

ANALISIS DEFLEKSI STRUKTUR DERMAGA TIPE WHARF DI PPI TEMKUNA NTT AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR LAUT

**Adhytia Pratama
0721020**

Pembimbing : Olga Pattipawaej, Ph.D

ABSTRAK

Moda transportasi laut memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ekonomi di Indonesia. Peningkatan kegiatan manusia terutama di bidang transportasi, industri, pembangunan gedung-gedung dan aktivitas manusia berdampak pada pemanasan global. Dampak pemanasan global ini salah satunya adalah naiknya muka air laut yang akan mengakibatkan gaya gelombang yang semakin besar. Besarnya dampak ini membuat penyelidikan hidroteknik secara mendetail, salah satunya ialah analisa defleksi struktur yang terjadi di dermaga, sehingga kemungkinan terjadi dermaga akan mengalami kegagalan struktur yang dapat dihindari.

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk membuat kajian literatur tentang dermaga serta menganalisa besarnya defleksi struktur yang terjadi di dermaga. Nilai defleksi tersebut dihitung menggunakan perangkat lunak SAP 2000.

Hasil defleksi terbesar pada kedalaman air 15 m untuk arah-x = 0,011302 m; arah-y = 0,041861 m; arah-z = -0,000229 m, sedangkan pada kedalaman air 16 m untuk arah-x = 0,011302 m; arah-y = 0,045507 m; arah-z = -0,000229 m. Defleksi yang terjadi pada kedalaman air 16 m lebih besar daripada defleksi yang terjadi pada kedalaman air 15 m, dimana pertambahan defleksi struktur terbesar ada pada arah-y yaitu gaya gelombang yang mengenai struktur dermaga.

Kata kunci : defleksi, struktur, dermaga, *wharf*, kenaikan muka air laut

DEFLECTION ANALYSIS OF PIER TYPE WHARF STRUCTURE IN THE PPI TEMKUNA NTT DUE TO SEA LEVEL RISE

Adhytia Pratama

NRP : 0721020

Supervisor: Olga C. Pattipawaej, Ph.D

ABSTRACT

Marine transportation plays a very important role in economic development in Indonesia. Increased human activity, especially in the transportation, industrial, construction of buildings and human activities affect global warming. The impact of global warming is one of them is the rising sea levels that will result in a growing wave forces. The magnitude of these effects make hydro-engineering investigation in detail, one of which is to analyze the deflection of the structure occurring at the dock, so the possibility of the pier would have a structural failure can be avoided.

The purpose of this final project was to make a review of the literature on the dock as well as analyzing the amount of deflection that occurs at the pier structure. Deflection values were calculated using SAP 2000 software.

Largest deflection results in a water depth of 15 m for the direction- $x = 0.016995$ m; direction, $y = 0.041861$ m, the direction of the $z = -0.000228$ m, whereas at a water depth of 16 m for the direction- $x = 0, 016 995$ m; direction, $y = 0.045507$ m, the direction of the $z = -0.000228$ m. Deflection that occurs at a water depth of 16 m is greater than the deflection that occurs at a water depth of 15 m, which increase the deflection of the largest structures on the y -direction is the wave forces on the structure of the pier.

Keywords : deflection, structure, dock, wharf, sea-level rise

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	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	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penelitian	2
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Klasifikasi Dermaga	4
2.1.1 Berdasarkan Jenis Barang Yang Dilayani	4
2.1.2 Berdasarkan Bentuk	5
2.2 Beton	7
2.3 Peraturan Gempa Indonesia Berdasarkan SNI 1726-2002	8
2.4 Beban Pada Dermaga	8
2.4.1 Beban Horizontal	8
2.4.2 Beban Vertikal	9
2.5 Beban Gempa	9
2.6 Analisis Statik Ekuivalen	11
2.7 Analisa <i>Berthing</i>	12
2.7.1 Energi Kinetik	12
2.7.2 Posisi Fender	15
2.7.3 Jarak Antar Fender	15
2.7.4 Kondisi Pembebanan Pada Fender	16
2.8 Analisa <i>Mooring</i>	17
2.8.1 Gaya Tambat	17
2.8.2 Gaya Pada Tali	17
2.8.3 Gaya <i>Mooring</i>	18
2.9 Gaya Gelombang pada Tiang	18
2.10 Gaya Angin	20
BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	
3.1 Data Dermaga	25

3.1.1 Panjang Dermaga	25
3.1.2 Lebar Dermaga	25
3.1.3 Data Struktur	25
3.1.4 Data Material	26
3.2 Jenis dan Besar Pembebanan	26
3.3 Parameter Gelombang	28
3.4 Gaya Gelombang	29
3.4.1 Gaya Gelombang dalam Kondisi Muka Air Laut Normal	29
3.4.2 Gaya Gelombang dalam Kondisi Kenaikan Muka Air Laut	32
3.5 Gaya <i>Mooring</i>	35
3.5.1 Gaya <i>Mooring</i> dalam Kondisi Muka Air Laut Normal	35
3.5.2 Gaya <i>Mooring</i> dalam Kondisi Kenaikan Muka Air Laut	37
3.6 Gaya Gempa	38
3.7 Analisis SAP2000	42
3.8 Hasil Analisis SAP2000	53
BAB IV SIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Simpulan	58
4.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk Dermaga	6
Gambar 2.2	Titik Benturan Kapal	14
Gambar 2.3	Koefisien <i>Berthing</i> (Cc) Sesuai Jenis Dermaga	15
Gambar 2.4	Contoh Posisi Fender Pada Dermaga	15
Gambar 2.5	Jarak Antar Fender	16
Gambar 2.6	Kondisi <i>Berthing</i> $\alpha_b = 10^\circ$	17
Gambar 2.7	Kondisi <i>Berthing</i> $\alpha_b = 0^\circ$	17
Gambar 3.1	Tampak Atas Pemodelan Struktur Dermaga	26
Gambar 3.2	Tampak Depan Pemodelan Struktur Dermaga	26
Gambar 3.3	Wilayah Gempa Indonesia Periode Ulang 500 Tahun	27
Gambar 3.4	Respon Spektrum Gempa Rencana Indonesia Wilayah 5	27
Gambar 3.5	Grafik Gaya Gelombang terhadap Kedalaman Air	31
Gambar 3.6	Grafik Momen Total terhadap Waktu	31
Gambar 3.7	Grafik Gaya Gelombang terhadap Kedalaman Air	34
Gambar 3.8	Grafik Momen Total terhadap Waktu	34
Gambar 3.9	Tampilan <i>New Model</i>	42
Gambar 3.10	Tampilan Pembuatan Grid	43
Gambar 3.11	<i>Input</i> Grid Secara Manual	43
Gambar 3.12	Tampilan Grid Data Sesuai Ukuran	44
Gambar 3.13	Mendefinisikan Material	44
Gambar 3.14	<i>Input</i> Data Properti Material	44
Gambar 3.15	Mendefinisikan Jenis Balok dan Kolom	45
Gambar 3.16	<i>Input</i> Dimensi Balok B1	45
Gambar 3.17	<i>Input</i> Dimensi Balok B2	46
Gambar 3.18	<i>Input</i> Dimensi Kolom	46
Gambar 3.19	Mendefinisikan Jenis Pelat	46
Gambar 3.20	<i>Input</i> Dimensi Ukuran Pelat	47
Gambar 3.21	Model Struktur Dermaga	47
Gambar 3.22	Potongan Struktur Dermaga Portal 1-1	48
Gambar 3.23	Denah Struktur Dermaga	48
Gambar 3.24	<i>Input</i> Perletakan	48
Gambar 3.25	Mendefinisikan <i>Load Cases</i>	49
Gambar 3.26	Tampilan <i>Input</i> Kombinasi Pembebanan	49
Gambar 3.27	<i>Input</i> Beban <i>Live Load</i>	49
Gambar 3.28	Arah Gaya <i>Berthing</i>	50
Gambar 3.29	Tampilan <i>Input</i> Gaya <i>Berthing</i>	50
Gambar 3.30	Arah Gaya <i>Mooring</i>	50
Gambar 3.31	Tampilan <i>Input</i> Gaya <i>Mooring</i>	50
Gambar 3.32	Arah Gaya Gelombang	51
Gambar 3.33	Tampilan <i>Input</i> Gaya Gelombang	51
Gambar 3.34	Tampilan <i>Rigid Diaphragm</i>	51
Gambar 3.35	Tampilan <i>Diaphragm Constraint</i>	52
Gambar 3.36	Tampilan <i>Define Loads</i>	52

Gambar 3.37	Tampilan <i>Input</i> Gaya Gempa Arah x	53
Gambar 3.38	Tampilan <i>Input</i> Gaya Gempa Arah y	53
Gambar 3.39	Deformasi Model Dermaga Akibat Beban Gempa-x	54
Gambar 3.40	Deformasi Model Dermaga Akibat Beban Gempa-y	54
Gambar 3.41	Diagram Momen Pada Arah Memanjang Dermaga	54
Gambar 3.42	Diagram Momen Pada Arah Melintang Dermaga	55
Gambar 3.43	Diagram Gaya Geser Pada Arah Memanjang Dermaga	55
Gambar 3.44	Deformasi Model Dermaga Akibat Beban Gempa-x	56
Gambar 3.45	Deformasi Model Dermaga Akibat Beban Gempa-y	56
Gambar 3.46	Diagram Momen Pada Arah Memanjang Dermaga	56
Gambar 3.47	Diagram Momen Pada Arah Melintang Dermaga	57
Gambar 3.48	Diagram Gaya Geser Pada Arah Memanjang Dermaga	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Keutamaan I Untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan	10
Tabel 2.2	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung	11
Tabel 3.1	Nilai u , u' , dan F_T	30
Tabel 3.2	Nilai u , u' , dan F_T	33
Tabel 3.4	Data Kapal	35

DAFTAR NOTASI

A_L	Luas sisi kapal di atas permukaan air (m^2)
A_T	Luas muka kapal di atas permukaan air (m^2)
B	lebar kapal (m)
C	Koefisien
C_B	Koefisien blok kapal
C_c	Koefisien konfigurasi penambatan
C_D	Koefisien <i>drag</i>
C_e	Koefisien eksentrisitas
C_m	Koefisien massa hidrodinamik
C_s	Koefisien <i>softness</i>
d	<i>Draft</i> kapal (m)
D	Diameter tiang
DL	Beban mati
DWL	Tinggi muka air rencana
DWT	<i>Dead Weight Tonnage</i>
EB	Energi <i>berthing</i> (kNm)
E_c	Modulus Elastisitas (MPa)
E_k	Energi kinetik yang terjadi
E_g	Energi gelombang
EQ	Beban gempa pada masing-masing arah
f	Gaya gelombang per unit panjang tiang (N/m)
f_D	Gaya <i>drag</i> per unit panjang tiang (N/m)
f_I	Gaya inersia per unit panjang tiang (N/m)
$F_{m,max}$	Gaya <i>mooring</i> maksimum (kg)
F	Gaya gempa (kg/m^2)
F	<i>Freeboard</i> , tinggi kapal di atas permukaan air
F_C	Gaya arus sejajar as kapal (kg)
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)
g	Percepatan gravitasi (9,81 m/det ²)
h	Tinggi dari <i>fender</i> pada saat energi kinetik dari kapal diserap (m)
H	Tinggi gelombang
Hd	Tinggi gelombang maksimum di depan dermaga
I	Faktor keutamaan (1-1,5)
k	Koefisien gempa
K	<i>Radius rotation</i> dari kapal (m)
L	Panjang gelombang (m)
L_{0A}	Panjang keseluruhan kapal
L_{BP}	<i>Length Between Perpendicular</i>
LL	Beban hidup
m	Massa struktur dermaga
M	Momen total pada tiang (Nm)
M_D	Momen akibat gaya drag (Nm)
M_I	Momen akibat gaya inersia (Nm)
MD	<i>Maximum Displacement</i>
n	Tinggi permukaan air (m)
Q_c	Beban akibat arus (kg/m ²)
Q_w	Beban angin (kg/m ²)
r	Radius lengkung dari bow (m)
R	Jarak antara pusat massa dengan titik bentur kapal
R	Faktor reduksi gempa
$R_{mooring}$	Gaya <i>mooring</i> pada titik tambat (kg)
T	Periode gelombang
u	Kecepatan partikel air pada arah sumbu x (m/det)
u'	Percepatan partikel air pada arah sumbu x (m/det ²)
V	Kecepatan merapat kapal (m/detik)
V_c	Kecepatan arus (m/dtk)
V_w	Kecepatan angin = 18,62 (m ² /dtk)
V_W	Kecepatan angin (m/s)

w	Beban vertikal dengan muatan hidup (kg/m^2)
W	Berat virtual kapal (ton)
W	Berat struktur ditambah beban hidup
x	Lokasi tiang pada sumbu horizontal
z	Posisi pada arah vertikal (m)
α_b	Sudut antara badan kapal dengan muka dermaga
β_h	Sudut horizontal tali
β_v	Sudut vertikal tali
γ	Sudut yang dibentuk antara titik bentur kapal dengan vektor kecepatan dan kapal = $77,587^\circ$
$\gamma_{airlaut}$	Massa jenis air laut (kg/m^3)
σ	Kecepatan sudut gelombang

DAFTAR LAMPIRAN

L.1 Denah Tampak Depan Struktur Dermaga	60
L.2 Denah Tampak Samping Struktur Dermaga	61