

ANALISIS DAN DESAIN DERMAGA TIPE *PIER* DI DESA TEMKUNA, NUSA TENGGARA TIMUR

Yuda
NRP: 1021051

Pembimbing: Olga C. Pattipawaej, Ph.D

ABSTRAK

Dalam perkembangan teknologi saat ini, manusia cenderung memanfaatkan segala cara untuk mencukupi kebutuhannya, tanpa memikirkan efek samping yang terjadi. Pemanasan global sebagai contoh yang akhir-akhir ini semakin mengkhawatirkan. Pemanasan global adalah meningkatnya suhu bumi yang terjadi secara terus menerus dan cenderung semakin tidak dapat terkendali. Indonesia merupakan negara yang merasakan langsung dampak dari pemanasan global ini. Beberapa pulau dinyatakan lenyap dikarenakan kenaikan permukaan air laut. Departemen Kelautan dan Perikanan memperkirakan Indonesia akan kehilangan 2000 pulau pada tahun 2030. Pelabuhan-pelabuhan yang ada di Indonesia oleh karenanya harus lebih intensif melakukan renovasi terhadap tinggi dermaga dimana permukaan air laut yang terus meningkat setiap tahunnya. Ada beberapa tipe dalam pembuatan dermaga, salah satunya yaitu tipe *pier*. Keuntungan dalam pembuatan dermaga yang menggunakan tipe ini adalah akses keluar masuk kapal lebih mudah karena tidak perlu menunggu kapal didepannya.

Maksud dari Tugas Akhir ini adalah mengetahui pengaruh pemanasan global terhadap struktur dermaga dan menentukan struktur dermaga yang sesuai dengan jenis kapal yang akan berlabuh. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisis desain dermaga akibat kenaikan muka air laut. Dermaga yang akan didesain adalah tipe *pier* dengan kapasitas 1 kapal di setiap sisinya. Lokasi dermaga berada di Nusa Tenggara Timur tepatnya di Desa Temkuna Kecamatan Sawan Kabupaten Timor Tengah Utara, secara geografis terletak pada posisi 9° 10' 40" Lintang Selatan dan 124° 30' Bujur Timur.

Dermaga didesain agar dapat melayani dua kapal DWT 70000, dengan ukuran panjang dermaga 350 m dan lebar dermaga 35 m. Dermaga ini akan ditopang oleh tiang pancang beton dengan jumlah 568 buah, dengan panjang 17 m. Elemen struktur balok yang digunakan adalah balok dimensi 40 x 60 cm dan dimensi 120 x 150 cm. Kebutuhan tulangan untuk balok 40x60 adalah 5D22 dan 3D22 untuk daerah tumpuan, serta 3D22 dan 3D22 untuk daerah lapangan. Sedangkan untuk balok 120x150 menggunakan 6D22 dan 4D22 untuk daerah tumpuan, serta 4D22 dan 6D22 untuk daerah lapangan. Elemen struktur tiang pancang beton yang dalam hal ini disebut kolom, berbentuk lingkaran dengan diameter 85 mm. Kebutuhan tulangan untuk kolom tersebut sebanyak 21D22, dengan sengkang Ø10 – 225 mm untuk daerah tumpuan dan 2Ø10 – 450 mm untuk daerah lapangan.

Kata Kunci : kenaikan muka air laut, dermaga, *pier*.

ANALYSIS AND DESIGN OF PIER AT DESA TEMKUNA, EAST NUSA TENGGARA

**Yuda
NRP: 1021051**

Supervisor: Olga C. Pattipawaej, Ph.D

ABSTRACT

In the current technological developments, people tend to use all means to meet their needs, without the side effects that occur. Global warming as an example that recently more and more alarming. Global warming is the increase in global temperatures that occur continuously and tend increasingly unable to control. Indonesia is a country that feel the direct impact of global warming. Some of the island declared lost due to sea level rise. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries estimates that Indonesia will lose the 2000 islands in 2030. Ports in Indonesia should therefore be more intensive to do renovations to the high dock where sea levels continue to rise every year. There are several types in the making dock, one of which is the type of pier. Advantage in making this type of access in and out of the boat is much easier because it does not need to wait for the ship in front of it.

The purpose of this final project was to determine the effect of global warming of the pier structures appropriate to determine the type of vessel to be anchored. The purpose of this final project is to analyze the design of the pier due to rising sea levels. Pier will be designed is the type with a capacity of one boat on each side. Pier locations in East Nusa Tenggara precisely in the village of Sawan Temkuna District of North Central Timor is geographically located at position 9 ° 10 '40 "South Latitude and 124 ° 30' East Longitude.

Dock is designed to serve two ships DWT 70000, with a quay length of 350 m and 35 m wide dock. This dock will be supported by concrete piles by the number of 568 pieces, with a length of 17 m. Beam structural elements used are beam dimensions of 40 x 60 cm and the dimensions of 120 x 150 cm. Reinforcing the need for 40x60 block is 5D22 and 3D22 to the pedestal, and 3D22 and 3D22 to the field. As for the beam 120x150 using the 6D22 and 4D22 for the pedestal, and 4D22 and 6D22 to the field. Structural elements of concrete piles in this case is called a column, a circle with a diameter of 85 mm. Column of reinforcing the need for as much as 21D22, with a cross bar O10 - 225 mm for the pedestal and 2Ø10 - 450 mm for the field.

Keywords : sea-level rise, harbor, pier.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI & SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Lokasi Pembangunan Dermaga Tipe <i>Pier</i>	5
2.2 Dermaga Tipe <i>Pier</i>	5
2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Struktur Dermaga Tipe <i>Pier</i> ..	7
2.2.2 Spesifikasi dan Data Tipe Kapal	8
2.3 Faktor-faktor Perencanaan	10
2.3.1 Topografi	11
2.3.2 Bathimetri	11
2.4 Pemodelan Struktur Dermaga	12
2.5 Perencanaan Pembebanan Struktur Dermaga	12
2.5.1 Beban Vertikal	13
2.5.2 Beban Horizontal	13
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Data Kapal	20
3.2 Perhitungan <i>Layout</i> Dermaga	20
3.3 Perhitungan Gaya yang Bekerja pada Struktur Dermaga	21
3.3.1 Gaya Gelombang	21
3.3.2 Gaya <i>Berthing</i>	25
3.3.3 Pemilihan <i>Fender</i>	27
3.3.4 Gaya <i>Mooring</i>	28
3.3.5 Gaya Gempa	30
BAB IV PERENCANAAN DAN ANALISIS STRUKTUR	33
4.1 Pengumpulan Data	33
4.2 Pemodelan Struktur	33
4.3 Perencanaan Pembebanan	34
4.3.1 Beban Vertikal	34

4.3.2	Beban Horizontal	37
4.4	Perhitungan Gaya-gaya Dalam Elemen Struktur	39
4.5	Perencanaan dan Analisis Penampang	40
4.5.1	Balok	40
4.5.2	Kolom	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Akses Keluar Masuk Kapal Dermaga Tipe <i>Pier</i>	2
Gambar 1.2	Dermaga Tipe <i>Pier</i> dengan Satu Kapal di Setiap Sisinya	3
Gambar 2.1	Peta Lokasi Pembangunan Dermaga.....	5
Gambar 2.2	<i>Pier</i> Tipe Terbuka	6
Gambar 2.3	<i>Pier</i> Tipe Tertutup.....	6
Gambar 2.4	<i>Pier</i> dengan Lebar Besar	7
Gambar 2.5	Dimensi Kapal	9
Gambar 2.6	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Perioda Ulang 500 Tahun	17
Gambar 2.7	Respons Spektrum Gempa Rencana	17
Gambar 3.1	Grafik Hubungan Gaya Terhadap Kedalaman	24
Gambar 3.2	Grafik Hubungan Momen Terhadap Waktu	25
Gambar 4.1	Perletakan Struktur Jepit.....	34
Gambar 4.2	Potongan Tampak Atas Struktur Dermaga	34
Gambar 4.3	Potongan Tampak Samping Struktur Dermaga	34
Gambar 4.4	Pendistribusian Beban pada Balok dengan Metode Amplop	36
Gambar 4.5	Potongan Tipe Pembebanan pada Balok	36
Gambar 4.6	Potongan Balok dengan <i>Input</i> Beban Mati	37
Gambar 4.7	Potongan Balok dengan <i>Input</i> Beban Hidup	37
Gambar 4.8	Potongan Kolom dengan <i>Input</i> Gaya Gelombang	38
Gambar 4.9	Potongan Tampak Atas Dermaga dengan <i>Input</i> Gaya <i>Berthing</i>	38
Gambar 4.10	Potongan Tampak Atas Dermaga dengan <i>Input</i> Gaya <i>Mooring</i>	39
Gambar 4.11	Penempatan Tulangan di Daerah Lapangan Balok 40x60	43
Gambar 4.12	Penempatan Tulangan di Daerah Tumpuan Balok 40x60	45
Gambar 4.13	Penempatan Tulangan di Daerah Lapangan Balok 120x150.....	50
Gambar 4.14	Penempatan Tulangan di Daerah Tumpuan Balok 120x150	53
Gambar L6.1	<i>Define Grid Data</i>	64
Gambar L6.2	<i>Define Materials</i>	65
Gambar L6.3	<i>Material Property Data</i>	66
Gambar L6.4	<i>Add Frame Section Property</i>	66
Gambar L6.5	<i>Rectangular Section</i> untuk Balok 40x60	67
Gambar L6.6	<i>Rectangular Section</i> untuk Balok 120x150	67
Gambar L6.7	<i>Rectangular Section</i> untuk Kolom.....	68
Gambar L6.8	<i>Define Loads</i>	68
Gambar L6.9	<i>Combination Data</i>	69
Gambar L6.10	<i>Joint Restraint</i> Jepit	70
Gambar L6.11	<i>3-D View</i>	70
Gambar L6.12	Frame Distributed Loads untuk Beban Mati (DL)	71
Gambar L6.13	Frame Distributed Loads untuk Beban Mati (DL)	71

Gambar L6.14	Joint Forces.....	72
Gambar L6.15	Assign Constraints to Diaphragm.....	72
Gambar L6.16	Define Loads	73
Gambar L6.17	User Seismic Loading	73
Gambar L6.18	Set Analysis Case to Run	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Dimensi Kapal Sesuai Bobot Kapal.....	10
Tabel 2.2	Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan.....	18
Tabel 2.3	Faktor Reduksi Gempa Maksimum Beberapa Jenis Sistem Struktur Gedung.....	18
Tabel 3.1	Data Kapal	20
Tabel 3.2	Hasil Perhitungan Nilai F_T	23
Tabel 3.3	Kondisi Tumbukan Kapal.....	26
Tabel 3.4	Hubungan Antara Kondisi Tumbukan, Energi dan Gaya Reaksi ..	27
Tabel 4.1	Gaya-gaya Dalam Maksimum Balok	40
Tabel 4.2	Kebutuhan Tulangan Balok	54

DAFTAR NOTASI & SINGKATAN

- a Tinggi daerah tekan (mm)
- ABK Anak Buah Kapal
- A_L Luas sisi kapal di atas permukaan air (m^2)
- A_s Luas tulangan tarik (mm^2)
- A_s' Luas tulangan tekan (mm^2)
- A_T Luas muka kapal di atas permukaan air (m^2)
- A_v Luas penampang dari tulangan geser pada jarak s di dalam suatu elemen lentur (mm^2)
- b Lebar penampang balok (mm)
- B Lebar kapal (m)
- c Jarak dari serat tekan ekstrim ke sumbu netral (mm)
- C Koefisien dasar gempa
- C_B Koefisien blok kapal
- C_C Koefisien konfigurasi penambatan
- C_D Koefisien *drag*
- C_E Koefisien eksentrisitas
- C_M Koefisien massa hidrodinamik
- C_S Koefisien kekerasan
- d Kedalaman perairan (m)
- d Kedalaman efektif penampang diukur dari serat tekan ekstrim ke sentroid tulangan tarik (mm)
- D Diameter tiang pancang (m)
- D Diameter tulangan (mm)

D	<i>Draft</i> kapal (m)
DPL	<i>Displacement Tonnage Loaded</i> (ukuran isi tolak kapal) (Ton)
DWT	<i>Dead Weight Tonnage</i> (bobot mati kapal)
d'	Jarak dari serat tekan ekstrim ke sentroid (titik pusat) baja tekan (mm)
E	Energi (J/m^2)
E	Modulus elastisitas beton (kg/m^2)
EB	Energi <i>berthing</i> (kN m)
F	<i>Freeboard</i> , tinggi kapal di atas permukaan air (m)
F	Gaya gelombang per unit panjang tiang (N)
f'_c	Kuat tekan karakteristik beton (<i>MPa</i>)
F_C	Gaya arus sejajar as kapal (kg)
F_D	Gaya <i>drag</i> per unit panjang tiang (N)
F_I	Gaya inersia per unit panjang tiang (N)
F_{LC}	Gaya arus tegak lurus as kapal (kg)
F_{LW}	Gaya angin tegak lurus as kapal (kg)
F_W	Gaya angin sejajar as kapal (kg)
F_X	Gaya dengan arah sejajar as kapal (kg)
f_y	Tegangan leleh baja non-prategang (<i>MPa</i>)
F_Y	Gaya dengan arah tegak lurus as kapal (kg)
g	Gravitasi (m/det^2)
GRT	<i>Gross Register Tons</i> (ukuran isi kotor kapal) ($feet^3$)
GT	<i>Gross Tons</i> (bobot kapal)
h	Tinggi penampang balok (mm)
H	Tinggi gelombang (m)

H	Tinggi struktur dermaga (m)
I	Faktor keutamaan bangunan
j_d	Lengan momen (mm)
k	Faktor panjang efektif dari suatu elemen tekan (kN)
L	Lebar dermaga (m)
L	Panjang gelombang (m)
L	Panjang tiang pancang (m)
L_{BP}	<i>Length between perpendicular</i> (m)
L_f	Jarak <i>fender</i> (m)
L_o	Panjang gelombang laut (m)
L_{oA}	Panjang keseluruhan kapal (m)
m	Massa struktur dermaga (kN)
M	Momen total (N m)
M_D	<i>Displacement</i> dari kapal (Ton)
M_u	Momen <i>ultimate</i> (kN m)
M_n	Momen nominal (kN m)
n	Jumlah tulangan yang digunakan
N_f	Jumlah <i>fender</i> (buah)
NRT	<i>Netto register tons</i> (ukuran isi bersih kapal) (feet ³)
P	Panjang dermaga (m)
PPI	Pusat Pelelangan Ikan
Q_w	Tekanan angin (kg/m ²)
Q_c	Tekanan arus (kg/m ²)

R	Faktor reduksi gempa
R	Gaya mooring (ton)
s	Jarak dari tulangan geser atau horisontal yang sejajar dengan tulangan longitudinal (mm)
S_C	Koefisien konfigurasi penambatan
S_S	Kondisi <i>softness</i>
t	Waktu (det)
T	Periode gelombang (det)
u	Kecepatan partikel air pada arah sumbu x (m/det)
V	Gaya gempa (kN)
V	Kecepatan kapal saat membentur dermaga (m/det)
V_C	Kecepatan arus maksimum (m/det)
V_c	Kekuatan geser rencana beton (kN)
V_w	Kecepatan angin maksimum (m/det)
V_u	Kekuatan geser maksimum dari beton dan tulangan geser (kN)
W	Berat struktur ditambah beban hidup (kN)
ϕ	Faktor reduksi kekuatan
α_b	Sudut kapal saat menabrak <i>fender</i> ($^{\circ}$)
ω	Lebar retak
σ	<i>Sigma</i> (rad/det)
π	<i>Phi</i>
ρ_b	Rasio tulangan tarik yang menghasilkan kondisi regangan seimbang
ρ	Massa jenis air laut (kg/m^3)
ρ	Rasio tulangan non prategang dalam suatu penampang

ρ' Rasio tulangan tekan dalam suatu penampang

$\frac{du}{dt}$ Percepatan partikel air pada arah sumbu x (m/det)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Denah Tampak Depan Struktur Dermaga	59
Lampiran L.2 Denah Tampak Samping Struktur Dermaga.....	60
Lampiran L.3 Denah Pembalokan Struktur Dermaga	61
Lampiran L.4 Tabel Fungsi $\frac{D}{L}$ untuk Pertambahan Nilai $\frac{D}{L_0}$	62
Lampiran L.5 Tabel Pemilihan <i>Fender</i>	63
Lampiran L.6 Pemodelan Struktur pada Perangkat Lunak SAP 2000	64
Lampiran L.7 SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	74