

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH TINGGI FREEBOARD TERHADAP DEFORMASI  
GELOMBANG PADA BANGUNAN *CATCHWATER SHORE*  
*PROTECTION DUAL-SLOPE, MODEL ZIG-ZAG***

**MUH. ANSHARI MARSIDIN  
D111 15 005**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**PENGARUH TINGGI FREBOARD TERHADAP DEFORMASI GELOMBANG  
PADA BANGUNAN CATCHWATER SHORE PROTECTION DUAL-SLOPE, MODEL  
ZIG-ZAG**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUH. ANSHARI MARSIDIN**

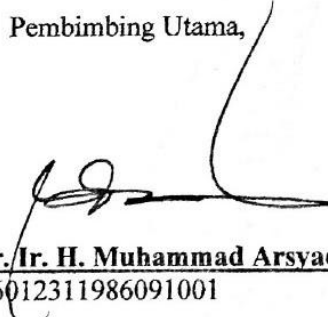
**D111 15 005**

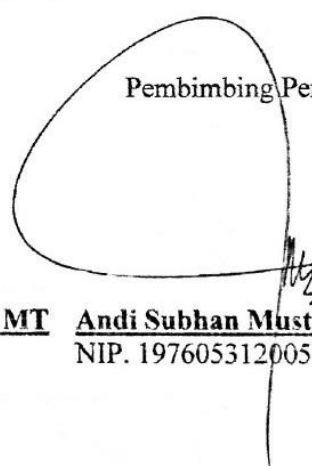
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 3 Desember 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,


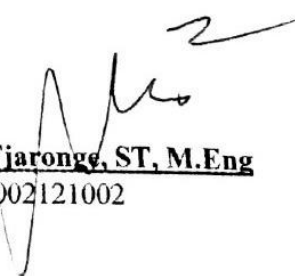
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
**Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT**  
NIP. 196012311986091001

  
**Andi Subhan Mustari, ST, M.Eng**  
NIP. 197605312005011004

Ketua Program Studi,

  
  
**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjarong, ST, M.Eng**  
NIP. 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama MUH ANSHARI MARSIDIN dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pengaruh Tinggi Freeboard Terhadap Deformasi Gelombang Pada Bangunan Catchwater Shore Protection Dual-Slope, Model Zig-Zag**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 6 November 2021



t pernyataan,

MUH ANSHARI MARSIDIN  
NIM: D111 15 005

**PENGARUH TINGGI FREEBOARD TERHADAP DEFORMASI  
GELOMBANG PADA BANGUNAN CATCHWATER SHORE  
PROTECTION DUAL-SLOPE, MODEL ZIG-ZAG**

**MUH. ANSHARI MARSIDIN**

D111 15 005

Mahasiswa S1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km.7, Gowa  
e-mail: [Ansharimarsidin09@gmail.com](mailto:Ansharimarsidin09@gmail.com)

**Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad**

**Thaha, M.T.**

Pembimbing I

Fakultas Teknik Universitas

Hasanuddin

Jl. Poros Malino Km.7, Gowa

**Ir. Andi Subhan Mustari, S.T,**

**M.Eng**

Pembimbing II

Fakultas Teknik Universitas

Hasanuddin

Jl. Poros Malino Km.7, Gowa

**ABSTRAK**

Peredam Gelombang merupakan salah satu jenis bangunan penahan gelombang yang sangat efektif untuk digunakan sebagai pelindung pantai terhadap abrasi pantai dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemiringan ganda pada breakwater terhadap refleksi gelombang serta mengetahui pengaruh *freeboard* yang berpengaruh terhadap refleksi gelombang yang dihasilkan pada masing-masing kedalaman.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pantai dan Lingkungan Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin. Adapun metode yang digunakan berbasis eksperimental. Karakteristik gelombang yang dihasilkan terdiri dari tiga variasi kedalaman, tiga variasi amplitude, tiga variasi periode dan lima variasi *freeboard*. Mode penelitian merupakan *breakwater* dengan model bangunan *Catchwater Shore Protection Dual-Slope*. Pembacaan fluktuasi muka air dilakukan secara elektronik melalui pembacaan computer yang terhubung pada *wave probe*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi *freeboard* maka nilai gelombang refleksi semakin besar, yang mempengaruhi besarnya refleksi gelombang pada peredam bangunan *Catchwater Shore Protection Dual-Slope* adalah Periode Gelombang (T), Tinggi Gelombang Datang (Hi), Kedalaman (d), Kecuraman Gelombang (Hi/L).

**Kata Kunci :** *Breakwater, Bangunan Cathwater Shore Protection Dual-Slope, Gelombang, Freeboard*

### **Abstract**

*Wave absorbers are one of the most effective types of wave containment structures used as coastal protection against coastal abrasion by destroying wave energy before it reaches shore.*

*This study aims to determine the effect of the double slope of the breakwater on wave reflection and to determine the effect of freeboard affecting the reflection of waves generated at each depth.*

*This research was conducted at the Coastal and Environmental Laboratory of the Department of Marine Engineering at Hasanuddin University. The method used is experimental. The resulting wave characteristics consist of three depth variations, three amplitude variations, three period variations, and five freeboard variations. Research mode is a breakwater with a dual-slope Catchwater Shore Protection building model. The water level fluctuations are read electronically via a computer readout connected to the wave probe.*

*The results show that the higher the freeboard, the higher the reflection wave value, which affects the magnitude of wave reflection at the Catchwater Shore Protection Dual Slope Building Attenuator: wave period ( $T$ ), incident wave height ( $H_i$ ), depth ( $d$ ), wave steepness ( $H_i/L$ ).*

**Keywords:** *Breakwater, Cathwater Shore Protection Building Dual-Slope, Wave, Freeboard*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata Satu (S1) Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam kepada baginda Nabiullah Muhammad Shallallahu'alaihi wasallam, yang telah memperjuangkan umat dari kehinaan zaman jahiliyah menuju zaman ber-adab dan ber-ilmu.

Selanjutnya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak sekali mendapatkan bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini izinkan kami menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus menjadi Dosen Pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
- Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T, M.Eng, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Bapak Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T, M.T, selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Bapak Ir. Andi Subhan Mustari, S.T, M.Eng, sebagai Dosen Pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.

- Ibu Dr.Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T., selaku Kepala Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Bapak-Ibu dosen dan staff administrasi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Pak Dayat selaku Laboran di Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dan sering menjadi teman diskusi selama melakukan pengujian.
- Ibu Wa Ode Zulia Prihatini, S.T, M.T sebagai dosen kami sekaligus mahasiswa pascasarjana yang menjadi rekan dalam penelitian dan memberi banyak masukan kepada penulis.
- Saudari Muklis Ibrahim S.T yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- OKFT-UH dan HMS FT-UH yang menjadi pelengkap dalam perjalanan 'status mahasiswa' penulis.
- Zaudara PATRON 2016 (Teknik Sipil Angkatan 2015) yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sebagai tempat saling bertukar pikiran, berbagi suka dan duka, serta memberikan inspirasi penulis selama menjadi mahasiswa di Merah Hitam.
- Keluarga Besar MAPALA 09 SMFT-UH sebagai taman bermain dan belajar, serta banyak pengalaman di tempat ini yang penulis dapatkan terutama pada saat Dikdaz dan Ormed 21 MAPALA 09 SMFT-UH di Bulu Parigi.

Dan terkhusus penulis persembahkan Terima Kasih kepada orang tua kami **ALM. MARSIDIN.** dan **SITTI. SALEHA** atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spiritual maupun materil, semoga dengan

terselesaikannya Tugas Akhir ini kelak menjadi salahsatu kado terindah kepada mereka di usia senja. Aamiin

Penulis sadar bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, tidak luput dari segala kesalahan dan kekurangan sehingga tidak menutup kemungkinan dalam tugas akhir ini terdapat kekeliruan dan ketidaksempumaan. Oleh karena itu kami akan menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain doa kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil dan bagi kita semua.

Gowa, 6 November 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	2
C. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah .....	3
C.1 Pokok Bahasan.....	3
C.2 Batasan Masalah.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3

E. Sistematika Penulisan .....	4	x
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>	
A. Definisi Gelombang.....	6	
B. Teori Gelombang Airy.....	6	
C. Karakteristik Gelombang .....	8	
D. Klasifikasi Teori Gelombang .....	10	
E. Energi dan Tenaga Gelombang .....	11	
F. Gelombang Berdiri Parsial.....	13	
G. Refleksi Gelombang.....	15	
H. Bangunan Pantai.....	17	
I. Hukum Dasar Model.....	18	
I.1 Sebangun Geometrik.....	19	
I.2 Sebangun Kinematik.....	20	
I.3 Sebangun Dinamik.....	21	
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22	
B. Pra Penelitian.....	22	

B.1 Kolam Gelombang ( <i>Wave Basin</i> ).....	22	xi
B.2 Mesin Pembangkit Gelombang ( <i>Wave Generator</i> ).....	23	
B.3 Karakteristik Gelombang Yang dihasilkan dilaboratorium.	23	
B.4 Kalibrasi Alat .....	24	
C. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	25	
C.1 Jenis Penelitian.....	25	
C.2 Sumber Data .....	26	
D. Alat dan Bahan .....	26	
D.1 Alat .....	26	
D.2 Bahan.....	26	
E. Parameter yang Diteliti .....	27	
F. Prosedur dan Rancangan Penelitian.....	27	
F.1 Prosedur Penelitian.....	27	
F.2 Rancangan Penelitian.....	29	
G. Prosedur Pengambilan Data.....	35	
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38	
A. Hasil Penelitian.....	38	

A.1 Fluktuasi Gelombang .....	38	xii
A.2 Panjang Gelombang.....	39	
A.3 Data Tinggi Gelombang.....	40	
A.4 Gelombang Refleksi.....	46	
A.5 Kecuraman Gelombang.....	51	
A.6 Koefisien Refleksi.....	57	
A.7 Angka Gelombang ( $2\pi d/L$ ) .....	63	
B. Pembahasan .....	69	
B.1 Hubungan Gelombang Refleksi ( $H_r$ ) dengan Tinggi Gelombang Datang ( $H_i$ ).....	69	
B.2 Hubungan Nilai Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Terhadap Kecuraman Gelombang ( $H_i/L$ ).....	72	
B.3 Hubungan Nilai Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Terhadap Angka Gelombang ( $2\pi d/L$ ).....	76	
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	79	
A. Kesimpulan.....	79	
B. Saran.....	79	
DAFTAR PUSTAKA.....	80	
LAMPIRAN .....	xxiv	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batasan Gelombang Air Dangkal, Air Transisi Dan Air Dalam	11
Tabel 2. Koefisien Refleksi Bangunan.....	21
Tabel 3. Variasi Parameter Model dan Parameter Dasar Laut .....	31
Tabel 4. Variasi Parameter Gelombang .....	32
Tabel 5. Dimensi Model .....	33
Tabel 6. Rancangan Simulasi .....	34
Tabel 7. Penentuan Nilai Tanh ( $2\pi d/L$ ) dengan Metode Iterasi .....	39
Tabel 8. Panjang Gelombang Berdasarkan Periode (T).....	40
Tabel 9. Tinggi Gelombang Datang ( $H_i$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	41
Tabel 10. Tinggi Gelombang Datang ( $H_i$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm.....	41
Tabel 11. Tinggi Gelombang Datang ( $H_i$ ) kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	41
Tabel 12. Tinggi Gelombang Datang ( $H_i$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard</i> 20 cm.....	42

Tabel 13. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	42
Tabel 14. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	42
Tabel 15. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	43
Tabel 16. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	43
Tabel 17. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	43
Tabel 18. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	44
Tabel 19. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	44
Tabel 20. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	44
Tabel 21. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	45
Tabel 22. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	45
Tabel 23. Tinggi Gelombang Datang (Hi) Kedalaman (d) 45 cm dan	

<i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm.....	45
Tabel 24. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm.....	46
Tabel 25. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm.....	46
Tabel 26. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm.....	47
Tabel 27. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm.....	47
Tabel 28. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm.....	47
Tabel 29. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm.....	48
Tabel 30. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm.....	48
Tabel 31. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm.....	48
Tabel 32. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm.....	49

Tabel 33. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	49
Tabel 34. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	49
Tabel 35. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	50
Tabel 36. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	50
Tabel 37. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	51
Tabel 38. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	51
Tabel 39. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	52
Tabel 40. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	52
Tabel 41. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	52
Tabel 42. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm.....	53



Tabel 43. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	53
Tabel 44. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	53
Tabel 45. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	54
Tabel 46. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	54
Tabel 47. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	54
Tabel 48. Kecuraman Gelombang (Hi/L) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	55
Tabel 49. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	55
Tabel 50. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	55
Tabel 51. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	55
Tabel 52. Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	56

Tabel 53. Tinggi Gelombang Refleksi ( $H_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 45 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 10 cm .....	56
Tabel 54. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 35 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 40 cm .....	57
Tabel 55. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 35 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 35 cm.....	57
Tabel 56. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 35 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 30 cm.....	58
Tabel 57. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 35 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 20 cm.....	58
Tabel 58. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 35 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 10 cm.....	59
Tabel 59. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 40 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 40 cm.....	59
Tabel 60. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 40 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 35 cm.....	59
Tabel 61. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 40 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 30 cm.....	60
Tabel 62. Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) Kedalaman ( $d$ ) 40 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 20 cm.....	60

Tabel 63. Koefisien Refleksi (Kr) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 10 cm.....	60
Tabel 64. Koefisien Refleksi (Kr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 40 cm.....	61
Tabel 65. Koefisien Refleksi (Kr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 35 cm.....	61
Tabel 66. Koefisien Refleksi (Kr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 30 cm.....	62
Tabel 67. Koefisien Refleksi (Kr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 20 cm.....	62
Tabel 68. Koefisien Refleksi (Kr) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 10 cm.....	62
Tabel 69. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 40 cm .....	63
Tabel 70. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 35 cm .....	63
Tabel 71. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 30 cm .....	64
Tabel 72. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard</i> (Rc) 20 cm .....	64

Tabel 73. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 35 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	65
Tabel 74. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	65
Tabel 75. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	65
Tabel 76. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	66
Tabel 77. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	66
Tabel 78. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 40 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 10 cm .....	67
Tabel 79. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 40 cm .....	67
Tabel 80. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 35 cm .....	67
Tabel 81. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 30 cm .....	68
Tabel 82. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman (d) 45 cm dan <i>Freeboard (Rc)</i> 20 cm .....	68

Tabel 83. Angka Gelombang ( $2 \pi d/L$ ) Kedalaman ( $d$ ) 45 cm dan <i>Freeboard</i> ( $R_c$ ) 10 cm .....	69
---	----

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Sketsa Teori Gelombang.....	8
Gambar 2. Gerak Orbit Partikel Zat Cair di Laut Dangkal, Transisi, Dalam .....	11
Gambar 3. Profil Gelombang Berdiri Parsial .....	12
Gambar 4. <i>Wave Basin</i> yang Digunakan untuk Uji Model.....	22
Gambar 5. Pembangkit Gelombang .....	23
Gambar 6. Proses Kalibrasi Alat.....	25
Gambar 7. Model yang Terbuat dari Besi Plat dan Tripleks.....	27
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian .....	28
Gambar 9. Ilustrasi <i>Breakwater</i> Konvensional <i>Overtopping</i> .....	30
Gambar 10. Ilustrasi OWEC <i>Breakwater</i> .....	30
Gambar 11. Sketsa Model OWEC <i>Breakwater</i> dengan variasi parameter.....	30
Gambar 12. <i>Layout</i> Model pada Kolam dan Posisi <i>Probe</i> .....	35
Gambar 13. Pemasangan <i>Probe</i> untuk Membaca Data Fluktuasi Gelombang .....	37
Gambar 14. Persiapan Simulasi Gelombang Pada Komputer Yang Terhubung di <i>Wave Maker</i> dengan Menggunakan Aplikasi Ht Mitler.....	37
Gambar 15. Fluktuasi Gelombang .....	38
Gambar 16. Grafik Hubungan Tinggi Gelombang ( $H_i$ ) Terhadap Gelombang Refleksi ( $H_r$ ).....	71
Gambar 17. Grafik Hubungan $H_i/L$ terhadap $K_r$ pada <i>Freeboard</i> .....	74
Gambar 18. Grafik Hubungan $H_i/L$ terhadap $K_r$ pada <i>Freeboard</i> .....	75

Gambar 19. Grafik Hubungan Angka Gelombang Terhadap Koefisien

Refleksi ..... 78

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, secara keseluruhan memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada, yakni sepanjang 99.093 km. Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan karena memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan, misalkan pembangunan infrastruktur yang memiliki manfaat sebagai penunjang kebutuhan manusia di wilayah tersebut contohnya dermaga, pelabuhan dan sebagainya.

Pantai adalah suatu zona yang dinamik karena merupakan zona persinggungan dan interaksi antar tiga fase yang sangat rumit yakni: lautan, daratan, dan udara. Zona pantai senantiasa memiliki proses penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak dari pengaruh eksternal dan internal baik yang bersifat alami maupun non alami. Faktor alami diantaranya adalah gelombang, arus, aksi angin, input dari sungai, kondisi tumbuhan pantai serta aktifitas tektonik maupun vulkanik. Faktor non alami seperti kegiatan campur tangan manusia/buatan dalam hal ini, adalah pemanfaatan kawasan pantai sebagai suatu kawasan seperti: perikanan, industri, pelabuhan, pariwisata, pertanian/kehutanan, pertambangan dan pemukiman.

Mengingat pentingnya wilayah pantai di Indonesia dan sangat intensif pemanfaatan untuk kegiatan manusia serta pengaruh gelombang,



arus dan pasang surut secara terus menerus mengakibatkan timbulnya masalah-masalah seperti erosi, abrasi, akresi. Energi gelombang laut biasanya dibangkitkan oleh banyak hal, misalnya oleh angin, pasang-surut, arus, dll. Ketika gelombang datang menghantam pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang menyebabkan tinggi gelombang tidak menentu yang akhirnya gelombang tersebut pecah dan melepaskan energinya yang mengakibatkan daerah pesisir rentan terhadap perubahan bentuk.

Selain gelombang memberikan dampak kerusakan pada pantai, gelombang juga memiliki energi yang bisa dikembangkan menjadi pembangkit listrik. Energi gelombang laut adalah satu potensi laut dan samudra yang belum banyak diketahui masyarakat umum adalah potensi energi laut dan samudra untuk menghasilkan listrik. Negara yang melakukan penelitian dan pengembangan potensi energi samudra untuk menghasilkan listrik adalah Inggris, Prancis dan Jepang.

Maka dari itu diperlukan model pelindung pantai sekaligus berfungsi sebagai penangkap energi gelombang yang selanjutnya diberi nama OWEC breakwater, dalam hal ini Konsep pemikirannya adalah membuat model pelindung pantai yang strukturnya dapat menangkap gelombang dengan merekayasa jagaan pada breakwater sehingga efektif untuk mencegah gelombang karena terjadinya *over topping* pada breakwater, kemudian menampung limpasannya pada suatu kolam atau reservoir yang dibuat pada puncak model, yang kemudian

dengan memanfaatkan ketinggian kolam tersebut, air yang mengalir keluar dapat menghasilkan konversi

Dari permasalahan-permasalahan tersebut maka judul ini diangkat dalam bentuk penulisan tugas akhir atau skripsi dengan judul: **“PENGARUH TINGGI FREEBOARD TERHADAP DEFORMASI GELOMBANG PADA BANGUNAN CHATCWATER SHORE PROTECTION DUAL-SLOPE, MODEL ZIG-ZAG”**.

## **B. Tujuan Penelitian**

1. Untuk menganalisis besarnya refleksi gelombang pada bangunan *Chatcwater Short Protection Dual-Slope, Model Zig-Zag*.
2. Untuk menganalisis pengaruh *Freeboard* terhadap refleksi gelombang.

## **C. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah**

### **C.1 Pokok Bahasan**

Pokok bahasan pada penelitian ini adalah mengetahui besaran refleksi gelombang yang terjadi pada peredam gelombang dinding.

### **C.2 Batasan Masalah**

Berdasarkan fasilitas dan kondisi yang ada, maka batasan penelitian ditetapkan sebagai berikut:

1. Arah datang gelombang tegak lurus terhadap struktur.
2. Gaya gelombang terhadap stabilitas model uji tidak dikaji.
3. Gelombang model yang digunakan adalah gelombang regular.

4. Fluida yang digunakan dalam flume merupakan air tawar, salinitas dan pengaruh mineral air tidak diperhitungkan.
5. Model pemecah gelombang adalah struktur yang kedap air dan terbuat dari besi Plat.
6. Tidak menghitung debit air yang masuk dalam model

#### **D. Manfaat Penulisan**

Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini yaitu:

1. Dapat dijadikan acuan dalam perencanaan struktur peredam gelombang.
2. Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan

#### **E. Sistematika Penulisan**

Guna memudahkan penyusunan skripsi serta untuk memudahkan pembaca memahami uraian dan makna secara sistematis, maka skripsi disusun berpedoman pada pola sebagai berikut:

##### **BAB1: PENDAHULUAN**

Pendahuluan terdiri atas latar belakang, penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

##### **BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai kerangka acuan yang memuat berisi tentang teori singkat yang digunakan dalam

menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

### BAB 3: METODE PENELITIAN

Dalam hal ini dijelaskan langkah-langkah sistematis penelitian terdiri atas lokasi dan waktu penelitian, langkah-langkah kegiatan penelitian, jenis penelitian, perolehan data, hukum dasar model, variable yang diteliti, perancangan model, perancangan simulasi, bahan dan alat penelitian, dan simulasi model.

### BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian dan pembahasan.

### BAB 5: PENUTUP

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan isi penelitian berupa kesimpulan dan saran atas permasalahan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Definisi Gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan angkutan sedimen dalam arah tegak lurus sepanjang pantai. Gelombang laut adalah bentuk permukaan laut yang berupa punggung atau puncak gelombang dan palung atau lembah gelombang oleh gerak ayun (*oscillatory movement*) akibat tiupan angin, erupsi gunung api, pelongsoran dasar laut, atau lalu lintas kapal.

### B. Teori Gelombang Airy

Teori gelombang Airy atau yang biasa disebut teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil merupakan teori paling sederhana yang pertama kali dikemukakan oleh Airy pada tahun 1845. Selain mudah dipahami, teori ini dapat digunakan sebagai dasar dalam merencanakan bangunan pantai.

Teori Gelombang Airy diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tak rotasi (*irrotational flow*) dengan kondisi batas di dasar laut dan di permukaan air. Terdapat beberapa anggapan yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang adalah sebagai berikut:

- a. Zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan, sehingga rapat massa adalah konstan.
- b. Tegangan permukaan diabaikan.

- c. Gaya coriolis (akibat perputaran bumi diabaikan).
- d. Tekanan pada permukaan air adalah seragam dan konstan.
- e. Zat cair adalah ideal, sehingga berlaku aliran tak rotasi.
- f. Dasar laut adalah horizontal, tetap dan impermeable sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol.
- g. Amplitudo gelombang kecil terhadap panjang gelombang dan kedalaman air.
- h. Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah

Penjalaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi Pada Gambar 1. menunjukkan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x-y. Fluktuasi muka air adalah periodik terhadap x dan t, dan merupakan gelombang sinusoidal dan progresif yang menjalar dalam arah sumbu x. Beberapa notasi yang digunakan di dalam perhitungan gelombang Airy adalah:

L : panjang gelombang (m)

d : jarak antara muka air rerata dan dasar laut (m)

a : amplitudo gelombang (m)

h : tinggi (m)

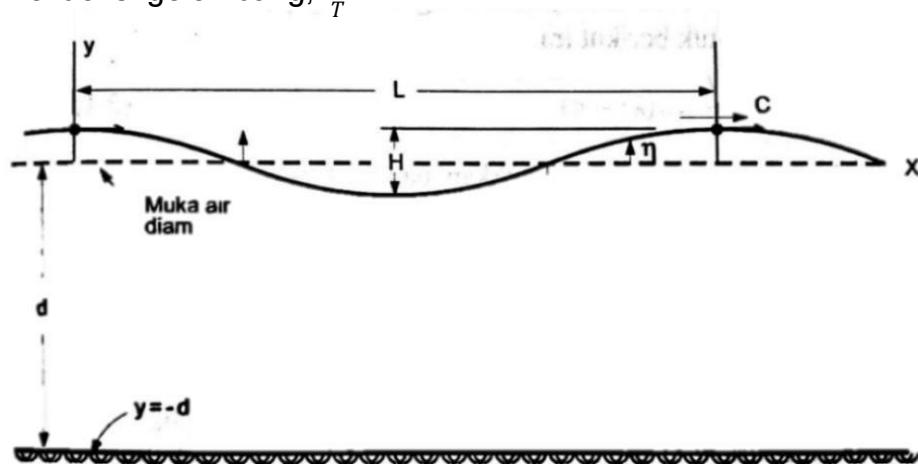
$\eta(x,t)$ : fluktuasi muka air terhadap muka air diam (m)

$T$  : periode gelombang (dtk)

$C$  : kecepatan rambat gelombang,  $\frac{L}{T}$

$k$  : angka gelombang,  $\frac{2\pi}{L}$

$\sigma$  : frekuensi gelombang,  $\frac{2\pi}{T}$



**Gambar 1.** Sketsa Teori Gelombang (Triatmodjo, 2012)

### C. Karakteristik Gelombang

Berdasarkan teori Airy maka gerak gelombang dianggap sebagai kurva sinus harmonis (sinusoidal progressive wave), gelombang dapat dijelaskan secara geometris (Triatmodjo, 2012) berdasarkan :

1. Tinggi gelombang ( $H$ ), yaitu jarak antara puncak dan lembah gelombang dalam satu periode gelombang.
2. Panjang gelombang ( $L$ ), jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.

$$L = \frac{gT^2}{2} \tanh = \frac{2\pi d}{L_0} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan:  $L$ : Panjang Gelombang (meter)

$g$ : Percepatan Gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$L_0$ : Panjang Gelombang pada Laut Dalam (meter)

$d$ : Kedalaman air (meter)

Persamaan (1) dapat diselesaikan dengan metode iterasi untuk menentukan Panjang gelombang pada suatu kedalaman dengan memasukkan Panjang gelombang awal ( $L_0$ ) menggunakan persamaan berikut:

$$L_0 = 1.56 \sqrt{gT^2} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:  $L_0$ : Panjang Gelombang Laut Dalam (meter)

$T$ : Periode (detik)

$g$ : Gravitasi

3. Jarak antara muka air rata-rata dan dasar laut ( $d$ ) atau kedalaman laut. Ketiga parameter tersebut diatas digunakan untuk menentukan parameter gelombang lainnya, seperti:

1. Kemiringan gelombang (*wave steepness*) =  $H/L$

2. Ketinggian relatif (*relative height*) =  $H/d$

3. Kedalaman relatif (*relative depth*) =  $d/L$

Parameter penting lainnya seperti:



a. Amplitudo gelombang ( $A$ ), biasanya diambil setengah tinggi

gelombang ( $\frac{H}{2}$ )

b. Periode gelombang ( $T$ ), yaitu interval waktu yang dibutuhkan antara 2 puncak gelombang (*wave crest*).

c. Frekuensi ( $f$ ), yaitu jumlah puncak gelombang yang melewati titik

tetap perdetik. Frekuensi berbanding terbalik dengan periode,  $f = \frac{1}{T}$

Satu periode gelombang dapat juga dinyatakan dalam ukuran sudut ( $\theta$ ) =  $2\pi$ .

#### D. Klasifikasi Teori Gelombang

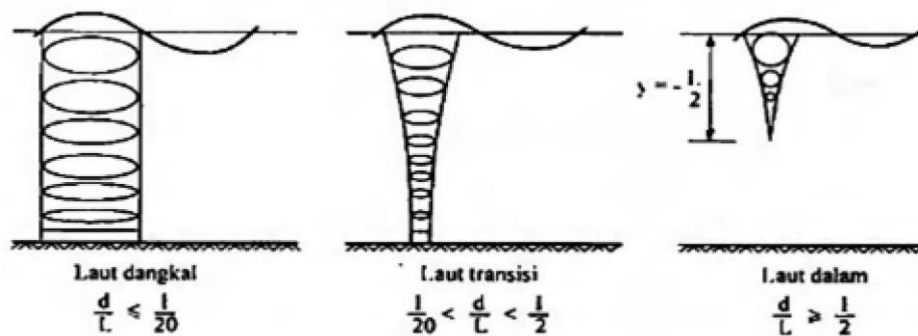
Jika ditinjau dari kedalaman relatif dimana gelombang menjalar, maka gelombang dikelompokkan dalam 3 kategori yaitu, gelombang laut dangkal, gelombang laut transisi, dan gelombang laut dalam. Batasan dari ketiga kategori tersebut didasarkan pada rasio antara kedalaman dan panjang gelombang ( $d/L$ ).

**Tabel 1.** Batasan Gelombang Air Dangkal, Air Transisi, dan Air Dalam

Kategori Gelombang	$d/L$	$2\pi d/L$	$\text{Tan h } (2\pi d/L)$
Air Dalam	$> 0,5$	$> \pi$	$\approx 1$
Air Transisi	$0,05 - 0,5$	$0,25 - \pi$	$\text{Tan h } (2\pi d/L)$
Air Dangkal	$< 0,05$	$< 0,25$	$2\pi d/L$

sumber : Perencanaan Bangunan Pantai (Triatmodjo, 2012)

Dalam gelombang terdapat partikel – partikel air yang berubah selama penjaralan gelombang dari laut dalam sampai laut dangkal. Bentuk partikel yang terdapat dalam gelombang yang bergerak menuju laut dangkal digambarkan pada gambar berikut.



**Gambar 2.** Gerak orbit partikel zat cair di laut dangkal, transisi, dan dalam  
(Triatmodjo, 2010)

### E. Energi dan Tenaga Gelombang

Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energi gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah, dan sisanya akan dipantulkan (refleksi), dihancurkan (disipasi) dan yang diteruskan (transmisi) tergantung dari karakteristik gelombang datang (periode, tinggi gelombang dan Panjang gelombang), tipe perlindungan pantai (permukaan halus atau kasar) dan dimensi serta geometri perlindungan (kemiringan, elevasi dan lebar halangan) serta kondisi lingkungan setempat (kedalaman air dan kontur dasar pantai) (CERC, 1984). Parameter refleksi gelombang biasanya

dinyatakan dalam bentuk koefisien refleksi ( $K_r$ ) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} \equiv \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:  $K_r$  : Koefisien Refleksi

$H_r$ : Tinggi Gelombang Refleksi (meter)

$H_i$ : Tinggi Gelombang Datang (meter)

$E_r$ : Energi Gelombang Refleksi

$E_i$ : Energi Gelombang Datang

Dimana energi refleksi  $E_r = \frac{1}{8} \rho g H_r^2$  energi gelombang datang adalah  $E_i =$

$\frac{1}{8} \rho g H_i^2$  dengan  $\rho$  adalah rapat massa zat cair dan  $g$  adalah percepatan gravitasi. Nilai  $K_r$  berkisar dari 1,0 untuk refleksi total dan 0 untuk tidak ada refleksi. Sedangkan Koefisien Transmisi ( $K_t$ ) dihitung dengan persamaan berikut:

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \equiv \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana energi gelombang transmisi adalah  $E_t = \frac{1}{8} \rho g H_t^2$

Menurut Horikawa (1978) bahwa besarnya energi gelombang yang didisipasi (dihancurkan/diredam) adalah besarnya energi gelombang datang dikurangi energi gelombang yang ditransmisikan dan direfleksikan

( $E_d = 1 - E_r - E_t$ ). Karena tidak ada gelombang transmisi maka nilai  $K_r$  dianggap nol, sehingga:

$$E_d = 1 - E_r \dots \dots \dots (5)$$

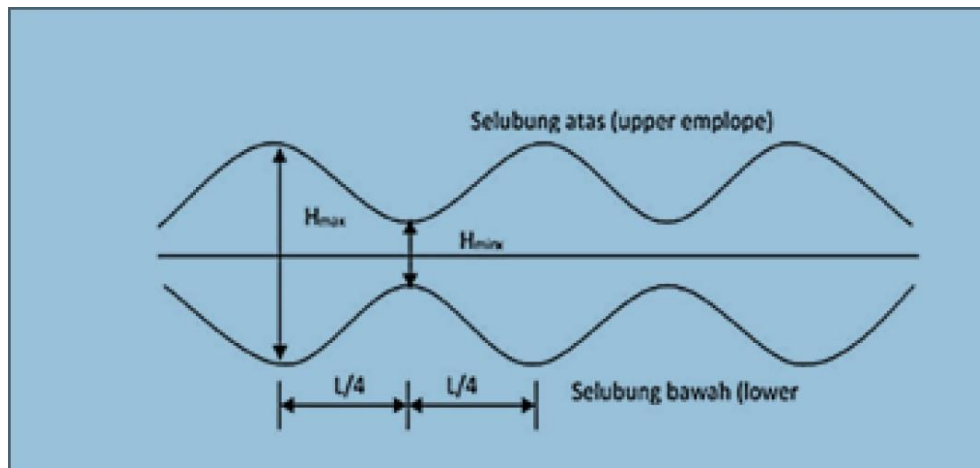
## F. Gelombang Berdiri Parsial

Apabila gelombang yang merambat melewati suatu penghalang, maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali oleh penghalang tersebut. Apabila pemantulannya sempurna atau gelombang datang dipantulkan seluruhnya, maka tinggi gelombang di depan penghalang menjadi dua kali tinggi gelombang datang dan disebut gelombang berdiri (*standing wave*). Akan tetapi jika penghalang memiliki porositas atau tidak dapat memantulkan secara sempurna, maka tinggi gelombang di depan penghalang akan kurang dari dua kali tinggi gelombang datang dan pada kondisi ini disebut gelombang berdiri parsial (sebagian). Contoh kejadian gelombang parsial adalah gelombang yang membentur pantai atau pemecah gelombang (*breakwater*) mengalami pemantulan energi yang tidak sempurna.

Jika suatu gelombang yang mengalami pemantulan yang tidak sempurna membentur suatu penghalang, maka tinggi gelombang datang  $H_i$  akan lebih besar dari tinggi gelombang yang direfleksikan  $H_r$ . Periode gelombang datang dan yang dipantulkan adalah sama, sehingga Panjang gelombangnya juga sama (Dean dan Dalrymple, 2000).

Karena pemantulan yang tidak sempurna, menyebabkan tidak ada

node yang sebenarnya dari profil gelombang tersebut. Profil gelombang untuk gelombang berdiri parsial ini dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Profil Gelombang Berdiri Parsial (Triatmodjo, 1999)

Untuk memisahkan tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang yang direfleksikan, maka persamaan (6) ditulis dalam bentuk lain seperti berikut:

$$H = \frac{H_i}{2} \cos(k_x \cos \sigma t + \sin k_x \sin \sigma t) + \frac{H_r}{2} (\cos(k_x + \epsilon) \cos \sigma t - \sin x / \epsilon) \sin \sigma t \dots (6)$$

$$H = \left( \frac{H_i}{2} \cos k_x + \frac{H_r}{2} \right) \cos k_x + \epsilon \cos \sigma t + \left( \frac{H_i}{2} \sin k_x - \frac{H_r}{2} \right) \sin(k_x + \epsilon) \dots (7)$$

Dengan menguraikan persamaan (6) dan (7) diperoleh elevasi muka air maksimum dan minimum untuk gelombang berdiri Sebagian seperti berikut (Paotonan.C, 2006) :

$$\frac{H_i}{2} = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \dots (8)$$

$$\frac{H_r}{2} = \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \dots (9)$$

Jika gelombang datang menghantam penghalang sebagian ditransmisikan, maka gelombang yang lewatpun akan mengalami hal yang sama seperti ketika membentur penghalang. Apabila gelombang yang ditransmisikan terhalang oleh suatu penghalang, maka tinggi gelombang transmisi  $H_t$  dapat dihitung dengan rumus:

$$H_{t_{max}} = \frac{H_i + H_r}{2} \dots\dots\dots (10)$$

dengan:  $H_{t_{max}}$ : Tinggi gelombang transmisi maksimum (meter)

$$H_{t_{min}} = \frac{H_i - H_r}{2} \dots\dots\dots (11)$$

dengan:  $H_{t_{min}}$ : Tinggi gelombang transmisi minimum (meter)

$$H_t = \frac{(H_{max})t + (H_{min})t}{2} \dots\dots\dots (12)$$

dengan:  $H_t$ : Tinggi gelombang transmisi (meter)

Dengan demikian untuk eksperimen di laboratorium, dilakukan pengukuran pada beberapa titik baik di depan model maupun di belakang model guna menentukan tinggi gelombang maksimum dan minimum. Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (10) sampai (12) tinggi gelombang datang, refleksi dan transmisi dapat dihitung.

### G. Refleksi Gelombang

Gelombang merambat dari laut dalam ke laut dangkal. Selama penjalaran tersebut, gelombang mengalami perubahan-perubahan atau disebut deformasi gelombang. Deformasi gelombang dapat disebabkan

karena variasi kedalaman air laut dan juga karena terdapatnya rintangan (pantai atau bangunan pantai).

Apabila suatu gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses refraksi, pendangkalan gelombang, difraksi, dan refleksi. (Triatmodjo, 2012)

Refleksi gelombang yaitu peristiwa pemantulan energi gelombang yang biasanya disebabkan oleh suatu bidang bangunan di lokasi pantai. Gelombang datang yang mengenai atau membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting didalam perencanaan bangunan pantai, terutama pada bangunan pelabuhan. Besar kemampuan suatu bangunan memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang refleksi ( $H_r$ ) dan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ).

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} \dots\dots\dots(13)$$

**Tabel 2.** Koefisien refleksi bangunan

<b>Tipe Bangunan</b>	<b>X</b>
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7 – 1,0
Dinding vertikal dengan puncak terendam	0,5 – 0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3 – 0,6
Tumpukan balok beton	0,3 – 0,5
Bangunan vertikal dengan peredam energi (diberi lubang)	0,05 – 0,2

Muttray dan Oumeraci (2006) melakukan penelitian tentang refleksi gelombang pada bangunan pemecah gelombang tipe *rubble mound* dengan kemiringan depan curam yang diteliti dalam tes model skala signifikan di Large Wave Flume (GWK) di Hanover, Jerman.

Refleksi gelombang pada bangunan pemecah gelombang tipe *rubble mound* akan bervariasi dengan kecuraman gelombang dan tinggi gelombang relatif. Dari hasil penelitian Muttray dan Oumeraci dapat dilihat bahwa refleksi gelombang dari struktur gundukan puing dengan permukaan depan yang curam dapat diperkirakan dengan pendekatan empiris berikut:

$$C_r = \frac{1}{1.3 + 3h \frac{2\pi}{l_0}} \dots\dots\dots(14)$$

## H. Bangunan Pantai

Bangunan pantai merupakan salah satu cara penanggulangan dalam mengatasi masalah yang ada di daerah pantai. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai, seperti diberikan berikut ini.

1. Memperkuat/melindungi pantai agar mampu menahan serangan gelombang
2. Mengubah laju transport sedimen sepanjang pantai,
3. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai,
4. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain.



Sesuai dengan fungsinya, bangunan pantai dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu:

1. Konstruksi yang dibangun di pantai sejajar dengan garis pantai, yang berupa revetment dan dinding pantai yang berfungsi untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan limpasan gelombang (*over topping*) ke darat.
2. Konstruksi yang dibangun kira-kira tegak lurus pantai dan sambung ke pantai. Contohnya groin dan jetty.
3. Konstruksi yang dibangun di lepas pantai dan sejajar dengan garis pantai yang disebut pemecah gelombang lepas pantai dan yang menjorok ke arah laut yang disebut pemecah gelombang sambung pantai.

#### **I. Hukum Dasar Model**

Konsep dasar pemodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di *prototipe* dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan sebangun (mirip) dengan yang ada di *prototipe*. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupa sebangun geometrik, sehingga kinematik (Nur Yuwono, 1996).

Hubungan antara model dan *prototipe* diturunkan dengan skala, untuk masing-masing parameter mempunyai skala tersendiri dan besarnya

tidak sama. Skala dapat didefinisikan sebagai rasio antara nilai yang ada di *prototipe* dengan nilai parameter tersebut pada model.

### I. 1 Sebangun Geometrik

Sebangun geometrik adalah suatu kesebangunan dimana bentuk yang ada dimodel sama dengan bentuk *prototipe* tetapi ukurannya yang berbeda. Perbandingan antara model dan *prototipe* adalah sama. Ada dua macam kesebangunan geometrik, yaitu sebangun geometrik sempurna (tanpa distorsi) dan sebangun geometrik dengan distorsi (*distorted*). Pada sebangun geometrik sempurna skala panjang arah horizontal (skala panjang) dan skala arah vertikal (skala tinggi) adalah sama. Sebangun geometrik dapat dinyatakan dalam bentuk:

Dengan:

$$n_L = \frac{L_p}{L_m} \dots\dots\dots(15)$$

$$n_h = \frac{h_p}{h_m} \dots\dots\dots(16)$$

Dengan :

$n_L$ : skala panjang

$n_h$ : skala tinggi

$L_p$ : ukuran panjang *prototipe*

$L_m$ : ukuran panjang model

$h_p$ : ukuran tinggi pada *prototype*

$h_m$ : ukuran tinggi pada model

## I. 2 Sebangun Kinematik

Sebangun kinematik adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometrik dan perbandingan kecepatan dan percepatan aliran di dua titik pada model dan *prototipe* pada arah yang sama adalah sama besar. Pada model tanpa distorsi, perbandingan kecepatan dan percepatan pada semua arah adalah sama, sedangkan pada model dengan distorsi perbandingan yang sama hanya pada arah tertentu saja, yaitu pada arah vertikal atau horizontal. Oleh sebab itu pada permasalahan yang menyangkut tiga dimensi sebaiknya tidak menggunakan *distorted* model.

$$n_u = \frac{u_p}{u_m} = \frac{n_L}{n_T} \dots\dots\dots(17)$$

$$n_a = \frac{a_p}{a_m} = \frac{n_L}{n_T^2} \dots\dots\dots(18)$$

$$n_Q = \frac{Q_p}{Q_m} = \frac{n_L^3}{n_T} \dots\dots\dots(19)$$

$$n_T = \frac{T_p}{T_m} \dots\dots\dots(20)$$

Dengan:

$n_u$ : skala kecepatan

$n_a$ : skala tinggi

$n_Q$  : skala debit

$n_T$  : skala waktu

$a$  : percepatan

$Q$  : debit rencana

## I. 3 Sebangun Dinamik

Sebangun dinamik adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometrik dan kinematik, serta perbandingan gaya-gaya yang

bekerja pada model dan *prototipe* untuk seluruh pengaliran pada arah yang sama adalah sama besar. Gaya-gaya yang dimaksud adalah gaya inersia, gaya tekanan, gaya berat, gaya gesek, gaya kenyal dan tegangan permukaan.

Beberapa sebangun dinamik yaitu sebangun dinamik Reynold (*Reynold number*) yang diekspresikan sebagai perbandingan gaya inersia terhadap gaya gesek, sebangun dinamik froude (*froude number*) yaitu perbandingan gaya inersia dan gaya gravitasi, bilangan Cauchy (*Cauchy Number*) yaitu perbandingan gaya inersia dan gaya elastik serta bilangan Weiber (*Weiber Number*) yaitu perbandingan antara gaya inersia dan gaya tegangan permukaan.

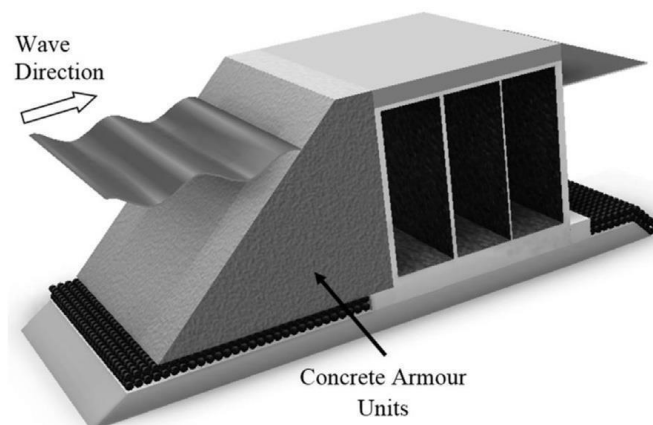
Untuk penelitian refleksi pada struktur terapung dengan pertimbangan fasilitas yang ada di laboratorium, maka pada penelitian ini, akan menggunakan skala panjang yang sama dengan skala tinggi (*undistorted models*) dan menggunakan kesebangunan Froude.

## **J. OWEC Breakwater**

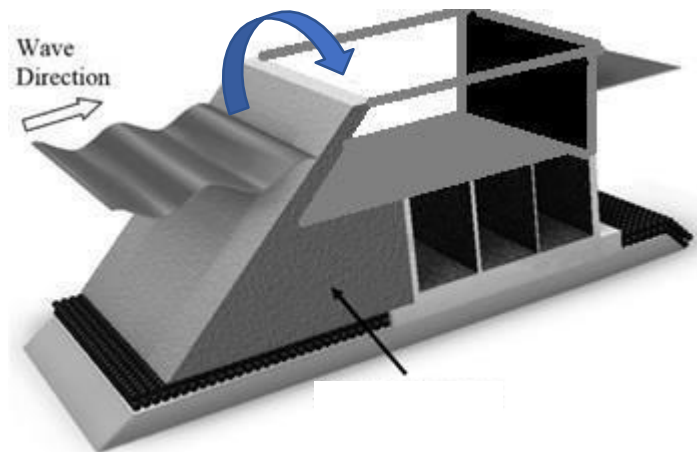
Pada penelitian ini, model yang dibuat didasarkan pada konsep pelindung pantai . OWEC *Breakwater* (*overtopping wave energy converter breakwater*) dilengkapi dengan reservoir yang dibuat pada puncak bangunan yang berfungsi untuk menangkap dan mengumpulkan limpasan gelombang *overtopping* yang melewati puncak model tersebut. Gelombang yang tertangkap ke dalam reservoir tersebut dalam bentuk debit

*overtopping* dan akan menghasilkan beda tinggi muka air antara reservoir dengan muka air laut yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan daya.

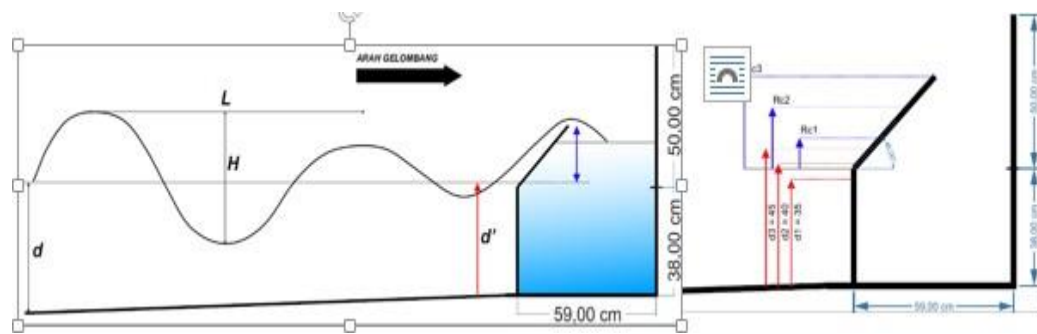
Kajian dalam penelitian ini dibatasi hanya pada kajian kemampuan model dalam menangkap gelombang yang melimpas pada puncak struktur melalui mekanisme *overtopping* yang disebut debit *overtopping*, yang dipengaruhi oleh parameter gelombang dan parameter struktur, dan tidak membahas mengenai turbin, debit air yang masuk ke dalam model dan sisi ke-listrikan-nya. Gambar 4 menunjukkan ilustrasi model breakwater konvensional, yakni yang berkerja dengan menghancurkan gelombang, sedangkan gambar 5 memperlihatkan ilustrasi model perubahan konsep breakwater konvensional penghancur gelombang, menjadi OWEC breakwater (*overtopping wave energy converter*) penangkap gelombang. Sketsa model OWEC *breakwater* dengan beberapa parameter parameter yang terlibat pada penelitian ini disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 4.** Ilustrasi breakwater konvensional Overtopping



**Gambar 5.** Ilustrasi OWEC breakwater



**Gambar 6.** Sketsa model OWEC breakwater dengan variasi parameter