

DESAIN DAN PERHITUNGAN STABILITAS *BREAKWATER*

Tri Octaviani Sihombing
1021056

Pembimbing : Olga Pattipawaej, Ph.D

ABSTRAK

Struktur bangunan pantai seperti pelabuhan sebagai sarana transit lalu-lintas yang menghubungkan laut dan darat terus mengalami perubahan terutama dalam hal kapasitas untuk menampung sejumlah kapal-kapal. Peningkatan jumlah kapal tersebut dengan sendirinya menuntut kapasitas pelabuhan yang lebih besar lagi. Jenis struktur yang telah banyak dibangun untuk melindungi kawasan pelabuhan dari gelombang datang dengan cara meredam energi gelombang tersebut, salah satunya adalah struktur pemecah gelombang (*breakwater*).

Tujuan pengerjaan Tugas Akhir ini untuk melakukan perencanaan (*design*) bangunan pemecah gelombang yang stabil. Data angin, gelombang, pasang surut dan kondisi bathimetri serta karakteristik dan dimensi kapal diperlukan untuk menganalisa dan mendesain struktur pemecah gelombang (*breakwater*) yang stabil terhadap penurunan. Analisis perbandingan dilakukan antara pemecah gelombang yang direncanakan dengan kemiringan sisi 1:2 dan dengan kemiringan sisinya 1:3.

Dimensi dari struktur *breakwater* dengan kemiringan sisi 1:2 adalah tinggi *breakwater* adalah 11,8 m pada kedalaman -6 m dengan lebar puncak sebesar 2,6 m, struktur *breakwater* tersebut dihitung telah aman terhadap penurunan (*settlement*). Sementara dimensi dari struktur *breakwater* dengan kemiringan sisi 1:3 adalah tinggi *breakwater* adalah 10,4 m pada kedalaman -6 m dengan lebar puncak sebesar 2,1 m, struktur *breakwater* tersebut pun dihitung telah aman terhadap penurunan (*settlement*). Semakin landai struktur *breakwater* yang direncanakan maka semakin aman terhadap penurunan.

Kata kunci : Desain, *Breakwater*, Stabilitas.

DESIGN AND STABILITY CALCULATION OF BREAKWATER

**Tri Octaviani Sihombing
1021056**

Main supervisor : Olga Pattipawaej, Ph.D

ABSTRACT

Shore structures like ports as a means of transit traffic between the sea and the land continues to undergo changes especially in terms of the capacity to accommodate a number of ships. An increasing number of such ships by itself demanded a greater port capacity again. The use of a number of large ships were certainly in need of depth of the pond is a great anchor anyway. The type of structure that has been built to protect the port from the waves came up with how to quell the wave of energy, one of which is the structure of the breakwater.

The writing of this Thesis aims to conduct design building a stable breakwaters. Data of the wind, the waves, the tides and the conditions of the bathimetri as well as the characteristics and dimensions of the ship carried out the design of the structure of the breakwater are stable against the settlement. Compared analysis is doing between the structure breakwater with 1:2 side slope and the structure breakwater with 1:3 side slope.

The dimensions of the structure breakwater with 1:2 side slope of ie high was 11.8 m at a depth of -6 m with a peak width of 2.6 m, which is calculated breakwater structure was safe to seatlement. While the dimensions of the breakwater structure with 1:3 side slope of the breakwater height is 10.4 m at a depth of -6 m with a peak width of 2.1 m which was also calculated breakwater structure was safe to seatlement. The sloping breakwater structures are planned the more secure against a decline.

Keywords: Design, Breakwater, Stability.

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
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Definisi Pelabuhan	4
2.2 Jenis-jenis Pelabuhan	5
2.3 <i>Breakwater</i>	9
2.3.1 Pemilihan <i>Breakwater</i>	10
2.3.2 Tipe <i>Breakwater</i>	11
2.3.3 Faktor-Faktor Perencanaan Pelabuhan dan <i>Breakwater</i> ...	13
2.3.4 Perencanaan Struktur <i>Breakwater</i> Sisi Miring	22
2.4 Stabilitas <i>Breakwater Rubble Mounds</i>	35
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tahap Persiapan.....	37
3.2 Metode Pengumpulan Data	37
3.3 Pengolahan dan Analisis Data	38
3.4 Perencanaan Dimensi.....	39
BAB IV STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Lokasi Perencanaan Struktur <i>Breakwater</i>	
4.1.1 Kondisi Fisik Wilayah.....	42
4.1.2 Kondisi Hidroceanografi.....	43
4.1.2 Kondisi Tanah	47
4.2 Perencanaan <i>Breakwater</i>	48
4.2.1 Data Gelombang	48
4.2.2 Kedalaman <i>Breakwater</i>	49

4.2.3 Kondisi Gelombang di Rencana Lokasi <i>Breakwater</i>	49
4.2.4 Tinggi Muka Air Rencana	52
4.3 Struktur <i>Breakwater</i> Dengan Kemiringan Sisi 1:2.....	54
4.4 Struktur <i>Breakwater</i> Dengan Kemiringan Sisi 1:3	62
4.5 Perhitungan Stabilitas <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2	69
4.6 Perhitungan Stabilitas <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3	76

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan	86
5.2 Saran	86

DAFTAR PUSTAKA	xix
-----------------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Lay Out</i> Pelabuhan.....	8
2.2 <i>Breakwater</i>	10
2.3 <i>Breakwater</i> dengan Sisi Miring dari Tumpukan Batu	11
2.4 <i>Breakwater</i> dengan Sisi Tegak dari Kaison	12
2.5 <i>Breakwater</i> Campuran	12
2.6 Gerak Orbit Partikel Air di Laut Dangkal, Transisi dan Dalam	15
2.7 Diagram Alir Proses Peramalan Gelombang	17
2.8 Perubahan Tinggi Gelombang Akibat Pendangkalan	18
2.9 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah (H_b)	20
2.10 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah (d_b).....	21
2.11 Kerusakan dan Perbaikan Gelombang Sisi Miring.....	23
2.12 Batu Pelindung Pemecah Gelombang (<i>breakwater</i>)	24
2.13 Pemecah Gelombang (<i>breakwater</i>) dengan Lapis Pelindung Tetrapod	25
2.14 Pemecah Gelombang (<i>breakwater</i>) dengan Lapis Pelindung Kubus Beton.....	25
2.15 Perkiraan Kenaikan Air Laut pada Tahun 2037.....	30
2.16 <i>Run up</i> Gelombang	31
2.17 Grafik <i>Run up</i> Gelombang	32
2.18 <i>Breakwater</i> Sisi Miring Dengan Serangan Gelombang Pada Satu Sisi	34
2.19 Bentuk Umum Pemecah Gelombang Batu.....	35
2.20 Gaya-Gaya yang Menimbulkan Momen Penggaser (<i>Driving moment</i>).....	35
2.21 Gaya- Gaya yang Menimbulkan Momen Penggaser	36
3.1 Diagram Alir Perencanaan Struktur <i>Breakwater</i>	40
4.1 Hasil Pengamatan Pasang Surut	45
4.2 Data Arus di PPI Temkuna	47
4.3 Perkiraan Struktur <i>Breakwater</i> yang Direncanakan.....	48
4.4 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah di Rencana Lokasi <i>Breakwater</i>	51
4.5 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah di Rencana Lokasi <i>Breakwater</i>	52

4.6	Elevasi Muka Air.....	53
4.7	Perkiraan Kenaikan Air Laut pada Tahun 2037.....	54
4.8	Nilai Ru/H untuk Lapis Lindung dari Batu Pecah dengan Kemiringan Sisi 1:2.....	55
4.9	Dimensi <i>Breakwater</i> Bagian Kepala dengan Kemiringan Sisi 1:2.....	60
4.10	Dimensi <i>Breakwater</i> Bagian Lengan dengan Kemiringan Sisi 1:2.....	61
4.11	Nilai Ru/H dengan Menggunakan Bilangan Iribaren untuk Lapis Lindung dari Batu Pecah dengan Kemiringan Sisi 1:3.....	62
4.12	Dimensi <i>Breakwater</i> Bagian Kepala dengan Kemiringan Sisi 1:3.....	67
4.13	Dimensi <i>Breakwater</i> Bagian Lengan dengan Kemiringan Sisi 1:3.....	68
4.14	Bidang Geser dalam Perhitungan Stabilitas Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2 terhadap Penurunan.....	69
4.15	Gaya Berat yang Bekerja pada Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2 dalam Perhitungan Momen Penggeser Bangunan.....	70
4.16	Gaya Berat yang Bekerja pada Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2 dalam Perhitungan Momen Penahan Bangunan.....	72
4.17	Gaya Geser yang Bekerja pada Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2 dalam Perhitungan Momen Penahan Bangunan.....	74
4.18	Bidang Geser dalam Perhitungan Stabilitas Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3 terhadap Penurunan (<i>Settlement</i>).....	77
4.19	Gaya Berat yang Bekerja pada Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3 dalam Perhitungan Momen Penggeser Bangunan.....	78
4.20	Gaya Berat yang Bekerja pada Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3 dalam Perhitungan Momen Penahan Bangunan.....	80
4.21	Gaya Geser yang Bekerja pada Struktur <i>Breakwater</i> dalam Perhitungan Momen Penahan Bangunan.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Tipe pemecah gelombang	13
2.2 Karakteristik Kapal	14
2.3 Klasifikasi Gelombang Linear	15
2.4 Tipe Pasang Surut	22
2.5 Koefisien Lapis	27
2.6 Koefisien Stabilitas K_D	33
4.1 Komposisi Angin dari Stasiun BMG	43
4.2 Panjang Fetch di Lokasi Temkuna	44
4.3 Tinggi Gelombang Maksimum Tiap Tahun di Lokasi Temkuna	44
4.4 Tinggi Gelombang Desain	45
4.5 Elevasi Muka Air Penting	46
4.6 Parameter Kondisi Tanah	48
4.7 Berat dan Jumlah Batu di Lapisan Pelindung <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2 beserta Tebal Lapisan	58
4.8 Berat dan Jumlah Batu di Lapisan Pelindung <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3 beserta Tebal Lapisan	65
4.9 Momen Penggeser Bangunan akibat Gaya Berat Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2	71
4.10 Momen Penahan Bangunan Akibat Gaya Berat Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2	73
4.11 Momen Penahan Bangunan Akibat Gaya Geser Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:2	75
4.12 Momen Penggeser Bangunan Akibat Gaya Berat Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3	79
4.13 Momen Penahan Bangunan Akibat Gaya Berat Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3	81
4.14 Momen Penahan Bangunan Akibat Gaya Geser Struktur <i>Breakwater</i> dengan Kemiringan Sisi 1:3	83
4.15 Persen Benda Material yang Dibutuhkan	84
4.16 Persen Perbandingan Stabilitas <i>Breakwater</i>	85

DAFTAR NOTASI

A	Luas permukaan (m^2)
B	Lebar puncak (m)
B'	Lebar dasar <i>breakwater</i> (m)
c	konstanta = $3,5 \times 10^{-6}$
D	Kedalaman air (m)
d_b	Kedalaman air pada saat gelombang pecah (m)
DWL	<i>Design water level</i> (m)
E_{mercu}	Elevasi mercu bangunan pantai (m)
F	Panjang fetch (m)
F_b	Tinggi jagaan (m)
F_c	Gaya kohesi (ton)
F_i	Gaya geser (ton)
g	Percepatan gravitasi (m/dtk^2)
H	Tinggi gelombang rencana (m)
H_o'	Tinggi gelombang laut dalam ekivalen (m)
H_b	Tinggi gelombang pecah (m)
HWS	<i>High Water Spring</i> (m)
HHWL	<i>Highest High Water Level</i> (m)
H_o	Tinggi gelombang laut dalam (m)
i	Kemiringan muka air
I_r	Bilangan Iribaren
k_{Δ}	Koefisien lapis
K_D	Koefisien stabilitas yang tergantung pada bentuk batu pelindung (batu alam atau buatan), kekasaran permukaan batu, ketajaman sisi-sisinya, ikatan antara butir, keadaan pecahnya gelombang
K_r	Koefisien refraksi
L_o	Panjang gelombang di laut dalam (m)
LWL	<i>Low Water Level</i> (m)
m	Kemiringan dasar laut
M_d	<i>Driving Moment</i> yaitu momen penggeser bangunan (ton.m)
MHWL	<i>Mean High Water Level</i> (m)
M_r	<i>Resisting Moment</i> yaitu momen penahan (ton.m)
MSL	<i>Mean Sea Level</i> (m)
N	Jumlah butir batu tiap satu luasan struktur (butir)
n	Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung (buah)
P	Porositas rerata dari lapis pelindung (%)
r	Tebal lapis pelindung (m)
R	Panjang busur (m)
R_u	<i>Run-up</i> gelombang (m)

SLR	<i>Sea Level rise</i> (kenaikan muka air laut) (m)
SW	Kenaikan muka air laut akibat gelombang (m)
T	Periode gelombang (dtk)
V	Kecepatan angin (m/dtk)
W	Berat butir batu pelindung (ton)
W_r	Berat jenis batu (ton/m^3)
W_w	Berat jenis air laut (ton/m^3)
Δh	Kenaikan elevasi muka air karena badai (m)
θ	Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang (derajat)