

# Analisa Kinerja Pneumatic Wave Energy Converter (WEC) Dengan Menggunakan Oscillating Water Column(OWC)

Rico Ary Sona, Sutopo Purwono Fitri dan Beni Cahyono

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: sutopopf@gmail.com; cak\_beny@yahoo.com

**Abstrak**—Sistem konversi energi gelombang laut merupakan sistem yang menangkap energi gelombang laut untuk dikonversi menjadi energi lain seperti energi listrik. Salah satu jenis wave energy converter (WEC) yang banyak digunakan diantaranya yaitu Oscillating Water Column atau OWC. Prinsip kerja sistem WEC ini ialah mengubah pergerakan naik turunnya gelombang pada silinder kolom udara untuk menghasilkan udara bertekanan yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan turbin dan generator listrik. Penelitian ini ditujukan untuk dapat mengetahui kinerja dari Oscillating Water Column (OWC) dalam menangkap energi gelombang laut. Untuk dapat melakukan penelitian ini diperlukan beberapa peralatan yaitu pembuatan konfigurasi peralatan pembuat dan penangkapan gelombang yang terdiri dari pelampung dan silinder Oscillating Water Column (OWC). Percobaan ini dilakukan dengan cara memvariasikan panjang dan tinggi gelombang pada flow water channel dengan mengatur bukaan pada pneumatic speed control. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa kinerja paling efektif diperoleh pada panjang gelombang 0.9 m dan tinggi gelombang 0.23m. Pada karakteristik gelombang tersebut diperoleh tekanan, kecepatan dan volume pada silinder Oscillating Water Column (OWC) sebesar 1.11 bar, 39.39 m/s dan 0.0057 m<sup>3</sup>. Dari hasil percobaan juga diperoleh waktu pengisian Pressure Vessel selama 100 menit dengan tekanan 3 Psi.

**Kata Kunci**—Energi Gelombang Laut, Wave Energy Converter, Oscillating Water Column(OWC), Wave Maker.

## I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan berkembangnya kehidupan manusia di muka bumi, semakin tinggi pula tingkat kebutuhan energi yang dibutuhkan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sampai saat ini dalam upaya memenuhi kebutuhan energi mayoritas masyarakat masih menggunakan sumber energi dari bahan bakar fosil. Namun seiring berkembangnya kehidupan manusia, tingkat ketersediaan sumber energi dari bahan bakar fosil juga semakin sedikit jumlahnya.

Berdasarkan pada kebutuhan energi yang semakin meningkat, manusia berlomba – lomba untuk membuat sumber energi alternatif untuk menggantikan sumber energi konvensional. Sumber energi alternatif dapat berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui (renewable energy) seperti tenaga angin, air, sinar matahari, dan gelombang laut.

Wilayah Lautan yang luas menyimpan energi yang sangat besar, oleh karena itu beberapa penelitian dilakukan untuk

dapat mengeksplorasi energi yang dapat dihasilkan oleh laut. Gelombang laut menyimpan energi yang sangat besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Energi potensial dan kinetik yang terkandung pada gelombang laut dapat dikonversikan untuk pemanfaatan tenaga listrik.

## II. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode berbasis percobaan dengan membuat perancangan sistem peralatan ini kemudian dilakukan pengujian dan percobaan pada sistem tersebut. Metodologi penulisan skripsi ini mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan tugas akhir. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan sebagai berikut :

### A. Identifikasi dan Perumusan Masalah

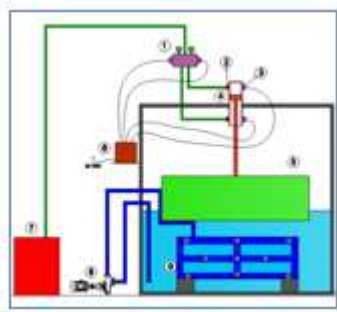
Bentuk kegiatan yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi dan merumuskan masalah mengenai kinerja dari Pneumatic Wave Energy Converter (WEC) serta bagaimana perbedaan karakteristik gelombang mempengaruhi kinerja sistem WEC tersebut. Selain itu perumusan masalah ini nantinya juga akan mengacu pada isu terkini mengenai Pneumatic Wave Energy Converter dengan menggunakan Oscillating Water Column (OWC).

### B. Studi Literatur

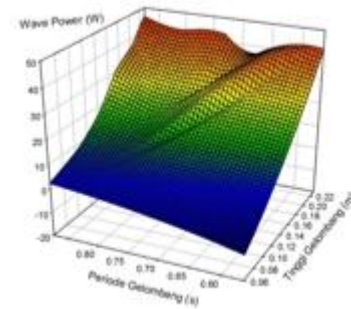
Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang dapat menunjang penyelesaian permasalahan yang ada. Studi literatur didapatkan dari beberapa sumber seperti buku, jurnal, tugas akhir, dan juga internet. Dimana literatur tersebut mengacu pada optimasi sistem pneumatis, teori gelombang dan juga optimasi Oscillating Water Column (OWC) pada sistem konversi pneumatis tenaga gelombang, dan beberapa materi lain yang dapat menunjang pengerjaan penelitian ini.

### C. Studi Empiris

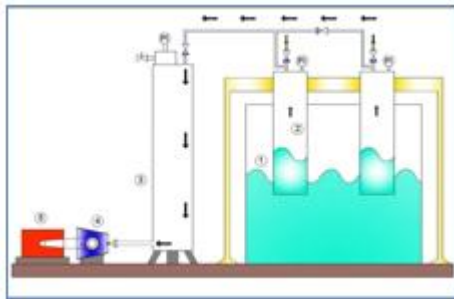
Studi empiris dilakukan untuk mempelajari formula, perumusan serta hitungan matematis yang digunakan dalam menyelesaikan perhitungan data baik pada sistem pneumatis tenaga gelombang maupun Oscillating Water Column (OWC).



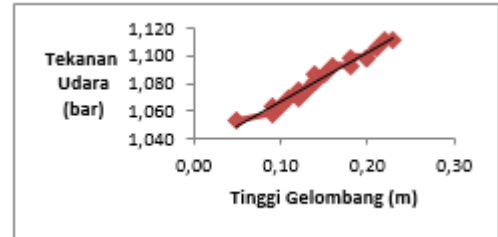
Gambar 1. Konfigurasi Wave Maker



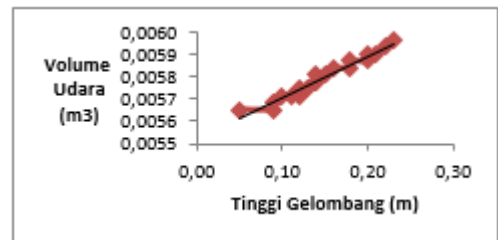
Gambar 3. Grafik Profil Gelombang Sinusoidal



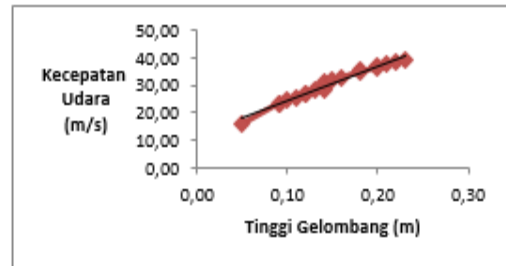
Gambar 2 Konfigurasi Oscillating Water Column



Gambar 4. Grafik kinerja Oscillating Water Column (Tekanan Udara OWC) terhadap variasi tinggi gelombang.



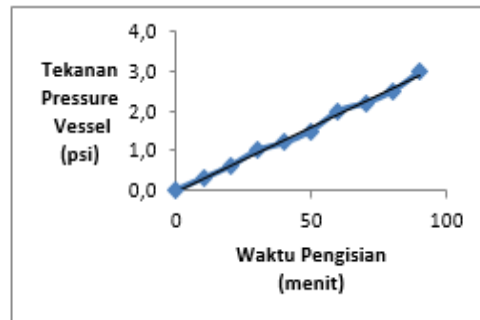
Gambar 5. Grafik kinerja Oscillating Water Column (Volume Udara OWC) terhadap variasi tinggi gelombang.



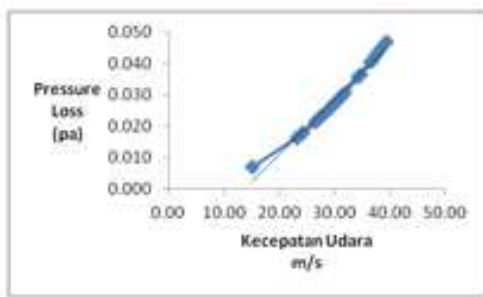
Gambar 6. Grafik kinerja Oscillating Water Column (Kecepatan Udara OWC) terhadap variasi tinggi gelombang.

Tabel 1. Variasi Percobaan

Tekanan Kompresor	Bukaan Pneumatic Speed Control	
	In	Out
40 - 70 Psi	1	10
	2	10
	3	10
	4	10
	5	10
	6	10
	7	10
	8	10
	9	10
	10	10
10	1	
10	2	
10	3	
10	4	
10	5	
10	6	
10	7	
10	8	
10	9	
10	10	



Gambar 7. Grafik waktu pengisian Pressure Vessel sampai tekanan tertentu



Gambar 9. Grafik perbandingan pressure loss terhadap kecepatan aliran udara pada oscillating water column

#### D. Perancangan Alat

Pada tahapan ini akan dilakukan pembuatan serta penyusunan komponen menjadi peralatan Pneumatic Wave Energy Converter (WEC) dengan menggunakan Oscillating Water Column (OWC) berdasarkan acuan key plan design yang telah dibuat sebelumnya. Berikut ini adalah gambaran rangkaian sistem alat uji percobaan yang akan dirangkai.

#### E. Percobaan Alat Uji

Percobaan dilakukan menggunakan prototype. Percobaan ini memvariasikan bukaan pada pneumatic speed control dengan tekanan kompresor sebesar 40 – 70 psi.

#### F. Pengumpulan Data Percobaan

Setelah dilakukan percobaan maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data-data hasil percobaan yang selanjutnya dilakukan analisa terhadap data – data tersebut. Pengumpulan data percobaan tersebut meliputi data gelombang, jumlah OWC, tekanan OWC, kecepatan OWC, Luas penampang OWC serta kecepatan pengisian Pressure Vessel

### III. ANALISA DATA

#### A. Analisa Hasil Percobaan

##### 1) Percobaan Kaliberasi Performa Peralatan Pembuat Gelombang

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui profil gelombang yang dibentuk oleh peralatan pembuat gelombang. Berikut ini adalah profil gelombang yang dibentuk dari peralata pembuat gelombang.

Dari grafik perbandingan pada gambar 3. diatas, maka dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Pada percobaan gelombang (Wavemaker) yang telah dilakukan pada flow water channel dapat menghasilkan panjang dan tinggi gelombang maksimum sebesar 1.2 m dan 0.23 m.

2. Dari gambar tersebut menunjukkan pengaruh tinggi dan periode gelombang terhadap karakteristik gelombang yang dibentuk, dimana kenaikan wave power berbanding lurus dengan kenaikan tinggi dan periode gelombang.

##### 2) Percobaan Performa Oscillating Water Column

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui performa dan kinerja Oscillating Water Column baik dari segi tekanan, volume serta kecepatan udara yang dihasilkan oleh Oscillating

Water Column. Berikut ini merupakan grafik performa kinerja Oscillating Water Column yang diperoleh selama percobaan.

Dari ketiga grafik tersebut diatas, maka dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Pada gambar 4, dapat diketahui bahwa kinerja Oscillating Water Columndapat menghasilkan tekanan udara maksimum 1.1 bar dengan tinggi gelombang sebesar 0.23 m.

2. Pada gambar 5, dapat diketahui bahwa kinerja Oscillating Water Columndapat menghasilkan volume udara maksimum 0.0057 m<sup>3</sup> dengan tinggi gelombang sebesar 0.23 m

3. Pada gambar 6, dapat diketahui bahwa kinerja Oscillating Water Columndapat menghasilkan kecepatan udara maksimum 39.39 m/s dengan tinggi gelombang sebesar 0.23 m

4. Pada percobaan tersebut menunjukkan pengaruh tinggi gelombang terhadap kinerja Oscillating Water Column baik dalam tekanan, volume serta kecepatan udara yang dihasilkan dari variasi tinggi gelombang selama percobaan, dimana kinerja Oscillating Water Column berbanding lurus dengan kenaikan tinggi gelombang.

##### 3) Percobaan Waktu Pengisian Pressure Vessel.

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengisian Pressure Vessel sampai pada tekanan tertentu dengan menggunakan multiple oscillating water column. Berikut ini merupakan grafik waktu pengisian Pressure Vessel yang diperoleh dari percobaan.

Dari ketiga grafik tersebut diatas, maka dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Pada gambar 7, dapat diketahui bahwa perlatan penangkap gelombang Oscillating Water Columnhanya dapat menghasilkan tekanan 3 psi selama 100 menit. Hal ini dapat disebabkan karena losses yang cukup besar pada instalasi Oscillating Water Columnbaik pada pipa maupun fitting.

##### 4) Perhitungan Pressure Loss.

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui pressure loss yang terjadi pada instalasi Oscillating Water Column. Pressure loss merupakan penurunan tekanan pada jalur pipa udara Oscillating Water Columnyang disebabkan baik oleh gesekan pada pipa maupun pada fitting. Berikut ini grafik pressure loss terhadap kecepatan aliran udara pada oscillating water column.

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa pressure loss berbanding lurus dengan kecepatan aliran udara pada oscillating water column. Hal ini sesuai dengan perumusan pressure loss, dimana nilai pressure loss sebanding dengan kecepatan aliran udara pada pipa.

### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Perancangan peralatan pembuat gelombang (Wavemaker) yang telah dilakukan pada flow water channel dapat menghasilkan panjang dan tinggi gelombang maksimum sebesar 1.2 m dan 0.23 m.

2. Kinerja penangkapan gelombang dengan menggunakan Oscillating Water Column dapat menghasilkan volume, tekanan dan kecepatan udara maksimum sebesar 0.0057 m<sup>3</sup> ,

1.1 bar dan 39.39 m/s.

3. Dalam pengisian Pressure Vessel dengan menggunakan multiple Oscillating Water Column diperoleh tekanan sebesar 3 psi dalam waktu 100 menit..

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. Januari 2013. Oscillating Water Column. Diakses di <URL:<http://plengdut.blogspot.com/2012/10/mengenal-teknologi-oscillating-water.html>> pada tanggal 13 Januari 2013.
- [2] Anonim. Januari 2013. Non Return Valve. Diakses di <URL:<http://www.pneumatic-equipments.com>> pada tanggal 13 Januari 2013.
- [3] Anonim. Januari 2013. Non Return Valve. Diakses di <URL:<http://www.pneumatic-equipments.com>> pada tanggal 13 Januari 2013.
- [4] Bahri, Samsul. 2012. Sistem Konversi Pneumatis Energi Gelombang Laut untuk Pembangkit Listrik. Surabaya : ITS Surabaya
- [5] Falcao, Antonio F de O., 2010. Wave energy utilization: A review of the technologies, Elsevier.
- [6] Falnes, J. Lovseth, J. 1991. Ocean Wave Energy. Energy Policy.
- [7] Fitri, Sutopo Purwono, Arief , Irfan S., Nugroho, Taufik F., dan Yusuf, M., 2012. Potensi Pemanfaatan Energi Gelombang Laut Menggunakan Sistem Konversi Pneumatis Untuk Pembangkit Listrik Mikro di Daerah Pantai dan Daerah Terpencil. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] McCormick, M. E. 1981. Ocean Wave Energy Conversion. Newyork : Wiley
- [9] Pujanarsa Astu, MT & Nursuhud, Djati. 2006. Mesin Konversi Energi. Yogyakarta : Andi
- [10] Puspita, Rani Ratna, 2011. Studi Perancangan Konversi Energi Gelombang Laut Tipe OWC di Pantai Pangambengan Bali. Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [11] Rahadyawan, Arseto, 2009. Studi Pembangkit Listrik Energi Ombak Tipe Oscillating Water Column(OWC). Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [12] Rodrigues, Leao., 2010. Wave Power Conversion Systems for Electrical Energy Production , Department of electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Nova University of Lisbon, Portugal.
- [13] Senturk, Utku, Aydogan Ozdamar, 2011. Modelling The Interaction Between Water Waves and The Oscillating Water ColumnWave Energy Device, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Ege University, Turkey.
- [14] Stappenbelt, B. & Cooper, P., 2010. Mechanical Model of A Floating Oscillating Water ColumnWave Energy Conversion Device, Faculty of Engineering and Information Sciences, University of Wollongong.
- [15] Vinning, J. 2005. Ocean Wave Energy Conversion. Advanced Independent study report electrical and Computer Engineering Department University of Wisconsin – Madison.
- [16] Stoecker, WF., Jones JW., Hara S., 1982. Referigerasi dan Pengkondisian Udara, Jakarta : Erlangga.
- [17] Warring, RH., 1982. Pneumatic Handbook 6TH Edition, England : Trade & Technical Press LTD.
- [18] Yonathan, Riyan. 2013. Studi Analisa Performansi Sistem Pneumatis Terhadap Variasi Pembebanan Pelampung dan Karakteristik Gelombang Sinusoidal pada Sistem Pneumatic Wave Energy Converter (WEC). Surabaya : ITS Surabayaavidmar