

**SKRIPSI**

**UNJUK KERJA PEREDAM GELOMBANG VARIASI TIPE PANTAI  
LANDAI DAN PARABOLA BERPORI PADA TANGKI GELOMBANG  
LABORATORIUM TEKNOLOGI KELAUTAN**

Disusun dan diajukan oleh:

**ADEMULYA WARDANA MUSTADIR  
D081171308**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### UNJUK KERJA PEREDAM GELOMBANG VARIASI TIPE PANTAI LANDAI DAN PARABOLA BERPORI PADA TANGKI GELOMBANG LABORATORIUM TEKNOLOGI KELAUTAN

Disusun dan diajukan oleh:

**Ademulya Wardana Mustadir**  
**D081171308**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar Pada tanggal 24 November 2022 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I,



**(Sabaruddin Rahman, ST., MT., Ph.D)**

NIP. 19760719 200112 1 001

Pembimbing II,



**(Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, ST., MT.)**

NIP. 19730709 200003 1 001

Ketua Program Studi,



**(Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.)**

NIP. 19750605 200212 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ;  
Nama : Ademulya Wardana Mustadir  
NIM : D081 17 1308  
Program Studi : Teknik Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Unjuk Kerja Peredam Gelombang Variasi Tipe Pantai Landai dan Parabola  
Berpori pada Tangki Gelombang Laboratorium Teknologi Kelautan

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari dosen pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 24 November 2022



g menyatakan,

Ademulya Wardana Mustadir

## ABSTRAK

**ADEMULYA WARDANA MUSTADIR, D081171308.** *Unjuk Kerja Peredam Gelombang Variasi Tipe Pantai Landai dan Parabola Berpori pada Tangki Gelombang Laboratorium Teknologi Kelautan* (Dibimbing oleh **Sabaruddin Rahman, S.T., M.T., Ph.D** dan **Dr.Eng, Achmad Yasir Baeda, ST., MT.**)

Gelombang laut adalah pergerakan air pada permukaan laut dengan gerakan naik turun yang menyerupai bentuk garis sinusoidal yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang terjadi di permukaan laut seperti angin, gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari, gempa dan pergerakan oleh objek di laut seperti kapal. Energi yang ditimbulkan oleh gelombang laut tidak pernah berhenti dan dapat mengikis area disekitarnya.

Peredam gelombang diperlukan untuk mengurangi energi gelombang datang dan gelombang pantul yang berlebihan dan tidak diinginkan di area perairan seperti pelabuhan, pantai, mercusuar, serta bangunan laut lainnya. Maka dari itu tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas peredaman gelombang dari peredam variasi tipe pantai landai dan parabola berpori sebagai penunjang penelitian di Laboratorium Teknologi Kelautan.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Kelautan Universitas Hasanuddin. Gelombang reguler diuji dalam *wave flume* gelombang dengan panjang 25 m, lebar 1 m dan kedalaman 1,2 m yang dilengkapi dengan pembangkit gelombang tipe flap. Peredam gelombang di ujung lainnya dibuat dengan *foam* dengan tebal 20 cm dan dipasang pada penampang baja berpori dengan porositas 0.155091. Delapan titik *wave probe* ditempatkan bersama disepanjang *wave flume*. *Wave probe* 8 diletakkan sejauh panjang gelombang dari peredam gelombang dan berjarak  $1/8$  panjang gelombang antar probe 1-8. Data fluktuasi muka air diolah untuk mendapatkan tinggi gelombang di setiap *wave probe* menggunakan metode zero up crossing. Setelah beberapa gelombang datang mencapai peredam dipantulkan dan terbaca oleh *wave probe*.

Percobaan peredaman gelombang yang dilakukan dilaboratorium menghasilkan peredaman gelombang yang relatif baik dimana nilai koefisien refleksi yang didapatkan rata-rata dibawah 0.2 ( $H_r/H_i$ ). Kecuraman gelombang berbanding lurus dengan amplitudo dan berbanding terbalik dengan koefisien refleksi jika kecuraman tinggi maka akan menghasilkan koefisien refleksi yang semakin kecil, karena semakin curam gelombang, maka gelombang yang diterima peredam semakin miring dan menyebabkan gelombang yang dipantulkan menjadi lebih kecil. Pada kedalaman 0.7 m menghasilkan koefisien refleksi lebih tinggi dari kedalaman 0.6 m dan 0.5 m. Ini disebabkan karena panjang gelombang pada kedalaman 0.7 m lebih besar sehingga kecuraman gelombang pun menjadi lebih kecil dan menyebabkan pantulan gelombang lebih besar.

**Kata Kunci:** Gelombang, Kecuraman Gelombang, Koefisien Refleksi, Pembangkit Gelombang, Peredam Gelombang

## ABSTRACT

**ADEMULYA WARDANA MUSTADIR, D081171308** *Performance Test of Sloping Beach and Porous Parabolic Type Wave Absorber Variation on Wave Tanks at Ocean Technology Laboratory (Supervised by **Sabaruddin Rahman, S.T., M.T., Ph.D** and **Dr.Eng, Achmad Yasir Baeda, ST., MT.**)*

Ocean waves are the movement of water on the sea surface with an up and down movement that resembles a sinusoidal line shape caused by forces that occur on the sea surface such as wind, attractive forces between the earth, moon and sun, earthquakes and movements by objects in the sea such as ships. The energy generated by ocean waves never stops and can erode the surrounding area.

Wave absorbers are needed to reduce the energy of incoming waves and excessive and unwanted reflected waves in water areas such as ports, beaches, lighthouses, and other ocean structures. Therefore, the main purpose of this research is to test the effectiveness of the sloping beach type and the porous parabolic type wave absorber as a support for future research at the Ocean Technology Laboratory.

This research was conducted at the Ocean Technology Research Laboratory, Hasanuddin University. Regular waves were tested in a wave flume with a length of 25 m, a width of 1 m and a depth of 1.2 m equipped with a flap type wave maker. The wave absorber at the other end is made of foam with a thickness of 20 cm and is mounted on a porous steel cross section with a porosity of 0.155091. Eight wave probe points are placed together along the wave flume. Wave probe 8 is placed as far as wavelength from the wave absorber and 1/8 wavelength between probes 1-8. Fluctuations produced by the wave makers will then be processed to acquire the wave height on each wave probe using zero up crossing method. After several incoming waves reach the wave absorber they are reflected and read by the wave probe.

Wave absorption experiments carried out in the laboratory resulted in relatively good wave absorption where the average coefficient of reflection value was below 0.2 ( $H_r/H_i$ ). The steepness of the wave is directly proportional to the amplitude and if the steepness is high it will produce a smaller coefficient of reflection, because the steeper the wave, the wave received by the absorber will be tilted and causing the reflection to be smaller. At a depth of 0.7 m, the coefficient of reflection is higher than at a depth of 0.6 m and 0.5 m. This is because the wavelength at a depth of 0.7 m is greater so that the steepness of the wave becomes smaller and causes a larger wave reflection.

**Keywords:** *Coefficient of Reflection, Wave Absorber, Wave Maker, Waves, Wave Steepness*

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Gelombang.....	5
2.2 Klasifikasi Macam – macam Gelombang Laut.....	6
2.2.1 Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Periode .....	6
2.2.2 Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Kedalaman Relatif .....	6
2.3 Teori Gelombang .....	8
2.3.1 Teori Gelombang Airy .....	8
2.3.2 Teori Gelombang Stokes .....	9
2.3.3 Teori Gelombang Knoidal .....	10
2.4 Refleksi Gelombang.....	12
2.5 Penelitian Yang Relevan .....	14
2.5.1 SIPWA (Superposed and Inclined Planes Wave Absorber).....	14

2.5.2 <i>Vertical Mesh</i> (Jala Vertikal) .....	15
2.5.3 <i>Porous Parabole</i> (Parabola Berpori) .....	15
2.5.4 The Sloping Beach (Pantai Landai) .....	16
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	23
3.2 Jenis Data .....	23
3.3 Alat dan Bahan.....	23
3.4 Model Peredam Gelombang.....	27
3.5 Metode Pengambilan Data .....	28
3.6 Alur Pelaksanaan Simulasi .....	29
3.7 Alur Penelitian .....	31
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Pelaksanaan Pengujian .....	33
4.2 Data uji coba gelombang .....	34
4.3 Panjang Gelombang .....	35
4.4 Fluktuasi Muka Air .....	35
4.5 Tinggi Gelombang.....	37
4.6 Koefisien Refleksi .....	37
4.7 Kecuraman Gelombang.....	43
4.8 Kemiringan Model .....	48
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gerak orbit partikel zat cair laut dangkal, transisi, dan laut dalam ..	7
Gambar 2. 2 Sketsa definisi parameter gelombang.....	9
Gambar 2. 3 Gelombang knoidal.....	11
Gambar 2. 4 Profil gelombang parsial.....	12
Gambar 2. 5 Tampak Samping SIPWA.....	15
Gambar 2. 6 Tampak samping dari penyerap.....	15
Gambar 2. 7 Tampak samping parabola berpori dengan busa .....	16
Gambar 2. 8 Tampak samping pantai yang landai .....	16
Gambar 2. 9 Parabola terbuat dari polieter busa .....	17
Gambar 2. 10 Dinding Vertikal Busa Polieter .....	18
Gambar 2. 11 Hexablok .....	18
Gambar 2. 13 Koefisien Refleksi kedalaman 25 cm .....	21
Gambar 2. 12 Koefisien Refleksi kedalaman 34 cm .....	21
Gambar 2. 14 Koefisien Refleksi kedalaman 40 cm .....	22
Gambar 2. 15 Alternatif untuk konfigurasi .....	22
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Peredam Gelombang .....	24
Gambar 3. 3 <i>wave flume</i> .....	24
Gambar 3. 4 <i>Wave Maker</i> yang digunakan pada <i>wave flume</i> .....	24
Gambar 3. 5 <i>Wave Monitor</i> (Bawah) dan <i>Remote Control</i> (Atas) .....	25
Gambar 3. 6 <i>Wave Probe</i> disepanjang flume .....	25
Gambar 3. 7 Komputer yang telah terinstall HR DAQ dan HR MERLIN .....	26
Gambar 3. 8 UPS.....	26
Gambar 3. 9 Model peredam gelombang (a) tampak samping, (b) tampak atas	27
Gambar 3. 10 Sketsa penampang baja berpori .....	28
Gambar 3. 11 Pengaturan pengukuran gelombang.....	29
Gambar 3. 12 Flowchart alur simulasi .....	30
Gambar 3. 13 Flowchart alur penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Penempatan letak peredam gelombang pada <i>Wave Flume</i> .....	33
Gambar 4. 2 Proses kalibrasi dilakukan sebelum running.....	34
Gambar 4. 3 Grafik fluktuasi muka air pada gelombang $A= 0.036$ dan $T= 1.414$ di kedalaman 0.6 m (40 dari 310 detik) .....	36

Gambar 4. 4 Tinggi gelombang datang dan refleksinya pada inputan $A=1.414$ dengan kedalaman 0.6m (B22) .....	41
Gambar 4. 5 Grafik Koefisien Refleksi untuk percobaan B22.....	41
Gambar 4. 6 Grafik kecuraman gelombang kedalaman 0.5 m inputan $T = 1.23$ (C1), 1.414 (C2), 1.732 (C3), dan 2(C4) s.....	44
Gambar 4. 7 Grafik kecuraman gelombang kedalaman 0.6 m inputan $T = 1.23$ (C1), 1.414 (C2), 1.732 (C3), dan 2(C4) s.....	46
Gambar 4. 8 Grafik kecuraman gelombang kedalaman 0.7 m inputan $T = 1.23$ (C1), 1.414 (C2), 1.732 (C3), dan 2(C4) s.....	47
Gambar 4. 9 Grafik Koefisien Refleksi terhadap Kecuraman Gelombang ( $H_i/L$ )	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Gelombang Periode (Beer, 1997) .....	6
Tabel 2. 2 Klasifikasi Gelombang Airy (Yuwono, 1982) .....	7
Tabel 2. 3 Karakteristik tes yang berbeda dalam tes program.....	19
Tabel 4. 1 Tabel data uji coba gelombang .....	35
Tabel 4. 2 Fluktuasi Muka Air pada gelombang $A= 0.036$ dan $T= 1.414$ di kedalaman $0.6$ m.....	36
Tabel 4. 3 Tinggi Gelombang rerata masing-masing probe untuk periode inputan $1.414$ dan kedalaman $0.6$ m .....	37
Tabel 4. 4 Tabel hasil data Tinggi gelombang datang serta refleksinya dan Koefisien Refleksi ( $K_r$ ) (Sumber: Hasil olah data FORTRAN) .....	38
Tabel 4. 5 Data hasil running dan pengolahan data yang telah dirata-ratakan...	42
Tabel 4. 6 Data $H_i/L$ untuk setiap periode dan amplitudo di kedalaman $0.5$ m ....	43
Tabel 4. 7 Data $H_i/L$ untuk setiap amplitudo dan amplitudo di kedalaman $0.6$ m	45
Tabel 4. 8 Data $H_i/L$ untuk setiap amplitudo dan amplitudo di kedalaman $0.7$ m	46
Tabel 4. 9 Koefisien refleksi dari data hasil percobaan dan dari grafik fungsi koefisien refleksi pada kemiringan $15^\circ$ .....	49

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A, a	Amplitudo
d	Ketinggian muka air dari dasar <i>wave flume</i>
dx	Jarak antar Probe
F	Frekuensi
Kr	Koefisien Refleksi
L	Panjang Gelombang
$\eta(x,t)$	Fluktuasi muka air terhadap muka air diam
Hi	Tinggi gelombang datang
Hr	Tinggi gelombang refleksi
T	Periode

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Grafik Fluktuasi Muka Air .....	54
Lampiran 2 Tabel data Ketinggian gelombang datang, gelombang pantul, dan Koefisien refleksi .....	84

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan petunjuk-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin serta shalawat serta salam kepada junjungan tertinggi *Nabiullah* Muhammad SAW, Nabi pembawa cahaya ilmu pengetahuan yang terus berkembang hingga kita merasakan nikmatnya hidup zaman ini.

Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Unjuk Kerja Peredam Gelombang Variasi Tipe Pantai Landai dan Parabola Berpori pada Tangki Gelombang Laboratorium Teknologi Kelautan”. Selama melaksanakan penelitian dan menyelesaikan Tugas Akhir Ini, penulis banyak mendapatkan pengalaman, bantuan, dukungan serta bimbingan baik dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada orang tua tercinta, **Ayah (Ir. Mustadir Malia)** dan **Ibu (Ummu Kalsum)** serta seluruh keluarga atas dukungan dan doa yang tak henti – hentinya selalu diberikan kepada penulis sehingga menyelesaikan pendidikan sarjana.
2. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT**, selaku Kepala Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar dan sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan kepada penulis.
3. Bapak **Sabaruddin Rahman, ST., MT., Ph.D.**, selaku Pembimbing I dan dosen Pembimbing Akademik, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan ini.
4. Bapak **Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, ST., MT**, selaku Pembimbing II atas segala saran dan bimbingan yang telah diberikan serta pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan ini.

5. Ibu **Dr. Hasdinar Umar, ST., MT**, selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dan arahan terkhusus pada penulisan laporan skripsi sampai kepada rampungnya penulisan ini.
6. Seluruh Dosen Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu pengetahuan, dan bimbingan selama penulis melakukan studi dari tahun 2017.
7. Seluruh Tenaga Pendidikan Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus **Ibu Marwah, Pak Dayat, Pak Rio serta Pak Isran** yang telah membantu dan pelayanan selama penulis melakukan studi dari tahun 2017
8. **Teman - teman Angkatan 2017 Teknik Kelautan** yang senantiasa memberi semangat, dorongan serta masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat.

Akhir kata, rasa syukur yang paling utama milik Allah SWT atas berkat serta hikmat yang diberikan selama ini, semoga segala kebaikan dari pihak yang telah membantu dibalas dengan kebaikan yang lebih. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan selanjutnya.

Gowa, 24 November 2022

Penulis

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang berada dalam kawasan perairan laut yang luas, mempunyai banyak pulau, dikelilingi oleh lautan. Mayoritas penduduk Indonesia tinggal di daerah pesisir. Perairan Indonesia juga memiliki banyak potensi kekayaan sumber daya hayati yang belum sepenuhnya tereksplorasi dan tereksplorasi secara optimal. Indonesia dengan negara terluas di Asia Tenggara (Siombo, 2009), memiliki 17,499 pulau dari Sabang sampai Merauke, dengan total luas wilayah 7,81 juta kilometer persegi yang terdiri dari 2,01 juta kilometer persegi daratan, 3,25 juta kilometer persegi lautan, dan 2,55 juta kilometer ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) (Roza, 2017). Sebagai salah satu negara tropis yang kaya akan sumber daya hayati dan diakui sebagai negara dengan memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi (Pramono, 2005), data dari Dirjen Perikanan Tangkap pada periode 2000-2010, volume produksi perikanan tangkap meningkat sebesar 2,73% pertahun, yaitu pada tahun 2000 sebanyak 4.125.525 ton dan pada tahun 2010 meningkat menjadi 5.384.418 ton (Data Statistik Perikanan, 2011).

Menurut Sutirto dan Diarto (2014), laut merupakan sumber energi yang sangat besar, energi yang dimaksud berupa gelombang laut dan angin. Gelombang laut dihasilkan oleh transfer energi yang akan merambat melintasi permukaan laut (Jasin dan Joshua, 2015). Gelombang tinggi dapat mengganggu aktivitas yang mempengaruhi kehidupan masyarakat di darat. Gelombang tinggi dapat dihindari atau dikurangi jika informasi tentang karakteristik gelombang di semua wilayah dapat dipahami untuk membantu perencanaan kegiatan laut (Kurniawan dkk. 2012).

Gelombang laut merupakan pergerakan dari air laut pada permukaan dengan gerakan naik ataupun turun yang berbentuk sama seperti garis sinusoidal, yang dapat timbul diakibatkan oleh gaya pembangkit pada permukaan laut dengan macam pembangkit gelombang laut oleh angin, gaya tarik menarik antarabumi, bulan dan matahari, gempa dan terakhir oleh gerakan kapal (Ayunarita, 2017). Menurut Triatmodjo (1999) dalam Megawati dkk. (2015) Di daerah pembangkitan

gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin, dengan pergerakan udara yang dapat merubah suhu dari atmosfer dan juga angin dapat mempengaruhi tinggi rendahnya gelombang laut dengan siklus semakin kuat maka angin gelombang laut akan besar.

Interaksi gelombang dengan struktur pantai merupakan fenomena yang banyak dipelajari di laboratorium. Salah satu faktor penting dalam pengujian bangunan pantai di laboratorium menggunakan gelombang adalah kesesuaian gelombang di lapangan dengan yang dibangkitkan di laboratorium baik tinggi maupun periode gelombang. Pembangkit gelombang memiliki kemampuan dan keterbatasan dalam membangkitkan gelombang. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain dimensi tangki gelombang, alat pembangkit gelombang, sistem frekuensi gelombang dan metode pengukuran tinggi gelombang yang digunakan. Selain itu, gelombang refleksi yang dihasilkan oleh model juga dapat memberikan pengaruh yang signifikan. Oleh karena itu, akurasi pengukuran tinggi merupakan faktor utama dalam menentukan ketidakpastian pengujian.

Maka dari itu dilakukanlah percobaan pengukuran gelombang pada tangki gelombang dengan penyerap gelombang yang telah di-*install* di laboratorium dan kemudian akan dituangkan dalam bentuk penulisan tugas akhir atau skripsi dengan judul **Unjuk Kerja Peredam Gelombang Variasi Tipe Pantai Landai dan Parabola Berpori pada Tangki Gelombang Laboratorium Teknologi Kelautan.**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, melalui penelitian ini akan dilakukan percobaan untuk menguji peredaman gelombang dengan peredam gelombang variasi tipe pantai landai dan parabola berpori pada *wave flume*. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini yang menjadi permasalahan penelitian yang harus dikaji adalah bagaimana pengaruh tinggi permukaan air, tinggi gelombang dan periode serta kemiringan peredam dalam mengurangi pantulan dari gelombang datang setelah melalui peredam gelombang.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui efektivitas peredaman dari peredam gelombang di *wave flume*.
2. Mengetahui pengaruh periode, tinggi gelombang, serta kemiringan peredam terhadap hasil peredaman gelombang di *wave flume*.
3. Membandingkan hasil peredaman dari peredam gelombang di *wave flume* dengan peredam gelombang lain.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini dapat memberikan informasi tentang tingkat peredaman gelombang di dalam *wave flume*.

### 1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian tidak terlalu luas dan masih dalam kategori dapat dilakukan (*manageable*) serta karena keterbatasan-keterbatasan yang ada, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal seperti berikut:

1. Pengaruh kekakuan daya dan dinding *wave flume* di abaikan;
2. Arah datang gelombang tegak lurus peredam gelombang;
3. Dasar *wave flume* di anggap datar.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.

#### BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian

yang telah dilakukan sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan penelitian yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan penelitian sampai selesai dan pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Berisikan hasil-hasil analisis dan data-data penjaran gelombang pada penempatan probe berdasarkan lebar celah gelombang yang sudah divariasikan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan hasil analisis dan evaluasi yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat dalam penelitian.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gelombang**

Gelombang laut diklasifikasikan menjadi beberapa macam bergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut misalnya dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut sehingga dipengaruhi oleh gelombang angin, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik bumi dan benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena gempa di laut atau letusan gunung berapi, gelombang laut juga dapat diakibatkan oleh objek yang bergerak seperti kapal, dan sebagainya pada permukaan laut.

Gelombang laut terbentuk pada daerah yang perairan lepas atau ditengah laut, gelombang dapat terjadi karena adanya pengaruh dari angin yang menyentuh permukaan laut, gesekan pada angin akan membentuk gerakan seperti mengombak dan sirkulasi (Sutedjo dan Pradana, 2018). Gelombang merupakan salah satu dari parameter laut terhadap laju mundurnya garis pantai yang posisinya dapat berubah karena pasang surut maupun juga erosi yang terjadi di Indonesia (Wakkary dkk. 2017). Menurut Kurniawan dkk. (2012) Beberapa jenis pembangkit gelombang, gelombang yang dibangkitkan oleh angin yang paling dominan terjadi dipermukaan air laut yang terlihat dari frekuensi kejadiannya ataupun juga energinya.

Gelombang yang dipelajari serta diteliti dalam bidang teknologi kepantaian adalah gelombang pasang-surut (pasut) dan gelombang angin. Gelombang dapat merusak pantai, menyebabkan sedimentasi dan berpengaruh pada bangunan-bangunan pantai. Energi gelombang ini kemudian akan membangkitkan arus dan mempengaruhi pergerakan sedimen dalam arah sejajar pantai (longshore) dan tegak lurus pantai (cross-shore). Pada perencanaan teknis bidang teknologi kepantaian, gelombang merupakan faktor utama yang harus diperhitungkan penyebab gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.

Gelombang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Angin (Kecepatan angin, Panjang/jarak hembusan angin, Waktu (lamanya) hembusan angin)
- b. Geometri laut (topografi atau profil laut dan bentuk pantai)

- c. Gempa di wilayah perairan

## 2.2 Klasifikasi Macam – macam Gelombang Laut

Gelombang dapat diklasifikasikan dari jenis macamnya seperti dari terpecahnya suatu gelombang serta adanya pembangkit dari gelombang, kedalaman yang relatif dan yang terakhir dari sifat gelombang (Dhanista dan Wimala, 2017).

### 2.2.1 Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Periode

Diantara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam bidang teknik pantai adalah gelombang angin (untuk selanjutnya disebut gelombang) dan gelombang pasang surut. Gelombang merupakan salah satu bentuk energi yang membentuk pantai, menimbulkan arus dan terjadinya transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sejajar pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur pantai. Gelombang menjadi faktor utama dalam penentuan tata letak atau *layout* pelabuhan, perencanaan bangunan pantai, alur pelayaran dan sebagainya. Oleh karena itu seorang ahli teknik kepantiaian harus memahami dengan baik karakteristik dan perilaku gelombang baik di laut dalam maupun laut dangkal, selama penjalarnya menuju pantai maupun di daerah pantai, dan pengaruhnya terhadap bangunan pantai.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Gelombang Periode (Beer, 1997)

Periode (T)	Tipe Gelombang	Kenampakan Umum
< 1 detik	<i>Capillary Waves</i>	<i>Ripple, riak</i>
~ 1 detik	<i>Wind waves (chop)</i>	Gelombang
~10 detik	<i>Swell</i>	<i>Breaker, Alun</i>
Menit	<i>Seiches</i>	Gelombang Pelabuhan
Jam	<i>Tidal Waves</i>	Pasang Surut

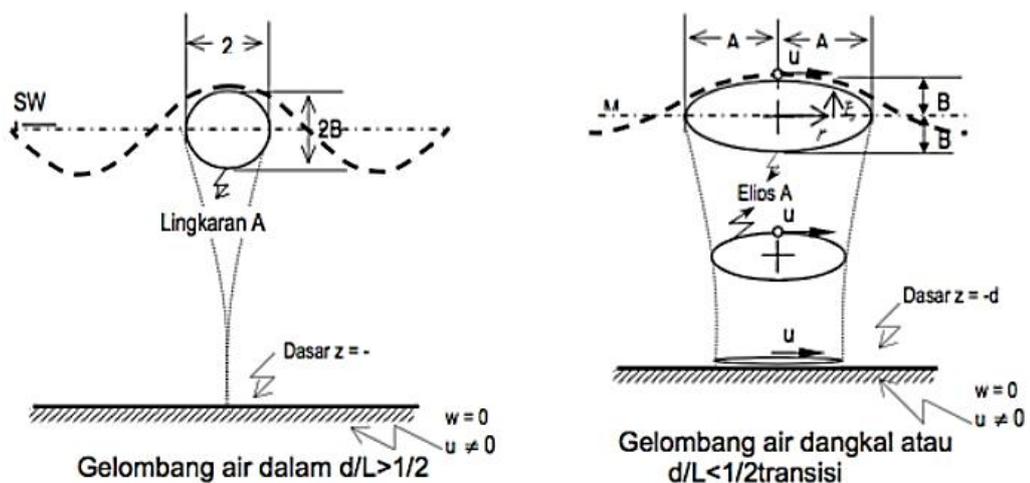
### 2.2.2 Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Kedalaman Relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang  $L$ , ( $d/L$ ), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam dapat dilihat pada Tabel 2. 2.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Gelombang Airy (Yuwono, 1982)

Keterangan	Gelombang di laut dangkal	Gelombang di laut transmisi	Gelombang di laut dalam
d/L	$d/L \geq 1/2$	$1/20 < d/L < 1/2$	$d/L \leq 1/20$
$Tanh(2\pi d/L)$	$\approx 2\pi d/L$	$Tanh(2\pi d/L)$	$\approx 1$
Cepat rambat gelombang	$C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$	$C = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi} tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$	$C = C_o = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}$
Panjang Gelombang	$L = T\sqrt{gd}$	$L = \frac{gT^2}{2\pi} tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$	$L = L_o = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2$

Dalam gelombang terdapat partikel air yang berubah selama perjalanan gelombang dari laut dalam menuju laut dangkal. Bentuk partikel yang terdapat dalam gelombang yang bergerak menuju laut dangkal. Selama perjalanan gelombang dari laut dalam ke laut dangkal, orbit partikel mengalami perubahan bentuk seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2. 1.



Gambar 2. 1 Gerak orbit partikel zat cair di laut dangkal, transisi, dan laut dalam (Triatmodjo, 1999)

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus-rumus gelombang. Apabila kedalaman relatif  $d/L \geq 1/2$ , nilai  $\tanh(d\pi d/L) = 1,0$  sehingga Persamaan C dan L (dengan nilai  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) menjadi:

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} = 1,56 T \quad (2.1)$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1,56 T^2 \quad (2.2)$$

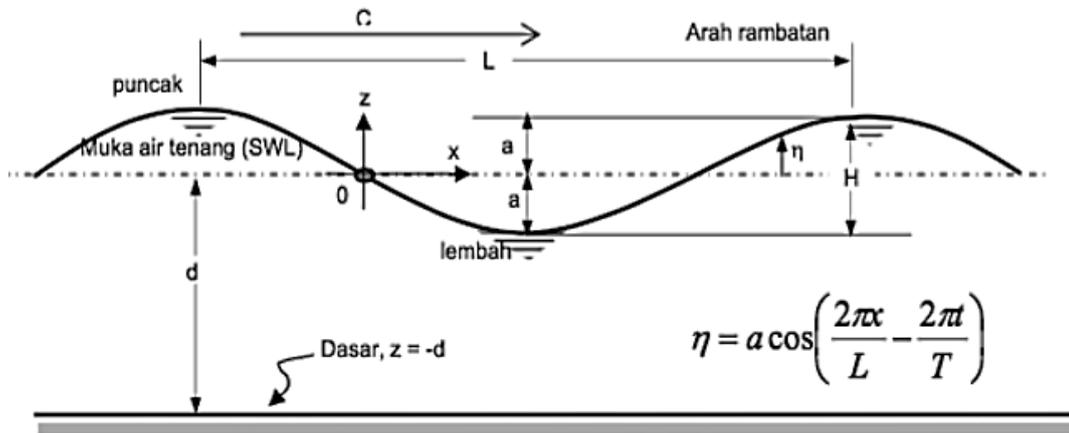
### 2.3 Teori Gelombang

Ada beberapa dengan berbagai derajat kekompleksan dan ketelitian untuk menggambarkan gelombang di alam, diantaranya adalah teori Airy, Stokes, dan Knoidal. Masing-masing teori tersebut mempunyai batasan keberlakuanyang berbeda, seperti yang dijelaskan dibawah ini;

#### 2.3.1 Teori Gelombang Airy

Teori gelombang Airy (teori amplitudo kecil) diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tidak terotasi (irrotational flow) dengan kondisi batas di dasar laut dan di permukaan air. Ada beberapa anggapan yang digunakan agar dapat menurunkan persamaan gelombang, diantaranya sebagai berikut:

1. Zat cair tidak termampatkan dan homogen, sehingga rapat masanya konstan.
2. Tegangan pada permukaan diabaikan.
3. Gaya coriolis (gaya akibat perputaran bumi) diabaikan.
4. Tekanan pada permukaan air dianggap konstan dan seragam.
5. Zat cair adalah ideal, sehingga berlaku aliran tak terotasi.
6. Dasar laut dianggap horizontal dan tetap serta impermeable sehingga kecepatan vertikal di dasar dianggap nol.
7. Amplitudo kecil terhadap kedalaman air dan panjang gelombang.
8. Gerak gelombang berbentuk silinder dan tegak lurus dari arah penjalaran gelombang sehingga gelombang tampak dua dimensi.



Gambar 2. 2 Sketsa definisi parameter gelombang (Yuwono, 1982)

Gambar 2. 2 menunjukkan suatu gelombang pada sistem koordinat x-y. Dapat terlihat gelombang menjalar pada sumbu x. Notasi yang digunakan dalam perhitungan Gelombang Airy diantaranya adalah:

H : Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)

$\eta(x,t)$ : Fluktuasi muka air terhadap muka air diam =  $\eta = a \cos(kx - \omega t)$

H : Tinggi gelombang =  $2a$

a : Amplitudo gelombang

T : Periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya

L : Panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan

$\Sigma$  : Frekuensi gelombang =  $2\pi / T$

g : Gravitasi =  $9,81 \text{ m/s}^2$

C : Kecepatan rambat gelombang =  $L/T$

K : Angka gelombang =  $2\pi / L$

### 2.3.2 Teori Gelombang Stokes

Dalam teori gelombang linear fluktuasi muka air hanya diberikan untuk orde pertama. Untuk gelombang amplitudo berhingga harus diperhitungkan besaran-besaran yang berorde lebih tinggi, yang mempunyai bentuk umum. Teori orde kedua dikembangkan Stokes untuk gelombang yang mempunyai tinggi gelombang kecil akan tetapi berhingga. Beberapa karakteristik gelombang Stokes diberikan berikut ini;

#### 1. Panjang dan kecepatan rambat gelombang

Hubungan antara cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang serta kedalaman adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (2.3)$$

Dan hubungan dari panjang gelombang sebagai fungsi kedalaman adalah:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (2.4)$$

## 2. Fluktuasi muka air

Persamaan fluktuasi muka air untuk teori orde kedua diberikan dalam bentuk berikut;

$$\eta = \frac{H}{2} \cos(kx - \sigma t) + \frac{\pi H^2}{8L} \frac{\cosh kd}{\sinh^3 kd} (2 + \cosh 2kd) \cos 2(kx - \sigma t) \quad (2.5)$$

Untuk laut dalam, ( $d/L > 0.5$ ) persamaan diatas menjadi;

$$\eta = \frac{H_0}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{L_0} - \frac{2\pi t}{T}\right) + \frac{\pi H_0^2}{4L_0} \cos\left(\frac{4\pi x}{L_0} - \frac{4\pi t}{T}\right) \quad (2.6)$$

## 3. Kecepatan partikel

Komponen kecepatan partikel dalam arah x dan y mempunyai bentuk sebagai berikut;

$$u = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh k(d+y)}{\sin kd} \cos(kx - \sigma t) + \frac{3}{4} \left(\frac{\pi H}{L}\right)^2 c \frac{\cosh 2k(d+y)}{\sin^4 kd} \sin 2(kx - \sigma t) \quad (2.7)$$

$$v = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh k(d+y)}{\sin kd} \sin(kx - \sigma t) + \frac{3}{4} \left(\frac{\pi H}{L}\right)^2 c \frac{\cosh 2k(d+y)}{\sin^4 kd} \cos 2(kx - \sigma t) \quad (2.8)$$

### 2.3.3 Teori Gelombang Knoidal

Teori gelombang amplitudo berhingga dari stokes berlaku apabila perbandingan antara kedalaman dan panjang gelombang  $d/L$  adalah lebih besar dari sekitar  $1/8-1/10$ . Untuk gelombang panjang dengan amplitudo berhingga di laut dangkal lebih sesuai apabila digunakan teori gelombang knoidal. Gelombang knoidal merupakan gelombang periodik yang mempunyai puncak tajam yang terpisahkan oleh lembah yang panjang. Teori ini berlaku apabila  $d/L < 1/8$  dan parameter ursell  $Ur > 26$ . Parameter ursell didefinisikan sebagai  $Ur = HL^2/d^3$ .

Gambar 2. 3 dapat dilihat beberapa parameter gelombang knoidal. Karakteristik gelombang dinyatakan dalam bentuk parameter yang merupakan fungsi dari  $k$ . Parameter  $k$  tidak mempunyai arti secara fisik, dan digunakan hanya untuk menyatakan hubungan antara berbagai parameter gelombang. Ordinat permukaan air  $y_s$  diukur terhadap dasar yang diberikan oleh ;

$$Y_s = y_t + Hcn^2 \left\{ 2K(k) \left( \frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right), k \right\} \quad (2.9)$$

Dengan ;

- $y_t$  : jarak dari dasar ke lembah gelombang  
 $K$  : modulus dari integral elips  
 $K(k)$  : integral elips  
 $cn$  : fungsi cosinus elips

Nilai  $k$  berkisar antara 0 dan 1. Maka apabila nilai  $k=0$ , profil dari muka air menjadi sinusoidal sebagaimana pada teori gelombang Airy, sedangkan jika nilai  $k=1$  profil gelombang menjadi profil gelombang tunggal.

Jarak dari dasar ke lembah gelombang  $y_t$ , adalah;

$$\frac{y_t}{d} = \frac{y_c}{d} \frac{H}{d} = \frac{16d^2}{3L^2} K(k) [K(k) - E(k)] + 1 - \frac{H}{d} \quad (2.10)$$

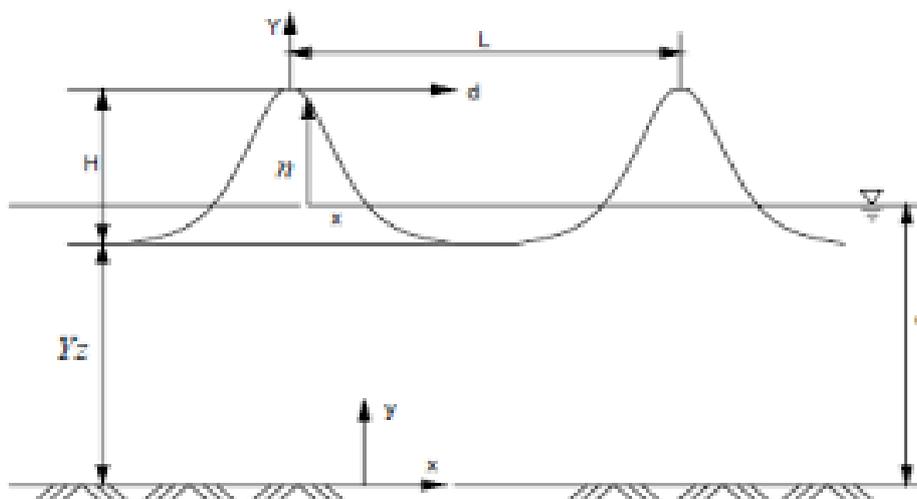
Dengan  $y_c$  adalah jarak dari dasar ke puncak gelombang.

Panjang gelombang diberikan oleh:

$$L = \sqrt{\frac{16d^3}{3H}} kK(k) \quad (2.11)$$

Periode gelombang:

$$T = \sqrt{\frac{g}{d}} = L = \sqrt{\frac{16yt}{3H} \frac{d}{yt} \left[ \frac{kK(k)}{1 + \frac{H}{ytK^2} \left( \frac{1}{2} - \frac{E(k)}{K(k)} \right)} \right]} \quad (2.12)$$



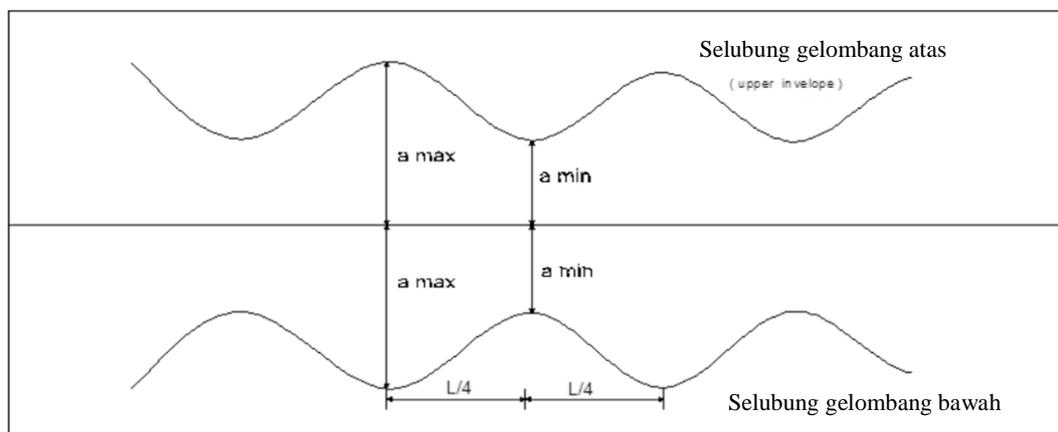
Gambar 2. 3 Gelombang knoidal (Yuwono, 1982)

## 2.4 Refleksi Gelombang

Gelombang yang mengenai atau membentur suatu bangunan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya (Triatmojo, 2011). Refleksi gelombang akan terjadi ketika gelombang datang membentur atau mengenai suatu objek atau rintangan sehingga dipantulkan seluruhnya atau sebagian. Tujuan refleksi gelombang sangat penting diketahui dalam perencanaan bangunan pantai, sehingga akan didapatkan keadaan perairan yang relatif tenang pada pelabuhan atau pantai.

Indikator besar kemampuan suatu bangunan pemecah gelombang untuk memantulkan gelombang datang dapat diketahui melalui koefisien refleksi. Koefisien refleksi ( $K_r$ ) adalah perbandingan antara tinggi gelombang refleksi ( $H_r$ ) dan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ).

Apabila gelombang yang merambat melalui suatu penghalang, maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali oleh penghalang tersebut. Apabila pantulannya 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 prioritas 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 parsial.



Gambar 2. 4 Profil gelombang parsial (Triatmojo, 2011)

Sehingga diperoleh persamaan:

$$H_i = a_{max} + a_{min}$$

$$H_r = a_{max} - a_{min}$$

$$H_{max} = 2a_{max} \text{ dan } H_{min} = 2a_{min} \quad (2.13)$$

Tinggi gelombang datang adalah:

$$H_i = \frac{2a_{max} + 2a_{min}}{2} = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (2.14)$$

Tinggi gelombang refleksi adalah:

$$H_r = \frac{2a_{max} - 2a_{min}}{2} = \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \quad (2.15)$$

Keterangan:

$a_{max}$  = amplitudo gelombang maximum

$a_{min}$  = amplitudo gelombang minimum

$H_{max}$  = tinggi gelombang maksimum

$H_{min}$  = tinggi gelombang minimum

$H_i$  = tinggi gelombang datang

$H_r$  = tinggi gelombang refleksi

Dengan demikian untuk percobaan di laboratorium, dilakukan pengukuran pada beberapa titik di depan model maupun di belakang model untuk menentukan tinggi gelombang maksimum dan minimum. Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (2.13), (2.14), dan (2.15) tinggi gelombang datang, refleksi dan transmisi dapat dihitung. Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energi gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah, dan sisanya akan direfleksikan, disipasi dan yang transmisi tergantung dari karakteristik gelombang datang yaitu periode, tinggi gelombang dan panjang gelombang, tipe perlindungan pantai (permukaan kasar atau halus) dan dimensi serta geometri perlindungan (elevasi, kemiringan dan lebar halangan) dan juga kondisi lingkungan sekitar (kedalaman air dan kontur dari dasar pantai) (CERC, 1984). Parameter dari refleksi gelombang dapat dinyatakan dalam bentuk koefisien refleksi ( $K_r$ ) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \quad (2.16)$$

Keterangan:

$K_r$  = koefisien refleksi

$H_i$  = tinggi gelombang datang

$H_r$  = tinggi gelombang refleksi

$E_i$  = energi gelombang datang

$E_r$  = energi gelombang refleksi

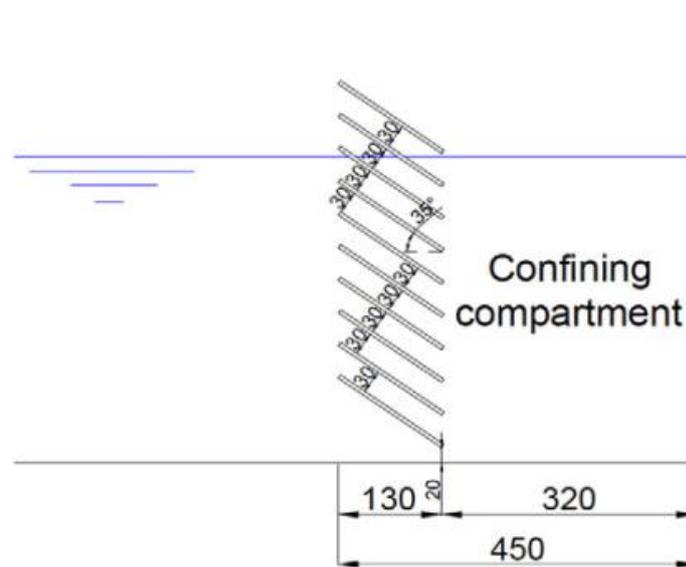
Dimana energi refleksi  $E_r = \frac{1}{8} \rho g H_r^2$  dan energi gelombang datang adalah  $E_i = \frac{1}{8} \rho g H_i^2$  dengan  $\rho$  adalah rapat massa zat cair dan  $g$  adalah percepatan gravitasi. Nilai  $K_r$  berkisar dari 1 untuk refleksi total dan 0 jika tidak terjadi refleksi.

## 2.5 Penelitian Yang Relevan

Menurut Delafontaine (2016) dalam fasilitas pengujian laboratorium, sangat penting untuk mengatur peredam gelombang sehingga memiliki sifat menyerap gelombang yang sangat baik. Untuk itu tujuan dari penelitiannya adalah untuk menentukan penyerap gelombang mana yang harus digunakan ketika merancang fasilitas pengujian laboratorium untuk mencapai karakteristik penyerap gelombang terbaik. Tujuan ini dicapai dengan melakukan tes pada 4 jenis model, SIPWA (*Superposed and Inclined Planes Wave Absorber*), jaring vertikal, parabola berpori dan pantai landai.

### 2.5.1 SIPWA (Superposed and Inclined Planes Wave Absorber)

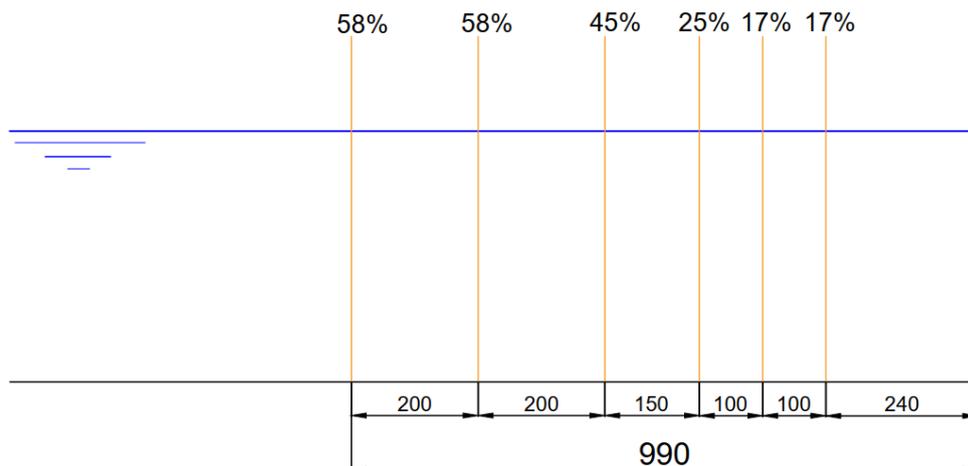
Penyerap pertama, SIPWA, terdiri dari beberapa bidang superposisi dan bidang miring seperti dapat dilihat pada Gambar 2. 5. Dua aliran diamati di sekitar bidang SIPWA: aliran lokal di sekitar bidang individu dan aliran keseluruhan di sekitar bidang gabungan. Yang terakhir ini penting untuk prinsip kerja SIPWA, yang ada dua. Di satu sisi ada disipasi kental, yang berasal dari putusnya pusaran, terbentuk di tepi bidang di mana aliran keseluruhan lewat. Di sisi lain, ada efek resonansi. Efek ini menyiratkan bahwa, ketika puncak gelombang tiba di penyerap, ketinggian air meningkat di kompartemen pengekan (ruang di belakang bidang superposisi) dan, ketika palung gelombang tiba, penurunan ketinggian air di sisi kiri. penyerap dikompensasi oleh air yang terakumulasi di kompartemen pengekan. Dengan demikian, efek resonansi berkontribusi pada redaman gelombang.



Gambar 2. 5 Tampak Samping SIPWA (Delafontaine, 2016)

### 2.5.2 Vertical Mesh (Jala Vertikal)

Penyerap gelombang kedua, jala vertikal, terdiri dari pelat berlubang vertikal berikutnya (lihat Gambar 2. 6). Karena air perlu mengalir melalui bukaan pelat berlubang berurutan, energi gelombang dihamburkan dan amplitudo gelombang pantul menjadi kecil yang menghasilkan koefisien pantul yang kecil.

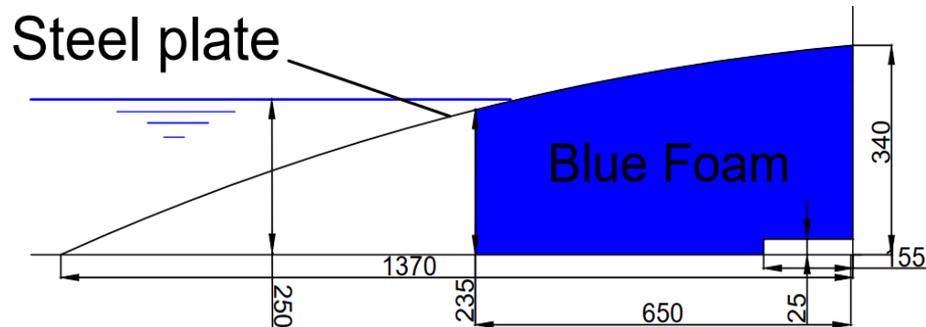


Gambar 2. 6 Tampak samping dari penyerap (Delafontaine, 2016)

### 2.5.3 Porous Parabole (Parabola Berpori)

Penyerap gelombang ketiga, disajikan pada Gambar 2. 7, adalah parabola berpori. Disipasi energi penyerap ini dicapai melalui pemecahan gelombang.

Untuk parabola berpori, tiga penampang yang berbeda digunakan untuk memiliki kemiringan ringan pada permukaan air tenang untuk masing-masing dari tiga kedalaman air yang digunakan dalam program pengujian (lihat pengujian yang



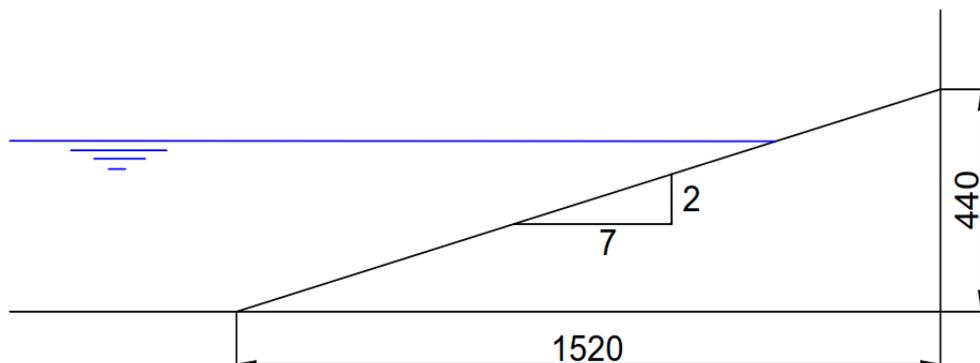
Gambar 2. 7 Tampak samping parabola berpori dengan busa (Delafontaine, 2016)

dilakukan untuk kedalaman air yang berbeda).

Pada Gambar 2. 7 diperlihatkan penampang melintang yang digunakan pada kedalaman air 25 cm. Seperti dapat dilihat pada gambar ini, busa biru ditempatkan di belakang bagian belakang parabola untuk mencapai kemampuan menyerap gelombang tambahan.

#### 2.5.4 The Sloping Beach (Pantai Landai)

Penyerap gelombang keempat yang dipilih dari literatur adalah pantai miring yang terbuat dari batu. Dua pantai miring yang diuji, pantai miring dengan batu kecil (diameter 10-16 mm) dan pantai miring dengan batu besar (diameter 30-35 mm). Mengingat keterbatasan ruang biasanya menjadi masalah di laboratorium, kami menguji kemiringan pantai 2/7, relatif pada kisaran curam. Tampilan samping dari konfigurasi ini diilustrasikan pada Gambar 2. 8.



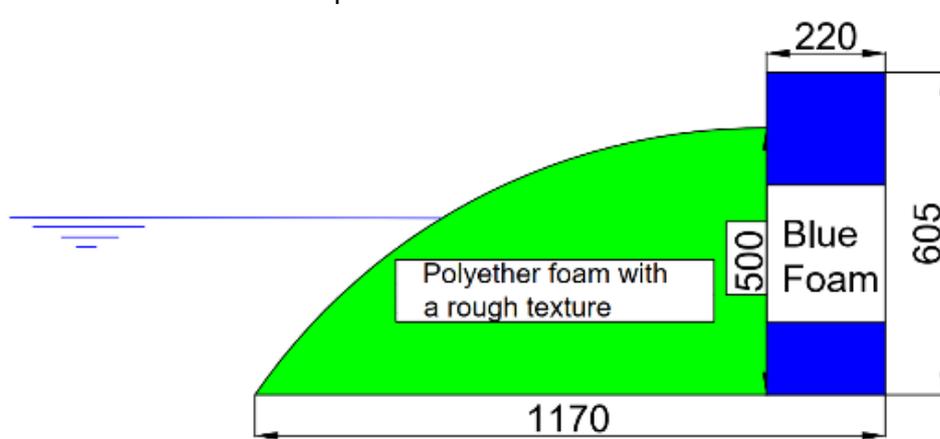
Gambar 2. 8 Tampak samping pantai landai (Delafontaine, 2016)

a. Konfigurasi yang Dicoba

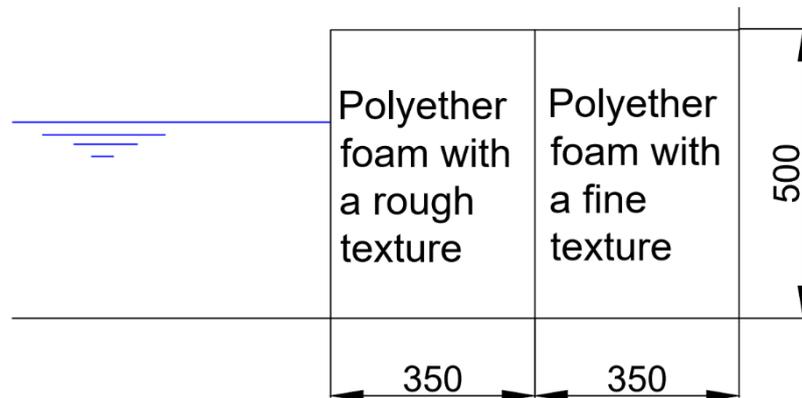
Tes dilakukan di *wave flume* kecil departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Arsitektur Universitas Ghent. Pipa tersebut memiliki panjang 15 m, lebar 35 cm dan tinggi 60 cm. Pantai yang landai ternyata menunjukkan performa terbaik. Namun, jika tidak ada ruang yang tersedia untuk membangun pantai miring yang tepat, perancang fasilitas pengujian laboratorium juga dapat memasang jaring vertikal atau penyerap berdasarkan busa biru. Juga dengan peredam ini karakteristik disipasi energi gelombang yang cukup bagus dapat diperoleh.

Dalam program uji total delapan konfigurasi yang berbeda diuji, termasuk empat peredam yang dipilih dari tinjauan literatur. Keempat peredam ini menghasilkan lima konfigurasi saat dua pantai pengeluaran diuji. Detail geometris dari SIPWA yang diuji dan penyerap jaring vertikal masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2. 5 dan Gambar 2. 6. Kemudian, dua bahan peredam gelombang tambahan diuji yang tidak diselidiki dalam penelitian sebelumnya tetapi yang menunjukkan sifat redaman gelombang yang baik. Bahannya adalah busa polieter dan heksablok.

Saat menguji sifat penyerap gelombang busa polieter, dua konfigurasi berbeda diuji. Pertama, dinding vertikal busa polieter menggunakan dua porositas berbeda dalam desainnya dan kedua, permukaan berbentuk parabola dengan hanya satu porositas. Dua porositas yang berbeda termasuk busa polieter bertekstur kasar dan busa polieter bertekstur halus.



Gambar 2. 9 Parabola terbuat dari polieter busa (Delafontaine, 2016)



Gambar 2. 10 Dinding Vertikal Busa Polieter (Delafontaine, 2016)

Hexablock sudah lama digunakan di jurusan Teknik Sipil, namun kinerjanya belum pernah diteliti sebelumnya. Gambar blok heksa yang dipasang pada *wave flume* ditunjukkan pada Gambar 2. 11. Blok heksa yang digunakan memiliki ketebalan 30 cm dan di belakang blok heksa terdapat ruang pembatas 24 cm. Seperti halnya SIPWA, blok heksa menggunakan prinsip resonansi untuk memulai pemecah gelombang, tetapi tidak memiliki sifat disipatif kental.



Gambar 2. 11 Hexablok (Delafontaine, 2016)

#### b. Pengujian

Matriks pengujian lengkap dari pengujian yang dilakukan diberikan pada Tabel 2. 3. Parameter  $h$ ,  $H_s$ ,  $S_p$  dan  $T_p$  masing-masing mewakili kedalaman air yang digunakan, tinggi gelombang yang signifikan, kecuraman gelombang puncak dan periode gelombang puncak yang digunakan dalam pengujian yang berbeda.

Kondisi gelombang terdiri dari beberapa gelombang tidak beraturan dengan spektrum Jonswap. Semua tiga belas tes telah dijalankan untuk masing-masing konfigurasi yang disebutkan di atas, menghasilkan total 104 tes.

Tabel 2. 3 Karakteristik tes yang berbeda dalam tes program

Test number	h [cm]	Hs [cm]	Sp [-]	Tp [s]
1	40	3	0.05	0.6201
2	40	3	0.025	0.8901
3	40	7	0.05	0.9734
4	39	7	0.025	1.5961
5	34	3	0.05	0.6204
6	34	3	0.025	0.9020
7	34	7	0.05	0.9928
8	34	7	0.025	1.6703
9	34	10	0.05	1.2744
10	25	3	0.05	0.6232
11	25	3	0.025	0.9432
12	25	7	0.05	1.0533
13	25	7	0.025	1.8776

Sumber: Delafontaine (2016)

Seperti dapat dilihat pada Tabel 2. 3, tiga kedalaman air yang berbeda telah digunakan: 40 cm, 34 cm dan 25 cm. Hanya pengujian nomor 4 yang dilakukan pada 39 cm, bukan 40 cm karena luapan gelombang di ujung pantai. Namun dalam pembahasan penelitian ini pengujian ini juga diperlakukan sebagai pengujian yang dilakukan pada kedalaman air 40 cm

#### c. Hasil

Data uji dianalisis menggunakan program WAVELAB 3.675. Koefisien refleksi untuk setiap konfigurasi dihitung dan ditunjukkan pada Gambar 2. 12, Gambar 2. 13 dan Gambar 2. 14. Setiap grafik menunjukkan koefisien refleksi untuk konfigurasi yang berbeda pada kedalaman air yang berbeda (40 cm, 34 cm dan 25 cm untuk Gambar 2. 12, Gambar 2. 13 dan Gambar 2. 14, masing-masing). Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien refleksi pantai landai dengan batuan besar umumnya lebih rendah dibandingkan konfigurasi lainnya pada kedalaman air 34 cm dan 25 cm. Pada kedalaman air 40 cm hal ini tidak terjadi secara persis, namun pantai yang landai ini tetap memiliki performa yang baik. Setelah menganalisis hasil dari semua pengujian, dapat disimpulkan bahwa pantai

miring dengan batu-batu besar merupakan penyerap yang paling efisien dari semua peredam gelombang yang diuji dalam penelitian ini.

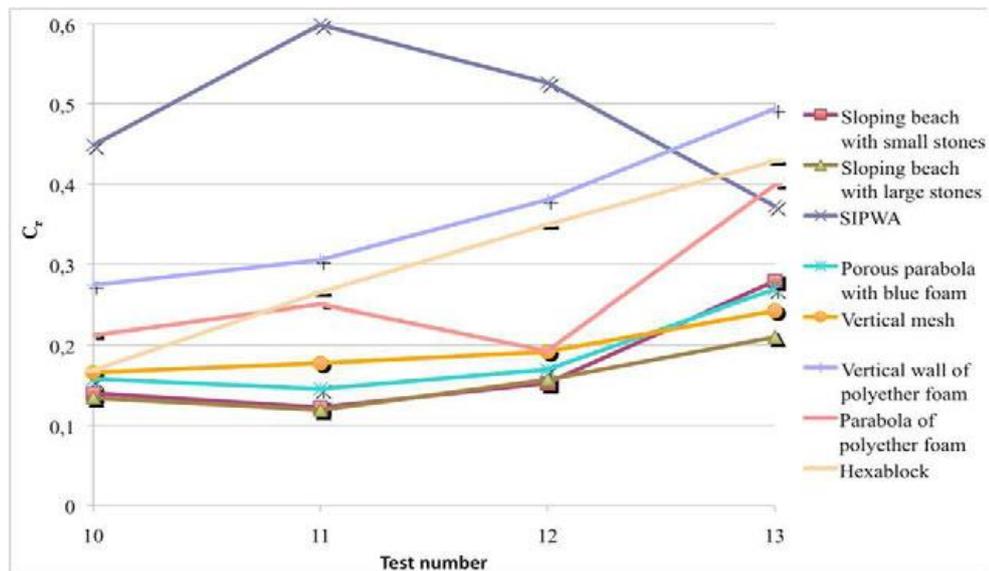
Kerugian dari konfigurasi pantai miring adalah cukup panjang dan terkadang tidak tersedia cukup ruang untuk penyerap ini. Dalam hal ini, seseorang harus mencari penyerap gelombang lain yang dapat dipasang di fasilitas dan masih menunjukkan sifat redaman gelombang yang baik. Mengacu pada Gambar 2. 12, Gambar 2. 13 dan Gambar 2. 14, dua opsi lain yang direkomendasikan: parabola berpori dengan busa biru dan jaring vertikal. Menempatkan parabola yang terbuat dari busa polieter bukanlah pilihan karena kinerjanya tidak cukup baik pada kedalaman air 25 cm.

Mengenai alternatif pertama (menempatkan parabola berpori dengan busa biru), telah diamati selama program pengujian bahwa hampir tidak ada gelombang yang pecah pada parabola. Akibatnya, parabola berpori tidak menghilangkan banyak energi gelombang dan sebenarnya dapat dihilangkan. Akibatnya, hanya busa biru yang tersisa, dan penyerap gelombang yang efisien secara merata jauh lebih pendek diperoleh. Penyerap gelombang ini digambarkan pada Gambar 2. 12 dalam kasus kedalaman air 25 cm. Selain panjangnya yang lebih pendek, busa biru juga 16,7% lebih murah daripada jaring vertikal. Selain itu, konfigurasi jaring vertikal juga membutuhkan lebih banyak ruang di flume.

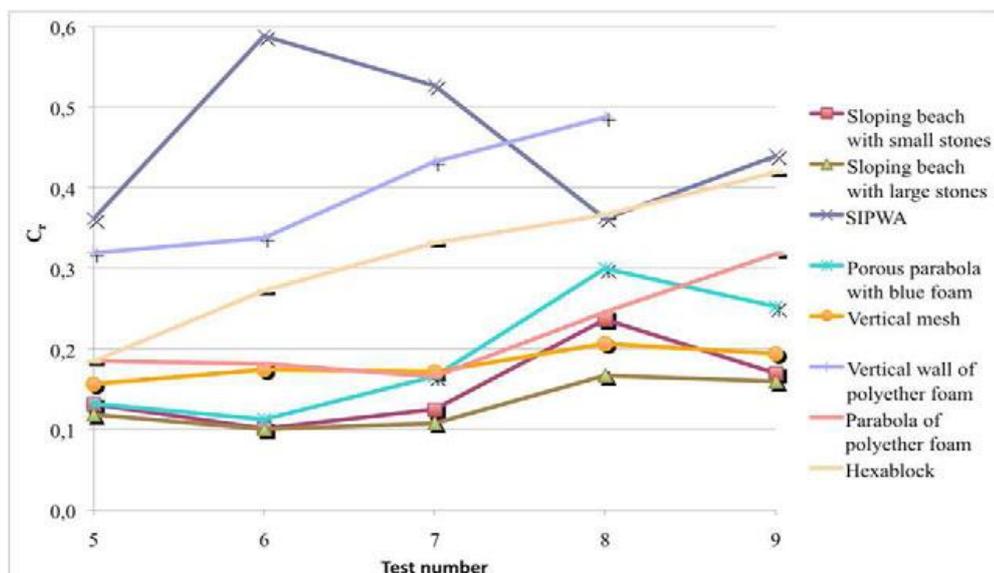
Busa biru juga menunjukkan sifat redaman gelombang yang sedikit lebih baik pada kedalaman air 40 cm (lihat Gambar 2. 14). Namun, kelemahan busa biru sehubungan dengan jaring vertikal adalah bahwa geometri perlu diubah setiap kali ketinggian air berubah agar memiliki permukaan melengkung pada ketinggian air yang tenang.

Akibatnya, tidak jelas apakah seseorang harus memilih busa biru atau jaring vertikal ketika tidak ada ruang untuk memasang pantai miring dengan kemiringan  $2/7$ . Itu tergantung pada proyek itu sendiri. Ketika ruang yang tersedia terbatas dan hanya pengujian pada ketinggian air yang dilakukan (di mana kinerja busa biru adalah yang terbaik), tanpa banyak mengubah level ini (sehingga geometri tidak perlu diubah), konfigurasi dengan busa biru harus dipilih. Jika ada niat untuk mengubah ketinggian air sangat sering, mungkin lebih nyaman untuk bekerja dengan jaring vertikal. Alternatifnya, jika tidak ada ruang untuk memasang pantai miring dengan kemiringan  $2/7$ , Anda masih dapat memilih untuk membangun pantai miring dengan kemiringan yang lebih curam. Ketika kemiringan terkecil

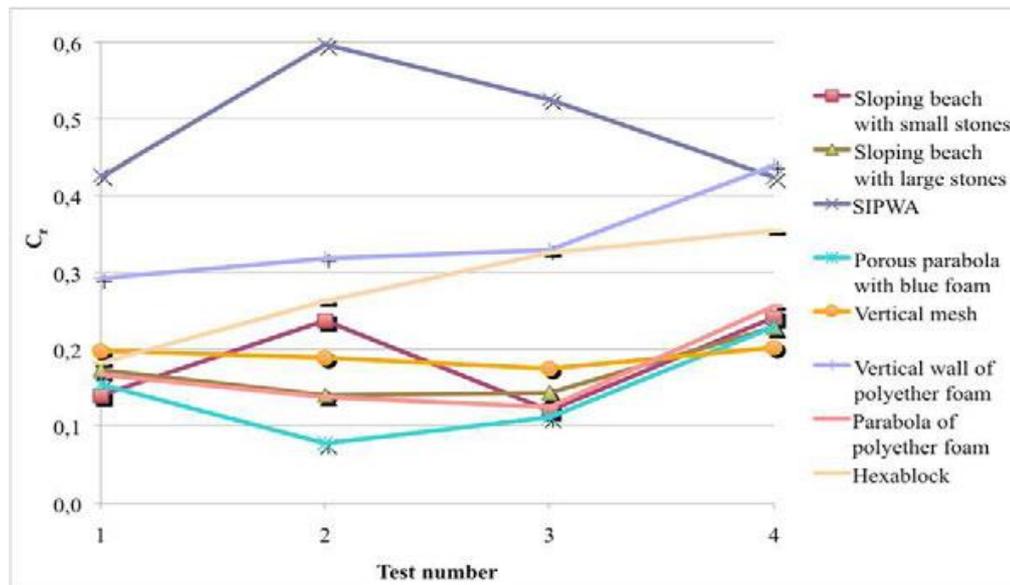
yang layak tidak melebihi 2/7 terlalu banyak, ini mungkin pilihan yang lebih baik daripada menempatkan busa biru atau jaring vertikal karena pantai miring jauh lebih murah (85% dan 87,5%, masing-masing) daripada opsi ini dan masih akan berkinerja cukup baik.



Gambar 2. 13 Koefisien Refleksi kedalaman 25 cm (Delafontaine, 2016)



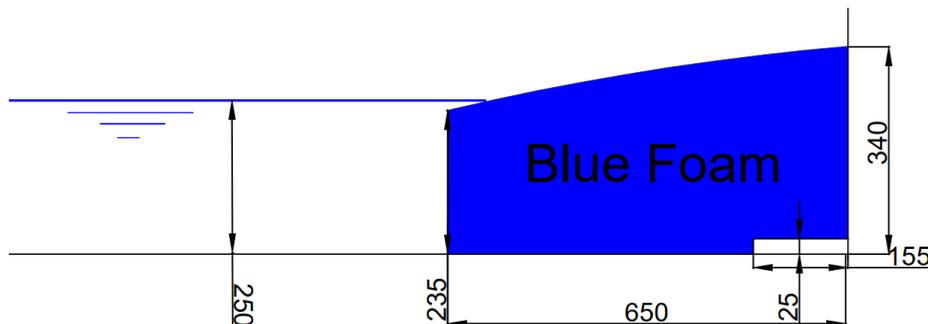
Gambar 2. 12 Koefisien Refleksi kedalaman 34 cm (Delafontaine, 2016)



Gambar 2. 14 Koefisien Refleksi kedalaman 40 cm (Delafontaine, 2016)

d. Kesimpulan

Saran berikut untuk perancang gelombang flume atau cekungan gelombang dapat diberikan, berdasarkan hasil penelitian ini:



Gambar 2. 15 Alternatif untuk konfigurasi (Delafontaine, 2016)

Pilihan pertama harus selalu membangun pantai miring dengan kemiringan 2/7, terbuat dari batu berdiameter 30-35 mm. Juga, jika tidak ada ruang untuk membangun pantai miring dengan kemiringan 2/7 tetapi ada ruang untuk membangun kemiringan yang agak lebih curam, pantai miring tetap harus dibangun. Namun, jika tidak ada ruang yang tersedia untuk membangun pantai yang landai, penyerap gelombang yang didasarkan pada busa biru atau jaring vertikal harus dipilih. Ketika ada kebutuhan untuk sering mengubah ketinggian air di fasilitas, perancang harus memilih jaring vertikal.