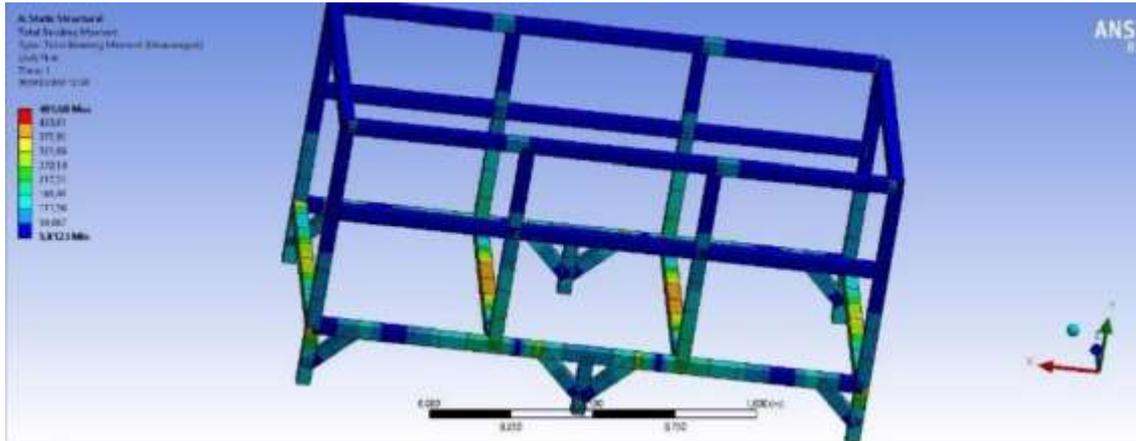
METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan metodologi sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan yang akan dibutuhkan.
2. Perancangan pembangkit listrik dengan konsep *Oscillating Water Column*
3. Pembuatan rangka
4. Perakitan rangka dan pemasangan alat penggerak serta pemasangan *Wells Turbine*
5. Pengambilan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan pada simulasi rangka dihitung berdasarkan *massa* total volume air yaitu 846,09 Kg maka *force* yang diberikan oleh air sebesar 8291,68 N yang ditumpu oleh 6 rangka. Pada Static Structural menggunakan Fixed Support, kemudian diberi pembebanan menggunakan Force 8291,7 N. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai dari *Total Bending Moment* yang diterima oleh rangka yang nantinya digunakan sebagai desain dari rangka purwarupa ini. *Total Bending Moment* yang di terima oleh rangka akan mempengaruhi desain rangka. Hasil dari *Total Bending Moment* pada keseluruhan rangka pembebanan sebesar 481,68 N.m



Gambar 2. Hasil Simulasi *Total Bending Moment*

Data yang didapatkan didalam 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*. Adapun *oscillating water column* yang terdapat di Politeknik Negeri Banyuwangi adalah sebagai berikut:



Gambar 3. *Oscillating Water Column*

Dari data panjang gelombang dalam satu periode maka kita dapat menghitung periode gelombang dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{g}{2 \times \pi} T^2$$

Dimana:

λ = Panjang Gelombang (*m*) didapat dari percobaan

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

π = 3,14

T = Periode Gelombang (*sec*) dihitung

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

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

Dimana:

V = Kecepatan Gelombang (m/s)

λ = Panjang Gelombang (m) didapat dari percobaan

T = Periode Gelombang (sec) didapat dari perhitungan

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 masuk ke dimensi kolom (*Chamber*) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

P = Power (*watt*)

H = Tinggi Gelombang (m) didapat dari percobaan

T = Periode Gelombang (sec) didapat dari perhitungan

ρ = Massa Jenis Air Laut (kg/m^3) (Buwana Mita, 2015)

Percobaan pertama dilakukan dengan cara memvariasikan tiga macam panjang gelombang yang berbeda-beda seperti pada tabel berikut:

Tabel 1

Perhitungan Panjang Gelombang dengan Kecepatan Gelombang

Panjang Gelombang (<i>cm</i>)	Kecepatan Gelombang (<i>m/s</i>)
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 di atur didalam percobaan ini adalah 120%, 100%, 85%, 65% dan 50% yang nantinya perbedaan *volume* udara ini akan di gerakan 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 didalam *chamber* adalah sebagai berikut:

Tabel 2

Hasil Percobaan Volume Udara 120%

Panjang Gelombang (cm)	Kecepatan Gelombang (m/s)	Tinggi Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Voltage	Ampere	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	0,934818352	20	23,47	7,1	0,08	0,568	1,7	2,41
58	0,951365094	18	19,35	4,5	0,06	0,27	1,6	1,39
60	0,967628923	16	15,55	3,4	0,06	0,204	1,5	1,31

Tabel 3

Hasil Percobaan Volume Udara 100%

Panjang Gelombang (cm)	Kecepatan Gelombang (m/s)	Tinggi Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Voltage	Ampere	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	0,934818352	22	28,40	16,6	0,12	1,992	4,2	7,01
58	0,951365094	28	46,82	19	0,12	2,28	4,6	4,86
60	0,967628923	37	83,16	23	0,13	2,99	4,8	3,59

Tabel 4

Hasil Percobaan Volume Udara 85%

Panjang Gelombang (cm)	Kecepatan Gelombang (m/s)	Tinggi Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Voltage	Ampere	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	0,934818352	23	31,04	17,8	0,16	2,848	3,2	9,17
58	0,951365094	27	43,54	19,1	0,18	3,438	4,1	7,89
60	0,967628923	30	54,67	20	0,2	4	4,8	7,31

Tabel 5

Hasil Percobaan Volume Udara 65%

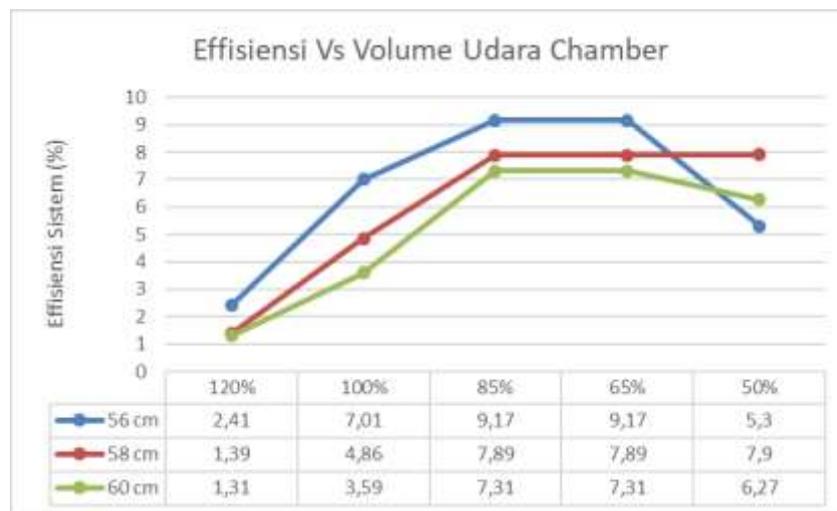
Panjang Gelombang (cm)	Kecepatan Gelombang (m/s)	Tinggi Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Voltage	Ampere	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	0,934818352	23	31,04	17,8	0,16	2,848	3,2	9,17

58	0,951365094	27	43,54	19,1	0,18	3,438	4,1	7,89
60	0,967628923	30	54,67	20	0,2	4	4,8	7,31

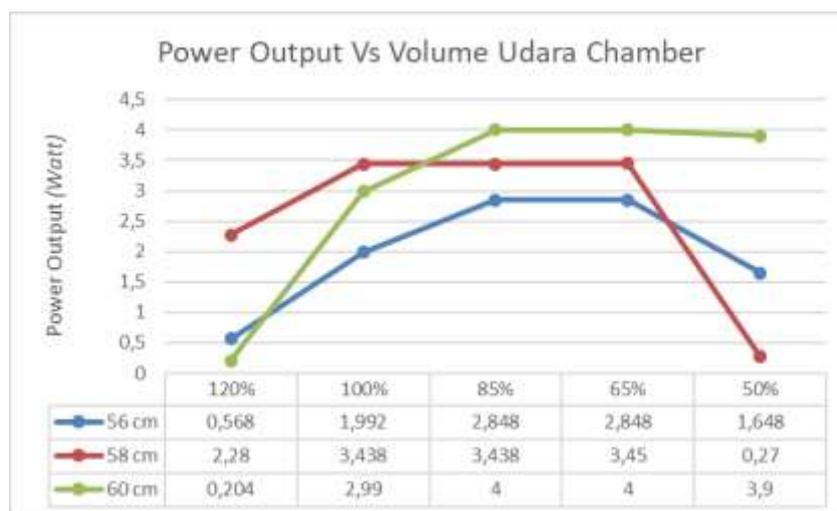
Tabel 6

Hasil Percobaan Volume Udara 50%

Panjang Gelombang (cm)	Kecepatan Gelombang (m/s)	Tinggi Gelombang (cm)	Power Gelombang (watt)	Voltage	Ampere	Power Output (watt)	Kecepatan Angin (m/s)	Eff (%)
56	0,934818352	23	31,04	10,3	0,16	1,648	3	5,3
58	0,951365094	27	43,54	15	0,23	3,45	3,5	7,9
60	0,967628923	32	62,2	19,5	0,2	3,9	4,1	6,27



Gambar 4. Effisiensi Vs Volume Udara Chamber



Gambar 5. Power Output Vs Volume Udara Chamber

Terlihat jelas fenomena konversi energi yang terjadi di dalam *chamber* seperti yang bisa kita lihat di Gambar 4 dan Gambar 5. Effisiensi 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 energy yang bisa di hasilkan. Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa power output yang dihasilkan pada saat *volume chamber* berkisar antara 65%-85% mencapai 3.45 watt dengan efisiensi 7.89% sehingga nilai ini lah yang dijadikan acuan sebagai referensi pembuatan *OWC* di lapangan.

SIMPULAN

Dari simulasi dengan menggunakan *Finite Element Method* di dapatkan simpulan bahwa, simulasi pembebanan pada saat perancangan rangka sangat membantu dalam penentuan desain rangka dikarenakan peneliti akan mendapatkan data yang akurat mengenai *Total Bending Momen* dari desain rangka tersebut. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa *OWC* dapat menghasilkan energi yang cukup baik dengan menggunakan *volume chamber* berkisar antara 65%-85%, sehingga tidak disarankan untuk menggunakan *volume* di lebih dari atau kurang dari *range* yang sudah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartanto, S. E. (2015). *Perencanaan Oscillating Wave Column (OWC) Menggunakan Fluida Cair*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Buwana Mita, Budiarto Untung, Rindho Good. (2015). Analisa Bentuk Oscillating Water Column Untuk Pemanfaatan Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Terbaru Dengan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD). *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 3, No. 1 Januari 2015