

SKRIPSI

**PENGARUH VEGETASI LAMUN TERHADAP DISIPASI
GELOMBANG SEBAGAI BREAKWATER TENGGELAM (UJI
MODEL LABORATORIUM)**



Oleh :

MUH IQBAL. A : 105 810 1519 11

MUHAMMAD HASRUL : 105 810 1524 11

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2017**

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah Subahanahu Wa Ta'ala, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul **“Pengaruh Vegetasi Lamun Terhadap Disipasi Gelombang Sebagai Breakwater Tenggelam (Uji Model Laboratorium)”**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Terkhusus saya persembahkan sujud dan rasa terima kasih kami kepada kedua orang tua yang telah begitu besar memberikan pengorbanannya baik materi maupun doa demi keberhasilan penulis.
2. Bapak Hamzah Al Imran, ST.,MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Riswal K, ST.,MT selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT. Selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2011 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara. Amin.

Makassar, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematik Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pantai	7
B. Karakteristik Gelombang	9
C. Klarifikasi Gelombang	14
D. Teori Redaman Gelombang	16
E. Parameter Peredam Energi.....	19
F. Energi Disipasi Oleh Pantai.....	23

G. Ekosistem Padang Lamun	23
H. Peredam gelombang melalui berbagai vegetasi	27

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	29
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	29
C. Alat dan Bahan	30
D. Variabel yang Diteliti	31
E. Pelaksanaan Studi Model	32
F. Pelaksanaan Simulasi.....	33
G. Prosedur Simulasi Model	34
H. Flow Chart Penelitian	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	40
B. Pembahasan.....	48

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	51
B. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arus sedimen pantai tampak atas	8
Gambar 2. Pergerakan partikelair saat penjalaran gelombang menuju pantai.....	9
Gambar 3. Karakteristik gelombang (Pengolahan data, 2014).....	11
Gambar 4. Refraksi Gelombang (BambangTriatmodjo, 2008)	13
Gambar 5. Difraksi Gelombang (BambangTriatmodjo, 2008)	13
Gambar 6. Gerak partikel air dalam gelombang	15
Gambar 7. <i>Enhalus acoroides</i> (Den Hartog, 1970).....	26
Gambar 8. Ekosistem Padang Lamun	26
Gambar 9. Tangki pembangkit gelombang	30
Gambar 10. Unit pembangkit gelombang type flap	31
Gambar 11. Model padang lamun tampak atas $p= 100\text{cm}$ $d= 1\text{cm}$ $L= 3131$ btg	35
Gambar 12. Model padang lamun tampak atas $p= 100\text{cm}$ $d= 2\text{cm}$ $L= 816$ btg	35
Gambar 13. Model padang lamun tampak atas $p= 100\text{cm}$ $d= 3\text{cm}$ $L= 374$ btg	36
Gambar 14. Model padang lamun tampak depan $d= 1\text{cm}$ $h= 8\text{cm}$	36
Gambar 15. Model padang lamun tampak depan $d= 2\text{cm}$ $h= 8\text{cm}$	37
Gambar 16. Model padang lamun tampak depan $d= 3\text{cm}$ $h= 8\text{cm}$	37
Gambar 17. Model Padang Lamun di dalam Flume.....	38
Gambar 18. Bagan Alur (Flow Chart) Penelitian	39
Gambar 19. Hubungan tinggi gelombang disipasi dengan kerapatan model.....	48
Gambar 20..Hubungan periode gelombang (T) dengan koefisien gelombang disipasi (H_d) pada variasi jarak model.	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batasan gelombang air dangkal, air transisi dan air dalam.....	14
Tabel 2. Skala Model Padang Lamun	32
Tabel 3. Variasi Model Padang lamun	33
Tabel 4. Pengamatan tinggi gelombang Hmax dan Hmin di depan model pada kerapatan model 1cm	42
Tabel 5. Pengamatan tinggi gelombang Hmax dan Hmin di depan model pada kerapatan model 2 cm	42
Tabel 6. Pengamatan tinggi gelombang Hmax dan Hmin di depan model pada kerapatan model 3 cm	43
Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Tinggi Gelombang Disipasi (Hd).....	46

DAFTAR NOTASI

- C : Kecepatan rambat gelombang
- y : Kedalaman air
- g : Percepatan gravitasi bumi
- H : Tinggi gelombang
- H_i : Tinggi gelombang datang
- H_{max} : Tinggi gelombang maximum
- H_{min} : Tinggi gelombang minimum
- H_r : Tinggi gelombang refleksi
- H_d : Tinggi gelombang disipasi
- H_w : Tinggi gelombang pada dinding vertikal
- k : Bilangan gelombang
- K_r : Koefisien refleksi gelombang
- K_d : Koefisien disipasi gelombang
- L : Panjang gelombang
- L_0 : Panjang gelombang di laut dalam
- L_m : Ukuran panjang di Model
- L_p : Ukuran panjang di Prototipe
- na : Skala percepatan model
- P : Transfer energi gelombang rata-rata
- ρ : Rapat massa air
- s : Jarak antar lamun
- T : Periode gelombang

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai merupakan perbatasan antara daratan dan lautan, yaitu sebuah perairan yang sangat dinamis. Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian sehingga mampu meredam energy gelombang datang. Penyesuaian bentuk tersebut merupakan tanggapan dinamis alami pantai terhadap laut. Sering kali pertahanan alami pantai ini tidak mampu menahan serangan aktifitas laut (gelombang, arus, angin, dan pasang surut)

Dalam beberapa tahun terakhir, garis pantai di beberapa daerah di Indonesia mengalami erosi yang cukup memprihatinkan. Data menunjukkan lebih dari 400 km atau sekitar 40% dari total panjang pantai di Indonesia mengalami kerusakan (erosi/abrasi). Dari fakta yang ada maka diperlukan penanganan yang serius terhadap permasalahan erosi pantai adalah membuat system perlindungan pantai.

Upaya untuk mengatasi erosi di daerah pantai yang telah dilakukan dapat dibagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu dengan *hard approach* dan *softapproach*. Penangan dengan *hard approach* dapat berupa pembangunan struktur pantai seperti *breakwater*, *groin*, *jetty*, *revetment* dan *seawall* (tembok laut).

Revetment merupakan struktur yang dibangun sejajar garis pantai,

memisahkan antara daratan dan perairan pantai. Fungsi utama dari *revetment* adalah mencegah terjadinya erosi pantai dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke 2 daratan. *Revetment* biasanya dibangun dengan sisi miring, ditempatkan sejajar atau hampir sejajar garis pantai, dapat terbuat dari pasangan batu, beton, tumpukan (buis) beton, turap, kayu atau tumpukan batu.

Permasalahan yang sering ditemukan pada bangunan pelindung pantai termasuk *revetment* adalah terjadinya kerusakan pada bangunan akibat gerusan pada kaki bangunan atau erosi dasar bangunan. Air yang melimpas (*overtopping*) di belakang struktur/bangunan akan terinfiltrasi melalui permukaan tanah dan mengalir kembali ke laut, perbedaan elevasi muka air di belakang dan di depan bangunan yang cukup besar dapat menimbulkan kecepatan aliran cukup besar yang dapat menarik butiran tanah di belakang dan pada fondasi bangunan (*piping*). Keadaan ini dapat mengakibatkan rusak/runtuhnya bangunan (CERC, 1984).

Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan peredam gelombang sebagian energinya akan dipantulkan (refleksi) dan sebagian dihancurkan (disipasi) melalui pecahnya gelombang. Pembagian besarnya gelombang yang dipantulkan dan dihancurkan, tergantung karakteristik gelombang datang (periode, tinggi gelombang, kedalaman air), dan geometric profil pantai (kemiringan profil pantai) Tinjauan disipasi gelombang dalam struktur pantai adalah penting. Disipasi gelombang merupakan parameter untuk mengukur seberapa besar kemampuan

pantai meredam gelombang. Diperlukan suatu perencanaan bangunan yang tepat guna mendapatkan koefisien disipasi gelombang yang diinginkan.

guna mendapatkan koefisien disipasi gelombang yang diinginkan. Atas penjelasan di atas dan permasalahan-permasalahan tersebut, maka penulis meneliti bagaimana mereduksi energi gelombang berupa pemecah atau breakwater. Dalam hal ini kami menuangkan dalam bentuk penulisan tugas akhir atau skripsi dengan mengambil judul: **“Pengaruh Vegetasi Lamun Terhadap Disipasi Gelombang Sebagai Breakwater Tenggelam (Uji Model Laboratorium)”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh Vegetasi Lamun Terhadap Disipasi Gelombang Sebagai Breakwater Tenggelam.
2. Bagaimana pengaruh periode (T) terhadap tinggi gelombang Disipasi Terhadap Vegetasi Lamun Sebagai Break Water Tenggelam.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui Pengaruh Vegetasi Lamun Terhadap Disipasi Gelombang Sebagai Breakwater Tenggelam.
2. Untuk mengetahui pengaruh periode gelombang terhadap tinggi gelombang disipasi.

D. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan informasi bagi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan hal tersebut.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan tersebut.

E. Batasan Masalah

1. Gelombang yang digunakan adalah gelombang teratur(reguler wave) yang belum pecah.
2. Fluida yang digunakan adalah air tawar, salinitas dan pengaruh mineral air tidak diperhitungkan.
3. Gaya gelombang terhadap stabilitas model uji tidak dikaji.
4. Dasar perairan model berupa rata.
5. Kedalaman air tetap atau konstan.
6. Model yang digunakan dari rangkaian pita yang dibentuk serupa lamun.

F. Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam Bab ini diuraikan mengenai hal-hal yang melatar belakangi penelitian ini (pendahuluan), dilanjutkan dengan uraian rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai kerangka acuan yang berisi tentang teori singkat yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan langkah-langkah sistematis penelitian dan menguraikan tentang lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian dan sumber data, alat dan bahan, desain alat pemecah gelombang, variabel yang diteliti, prosedur penelitian laboratorium serta diagram proses penelitian laboratorium.

BAB IV : ANALISA HASIL PEMBAHASAN

Dalam hal ini berisi hasil uji laboratorium, hasil dari besarnya tinggi gelombang yang di absorsikan terhadap vegetasi lamun pada flum pembangkit gelombang.

BAB V : PENUTUP

Dalam bab ini berisi hasil keseluruhan hasil penelitian yakni kesimpulan serta saran atas permasalahan yang di bahas pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

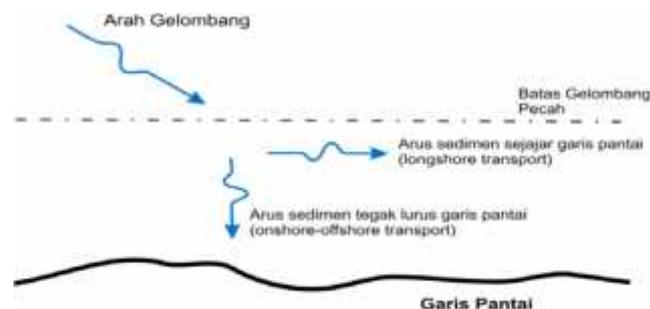
A. Pantai

Pantai merupakan kenampakan alam dimana terjadi interaksi keseimbangan dinamis antara air, angin, dan material (sedimen). Angin dan air bergerak membawa material (sedimen) dari satu tempat ke tempat yang lain, mengikis dan kemudian mengendapkannya lagi di daerah lain secara berkesinambungan. Fenomena transport sedimen tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk morfologi pantai. Pantai mempunyai pertahanan alami dari serangan arus dan gelombang dimana bentuknya akan terus-menerus menyesuaikan sehingga dapat meminimalkan energi gelombang yang menerpanya. Sistem pertahanan alami ini dapat berupa karang penghalang, atol, *sand dune*, *longshore bar*, kemiringan dasar pantai dan vegetasi yang hidup di pantai (bakau, api-api, dan sebagainya).

Ada dua tipe tanggapan dinamis pantai terhadap gerak gelombang, yaitu tanggapan terhadap kondisi gelombang normal dan tanggapan terhadap kondisi gelombang badai. Pada saat badai terjadi, pertahanan alami pantai tidak mampu menahan serangan energi gelombang yang besar, sehingga pantai dapat tererosi. Setelah gelombang besar reda, berangsur-angsur pantai akan kembali ke bentuk semula oleh pengaruh gelombang normal. Tetapi ada kalanya pantai yang tererosi tersebut tidak

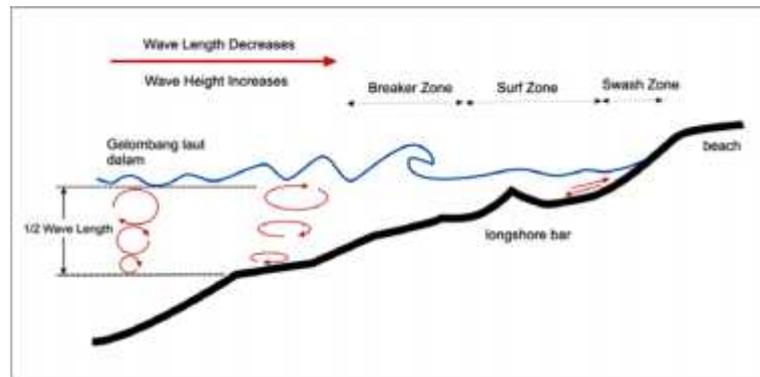
dapat kembali ke bentuk semula karena material pembentuk pantai terbawa arus dan tidak dapat kembali ke lokasi semula. Proses dinamis pantai dipengaruhi oleh *littoral transport*, yang di definisikan sebagai gerak sedimen di daerah dekat pantai (*nearshore zone*) oleh gelombang dan arus. Littoral transport dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu transport sepanjang pantai (*longshore-transport*) dan transport tegak lurus pantai (*onshore-offshore Transport*). Material (pasir) yang di transpor disebut dengan *littoral drift* (Triatmodjo, 1999).

Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Laju transpor sedimen sepanjang pantai tergantung pada sudut datang gelombang, durasi, dan besarnya energi gelombang. Apabila gelombang yang terjadi membentuk sudut terhadap garis pantai, maka akan terjadi dua proses angkutan sedimen yang bekerja secara bersamaan , yaitu komponen tegak lurus dan sejajar garis pantai. Suatu pantai mengalami erosi atau akresi (sedimentasi) atau tetap stabil tergantung pada sedimen yang masuk (suplai) dan yang meninggalkan pantai tersebut.



Triatmodjo, B. 1999, *Teknik Pantai*

Gambar 1. Arus sedimen pantai tampak atas



Triatmodjo, B. 1999, *Teknik Pantai*

Gambar 2. Pergerakan partikelair saat penjalaran gelombang menuju Pantai.

Bentuk profil pantai sangat dipengaruhi oleh serangan gelombang, sifat-sifat sedimen seperti rapat massa dan tahanan terhadap erosi, ukuran dan bentuk partikel, kondisi gelombang dan arus, serta bathimetri pantai. Pantai dapat terbentuk dari material dasar yang berupa lumpur, pasir atau kerikil (*gravel*). Kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material dasar. Pantai lumpur mempunyai kemiringan sangat kecil sampai mencapai 1:5000. Kemiringan pantai berpasir lebih besar berkisar antara 1:20 – 1:50. Sedangkan kemiringan pantai berkerikil bisa mencapai 1:4. Pantai Semarang bagian timur merupakan pantai berlumpur (*Triatmodjo, 1999*).

B. Karakteristik Gelombang

Gelombang permukaan merupakan salah satu bentuk penjalaran energi yang biasanya ditimbulkan oleh angin yang berhembus di atas lautan (*Black, 1986*). Sifat gelombang yang datang menuju pantai sangat

dipengaruhi oleh kedalaman air dan bentuk profil pantainya (*beach profile*), selain tentunya parameter dan karakter gelombang itu sendiri.

Parameter penting untuk menjelaskan gelombang air adalah panjang gelombang, tinggi gelombang dan kedalaman air dimana gelombang tersebut menjalar. Parameter – parameter yang lain seperti pengaruh kecepatan dapat ditentukan dari ketiga parameter pokok diatas. Adapun pengertian dari beberapa parameter diatas :

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, bisa juga dikatakan sebagai jarak antara dua lembah gelombang. Ada dua cara penentuan panjang gelombang yaitu pengamatan langsung pada tangki gelombang dengan mengukur langsung panjang gelombang yang terjadi antara 1 lembah dan 1 bukit atau pada 2 puncak bukit yang berurutan, cara kedua dengan cara perhitungan menggunakan rumus

$$L = 1.56 T^2 \quad (1)$$

Dimana : L = panjang gelombang dan T = periode gelombang

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

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

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

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

Parameter penting lainnya seperti :

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

Gelombang $\left(\frac{H}{2} \right)$,

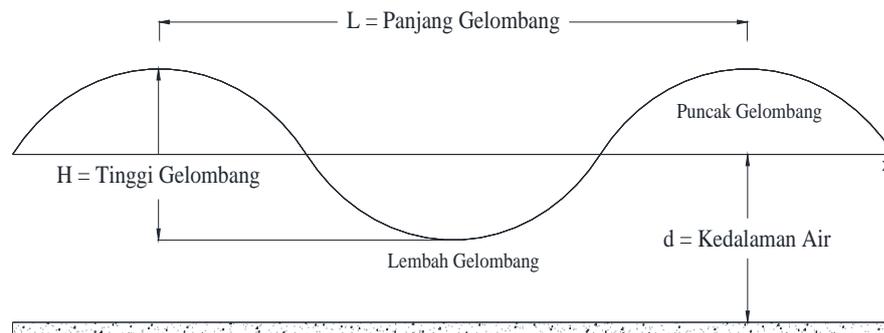
b. Periode gelombang (T), yaitu interval waktu yang dibutuhkan antara 2 puncak gelombang (*wave crest*),

c. Frekuensi (f), yaitu jumlah puncak gelombang yang melewati titik tetap per-detik. Frekuensi berbanding terbalik dengan periode,

$f = \frac{1}{T}$ Satu periode gelombang dapat juga dinyatakan dalam ukuran sudut $(\theta) = 2\pi$.

d. Kecepatan rambat gelombang (*celerity*) (C) adalah perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang (L/T). ketika gelombang air menjalar dengan kecepatan C . partikel air tidak turut bergerak ke arah perambatan gelombang. Sedangkan sumbu koordinat untuk menjelaskan gerak gelombang berada pada kedalaman muka air tenang, yaitu $z = -h$.

Secara skematik dimensi mengenai karakteristik gelombang dapat dilihat pada gambar 1 berikut :

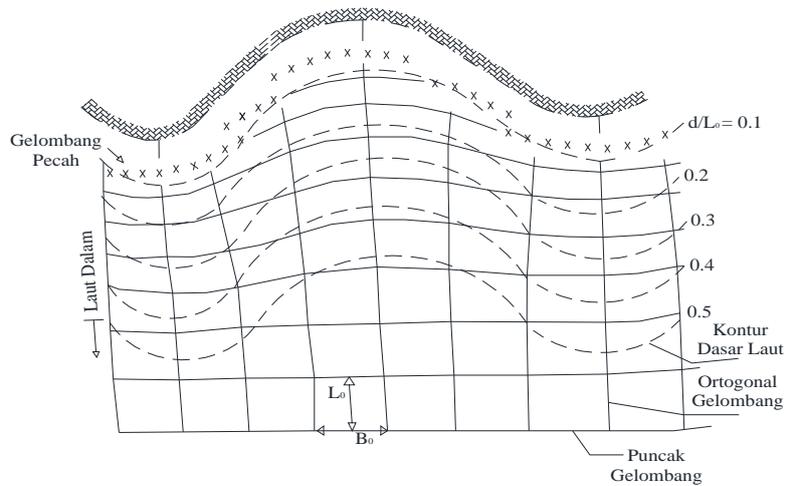


Gambar 3. Karakteristik gelombang (Pengolahan data, 2014)

Gelombang terjadi karena hembusan angin di permukaan air. Daerah dimana gelombang dibentuk disebut daerah pembangkitan gelombang (*wave generating area*). Ketika gelombang menjalar, partikel air bergerak dalam suatu lingkaran vertikal kecil dan tetap pada posisinya selagi bentuk dan energi gelombang berjalan maju. Partikel air di permukaan bergerak dalam suatu lingkaran besar dan membentuk puncak gelombang di puncak lingkaran dan lembah gelombang pada lintasan terendah. Di bawah permukaan, air bergerak dalam lingkaran-lingkaran yang makin kecil sampai pada kedalaman lebih besar dari setengah panjang gelombang.

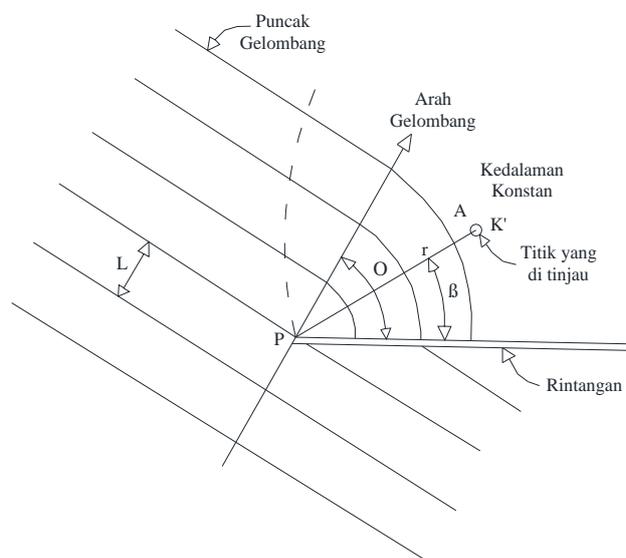
Pada saat gelombang bergerak menuju ke garis pantai (*shoreline*), gelombang mulai bergesekan dengan dasar laut dan menyebabkan pecahnya gelombang ditepi pantai. Hal ini juga dapat terjadi pengaruh pada garis pantai dan bangunan yang ada disekitarnya. Keenam peristiwa tersebut adalah :

- a. Refraksi gelombang yakni peristiwa berbeloknya arah gerak puncak gelombang.



Gambar 4. Refraksi Gelombang (Bambang Triatmodjo, 2008)

- b. Difraksi gelombang yakni peristiwa berpindahnya energi disepanjang puncak gelombang ke arah daerah yang terlindung.



Gambar 5. Difraksi Gelombang (Bambang Triatmodjo, 2008)

- a. Refleksi gelombang yakni peristiwa pemantulan energi gelombang yang biasanya disebabkan oleh suatu bidang bangunan di pantai.

- b. *Wave shoaling* yakni peristiwa membesarnya tinggi gelombang saat bergerak ke tempat yang lebih dangkal.
- c. *Wave damping* yakni peristiwa tereduksinya energi gelombang yang biasanya disebabkan adanya gaya gesekan dengan dasar pantai.
- d. *Wave breaking* yakni peristiwa pecahnya gelombang yang biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati garis pantai (*surf zone*).

Gelombang yang memecah di pantai merupakan penyebab utama proses erosi dan akresi (pengendapan) garis pantai. Karakteristik gelombang ini tergantung pada kecepatan angin, durasi dan jarak seret gelombang (*fetch*).

C. Klarifikasi 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). Batasan penggunaannya dapat dilihat pada tabel berikut:

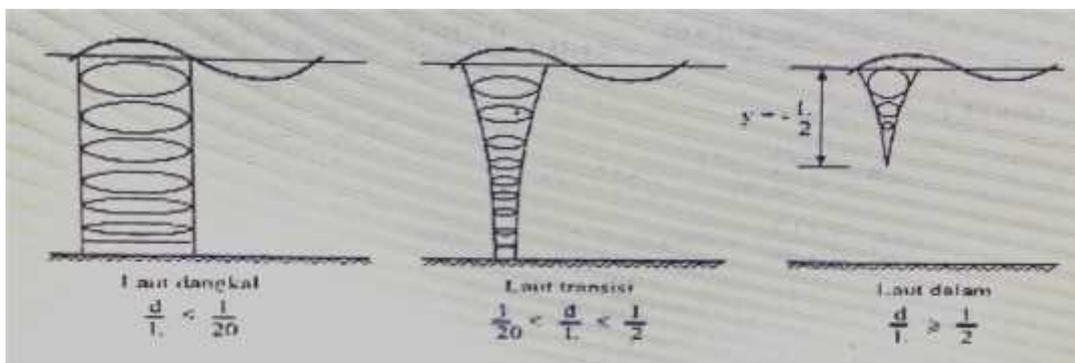
Tabel 1. Batasan gelombang air dangkal, air transisi dan air dalam

Kategori gelombang	d/L	$2\pi d/L$	$\text{Tan } h (2\pi d/L)$
Laut dalam	$> \frac{1}{2}$	$>$	1
Laut transisi	$1/20 - 1/2$	$0,25 -$	

Laut dangkal	$< 1/20$	$< 0,25$	$\text{Tanh}(2 d/L)$ $2 d/L$
--------------	----------	----------	---------------------------------

Sumber : Ir. Nur Yuwono(Teknik Pantai,1982)

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



Gambar 6. Gerak partikel air dalam gelombang (Bambang Triatmodjo, 2008)

Gelombang juga dapat dikelompokkan berdasarkan rasio antara tinggi gelombang dan panjang gelombang. Pada pengelompokan ini dikenal gelombang amplitudo kecil dan gelombang amplitudo berhingga (*Stock, Cnoidal, Solitair*). Gelombang amplitudo kecil dikembangkan oleh Airy sehingga dikenal dengan teori gelombang Airy. Teori gelombang Airy diturunkan berdasarkan anggapan bahwa perbandingan antara tinggi gelombang dengan panjangnya atau kedalamanya sangat kecil, sedangkan teori gelombang amplitudo berhingga memperhitungkan besarnya rasio antara tinggi gelombang terhadap panjang dan kedalaman airnya.

1. Gelombang Berdiri Progresif

Apabila gelombang merambat dan dipengaruhi oleh gaya luar, maka amplitudo gelombang dapat berubah. Apabila amplitudo gelombang berubah terhadap ruang dan waktu disebut gelombang progressif atau gelombang berjalan. Sedangkan jika berubah terhadap waktu disebut gelombang berdiri atau *standing wave/clapotis* (Dean dan Dalrymple, 1992).

2. Gelombang Berdiri Parsial

Apabila gelombang yang merambat melewati suatu penghalang, maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali oleh penghalang tersebut. Apabila pemantulanya 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.

D. Teori Redaman 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).

Jika gelombang merambat dari medium 1 ke medium 2 yang berbeda jenisnya, maka akan terjadi gelombang transmisi dan gelombang refleksi. Transmisi gelombang adalah gelombang yang diteruskan ke medium 2, sedangkan refleksi gelombang adalah gelombang yang dipantulkan kembali ke medium 1.

Bila suatu gelombang datang pada suatu permukaan batas yang memisahkan dua daerah dengan laju gelombang yang berbeda, maka sebagian gelombang akan dipantulkan (refleksi) dan sebagian lain akan ditransmisikan. Berkas yang terpantul membentuk sudut dengan garis normal permukaan yang besarnya sama dengan sudut berkas datang (berlaku untuk semua gelombang). Berkas yang ditransmisikan akan dibelokkan mendekat atau menjauh dari garis normal-bergantung pada apakah laju gelombang pada medium kedua lebih kecil atau lebih besar daripada laju gelombang dalam medium datang. Pembelokan berkas yang ditransmisikan disebut refraksi (pembiasan) (berlaku untuk semua gelombang).

Pada proses pemantulan dan pembiasan gelombang dapat terpolarisasi sebagian atau seluruhnya oleh refleksi. Perbandingan intensitas cahaya yang dipantulkan dengan cahaya yang datang disebut reflektansi (R), sedangkan perbandingan intensitas cahaya yang ditransmisikan dengan cahaya datang disebut transmitansi (T). Fresnel menyelidiki dan merumuskan suatu persamaan koefisien refleksi dan koefisien transmisi yang dihasilkan oleh pemantulan dan pembiasan (Pedrotti, 1993).

- a. Transmisi gelombang merupakan sisa energi gelombang setelah melewati/menembus suatu struktur penahan gelombang. Gelombang transmisi sangat dipengaruhi pada karakteristik gelombang. Koefisien transmisi (t) adalah perbandingan amplitudo gelombang yang ditransmisikan dibandingkan gelombang datang. Pembelokan berkas yang ditransmisikan disebut refraksi (pembiasan). Pembiasan terjadi karena gelombang memasuki medium yang berbeda dan kecepatan gelombang pada medium awal dan medium yang dimasuki berbeda. Jika arah datang gelombang tidak sejajar dengan garis normal maka pembiasan menyebabkan pembelokan arah rambat gelombang. Gelombang air yang melalui daerah yang lebih dangkal mengalami perubahan kecepatan, sehingga terjadi pembiasan. Cahaya yang bergerak dari udara ke air mengalami pembiasan karena perbedaan kecepatan cahaya di udara dan di air.

- b. Pemantulan gelombang (Refleksi), terjadi pada saat sebuah gelombang yang merambat dalam suatu media sampai di bidang batas medium tersebut dengan media lainnya. Dengan demikian, Pemantulan (refleksi) sebuah gelombang adalah bidang batas antara dua medium yang berbeda. Koefisien refleksi (r) adalah perbandingan amplitudo gelombang pantul dibandingkan amplitudo gelombang datang. Hukum pemantulan menyatakan bahwa sudut datang persis sama dengan sudut pantul, atau $d = p$.

E. Parameter Peredam Energi

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. Profil gelombang total di depan penghalang adalah (Dean dan Dalrymple, 1994) :

$$\eta = \frac{H_i}{2} \cos kx - \sigma t + \frac{H_r}{2} \cos kx + \sigma t + \varepsilon \quad (3)$$

Karena pemantulan yang tidak sempurna, menyebabkan tidak ada node yang sebenarnya dari profil gelombang tersebut. Untuk memisahkan tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang yang direfleksikan, maka Persamaan (2.5) ditulis dalam bentuk lain seperti berikut :

$$\eta_t = \frac{H_i}{2} \cos kx \cdot \cos \sigma t + \sin kx \cdot \sin \sigma t + \frac{H_r}{2} (\cos kx + \varepsilon \cdot \cos \sigma t - \sin kx + \varepsilon \cdot \sin \sigma t) \quad (4)$$

$$\eta_t = \frac{H_i}{2} \cos kx + \frac{H_r}{2} + \cos(kx \cdot \sin \sigma t) \cos \sigma t + \frac{H_i}{2} \sin kx - \frac{H_r}{2} \sin(kx + \varepsilon) \sin \sigma t \quad (5)$$

Dengan menguraikan persamaan (4) dan (5) diperoleh elevasi muka air maksimum dan minimum untuk gelombang berdiri sebagian seperti berikut (Pao'tonan.C, 2006) :

$$\eta_{t \max} = \frac{H_i + H_r}{2} \quad (6)$$

$$\eta_{t \min} = \frac{H_i - H_r}{2} \quad (7)$$

Dengan mengeliminasi Persamaan (6) dan (7) diperoleh :

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

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

Keterangan :

H_i = tinggi gelombang datang

H_r = tinggi gelombang refleksi

H_{\max} = tinggi gelombang maksimum

H_{\min} = energi gelombang minimum

Jika gelombang datang menghantam penghalang sebagian ditransmisikan, maka gelombang yang lewat pun 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 :

$$H_t = \frac{H_{max} \cdot t + H_{min} \cdot t}{2} \quad (10)$$

Keterangan :

H_t = tinggi gelombang transmisi

H_{max} = tinggi gelombang maksimum

H_{min} = energi gelombang minimum

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 (6) sampai (8) 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 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 :

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \frac{\overline{E_r}}{\overline{E_i}} \quad (11)$$

Keterangan :

K_r = koefisien refleksi

H_i = tinggi gelombang datang

H_r = tinggi gelombang refleksi

E_r = energi refleksi

E_i = energi gelombang datang

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 ρ 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 :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \frac{\overline{E_t}}{\overline{E_i}} \quad (12)$$

Keterangan :

K_t = koefisien transmisi

H_t = tinggi gelombang transmisi

H_i = tinggi gelombang datang

E_t = energi gelombang transmisi

E_i = energi gelombang datang

Dimana energi gelombang transmisi adalah $E_t = \frac{1}{8} \rho g H_t^2$ Menurut Horikawa (1978) bahwa besarnya energi gelombang yang didipasikan

(dihancurkan/diredam) adalah besarnya energi gelombang datang dikurangi energi gelombang yang ditransmisikan dan direflesikan ($K_d = 1 - K_r - K_t$).

F. Energi Disipasi Oleh Pantai

Prinsip disipasi pantai adalah untuk mengusir energi gelombang sebelum gelombang mencapai batas terbuka. Untuk kasus di mana istilah redaman ditambahkan ke persamaan bidang, jelas bahwa energi gelombang kehilangan terjadi di zona redaman melalui gesekan buatan internal dalam domain fluida. Misalnya, Chan (1975) memecahkan persamaan momentum dengan istilah buatan redaman linear.

Untuk gelombang permukaan bebas menggunakan model aliran potensial dan "redaman" istilah ditambahkan dengan kondisi batas permukaan bebas, mekanisme energi gelombang kehilangan berbeda. Karena tidak ada gesekan internal dapat terjadi dalam fluida ideal, energi hanya dapat ditularkan atau diserap melalui permukaan bebas (dengan asumsi dinding tepat untuk batas pemotongan).

$$\text{Diketahui: } H_d = H_i - H_r$$

G. Ekosistem Padang Lamun

Salah satu ekosistem pantai yang keberadaannya juga sebagai pelindung pantai alami yang dikenal adalah lamun atau tanaman penyangga. Ekosistem padang lamun merupakan habitat penting di daerah beriklim tropis. Ekosistem padang lamun memiliki fungsi ekologi

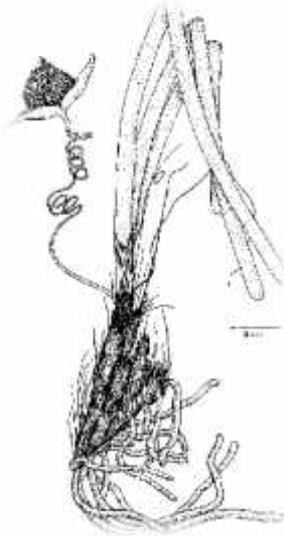
bagi masyarakat pesisir yaitu sebagai sumber utama produktivitas primer di perairan dangkal, sebagai sumber makanan bagi organisme yang hidup di padang lamun, sebagai habitat bagi sebagian organisme laut, sebagai perangkap sedimen dan menstabilkan substrak yang lunak dengan sistem perakarannya yang kuat serta sebagai pelindung, daerah asuhan dan tempat pemijakan bagi beberapa spesies ikan (Nybakken, 1992).

Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang hidup di dalam air laut yang memiliki daun, akar, batang rimpang (*rhizoma*), buah dan berkembangbiak dengan biji (Den Hartog, 1977). Ekosistem padang lamun merupakan habitat penting di daerah beriklim tropis. Ekosistem padang lamun memiliki fungsi ekologi bagi masyarakat pesisir yaitu sebagai sumber utama produktivitas primer di perairan dangkal, sebagai sumber makanan bagi organisme yang hidup di padang lamun, sebagai habitat bagi sebagian organisme laut, sebagai perangkap sedimen dan menstabilkan substrat yang lunak dengan sistem perakarannya yang kuat serta sebagai pelindung, daerah asuhan dan tempat pemijahan bagi beberapa spesies ikan (Nybakken, 1992).

Di Indonesia ditemukan 12 jenis lamun dari 60 jenis lamun yang ada di dunia. Dua belas jenis ini berasal dari dua familia, yaitu familia Hydrocharitaceae dan familia Cymodoceaceae dapat ditemukan di Indonesia (Green dan Short, 2003 dan Tomascik *et al.*, 1997). Dari seluruh jenis lamun yang ada di Indonesia, *Enhalus acoroides* merupakan

lamun yang berukuran paling besar dengan pertumbuhan yang lambat dan tersebar hampir di seluruh perairan laut Indonesia. Di perairan, lamun *Enhalus acoroides* dapat membentuk padang lamun tunggal (*monospesifik*) maupun padang lamun campuran dengan jenis lamun yang lain (Tomascik *et al.*, 1997). Lamun *Enhalus acoroides* memiliki perakaran yang kuat sehingga dapat berfungsi sebagai pengikat sedimen dan juga dapat menyerap nutrisi yang terdapat di dalam substrat (Susetiono, 2004). *Enhalus acoroides* memiliki helaian daun yang lurus, kaku dan panjang lebih dari 50 cm serta lebar lebih dari 1,5 cm dan berbentuk seperti pita (Susetiono, 2004). Ujung daun membulat dan terkadang agak bergerigi. 5 Rhizomanya menancap dalam substrat dan berukuran besar dengan diameter dapat mencapai 1,5 cm. Bagian rhizoma ditutupi oleh serabut hitam yang rapat yang berasal dari hasil pembusukan daun tuanya (*bristle*) (Den Hartog, 1970). Daun *Enhalus* yang besar dijadikan tempat berlindung bagi organisme terutama bagi epifauna dan infauna dari kekeringan dan sengatan matahari. *Enhalus acoroides* dapat bereproduksi secara seksual dan aseksual. Reproduksi seksual pada lamun *Enhalus acoroides* berbeda dengan reproduksi seksual pada jenis lamun lainnya, Bunga *Enhalus acoroides* disembulatkan ke permukaan air untuk melakukan penyerbukan. Proses penyerbukan ini dikontrol oleh periode pasang surut (King *et al.*, 1990). Bunga jantan bertangkai pendek lurus, bunga betina bertangkai lurus ke atas. Saat terjadi pembuahan tangkai bunga berubah berlekuk seperti spiral. Buah

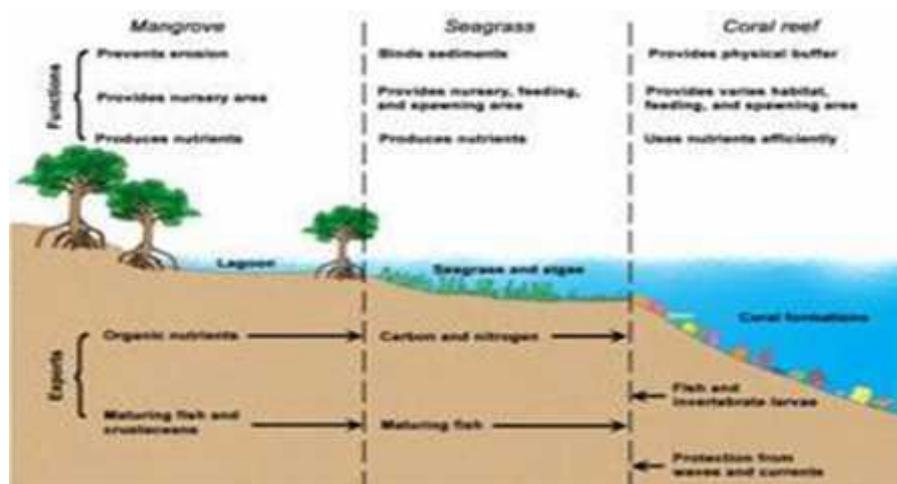
berukuran besar dengan permukaan luar berambut tebal. Jumlah biji dalam satu buah bervariasi antara 8-12 biji (Gambar 1).



Gambar 7. *Enhalus acoroides* (Den Hartog, 1970)

Klasifikasi *Enhalus acoroides* (Den Hartog, 1970) :

Kingdom: Plantae
 Divisio: Angiospermae
 Classis: Liliopsida
 Ordo: Hydrocharitales
 Familia: Hydrocharitaceae
 Genus: *Enhalus*
 Species: *Enhalus acoroides*



Gambar 8. Ekosistem Padang Lamun

Salah satu ekosistem yang penting di Kepulauan Sulawesi Selatan adalah padang lamun. Ekosistem ini mempunyai banyak manfaat, baik secara ekologis maupun ekonomis. Permasalahan utama yang mempengaruhi padang lamun di seluruh dunia adalah kerusakan padang lamun akibat kegiatan pengerukan dan penimbunan (reklamasi), pencemaran air, wasting disease (penyakit), tingginya laju sedimentasi, kegiatan penambatan perahu dan kegiatan budidaya laut. Rusak atau hilangnya padang lamun di suatu tempat tidak hanya berakibat buruk terhadap biota-biota laut lainnya, tetapi juga resiko terjadinya pengikisan pantai oleh gelombang dan arus meningkat.

Pulau Barranglompo merupakan salah satu pulau yang terpadat penduduknya di kawasan Kepulauan Spermonde sehingga akan berpengaruh terhadap ekosistem yang ada, termasuk ekosistem lamun. Menurut Amri et al. (2011), penurunan kondisi lamun di Pulau Barranglompo lebih banyak disebabkan oleh aktivitas manusia (antropogenik).

H. Peredam gelombang melalui berbagai vegetasi

Gelombang yang mengenai sebuah rintangan, sebagian energinya akan di hancurkan (absorpsi/disipasi) melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah. Sisanya akan dipantulkan dan ditransmisikan. Pembagian besarnya energi gelombang yang dipantulkan (refleksi), dihancurkan (disipasi) dan yang diteruskan (transmisi) tergantung dari karakteristik gelombang datang (periode dan tinggi gelombang), tipe

perlindungan pantai (permukaan halus atau kasar, lulus air atau tidak) dan dimensi serta geometri perlindungan (kemiringan, elevasi dan lebar halangan) serta kondisi lingkungan setempat (kedalam air dan kontur dasar pantai) (CERC,1984).

Gelombang yang diteruskan atau ditransmisikan melalui suatu struktur permeabel dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti kondisi gelombang, lebar struktur, ukuran struktur, porositas dan perbedaan porositas vertical material, tinggi struktur dan kedalaman air. Gelombang dengan kecuraman yang kecil, seperti gelombang pasang surut, kemungkinan akan ditransmisikan secara keseluruhan melalui struktur atau koefisien transmisi mendekati 1, sedangkan gelombang angin

Dubi A. And Torum A. (1993) meneliti pengurangan tinggi gelombang oleh tumbuhan kelp (*Laminaria hyperborean*) salah satu spesies *macroalga* yang banyak terdapat di Norwegia yaitu tumbuhan dibawah air dengan ketinggian berkisar 1-2 meter dengan kerapatan tumbuh 10-15 pohon/m².

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Riset Teknik Pantai Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dengan waktu penelitian selama 2 bulan.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah Eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur – literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada – tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan – perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yakni :

1. Data Primer yakni data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
2. Data Sekunder yakni data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di Laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian transmisi gelombang.

C. Alat dan Bahan

a. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Pita
2. Rang
3. Lem Lilin
4. Lakban

b. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Solder listrik
2. Gunting
3. Mistar ukur
4. Cutter (pisau potong)
5. Lem tembak
6. Kamera

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Dilakukan pada saluran gelombang multiguna berukuran panjang 15 m, lebar 0,30 m. Kedalaman efektif saluran 46 cm.



Gambar 9. Tangki pembangkit gelombang

2. Unit pembangkit gelombang, Mesin pembangkit terdiri dari *mesin utama*, *pulley* yang berfungsi mengatur waktu putaran piringan yang dihubungkan pada *stroke* sehingga menggerakkan flap pembangkit gelombang.



Gambar 10. Unit pembangkit gelombang type flap

D. Variabel Yang Diteliti

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka variabel bebas adalah:

- a. Variabel bebas
 1. periode gelombang (T)
 2. tinggi gelombang (H)
 3. Kerapatan/jarak model (S)

b. Variabel Terikat

$$1. \quad L_0 = 1,56 \cdot T^2$$

E. Pelaksanaan Studi Model

Berdasarkan variabel yang akan diteliti, perancangan model proses pembentukan pantai yang stabil didasarkan pada beberapa spesifikasi sebagai berikut :

- a. Berdasarkan pertimbangan fasilitas di Laboratorium, bahan yang tersedia dan ketelitian pengukuran, maka digunakan skala model 1 : 50, nilai skala model selengkapnya Tabel .

Tabel 2. Skala Model Padang Lamun

Variabel	Skala	Model	Prototipe
Skala jarak	1 : 50	1 cm	50 cm
Skala Panjang	1 : 50	6 cm	300 cm
Kedalaman	1 : 50	20 cm	1000 cm

- b. Model padang lamun terbuat dari pita dengan ukuran panjang 7cm.
- c. Ada 9 model padang lamun yang akan diuji, dengan panjang dan jarak antar lamun yang bervariasi, nilai variasi panjang dan jarak selengkapnya :

Tabel 3. Variasi Model Padang lamun

Variasijarak	Variasi model	Kode model
1 cm	1 m	PL 1
	1,5m	PL 2
	2 m	PL 3
2 cm	1 m	PL 4
	1,5 m	PL 5
	2 m	PL 6
3 cm	1 m	PL 7
	1,5 m	PL 8
	2 m	PL 9

F. Pelaksanaan Simulasi

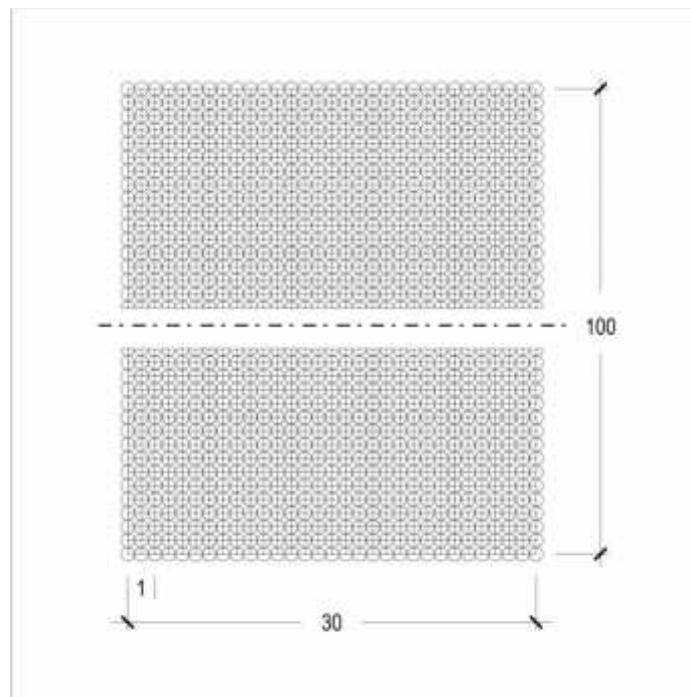
Sebelum melakukan pengambilan data terlebih dahulu mengukur kedalaman air yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sekitar 20 cm, kemudian untuk perletakan posisi model pada saluran gelombang harus berada pada penempatan yang tepat sehingga efektif apabila gelombang datang didepan model maupun gelombang refleksi dibelakang model.

Dalam pengambilan data sudah ditentukan dengan menggunakan metode automatic pada program windows xp dengan menempatkan probe (alat pembaca automatic) di depan,tengan dan belakang model.

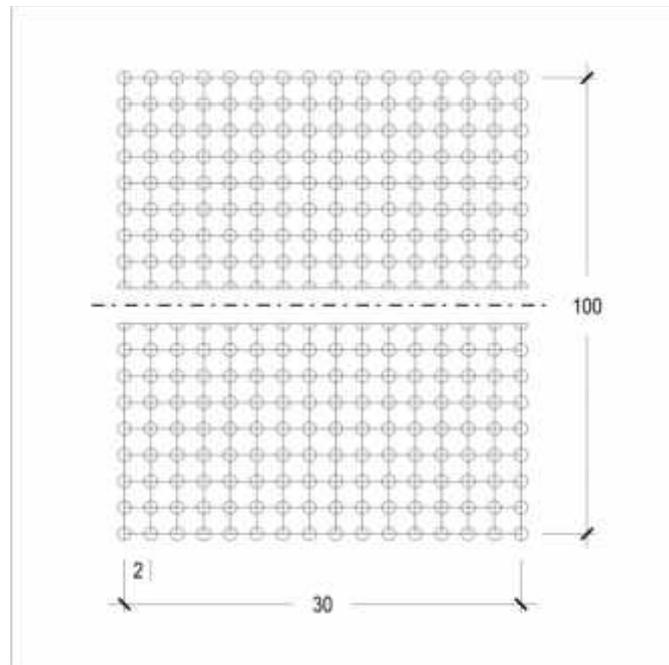
G. Prosedur Simulasi Model

Secara garis besar prosedur perolehan data adalah sebagai berikut :

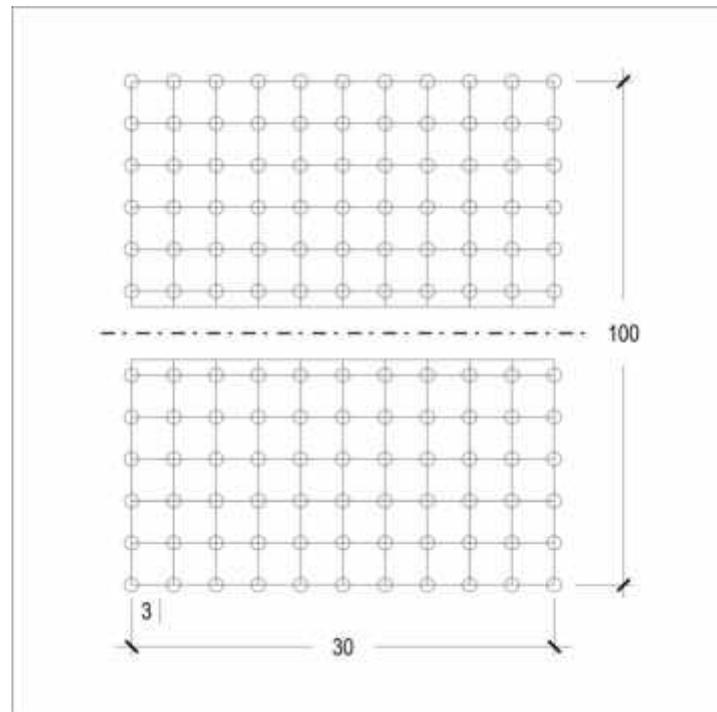
1. Percobaan pembangkitan gelombang dilakukan untuk melakukan kalibrasi alat pencatatan tinggi gelombang.
2. Padang lamun yang digunakan sebagai model penelitian ditempatkan pada fluem.
3. Probe (alat pembaca automatic) di tempatkan di depan,tengah dan belakang model sebagai pembaca data.
4. Setelah semua komponen siap, pelaksanaan pengamatan dimulai dengan membangkitkan gelombang dengan menekan tombol star pada kontrol pembangkit.
5. Prosedur dilakukan berulang – ulang dalam variasi parameter panjang gelombang (fully besar, fully sedang, fully kecil) dan tinggi gelombang datang.



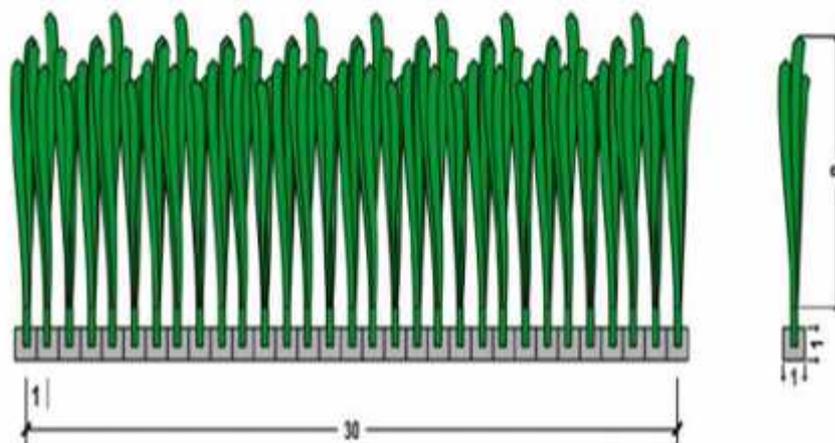
Gambar 11. Model padang lamun tampak atas $p= 100\text{cm}$ $d= 1\text{cm}$ $L= 3131$ btg



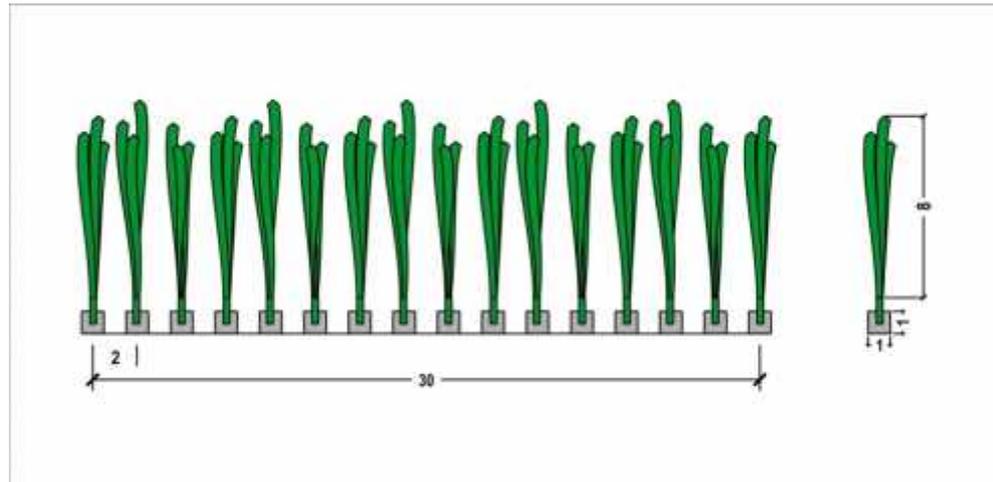
Gambar 12. Model padang lamun tampak atas $p= 100\text{cm}$ $d= 2\text{cm}$ $L= 816$ btg



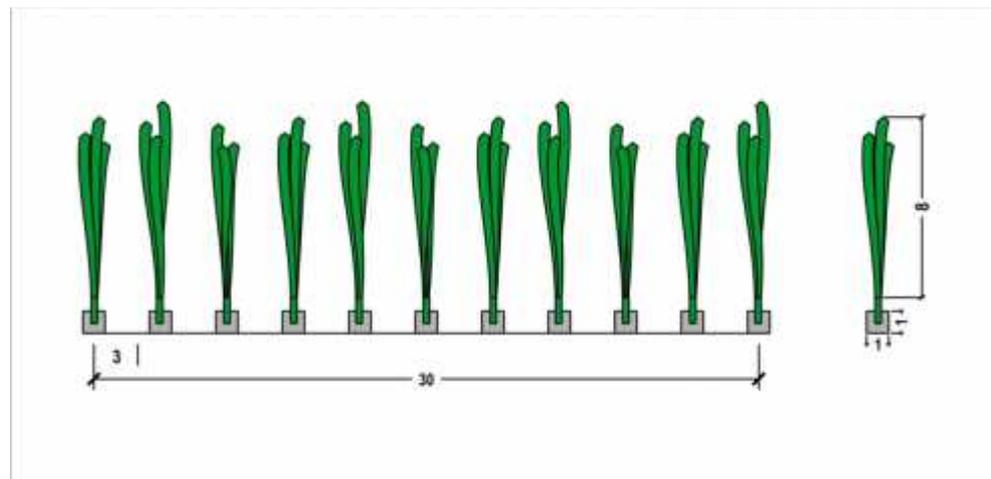
Gambar 13. Model padang lamun tampak atas $p= 100\text{cm}$ $d= 3\text{cm}$ $L= 374$ btg



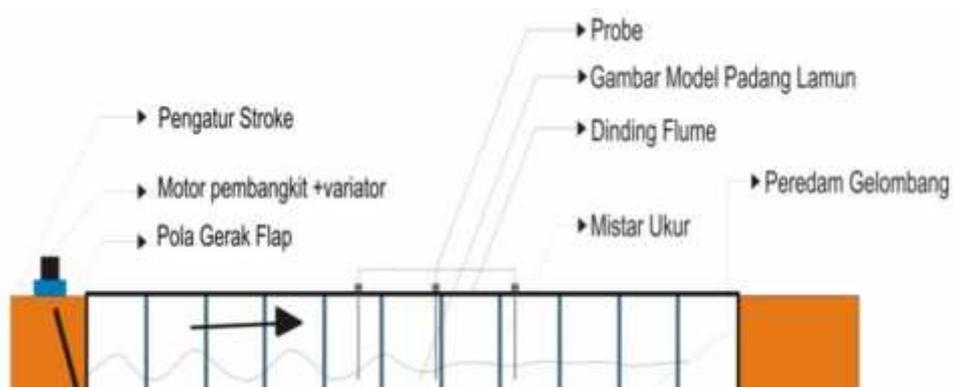
Gambar 14. Model padang lamun tampak depan $d= 1\text{cm}$ $h= 8\text{cm}$



Gambar 15. Model padang lamun tampak depan $d= 2\text{cm}$ $h= 8\text{cm}$



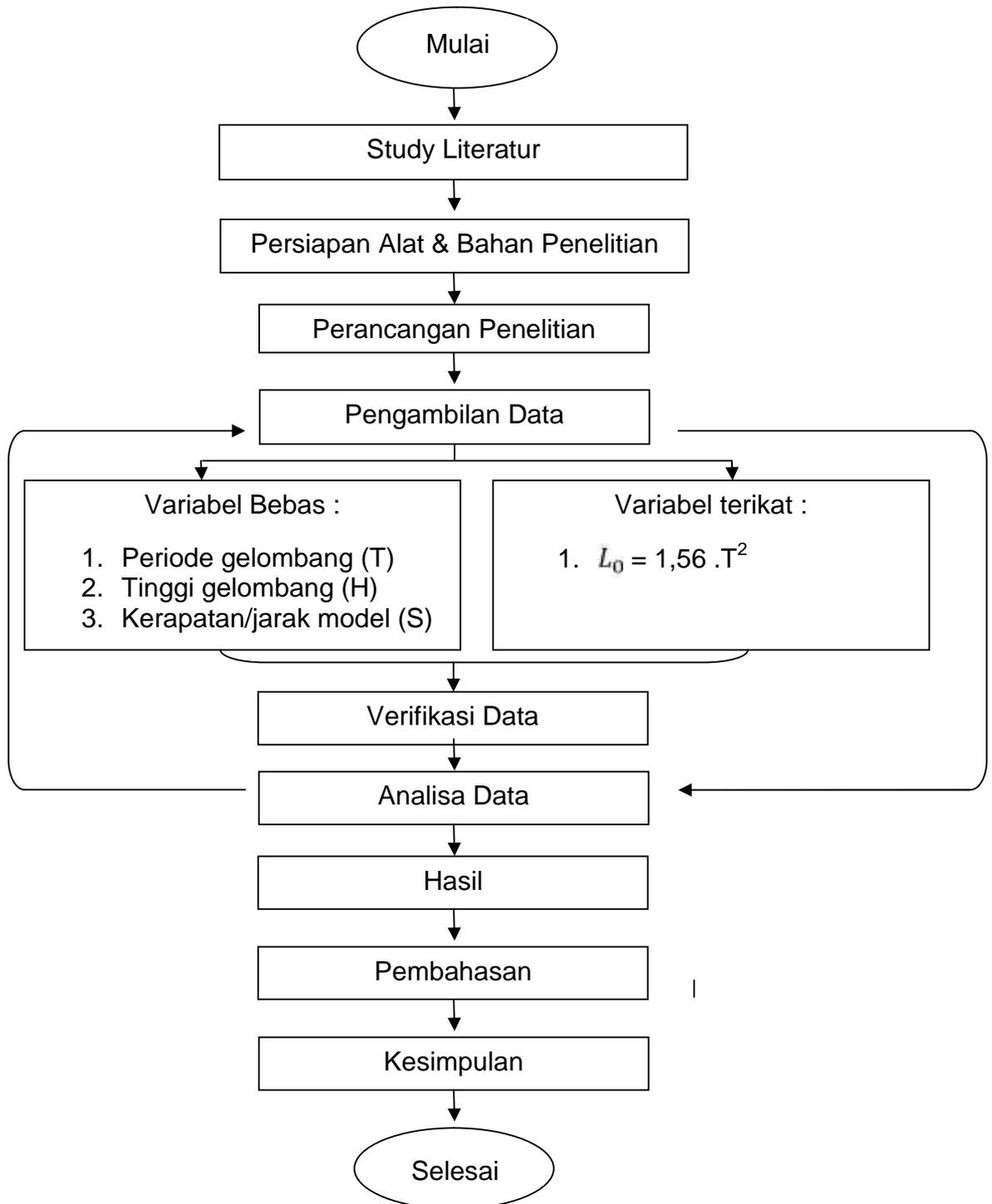
Gambar 16. Model padang lamun tampak depan $d= 3\text{cm}$ $h= 8\text{cm}$



Gambar 17. Model Padang Lamun di dalam Flume

H. Flow Chart Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sesuai dengan bagan alir pada Gambar 19. Berikut ini :



Gambar 18. Bagan Alur (Flow Chart) Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Adapun uraian dari keseluruhan hasil penelitian yang dilakukan akan dipaparkan sebagai berikut.

1. Panjang Gelombang (L)

Penentuan panjang gelombang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengukuran langsung dan metode iterasi dari persamaan panjang gelombang yang ada. Untuk pengukuran langsung di laboratorium dapat diketahui dengan kasat mata dengan mengukur panjang gelombang langsung yang terdiri dari 2 bukit dan 1 lembah. Sedangkan untuk metode iterasi kita cukup membutuhkan data periode yang diperoleh pada saat pra-penelitian.

Salah satu contoh perhitungan panjang gelombang dengan metode iterasi pada periode 1,2 detik dan kedalaman 0,20 m, yaitu sebagai berikut:

$$L_0 = 1,56 \cdot T^2 = 1,56 \cdot (1,2)^2$$

$$= 2,2464$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{0,2}{2,2464} = 0,089031$$

$$\frac{d}{L} = 0,13131 \text{ (tabel } d/L \text{ iterasi pada lampiran)}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi, panjang gelombang (L)} &= \frac{0,25}{0,13131} \\ &= 1,523 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan panjang gelombang (L) untuk semua variasi periode secara rinci dapat dilihat pada lampiran.

2. Data Tinggi Gelombang (Hmax dan Hmin)

Pada bab sebelumnya telah dibahas bahwa pengukuran tinggi gelombang dilakukan 9 titik di depan dan dibelakang model dimana pencatatan data diambil sebanyak tiga kali pada tiap titiknya. Jarak antar titik pengukuran yang satu dengan lainnya sama dan diatur pada satu panjang gelombang, yang dapat diketahui melalui kasat mata yang terdiri dari 2 bukit dan 1 lembah. Data utama yang diamati dan dicatat selama pengujian di laboratorium adalah tinggi gelombang di depan dan dibelakang model. Dari hasil eksperimen dan pencatatan tinggi gelombang di tiap lokasi pengamatan diambil tinggi maksimum (Hmax) dan tinggi minimum (Hmin). Pencatatan menggunakan alat ukur berupa mistar ukur. Untuk tabel tinggi gelombang maximum dan minimum model pada kedalaman tenggelaman model yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Pengamatan tinggi gelombang Hmax dan Hmin di depan model pada kerapatan model 1cm.

Kedalaman (d)	Variasi Jarak Antarlamin	Periode (T)	store	Depan Model		Belakang Model	
				H max	H min	H max	H min
cm	cm	detik		cm	cm	cm	cm
20	1	1.2	1	3.6	2.9	3.5	2.1
			2	3.4	2.9	3.4	2
			3	3.3	2.8	3.3	2.3
		1.4	1	3	2.6	2.8	2.1
			2	3.6	2.9	2.7	1.9
			3	3.5	2.5	2.9	2
		1.6	1	3.3	2.7	3.3	2.5
			2	3.3	2.3	2.2	1.8
			3	3.4	2.1	2.4	1.6

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 5. Pengamatan tinggi gelombang Hmax dan Hmin di depan model pada kerapatan model 2 cm.

Kedalaman (d)	Variasi Jarak Antarlamin	Periode (T)	store	Depan Model		Belakang Model	
				H max	H min	H max	H min
cm	cm	detik		cm	cm	cm	cm
20	2	1.2	1	3.5	2.8	3.2	1.2
			2	3.2	2.7	2.8	1.5
			3	3.2	2.8	2.4	1.9
		1.4	1	3.4	2.7	2.5	1.3
			2	3.3	2.7	2.6	1.6
			3	3.4	2.6	2.5	1.8
		1.6	1	3.3	2.5	2.5	1.5
			2	3.5	2.6	2.4	1.4
			3	3.5	2.7	2.6	1.2

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 6. Pengamatan tinggi gelombang Hmax dan Hmin di depan model pada kerapatan model 3 cm.

Kedalaman (d)	Variasi Jarak Antarlamin	Periode (T)	store	Depan Model		Belakang Model	
				H max	H min	H max	H min
cm	cm	detik		cm	cm	cm	cm
20	3	1.2	1	3.4	2.5	2.4	1.7
			2	3.2	2.9	2.3	1.7
			3	3.2	2.7	2.1	1.6
		1.4	1	3.1	2.3	2.4	1.5
			2	3.3	2.6	2.2	1.6
			3	3.2	2.8	2.1	1.5
		1.6	1	3.2	2.3	2.5	1.4
			2	3.2	2.5	3	1.8
			3	3.3	2.6	3.7	1.4

3. Gelombang Refleksi

Tinggi gelombang datang (H_i) yang dihasilkan oleh pemecah gelombang tergantung berapa besar tinggi gelombang maksimum (H_{max}) dan tinggi gelombang minimum (H_{min}) yang dialami oleh bagian depan pemecah gelombang tersebut, hal ini berdasarkan landasan teori yakni besarnya gelombang datang sama dengan H_{max} dijumlahkan dengan H_{min} kemudian hasil penjumlahannya dibagi 2. Hasil pembagian tersebut merupakan besar tinggi gelombang datang (H_i) dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (2.3). Salah satu contoh perhitungan tinggi gelombang datang (H_i) pada periode 1,6 detik model padang lamun sebagai breakwater alami berbahan dasar pita sebagai berikut :

Diketahui : $H_{max} = 3,6$

$H_{min} = 2,9$

$$\begin{aligned}
 H_i &= \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2} \\
 &= \frac{3,6 + 2,9}{2} \\
 &= 3,25 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Gelombang datang yang membentur suatu bangunan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya, fenomena gelombang ini disebut gelombang refleksi. Tinggi gelombang refleksi (H_r) dapat diselesaikan dengan persamaan (2.4). Salah satu contoh perhitungan tinggi gelombang refleksi (H_r) pada periode 1,6 detik model padang lamun sebagai breakwater alami berbatu dasar pita adalah sebagai berikut :

Diketahui : $H_{\max} = 3,6$

$H_{\min} = 2,9$

$$\begin{aligned}
 H_r &= \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} \\
 &= \frac{3,6 - 2,9}{2} \\
 &= 0,35 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya Koefisien Refleksi (K_r) berdasarkan teori pada bab 2, dihitung berdasarkan persamaan (4). Salah satu contoh perhitungan disipasi gelombang pada model 1 kedalaman 20 cm periode 1,2 model padang lamun sebagai breakwater alami adalah sebagai berikut :

Diketahui : $H_i = 5,05$

$H_r = 0,35$

$$K_r = \frac{H_i}{H_r}$$

$$K_r = \frac{5,05}{0,35}$$

$$Kr = 0.069307$$

4. Gelombang Disipasi

Besarnya tinggi gelombang yang diredam/diabsorpsi (disipasi) H_d adalah tinggi gelombang datang (H_i) dikurangi tinggi gelombang di refleksi (H_r).

Salah satu contoh perhitungan gelombang disipasi model pada variasi kerapatan lamun 1 cm periode 1,2 adalah sebagai berikut:

Diketahui : $H_i = 5,05$

$$H_r = 0,35$$

$$H_d = H_i - H_r$$

$$H_d = 5,05 - 0,35$$

$$H_d = 4,7$$

Sehingga kehilangan energi yang didesipasikan dapat di hitung dengan persamaan berdasarkan teori bab 2 persamaan (6) salah satu contoh perhitungan koefisien disipasi gelombang pada kerapatan 1 s = 1 cm periode 1,2 adalah sebagai berikut:

$$Kr = 0.06931$$

$$Kd = 1 - Kr$$

$$Kd = 1 - 0.06931$$

$$Kd = 0.93069$$

Berikut adalah hasil pengamatan tinggi gelombang refleksi, untuk mendapatkan nilai gelombang disipasi, koefisien refleksi gelombang dan koefisien disipasi gelombang pada kedalaman 20 cm sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Tinggi Gelombang Disipasi (H_d)

Kedalaman (d)	Variasi Jarak Antarlamin	Periode (T)	store	Depan Model		Belakang Model		H_i	H_r	H_d	L	H_i/L	Kr	Kd
				H_{max}	H_{min}	H_{max}	H_{min}							
				cm	cm	cm	cm							
20	1	1.2	1	3.6	2.9	3.5	2.1	5.05	0.35	4.7	152.3	0.03316	0.06931	0.93069
			2	3.4	2.9	3.4	2	4.85	0.25	4.6	152.3	0.03185	0.05155	0.94845
			3	3.3	2.8	3.3	2.3	4.7	0.25	4.45	152.3	0.03086	0.05319	0.94681
		1.4	1	3	2.6	2.8	2.1	4.3	0.2	4.1	182.3	0.02359	0.04651	0.95349
			2	3.6	2.9	2.7	1.9	5.05	0.35	4.7	182.3	0.0277	0.06931	0.93069
			3	3.5	2.5	2.9	2	4.75	0.5	4.25	182.3	0.02606	0.10526	0.89474
		1.6	1	3.3	2.7	3.3	2.5	4.65	0.3	4.35	212.4	0.02189	0.06452	0.93548
			2	3.3	2.3	2.2	1.8	4.45	0.5	3.95	212.4	0.02095	0.11236	0.88764
			3	3.4	2.1	2.4	1.6	4.45	0.65	3.8	212.4	0.02095	0.14607	0.85393
20	2	1.2	1	3.5	2.8	3.2	1.2	4.9	0.35	4.55	152.3	0.03217	0.07143	0.92857
			2	3.2	2.7	2.8	1.5	4.55	0.25	4.3	152.3	0.02988	0.05495	0.94505
			3	3.2	2.8	2.4	1.9	4.6	0.2	4.4	152.3	0.0302	0.04348	0.95652
		1.4	1	3.4	2.7	2.5	1.3	4.75	0.35	4.4	182.3	0.02606	0.07368	0.92632
			2	3.3	2.7	2.6	1.6	4.65	0.3	4.35	182.3	0.02551	0.06452	0.93548
			3	3.4	2.6	2.5	1.8	4.7	0.4	4.3	182.3	0.02578	0.08511	0.91489
		1.6	1	3.3	2.5	2.5	1.5	4.55	0.4	4.15	212.4	0.02142	0.08791	0.91209
			2	3.5	2.6	2.4	1.4	4.8	0.45	4.35	212.4	0.0226	0.09375	0.90625
			3	3.5	2.7	2.6	1.2	4.85	0.4	4.45	212.4	0.02283	0.08247	0.91753

20	3	1.2	1	3.4	2.5	2.4	1.7	4.65	0.45	4.2	152.3	0.03053	0.09677	0.90323
			2	3.2	2.9	2.3	1.7	4.65	0.15	4.5	152.3	0.03053	0.03226	0.96774
			3	3.2	2.7	2.1	1.6	4.55	0.25	4.3	152.3	0.02988	0.05495	0.94505
		1.4	1	3.1	2.3	2.4	1.5	4.25	0.4	3.85	182.3	0.02331	0.09412	0.90588
			2	3.3	2.6	2.2	1.6	4.6	0.35	4.25	182.3	0.02523	0.07609	0.92391
			3	3.2	2.8	2.1	1.5	4.6	0.2	4.4	182.3	0.02523	0.04348	0.95652
		1.6	1	3.2	2.3	2.5	1.4	4.35	0.45	3.9	212.4	0.02048	0.10345	0.89655
			2	3.2	2.5	3	1.8	4.45	0.35	4.1	212.4	0.02095	0.07865	0.92135
			3	3.3	2.6	3.7	1.4	4.6	0.35	4.25	212.4	0.02166	0.07609	0.92391

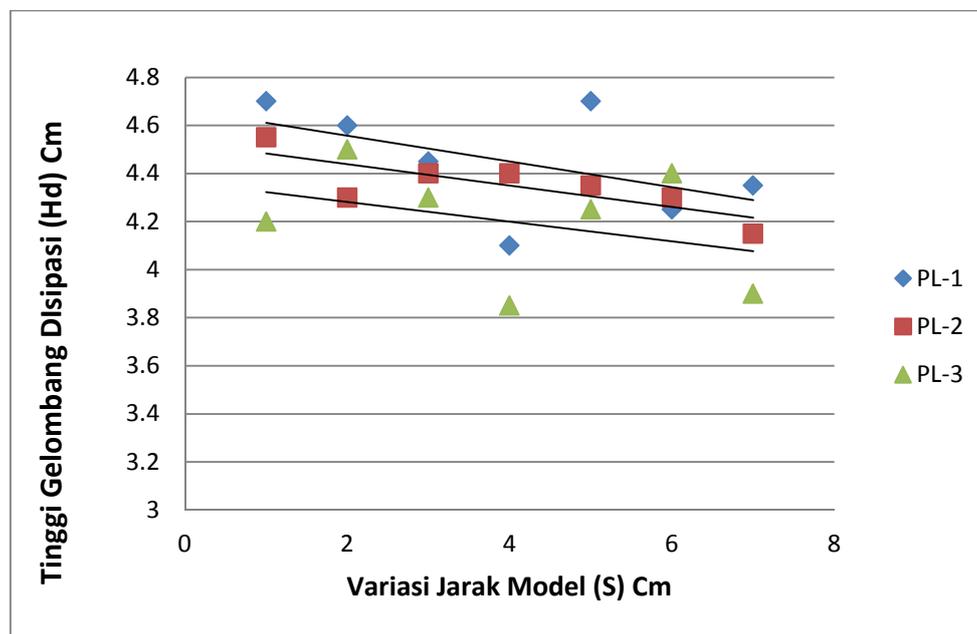
Sumber : Hasil perhitungan

B. Pembahasan

Pada penelitian ini, terdapat 1 variasi kedalaman yaitu 20 cm dan 3 variasi kedalaman kerapatan model yakni kerapatan 1cm, kerapatan 2cm dan kerapatan model 3cm. Pembahasan untuk hasil penelitian ini berupa grafik yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Hubungan Tinggi Gelombang disipasi (H_d) dengan Variasi Kerapatan Model (1cm,2cm,3cm).

Untuk menyajikan hubungan tinggi gelombang (H_r), dengan kerapatan model maka diambil H_r sebagai sumbu Y dan kerapatan model (1cm, 2cm, 3cm) sebagai sumbu X untuk tiap kerapatan model maka akan didapat grafik seperti gambar di bawah ini.

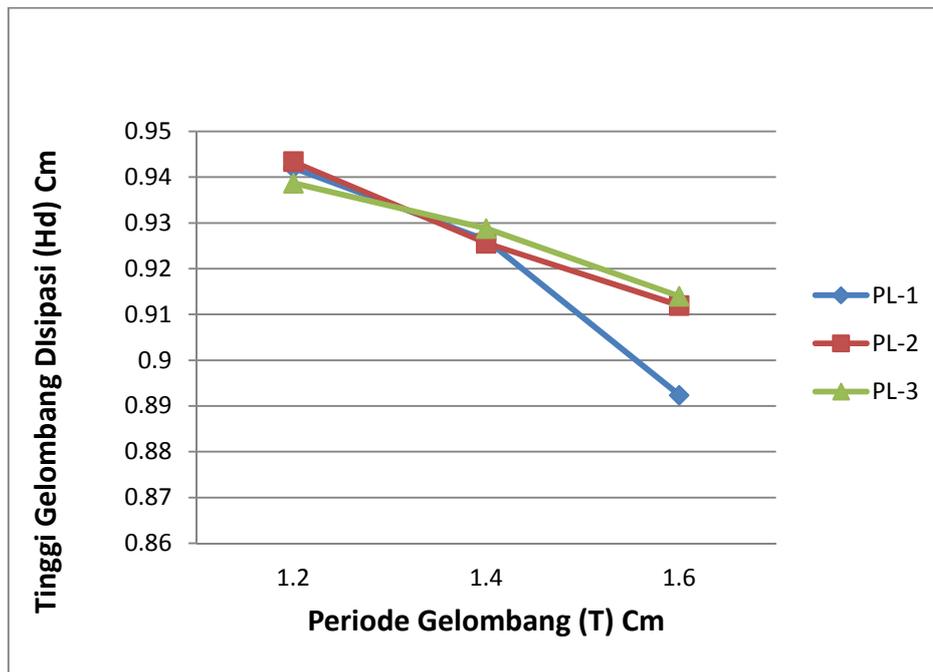


Gambar 25. Hubungan tinggi gelombang disipasi dengan kerapatan model

Dari hasil pengamatan di atas dapat dilihat dari grafik bahwa tinggi gelombang disipasi berbanding lurus dengan kerapatan model. Semakin dalam rapat jarak model semakin besar nilai tinggi gelombang refleksi. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh periode di setiap tenggelam model.

2. Hubungan Periode (T) dengan Tinggi Gelombang disipasi (Hd).

Untuk menyajikan hubungan periode (T) dengan tinggi gelombang disipasi (Hr), maka diambil periode (T) sebagai sumbu X dan tinggi gelombang disipasi (Hd) sebagai sumbu Y untuk tiap kedalaman tenggelam model maka akan didapat grafik seperti gambar.



Gambar 26. Hubungan periode gelombang (T) dengan koefisien gelombang disipasi (Hd) pada variasi jarak model

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa semakin lama periode maka semakin meningkat nilai tinggi gelombang refleksi baik kerapatan model 1 cm, 2 cm maupun 3 cm.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Besarnya Tinggi Gelombang disipasi (H_d) berbanding lurus dengan kerapatan model. Semakin rapat model maka semakin besar nilai gelombang refleksi yang dihasilkan.
2. Semakin lama periode (T) maka semakin meningkat nilai tinggi gelombang disipasi (H_d)

B. Saran

Kami sadar penelitian ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami menyarankan penelitian ini masih perlu dikaji untuk beberapa parameter berikut:

1. Pengaruh besarnya sudut datang gelombang, variasi kedalaman air, dan model dari vegetasi lain sebagai breakwater. Sehingga ada peneliti lain yang mengkaji lebih lanjut.
2. Pembacaan gelombang sebaiknya menggunakan pembacaan secara otomatis, hal ini dikarenakan pada pembacaan manual cenderung memiliki banyak kesalahan eror saat pembacaan pada flume, serta biasanya data yang di peroleh tidak akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badria, S., 2007. *Laju Pertumbuhan Daun Lamun (Enhalus acroides) pada Dua Substrat Yang Berbeda Di Teluk Banten (Skripsi)*. Program Studi Ilmu dan Teknologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Bengen, D. G. 2004. *Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir Dan Laut. IPB, Bogor.
- Bruun Per. 1985. *Design and Construction of Mounds For Breakwater and Coastal Protection*. Elsevier Science Publishing Company Inc, New York.
- CERC, 1984, *Shore Protection Manual*, Departement of the Army Waterway Experiment Station, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Fourth Edition, U.S. Government Printing Office, Washington. Hampshire, London.
- Dean, R. G. a. Dalrymple, 1984. *Water Waves Mechanics for Engineer and Scientist*, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey
- Den Hartog, C. 1970. "Seagrasses of the world" North Holland Publishing c o. ,Amsterdam, London pp. 272 .
- Green, E.P., Short, F.T. 2003. *World Atlas of Seagrasses*. University of California Press, Barkeley, USA, 286 pp.
- Nybakken, J.W., 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia, Jakarta.
- Triatmodjo, B. 1999, *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo R, Yuwoyono N, Nirzam, 2001, *Seminar Nasional Teknik Pantai*, Pusat Studi Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wurjanto Andoyo, dkk. 2010. *Pemodelan Fisik 2-D Untuk Mengukur Tingkat Efektifitas Perforated Skirt Breakwater pada Kategori Gelombang Panjang*. Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Yuwono, Nur.1982. *Teknik Pantai*. Biro Penerbit, Yogyakarta.

Betts, P.L and Mohamad, T.T., *in Proc., 4st Inter. Symp. on FEM in Flow Problem*, Tokyo, 1982.

Baker, G.R., Meiron, D.I. and Orszag, S.A., *in Proc., 3th Inter. Conf. on Num. Ship Hydrodynamics*, Paris, 1981.

Cointe, R., Geyer, P., King, B., Molin, B. and Tramoni, M-P, *in Proc., 18th Symp. on Naval Hydrodynamics*, Ann Arbor, Michigan, 1990.

Asano, T., Tsutsui, S., and Sakai, T. 1988. Wave damping characteristics due to seaweed, *Proceedings of 25th Coastal Engineering Conference in Japan*, 138-142.

Kobayashi, N., Raichlen, A.W., and Asano T. (1993). Wave Attenuation by Vegetation, *Coastal and Ocean Engineering*, J. Wtrwy., Port Vol. 119, 30-48.

LAMPIRAN

Dokumentasi Penelitian saat pengambilan data



Pemasangan dan pengujian model Tanaman Lamun di dalam Flume



Pengambilan data uji model Tanaman Lamun