

PEMODELAN BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG SISI MIRING DENGAN VARIASI PELINDUNG LAPISAN INTI PADA UJI LABORATORIUM DUA DIMENSI

Nurdiyana
NRP: 1121022

Pembimbing: Olga Catherina Pattipawaej, Ph.D.

ABSTRAK

Pemecah gelombang adalah bangunan yang digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang dan untuk perlindungan pantai terhadap erosi. Bangunan ini memisahkan daerah perairan dari laut lepas, sehingga perairan pelabuhan dan/atau pantai tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar di laut. Pemecah gelombang harus di desain sehingga arus laut tidak menyebabkan pendangkalan. Bangunan pemecah gelombang sisi miring adalah bangunan dari tumpukan batu. Tipe bangunan pemecah gelombang yang digunakan biasanya ditentukan oleh ketersediaan material di atau di dekat lokasi pekerjaan, kondisi laut, kedalaman air, dan ketersediaan peralatan untuk pelaksanaan pekerjaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan bangunan pemecah gelombang sisi miring dengan variasi pada lapisan inti yang berbeda pada 2 kemiringan bangunan 1:1,5 dan 1:2,0 yang menghadap ke arah laut. Selain itu untuk menganalisis pelindung yang tepat dari lapisan inti pada bangunan pemecah gelombang sisi miring dan yang mengalami penggerusan yang paling minimum terhadap bangunan pemecah gelombang tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bangunan pemecah gelombang pada kemiringan 1:2,0 memiliki tinggi gelombang rata-rata, tinggi rayapan *run up-run down*, tinggi gelombang pada saat kondisi *overtopping*, tinggi gelombang pada saat kondisi *Submerged* paling kecil. Model bangunan pemecah gelombang yang menggunakan lapis lindung *tetrapod* dengan kemiringan 1:1,5 mengalami penggerusan dan beberapa *tetrapod* terpelanting sehingga bangunan pemecah gelombang tidak stabil. Penempatan *geotube* di muka bangunan dengan kemiringan 1:1,5 hasilnya cukup stabil. Penempatan geotekstil diantara lapisan inti dan lapis lindung batu pecah di muka bangunan dengan kemiringan 1:2,0 mengalami penggerusan di sisi bangunan. Penempatan *geotube* di lapisan inti dengan kemiringan 1:2,0 mendapatkan kemiringan bangunan yang paling stabil.

Kata kunci : Bangunan pemecah gelombang, geotekstil, *geotube*, *tetrapod*

TWO-DIMENSIONAL LABORATORY TEST OF RUBBLE-MOUND BREAKWATER WITH VARIATION AT CORE LAYER

Nurdiyana
NRP: 1121022

Supervisor: Olga Catherina Pattipawaej, Ph.D.

ABSTRACT

Breakwater is used to protect coastal area from waves and currents disturbance and also to protect the beach from erosion. This structure divide coastal areas and sea, so harbor and/or coastal areas are not excessively affected by waves. Breakwater must be designed so that the current cannot be caused silting. Rubble-mound breakwater is a structure made from piles of stones. The type of breakwater depends on availability material availability at or near working site, sea condition, water depth, and equipment.

The purpose of this study is to analyze the stability of two different slopes of rubble mound model with core layer variation facing the seaward, i.e., 1:1.5 and 1:2.0. In the other hand this study is to analyze the appropriate core armor layer that experienced minimum erosion to the breakwater.

The study showed that the breakwater at a slope of 1:2.0 has the smallest average wave height at overtopping condition and at submerged conditions and the smallest reduction between run-up and run-down. Breakwater using tetrapod protection layer with a slope of 1:1.5 has experience erosion and a few of tetrapod are thrown so the breakwater are not stable. Geotube placement in front of the building with a slope of 1:1.5 has a fairly stable result. Geotextile placement between the core layer and the armor layer of rubble mound in front of the building with a slope of 1:2.0 is experiencing erosion in the side of the building. Geotube placement in the core layer with a slope of 1:2.0 is the most stable.

Keywords: Breakwater structure, geotextile, geotube, tetrapod.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN.....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Gelombang	6
2.2 Jenis Gelombang	7
2.3 Beberapa Definisi Gelombang	7
2.4 Panjang Gelombang.....	8
2.5 Koefisien Transmisi.....	9
2.6 Gelombang Pecah.....	9
2.7 Bangunan Pemecah Gelombang.....	12
2.7.1 Pemecah Gelombang Sisi Miring.....	15
2.7.2 Dimensi Pemecah Gelombang Sisi Miring	20
2.7.3 Stabilitas Bangunan Pemecah Gelombang.....	23
2.8 Stabilitas Fondasi Tumpukan Batu dan Pelindung Kaki	23
2.9 Uji Laboratorium Bangunan Pemecah Gelombang.....	25
BAB III PENGOLAHAN DATA	
3.1 Metode Penelitian	26
3.2 Laboratorium Balai Pantai.....	28
3.3 Persiapan Uji Laboratorium	33
3.4 Perencanaan Pemecah Gelombang Sisi Miring.....	34
3.5 Data Pengujian.....	42
BAB IV ANALISIS HASIL UJI MODEL BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG SISI MIRING	
4.1 Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring dengan Kemiringan Bangunan 1:1,5 Tanpa Lapisan Geotekstil dan <i>Geotube</i> pada Lapisan Inti	45
4.2 Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring dengan Kemiringan Bangunan 1:1,5 dengan Penempatan Lapisan <i>Geotube</i> yang diisi Pasir Ukuran \emptyset 0,8mm pada Lapisan	

Inti.....	48
4.3 Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring dengan Kemiringan Bangunan 1:2,0 Menggunakan Lapisan Geotekstil Antara Lapis Inti Pasir dan Lapis Batu Pecah pada Lapisan Inti	50
4.4 Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring dengan Kemiringan Bangunan 1:2,0 dengan Penempatan Lapisan <i>Geotube</i> yang diisi Pasir Ukuran Ø 0,8mm pada Lapisan Inti.....	53
4.5 Hasil Analisis.....	64
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tampak Melintang Sketsa Bangunan Pemecah Gelombang Variasi 1 pada Kemiringan 1:1,5 Ukuran dalam Satuan (cm)..	3
Gambar 1.2	Tampak Melintang Sketsa Bangunan Pemecah Gelombang Variasi 2 pada Kemiringan 1:1,5 Ukuran dalam Satuan (cm)..	3
Gambar 1.3	Tampak Melintang Sketsa Bangunan Pemecah Gelombang Variasi 1 pada Kemiringan 1:2,0 Ukuran dalam Satuan (cm)..	4
Gambar 1.4	Tampak Melintang Sketsa Bangunan Pemecah Gelombang Variasi 2 pada Kemiringan 1:2,0 Ukuran dalam Satuan (cm)..	4
Gambar 2.1	Sket Definisi Gelombang	8
Gambar 2.2	Penentuan Tinggi Gelombang Pecah.....	10
Gambar 2.3	Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah	11
Gambar 2.4	Contoh Terbentuknya Gelombang Pecah	11
Gambar 2.5	Potongan Melintang Pemecah Gelombang Sisi Miring	13
Gambar 2.6	Potongan Melintang Pemecah Gelombang Sisi Tegak	13
Gambar 2.7	Potongan Melintang Pemecah Gelombang Campuran.....	14
Gambar 2.8	Kerusakan dan Perbaikan Pemecah Gelombang Sisi Miring ...	16
Gambar 2.9	Tampang Pemecah Gelombang Tumpukan Batu	16
Gambar 2.10	Batu Lapis Pelindung Buatan	18
Gambar 2.11	Batu Lapis Pelindung Buatan di Lapangan	18
Gambar 2.12	Perbandingan <i>Run Up</i> dan <i>Run Down</i> untuk Berbagai Tipe Sisi Miring.....	21
Gambar 2.13	Fondasi dan Pelindung Kaki dari Tumpukan Batu.....	24
Gambar 2.14	Angka Stabilitas N_s untuk Fondasi dan Pelindung Kaki.....	25
Gambar 3.1	Diagram Bagan Air (<i>Flow Chart</i>) Penelitian	27
Gambar 3.2	Diagram Bagan Pola Pikir	28
Gambar 3.3	Saluran Gelombang (<i>Wave Flume</i>) Laboratorium Balai Pantai	31
Gambar 3.4	Mesin Pembangkit Gelombang pada Saluran Gelombang	32
Gambar 3.5	Tampak Melintang Rencana Pemodelan Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring	34
Gambar 3.6	Benda Uji Batu Pelindung Buatan <i>Tetrapod</i>	35
Gambar 3.7	Tampak Melintang Pemodelan Bangunan Gelombang Sisi Miring Tanpa Lapisan Geotekstil dan <i>Geotube</i> Menggunakan <i>Tetrapod</i> dengan Kemiringan 1:1,5.....	37
Gambar 3.8	Tampak Melintang Pemodelan Bangunan Gelombang Sisi Miring Tanpa Lapisan Geotekstil dan <i>Geotube</i> Menggunakan <i>Tetrapod</i> dengan Kemiringan 1:1,5 dari Sisi yang Berbeda	37
Gambar 3.9	Tampak Samping Sketsa Penempatan untuk Mengukur Tinggi Muka Air Gelombang di 3 Lokasi pada Kemiringan 1:1,5 Ukuran dalam Satuan (cm).....	38
Gambar 3.10	Tampak Samping Sketsa Penempatan untuk Mengukur Tinggi Muka Air Gelombang di 3 Lokasi pada Kemiringan 1:2,0 Ukuran dalam Satuan (cm).....	38

Gambar 3.11	Tabel Fungsi d/L untuk Pertambahan Nilai d/L ₀	40
Gambar 4.1	Tampak Samping Skesta Penempatan untuk Mengukur Tinggi Muka Air Gelombang di 3 Lokasi pada Kemiringan 1:1,5 Ukuran dalam Satuan (cm).....	44
Gambar 4.2	Tampak Samping Skesta Penempatan untuk Mengukur Tinggi Muka Air Gelombang di 3 Lokasi pada Kemiringan 1:2,0 Ukuran dalam Satuan (cm).....	44
Gambar 4.3	Tinggi Gelombang Rata-rata Terhadap Tinggi Muka Air.....	45
Gambar 4.4	Kondisi Model Bangunan pada Tinggi Muka Air 0,38m.....	47
Gambar 4.5	Kondisi Model Bangunan pada Tinggi Muka Air 0,54m.....	47
Gambar 4.6	Kondisi Model Bangunan pada Tinggi Muka Air 0,70m.....	48
Gambar 4.7	Tinggi Gelombang Rata-rata Terhadap Tinggi Muka Air dengan Lapisan <i>Geotube</i> untuk Tinggi Gelombang di Depan Bangunan	49
Gambar 4.8	Tinggi Gelombang Rata-rata Terhadap Tinggi Muka Air dengan Lapisan Geotekstil	51
Gambar 4.9	Tinggi Gelombang Terhadap Tinggi Muka Air untuk di Depan Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dengan Kemiringan 1:2,0 untuk Tanpa Geotekstil dan dengan Geotekstil.....	52
Gambar 4.10	Tinggi Gelombang Rata-rata terhadap Tinggi Muka Air dengan Lapisan <i>Geotube</i>	54
Gambar 4.11	Tinggi Rayapan <i>Run up-Run down</i> untuk Bangunan Pemecah Gelombang dengan Variasi Pelindung pada Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Gelombang di Depan Bangunan dengan Tinggi Muka Air 0,54cm	56
Gambar 4.12	Tinggi Gelombang <i>Overtopping</i> untuk Bangunan Pemecah Gelombang dengan Variasi Pelindung pada Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Gelombang di Depan Bangunan.....	57
Gambar 4.13	Tinggi Gelombang <i>Overtopping</i> untuk Bangunan Pemecah Gelombang dengan Variasi Pelindung pada Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Gelombang di Belakang Bangunan	58
Gambar 4.14	Tinggi Gelombang <i>Submerged</i> untuk Bangunan Pemecah Gelombang dengan Variasi Pelindung pada Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Gelombang di Depan Bangunan.....	59
Gambar 4.15	Tinggi Gelombang <i>Submerged</i> untuk Bangunan Pemecah Gelombang dengan Variasi Pelindung pada Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Gelombang di Belakang Bangunan	60
Gambar 4.16	Koefisien Transmisi Gelombang pada Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penempatan Variasi Pelindung pada Lapisan Inti dengan Kemiringan yang Berbeda	61
Gambar 4.17	Hasil Dokumentasi Perubahan Posisi <i>Tetrapod</i> Sebelum Pengujian untuk Kemiringan 1:2,0 dengan Penempatan <i>Geotube</i> pada Lapisan Inti	62
Gambar 4.18	Hasil Dokumentasi Perubahan Posisi <i>Tetrapod</i> Sesudah Pengujian untuk Kemiringan 1:2,0 dengan Penempatan <i>Geotube</i> pada Lapisan Inti	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Keuntungan dan Kerugian Ketiga Tipe Pemecah Gelombang	15
Tabel 2.2	Koefisien Stabilitas K_D untuk Batu Pecah.....	19
Tabel 2.3	Koefisien Lapis.....	22
Tabel 3.1	Rencana Eksperimental	33
Tabel 3.2	Tinggi Gelombang Rencana	35
Tabel 3.3	Skenario Pengujian Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i>	36
Tabel 4.1	Data Tinggi Gelombang dengan Variasi Muka Air Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i>	45
Tabel 4.2	Data Tinggi Gelombang dengan Variasi Muka Air Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penempatan <i>Geotube</i> di Lapisan Inti untuk Tinggi Gelombang di Depan Bangunan.....	48
Tabel 4.3	Data Tinggi Gelombang dengan Variasi Muka Air Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penambahan Geotekstil antara Lapisan Inti dan Lapisan Batu Pecah pada Bagian Muka Bangunan.....	50
Tabel 4.4	Tinggi Gelombang Rata-rata yang Terukur di Depan Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan Lapis Utama <i>Tetrapod</i> dengan Kemiringan 1:2,0 untuk Tanpa Penambahan Geotekstil dan dengan Geotekstil	52
Tabel 4.5	Data Tinggi Gelombang dengan Variasi Muka Air Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penempatan <i>Geotube</i> pada Lapisan Inti.....	53
Tabel 4.6	Tinggi Rayapan, <i>Run up</i> , <i>Run down</i> untuk Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penempatan Variasi Pelindung pada Lapisan Inti dengan Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Gelombang di Depan Bangunan dengan Tinggi Muka Air 0,54cm.....	55
Tabel 4.7	Tinggi Gelombang pada Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penempatan Variasi Pelindung pada Lapisan Inti dengan Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Muka Air 0,63m	57
Tabel 4.8	Koefisien Transmisi Gelombang pada Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring Menggunakan <i>Tetrapod</i> dan Penempatan Variasi Pelindung pada Lapisan Inti dengan Kemiringan yang Berbeda untuk Tinggi Muka Air 0,70m	59

DAFTAR NOTASI

A	Luas permukaan
a	Amplitudo gelombang
B	Lebar puncak
C	Kecepatan rambat gelombang
d	Jarak antar muka air rerata dan dasar laut
d_b	Kedalaman gelombang pecah
E_i	Energi gelombang sebelum mengenai struktur
E_t	Energi gelombang setelah melewati struktur
g	Percepatan gravitasi
H	Tinggi gelombang rencana
H_1	Tinggi gelombang di laut dalam
H_2	Tinggi gelombang di depan bangunan
H_3	Tinggi gelombang di belakang bangunan
H_b	Tinggi gelombang pecah
H_i	Tinggi gelombang sebelum mengenai struktur
H_t	Tinggi gelombang setelah melewati struktur
H'_0	Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen
Ir	Bilangan <i>Irribaren</i>
K	Angka gelombang
K_D	Koefisien stabilitas batu pelindung
K_t	Koefisien transmisi
K_r	Koefisien refraksi
K_Δ	Koefisien lapis
L	Panjang gelombang
L_0	Panjang gelombang di laut dalam
m	Kemiringan dasar pantai
N	Jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A
N_s^3	Angka stabilitas rencana minimum
n	Jumlah butir batu
P	Porositas rerata lapis pelindung (%)
Ru	Nilai <i>run up</i>
S_r	Perbandingan antara berat jenis batu dan berat jenis air laut
T	Periode gelombang
t	Tebal lapis pelindung
W	Berat butir batu pelindung
θ	Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang
σ	Frekuensi gelombang
γ_r	Berat jenis batu
γ_a	Berat jenis air laut
$\eta(x,t)$	Fluktuasi muka air terhadap muka air diam