

# STUDI MODEL SISTEM PENYERAP TENAGA GELOMBANG LAUT JENIS SILINDER OSILASI TERPASANG TETAP (*FIXED OWC*)

MUHAMMAD ALI

Staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu  
Jl. Raya Kandang limun, Bengkulu, Telp (0736)344087  
e-mail : [abiwafib@yahoo.com](mailto:abiwafib@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Indonesia as archipelagic country have more than 3700 island and coastal region as long as 80.000 or twice travel around the world through equator ( Triatmodjo, 1996). Indonesia have very long coast and potency of wave energy big sea. Energy wave sea can be permeated with system of Oscilating Water Column ( OWC). System OWC represent exploiting of energy wave sea by using column of oscilating. Problems which significan in exploiting of appliance of OWC for water pump is increasing oscilating sea water. Ever greater oscilating sea water o sea hence is ever greater of yielded pump debit. At this article, research the studied is design of a model OWC with its tabletop made is open. Later;Then model to be put down in wave channel and treated with variation of depth water, high and period wave sea. The Result of examination on model of fixed OWC without wave concentration and without reflektor yield value of  $K_a$  between 1,05 till 1,23 for the  $d / gT^2$  between 0,02 till 0,062. Coefficient value of maximum amplification that is  $K_a = 1,23$  reached at  $d/gT^2 = 0,062$ . For deepness which remain to indicate that maximum  $K_a$  happened at smallest period. After result of examination of model with wave concentration and without reflektor, assess maximum amplifikasi happened at value of  $K_a = 1,4$  for the value of  $d/gT^2 = 0,052$ . While to model with wave concentration and use reflektor, assess maximum amplification happened at value of  $K_a = 1,4$  for the  $d/gT^2 = 0,04$*

*Keywords : wave sea, OWC, amplification*

## I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 atau dua kali keliling dunia melalui katulistiwa (Triatmodjo, 1996). Indonesia memiliki pantai yang sangat panjang mempunyai potensi energi gelombang laut yang besar. Energi gelombang laut dapat diserap dengan sistem Oscilating Water Column (OWC). Sistem OWC merupakan pemanfaatan tenaga gelombang laut dengan menggunakan kolom osilasi. Alat OWC ini akan menangkap energi gelombang yang mengenai lubang pintu OWC, sehingga terjadi fluktuasi atau osilasi gerakan air dalam ruang OWC. Alat OWC dibagi dua, ada yang terpasang tetap (*fixed OWC*) dan tidak terpasang tetap atau terapung (*non fixed OWC*).

Gerakan osilasi air laut didalam ruang OWC dapat dimanfaatkan diantaranya untuk energi listrik dan pompa air. Pemanfaatan alat OWC untuk energi listrik adalah dengan prinsip bagian atas dari ruang OWC

dibuat tertutup dan diberi lubang yang dipasang baling-baling. Tekanan udara yang dihasilkan gerakan osilasi air laut, akan menggerakkan baling-baling turbin yang dihubungkan dengan generator listrik sehingga menghasilkan listrik (Suroso, 1998).

Sedangkan pemanfaatan alat OWC untuk pompa air laut adalah dengan prinsip bagian atas dari ruang OWC dibuat terbuka. Didalam ruang OWC dipasang pelampung yang dihubungkan dengan pipa piston vertikal. Gerakan osilasi air laut akan menggerakkan pipa piston naik turun sehingga akan memompa air laut .

Permasalahan yang signifikan dalam pemanfaatan alat OWC untuk pompa air laut adalah menaikkan osilasi air laut. Sehingga semakin besar osilasi air laut maka semakin besar debit pompa yang dihasilkan. Pada tulisan ini, penelitian yang dikaji adalah mengenai desain model alat OWC dengan bagian atasnya dibuat terbuka. Kemudian model diletakkan didalam saluran gelombang dan diperlakukan dengan

variasi kedalaman air, tinggi dan periode gelombang laut.

## II. KOEFISIEN AMPLIFIKASI ( $K_a$ )

Osilasi air laut didalam silinder didefinisikan sebagai tinggi gelombang amplifikasi ( $H_a$ ). Besarnya  $H_a$  dipengaruhi oleh tinggi gelombang datang ( $H_i$ ), periode gelombang ( $T$ ), kedalaman air ( $d$ ) dan bentuk ruang OWC. Koefisien amplifikasi merupakan perbandingan antara tinggi gelombang amplifikasi dan tinggi gelombang datang (Ali, 2002).

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi, Pusat Studi Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (Lab HH PS IT UGM), Yogyakarta. Urutan penelitian dibedakan menjadi dua bagian utama.

1. Penelitian secara fisik, dilaksanakan di laboratorium HH PS IT UGM, dengan pengamatan dan pencatatan hasil penelitian yang ada di model.
2. Penelitian secara hipotetik dan analitik, dilaksanakan dengan tujuan menemukan hubungan antara variabel yang saling berpengaruh.

Penelitian fisik di laboratorium menyangkut tahapan studi literatur, persiapan alat, mengetahui prinsip kerja alat, kalibrasi alat, persiapan bahan dan tenaga kerja, hipotetik dan analitik berupa analisis data dan membuat kesimpulan hasil penelitian secara ringkas.

### 3.1 Variabel yang Diteliti

Sesuai dengan tujuan penelitian dan hipotesis yang telah dikemukakan sebelumnya, maka variabel yang diteliti adalah tinggi gelombang datang ( $H_i$ ), tinggi gelombang amplifikasi ( $H_a$ ), periode gelombang ( $T$ ), dan kedalaman air ( $d$ ).

### 3.2 Batasan Penelitian

Mengingat fasilitas yang ada maka penelitian ini dilakukan dengan pembatasan sebagai berikut ini.

1. Model dibuat di laboratorium adalah model terskala yang didasarkan pada penelitian sebelumnya (Arief Suroso, 2000 dan Vivi, 2001).
2. Sudut datang gelombang tegak lurus terhadap model.
3. Bahan model terbuat dari akrelit transparan (tebal 4 mm) dengan
4. diameter silinder 40 cm dan tinggi silinder 60 cm.
5. Bukaan pada model menghadap gelombang berukuran sebagai berikut; tinggi 20 cm dari dasar silinder dan lebar 40 cm.
6. Sayap yang terpasang model berfungsi sebagai pemusat gelombang terbuat dari triplek dengan tebal 9 mm.
7. Sudut sayap pada model adalah 3 variasi yaitu sudut  $78^\circ$ , sudut  $80^\circ$  dan sudut  $82^\circ$ .
8. Stabilitas model tidak diamati.
9. Gelombang yang mengenai model adalah gelombang regular.

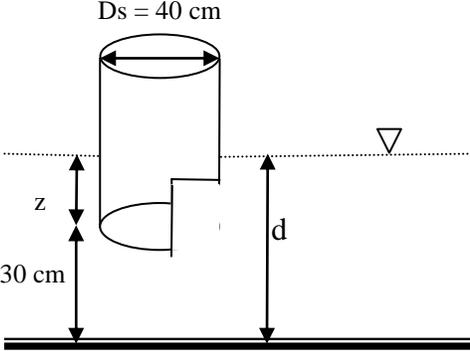
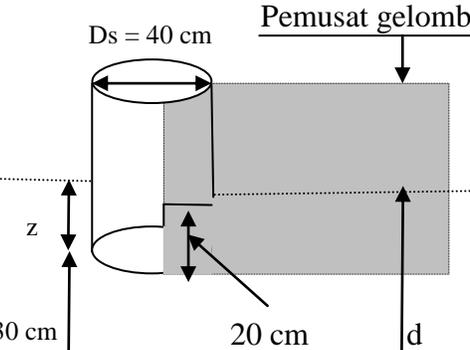
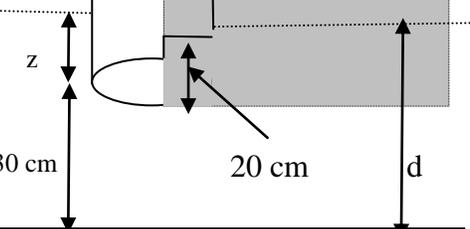
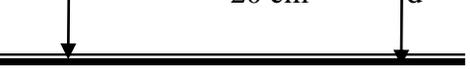
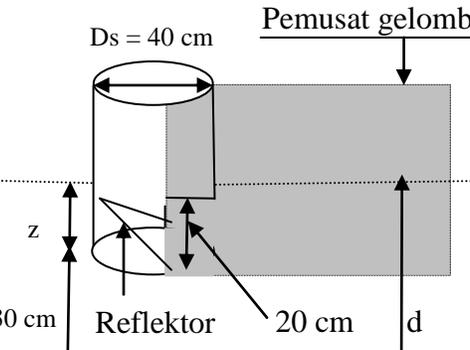
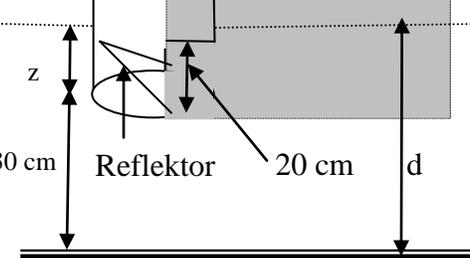
### 3.3 Perancangan Model

Untuk mendapatkan model yang baik dilakukan perancangan model sesuai dengan variabel yang diteliti. Hasil perancangan model ditunjukkan pada Tabel 4.1.

### 3.4 Bahan dan Alat Penelitian

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam eksperimen, meliputi peralatan utama, yaitu: model uji *fixed owc*, saluran gelombang beserta perlengkapannya dan beberapa peralatan penunjang yang tersedia di laboratorium HH PS IT UGM.

Tabel 4.1 Perancangan model *fixed OWC* tanpa pompa pelampung

Tipe Model	Sudut pemusatan gelombang	Sudut Reflektor	Penampang Tipikal Model
CR-1	-	-	 <p>Tanpa Reflektor dan Tanpa Pemusat Gelombang</p>
CR-2	78	-	 <p>Pemusat gelombang</p>
CR-3	80	-	
CR-4	82	-	 <p>Dengan Pemusatan Gelombang dan Tanpa Reflektor</p>
CR-5	78	45	 <p>Pemusat gelombang</p>
CR-6	80	45	 <p>Reflektor</p>
CR-7	82	45	 <p>Pemusatan Gelombang dan Reflektor dengan tinggi 20 cm dan sudut kemiringan 45°</p>

### 3.4.1 Model *Fixed OWC*

Model *fixed OWC* yang digunakan dalam penelitian ini adalah model yang berfungsi sebagai osilasi air. Model *fixed OWC* berbentuk silinder dengan diameter 40 cm dan tingginya 60 cm, serta bukaan yang berhadapan dengan gelombang tingginya 20 cm dari dasar silinder dan lebarnya 40 cm. Untuk bagian atas silinder dibuat terbuka sehingga tekanan udara didalam silinder sama dengan tekanan udara diluar silinder. Model *fixed OWC* terbuat dari bahan *acrylic* bening dengan tebal 3 mm dan disambung dengan lem dengan diberi kerangka besi dibagian luarnya untuk menambah kekuatan. Penggunaan *acrylic* bening dimaksudkan untuk memudahkan pembacaan tinggi muka air didalam silinder saat dilakukan pengujian.

Model *fixed OWC* dipasang pemusat gelombang yang terbuat dari triplex dengan ketebalan 9 mm, lebar 60 cm (sesuai dengan tinggi silinder) dan panjangnya bervariasi sesuai dengan sudut yang dibentuk antara triplek dan garis melintang yang melalui diameter silinder. Sudut yang dibentuk antara garis melintang silinder dan pemusat gelombang sebesar  $78^\circ$ ,  $80^\circ$  dan  $82^\circ$ .

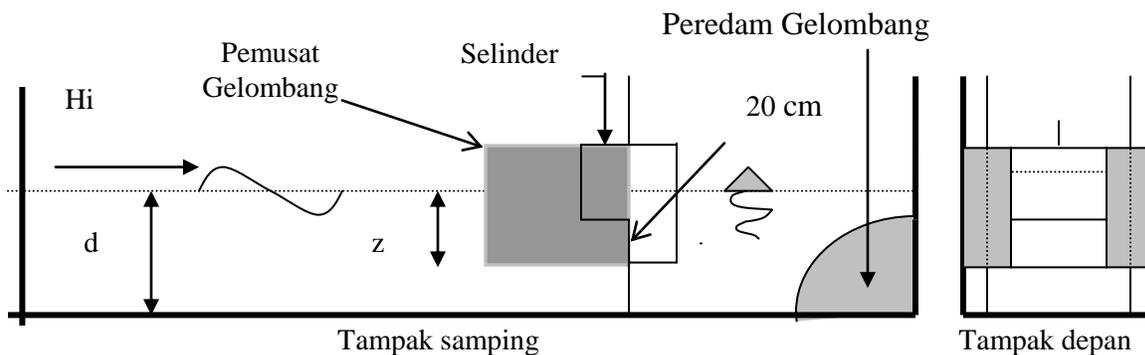


Gambar 3.1 Probe gelombang pada saluran gelombang

### 3.4.2 Saluran Gelombang dan Peralatan Pendukungnya

Peralatan utama saluran gelombang beserta peralatan pendukungnya diperlihatkan pada gambar 3.1 dan gambar 3.2, sedangkan penjelasan peralatannya diuraikan dibawah ini.

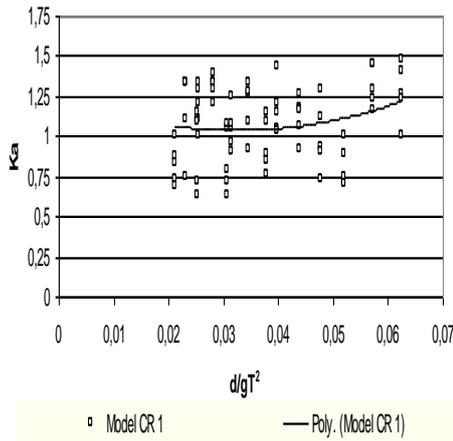
1. Saluran gelombang (*glass sided tilting flumes*) yang dilengkapi dengan alat pembangkit gelombang (*wave generator*) dan peredam gelombang pada ujung saluran serta seperangkat komputer. Saluran gelombang terbuat dari *flexiglass* dengan panjang 18 m, lebar 1 m dan tinggi 2,5 m.
2. Mistar untuk mengukur kedalaman air
3. Meteran kain/plastik untuk mengukur fluktuasi muka air didalam *fixed OWC*.
4. *Stop watch* untuk mengukur periode gelombang dan debit air.
5. Mistar geser untuk mengukur diameter pipa.
6. Kertas dan alat tulis untuk mencatat data hasil pengukuran.
7. Kamera untuk dokumentasi.



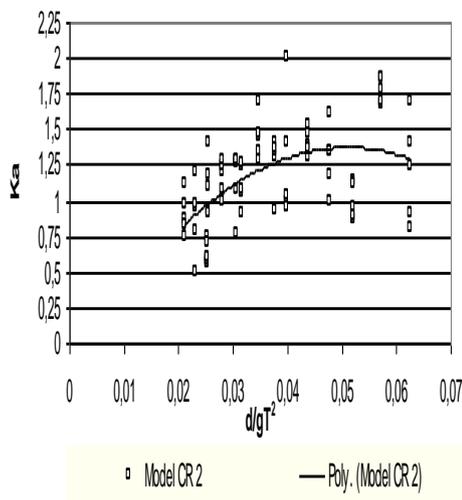
Gambar 3.2 Saluran gelombang dengan model *fixed OWC*

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

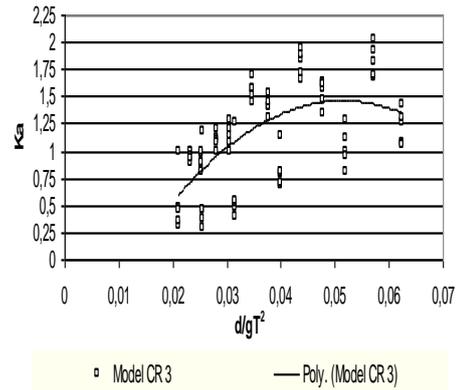
Osilasi air laut didalam silinder sangat dipengaruhi oleh tinggi Gelombang datang ( $H_i$ ), periode gelombang ( $T$ ) dan kedalaman air ( $d$ ). Hasil pengujian model *fixed OWC* terhadap Koefisien amplifikasi dan  $d/gT^2$  diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



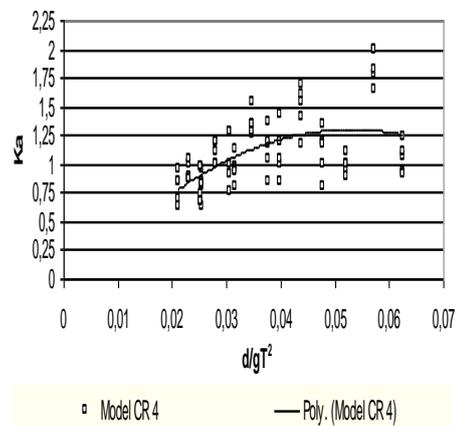
Gambar 4.1 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 1



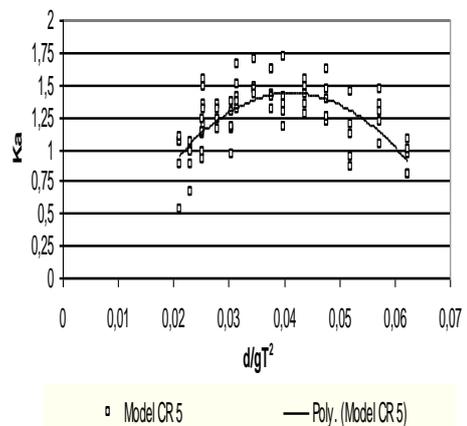
Gambar 4.2 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 2



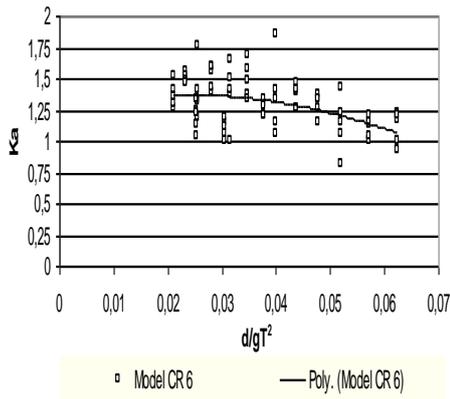
Gambar 4.3 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 3



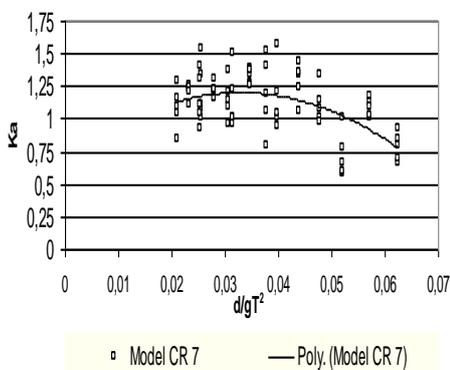
Gambar 4.4 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 4



Gambar 4.5 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 5



Gambar 4.6 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 6



Gambar 4.7 Grafik hubungan  $K_a$  terhadap  $d/gT^2$  pada model CR- 7

Hasil pengujian model *fixed OWC* tanpa pemusatan gelombang dan tanpa reflektor ditunjukkan pada Gambar 4.1. Hasil pengujian model CR- 1 tersebut menghasilkan nilai  $K_a$  antara 1,05 hingga 1,23 untuk  $d/gT^2$  antara 0,02 hingga 0,062. Nilai koefisien amplifikasi maksimum yaitu  $K_a = 1,23$  tercapai pada  $d/gT^2 = 0,062$ . Untuk kedalaman yang tetap menunjukkan bahwa  $K_a$  maksimum terjadi pada periode terkecil.

Selanjutnya hasil pengujian model dengan pemusatan gelombang dan tanpa reflektor diperlihatkan pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4. Nilai amplifikasi maksimum terjadi pada model CR- 3 dengan nilai  $K_a = 1,4$  untuk nilai  $d/gT^2 = 0,052$ . Ditinjau nilai  $d/gT^2$  antara 0,02 hingga 0,052 pada model CR- 2, model CR- 3 dan model

CR- 4 terjadi peningkatan fluktuasi muka air didalam silinder seiring semakin kecilnya periode.

Sedangkan untuk model dengan pemusatan gelombang dan menggunakan reflektor diperlihatkan pada Gambar 4.5, Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Nilai amplifikasi maksimum terjadi pada model CR-5 dengan nilai  $K_a = 1,4$  untuk  $d/gT^2 = 0,04$ . Untuk nilai  $d/gT^2$  antara 0,04 hingga 0,062 pada model CR- 5, model CR- 6 dan model CR- 7 menunjukkan nilai  $K_a$  semakin kecil seiring semakin kecilnya periode.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Osilasi air laut didalam silinder sangat dipengaruhi oleh tinggi gelombang datang ( $H_i$ ), periode gelombang ( $T$ ) dan kedalaman air ( $d$ ).
2. Hasil pengujian model tanpa pemusatan gelombang dan tanpa reflektor menghasilkan nilai  $K_a$  antara 1,05 hingga 1,23 untuk  $d/gT^2$  antara 0,02 hingga 0,062.
3. Hasil pengujian model dengan pemusatan gelombang dan tanpa reflektor menunjukkan nilai amplifikasi maksimum pada  $K_a = 1,4$  untuk  $d/gT^2 = 0,052$
4. Hasil pengujian model dengan pemusatan gelombang dan menggunakan reflektor menunjukkan nilai amplifikasi maksimum terjadi pada  $K_a = 1,4$  untuk  $d/gT^2 = 0,04$ .

### 5.2 Saran

1. Apabila ingin melakukan penelitian lanjutan mengenai studi model sistem penyerap tenaga gelombang jenis silinder osilasi terpasang tetap, disarankan untuk menggunakan pemusatan gelombang dan tanpa reflektor, mengingat nilai  $K_a$  yang besar dan model lebih sederhana.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada model menggunakan pemusatan gelombang dan tanpa reflektor, dengan silinder osilasi terapung.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang Triatmodjo., 1996, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta
2. Suroso, A., 1998, *Studi Karakteristik Tekanan Udara Yang Keluar Dari Orifice System Konversi Energi Gelombang Laut*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
3. Ali, M., 2002, *Studi Efisiensi Pompa Air Laut Tipe Cavity Resonator*, Thesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
4. Indriasari, V., Y., 2001, *Unjuk Kerja Reflektor Pada Sistem Konversi Energi Gelombang Laut Jenis Cavity Resonator*, Tesis, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

