

# RESPONS DINAMIK *JACKET STEEL PLATFORM* AKIBAT GELOMBANG LAUT DENGAN RIWAYAT WAKTU

Hans Darwin Yasin  
NRP : 0021031

Pembimbing : Olga Pattipawaej, Ph.D

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG

---

## ABSTRAK

Bangunan struktur tidak hanya berdiri di atas tanah saja. Saat ini diketahui banyak jenis dan tipe struktur lepas pantai yang telah dibangun untuk keperluan pengeboran minyak dan gas bumi. Pada Tugas Akhir ini, struktur lepas pantai yang dipilih untuk dianalisis adalah *Jacket Steel Platform*, dimana struktur tersebut terdiri dari rangka baja atau *steel* dan anjungan atau *platform*.

Beban-beban yang bekerja pada *Jacket Steel Platform* antara lain, beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, dan beban ombak. Dalam tulisan ini hanya menganalisis beban ombak atau air sebagai beban dinamik dengan yang dirumuskan menjadi persamaan Gaya Morison.

Data struktur diperoleh dari salah satu jurnal *Offshore Technology Conference*. Gelombang acak yang digunakan berdasarkan spektrum Jonswap yang kemudian ditransformasikan ke riwayat dengan menggunakan *Fast Fourier Transform*. Penyelesaian persamaan dinamik menggunakan iterasi Newmark dengan menggunakan program MATLAB. Respons dinamik yang ditinjau dalam Tugas Akhir adalah lendutan di setiap titik nodal, terutama lendutan di anjungan atau *platform*. Berdasarkan hasil analisis nilai lendutan maksimum terjadi pada anjungan atau *platform* sebesar 0,6034 meter untuk kasus 121,92 meter (400 feet), 0,9423 meter untuk kasus 182,88 meter (600 feet), 1,5875 meter untuk kasus 243,84 meter (800 feet), dan 1,7841 meter untuk kasus 304,8 meter (1000 feet).

# DAFTAR ISI

<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>PRAKATA</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB 1    PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang Masalah.....	1
1.2    Maksud dan Tujuan Penulisan.....	2
1.3    Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.4    Sistematika Pembahasan.....	4
<b>BAB 2    BANGUNAN LEPAS PANTAI</b>	
2.1    Sejarah Struktur Lepas Pantai.....	6
2.2    Anjungan Lepas Pantai di Indonesia.....	12
2.3 <i>Jacket Steel Platform</i> .....	14
<b>BAB 3    GAYA GELOMBANG PADA STRUKTUR</b>	
3.1    Teori Gelombang.....	16
3.1.1 Definisi Gelombang.....	17
3.1.2 Asumsi-asumsi dalam Persamaan Gelombang.....	19
3.1.3 Teori Gelombang <i>Airy</i> .....	19

3.1.4	Karakteristik Gelombang <i>Airy</i> .....	20
3.2	Kecepatan dan Percepatan Gelombang.....	21
3.3	Gaya Gelombang pada Struktur.....	23
3.4	Gaya Hidrodinamik.....	24
3.4.1	Distribusi Beban dan Kecepatan pada Segmen tertentu.....	26
3.4.2	Massa Tambahan.....	27
3.4.3	Interaksi.....	27
<b>BAB 4</b>	<b>METODOLOGI PEMBAHASAN</b>	
4.1	Penguraian Model Matematika.....	29
4.2	Data Gelombang.....	31
4.3	Data Struktur.....	38
4.4	Integrasi Persamaan Dinamik dengan Metoda Newmark.....	41
4.5	Sistematika Perhitungan.....	42
<b>BAB 5</b>	<b>ANALISA DATA</b>	
5.1	Hasil Analisa Data.....	44
5.2	Hasil Analisa Data Kedalaman 400 feet.....	45
5.3	Hasil Analisa Data Kedalaman 600 feet.....	51
5.4	Hasil Analisa Data Kedalaman 800 feet.....	57
5.5	Hasil Analisa Data Kedalaman 1000 feet.....	63
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1	Kesimpulan.....	69
6.2	Saran.....	70
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$a$	= Amplitudo gelombang, ft
$[C]$	= Matriks redaman, kip sec / ft
$C_A$	= Koefisien <i>added mass</i>
$C_D$	= Koefisien seret
$C_M$	= Koefisien inersia
$D$	= Diameter silinder, ft, m
$D_{D,j}$	= Luas dari segmen yang ditinjau, ft <sup>2</sup>
$D_{I,j}$	= Volume dari segmen yang ditinjau, ft <sup>3</sup>
$\left\{ F \left( t, \dot{x}, \ddot{x} \right) \right\}$	= Vektor dari gaya luar
$f$	= Frekuensi gelombang, Hz
$f_0$	= Frekuensi gelombang awal, Hz
$g$	= Gravitasi, N / ft <sup>2</sup>
$H$	= Tinggi gelombang, ft
$h$	= Kedalaman laut rata-rata, ft
$[K]$	= Matriks kekakuan struktur, kip / ft
$k$	= Bilangan gelombang, <i>wave number</i> , rad / ft
$L$	= Panjang gelombang, ft
$[M]$	= Matriks massa total, kip sec <sup>2</sup> / ft
$S(f)$	= Energi <i>density</i> spektrum, ft <sup>2</sup> sec
SWL	= Muka air laut rata-rata, ft

$T$	= Periode gelombang, sec
$u$	= Kecepatan partikel air, ft / sec
$\dot{u}$	= Percepatan air, ft / sec <sup>2</sup>
$\bar{u}_j$	= Kecepatan di bagian atas segmen yang ditinjau, ft / sec
$\dot{\bar{u}}_j$	= Percepatan rata-rata di bagian atas segmen yang ditinjau, ft / sec <sup>2</sup>
$\dot{x}$	= Kecepatan silinder, ft / sec
$\ddot{x}$	= Percepatan silinder, ft / sec <sup>2</sup>
$\dot{x}_j$	= Kecepatan di titik tengah dari segmen yang ditinjau, ft / sec
$\ddot{x}_j$	= Percepatan di titik tengah dari segmen yang ditinjau, ft / sec <sup>2</sup>
$\left\{ x \right\}$	= Perpindahan titik nodal, ft
$\left\{ \dot{x} \right\}$	= Kecepatan titik nodal, ft / sec
$\left\{ \ddot{x} \right\}$	= Percepatan titik nodal, ft / sec <sup>2</sup>
$\eta$	= Jarak vertikal dari permukaan laut rata-rata hingga permukaan air pada saat tertentu, ft
$\rho$	= Kepadatan massa air, N / ft <sup>3</sup>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Berbagai Jenis Anjungan Lepas Pantai.....	8
Gambar 2.2	Contoh Struktur Jenis <i>Jacket Steel Platform</i> .....	13
Gambar 3.1	Gelombang Berjalan dengan Amplitudo Kecil.....	17
Gambar 4.1	Struktur <i>Offshore</i> .....	30
Gambar 4.2	Pembagian Segmen <i>Jacket Steel Platform</i> .....	32
Gambar 4.3	Pemodelan Titik Nodal untuk 400 feet.....	35
Gambar 4.4	Pemodelan Titik Nodal untuk 600 feet.....	35
Gambar 4.5	Pemodelan Titik Nodal untuk 800 feet.....	36
Gambar 4.6	Pemodelan Titik Nodal untuk 1000 feet.....	37
Gambar 4.7	Algoritma Perhitungan.....	42
Gambar 4.8	Diagram Alir Perhitungan.....	43
Gambar 5.1	Grafik Frekuensi vs Energi <i>density</i> spektrum di permukaan untuk kedalaman 400 feet.....	45
Gambar 5.2	Grafik Waktu vs Gelombang pada permukaan air untuk kedalaman 400 feet.....	46
Gambar 5.3	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-1.....	46
Gambar 5.4	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-2.....	47
Gambar 5.5	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-3.....	47

Gambar 5.6	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-4.....	48
Gambar 5.7	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-5.....	48
Gambar 5.8	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-6.....	49
Gambar 5.9	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 400 feet di titik nodal ke-7.....	49
Gambar 5.10	Grafik Lendutan untuk kasus kedalaman 400 feet.....	50
Gambar 5.11	Grafik Frekuensi vs Energi <i>density</i> spektrum di permukaan untuk kedalaman 600 feet.....	51
Gambar 5.12	Grafik Waktu vs Gelombang pada permukaan air untuk kedalaman 600 feet.....	52
Gambar 5.13	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-1.....	52
Gambar 5.14	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-2.....	53
Gambar 5.15	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-3.....	53
Gambar 5.16	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-4.....	54
Gambar 5.17	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-5.....	54

Gambar 5.18	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-6.....	55
Gambar 5.19	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 600 feet di titik nodal ke-7.....	55
Gambar 5.20	Grafik Lendutan untuk kasus kedalaman 600 feet.....	56
Gambar 5.21	Grafik Frekuensi vs Energi <i>density</i> spektrum di permukaan untuk kedalaman 800 feet.....	57
Gambar 5.22	Grafik Waktu vs Gelombang pada permukaan air untuk kedalaman 800 feet.....	58
Gambar 5.23	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-1.....	58
Gambar 5.24	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-2.....	59
Gambar 5.25	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-3.....	59
Gambar 5.26	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-4.....	60
Gambar 5.27	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-5.....	60
Gambar 5.28	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-6.....	61
Gambar 5.29	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 800 feet di titik nodal ke-7.....	61



Gambar 5.30	Grafik Lendutan untuk kasus kedalaman 800 feet.....	62
Gambar 5.31	Grafik Frekuensi vs Energi <i>density</i> spektrum di permukaan untuk kedalaman 1000 feet.....	63
Gambar 5.32	Grafik Waktu vs Gelombang pada permukaan air untuk kedalaman 1000 feet.....	64
Gambar 5.33	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-1.....	64
Gambar 5.34	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-2.....	65
Gambar 5.35	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-3.....	65
Gambar 5.36	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-4.....	66
Gambar 5.37	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-5.....	66
Gambar 5.38	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-6.....	67
Gambar 5.39	Grafik Waktu vs Lendutan untuk kedalaman 1000 feet di titik nodal ke-7.....	67
Gambar 5.40	Grafik Lendutan untuk kasus kedalaman 1000 feet.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Gelombang.....	31
Tabel 4.2	Koordinat dan Segmen Kedalaman Air 400 feet.....	33
Tabel 4.3	Koordinat dan Segmen Kedalaman Air 600 feet.....	33
Tabel 4.4	Koordinat dan Segmen Kedalaman Air 800 feet.....	34
Tabel 4.5	Koordinat dan Segmen Kedalaman Air 1000 feet.....	34
Tabel 5.1	Lendutan maksimum tiap titik nodal pada kedalaman 400 feet.....	50
Tabel 5.2	Lendutan maksimum tiap titik nodal pada kedalaman 600 feet.....	56
Tabel 5.3	Lendutan maksimum tiap titik nodal pada kedalaman 800 feet.....	62
Tabel 5.4	Lendutan maksimum tiap titik nodal pada kedalaman 1000 feet.....	68