

807/FT.01/SKRIP/07/2008

STUDI PERILAKU PONDASI RIGID
MOORING DOLPHIN
UNTUK KAPAL CPO 30.000 DWT

SKRIPSI

Oleh

LIA SPARINGGA LIAUW
04 04 01 045 7



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008

807/FT.01/SKRIP/07/2008

STUDI PERILAKU PONDASI RIGID
MOORING DOLPHIN
UNTUK KAPAL CPO 30.000 DWT

SKRIPSI

Oleh

LIA SPARINGGA LIAUW
04 04 01 045 7

SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008

807/FT.01/SKRIP/07/2008

**STUDY OF THE BEHAVIOUR OF RIGID
FOUNDATION FOR MOORING DOLPHIN FOR
CPO SHIP 30.000 DWT**

THESIS

By

LIA SPRINGGA LIAUW

04 04 01 045 7



**THIS THESIS WAS EXECUTED TO FULFILL GRADUATION
REQUIREMENT FOR ENGINEERING UNDER GRADUATE
STUDY PROGRAM**

**CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
UNDER GRADUATE PROGRAM ENGINEERING
SECOND SEASON YEAR 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

STUDI PERILAKU PONDASI RIGID

MOORING DOLPHIN

UNTUK KAPAL CPO 30.000 DWT

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui, skripsi ini bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 18 Juli 2008



Lia Sparingga L.

NPM.04 04 01 045 7


STATEMENT OF AUTHENTICITY

Herewith I honestly declare that this thesis entitled :

STUDY OF THE BEHAVIOUR OF RIGID FOUNDATION FOR MOORING DOLPHIN FOR CPO SHIP 30.000 DWT

which made to fulfill graduation requirement to obtain Bachelor of Engineering from Civil Engineering Program Study, at Engineering Under-Graduate Program, University of Indonesia, as far as I am concerned, is not a copy or duplication of whatever/others published thesis or has been used in order to get a Bachelor Degree at University of Indonesia, other university or any institution except for some information which the sources is noted as they should be.

Depok, July 18th, 2008



Lia Springga L.

NPM. 04 04 01 045 7

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

STUDI PERILAKU PONDASI RIGID *MOORING DOLPHIN* UNTUK KAPAL CPO 30.000 DWT

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 18 Juli 2008

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng.

NIP. 130 801 588



Ir. Widjojo A. P., M.Sc, PhD

NIP. 132 127 786

APPROVAL

Thesis with the title of :

STUDY OF THE BEHAVIOUR OF RIGID FOUNDATION FOR MOORING DOLPHIN FOR CPO SHIP 30.000 DWT

was made to fulfill one requirement to obtain Bachelor of Engineering from Civil Engineering Program Study, Civil Engineering Department, University of Indonesia.

This thesis has been submitted for examination on July 8th, 2008 and approved as a Thesis of Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

Depok, July 18th, 2008

Approve,

Counsellor I

Counsellor II



Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng

NIP. 130 801 588



Ir. Widjojo A. P., M.Sc, PhD

NIP. 132 127 786

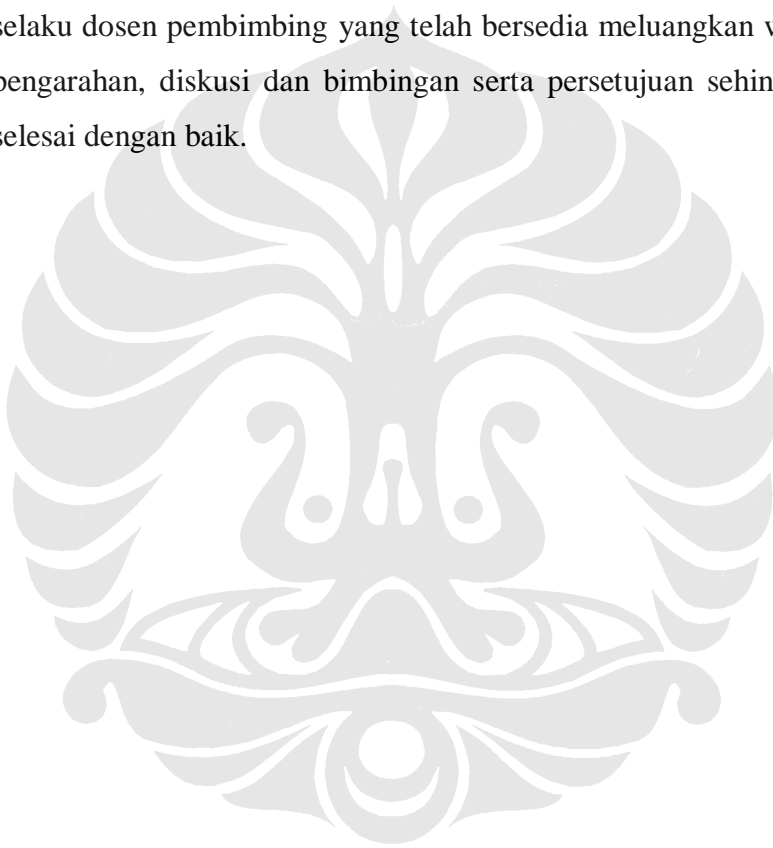
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

Ir. Sjahril A. Rahim, M. Eng

Ir. Widjojo A. P., M.Sc. PhD

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Perilaku Pondasi Rigid Mooring Dolphin untuk Kapal CPO 30,000 DWT” ini tepat waktu.

Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu hingga tersusunnya skripsi ini:

1. Keluarga tercinta, terutama Ibu dan Ayah atas segala dukungan dan semangat yang selalu diberikan tiada henti.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA selaku Ketua Departemen Sipil FTUI.
3. Seluruh Dosen Departemen Sipil FTUI atas ilmu dan didikan yang telah diberikan selama ini.
4. Teman seperjuangan satu topik skripsi, Irma N. Indah I, yang selalu memberikan semangat dan tempat berbagi di kala suka dan duka selama pengerjaan skripsi ini.
5. Kakak-kakak senior baik itu dari Lemtek yaitu Mba Lisa dan Kak Mulin serta dari Wika Beton yaitu Kak Reza yang telah bersedia memberikan informasi bagi penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman angkatan 2004 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah sama-sama berjuang dan saling memberikan motivasi.
7. Dan kepada pihak-pihak lain yang terkait dalam penulisan skripsi ini yang belum disebutkan namanya.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca. Penulis juga menyadari akan adanya kekurangan pada penyusunan skripsi ini, karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Depok, Juli 2008

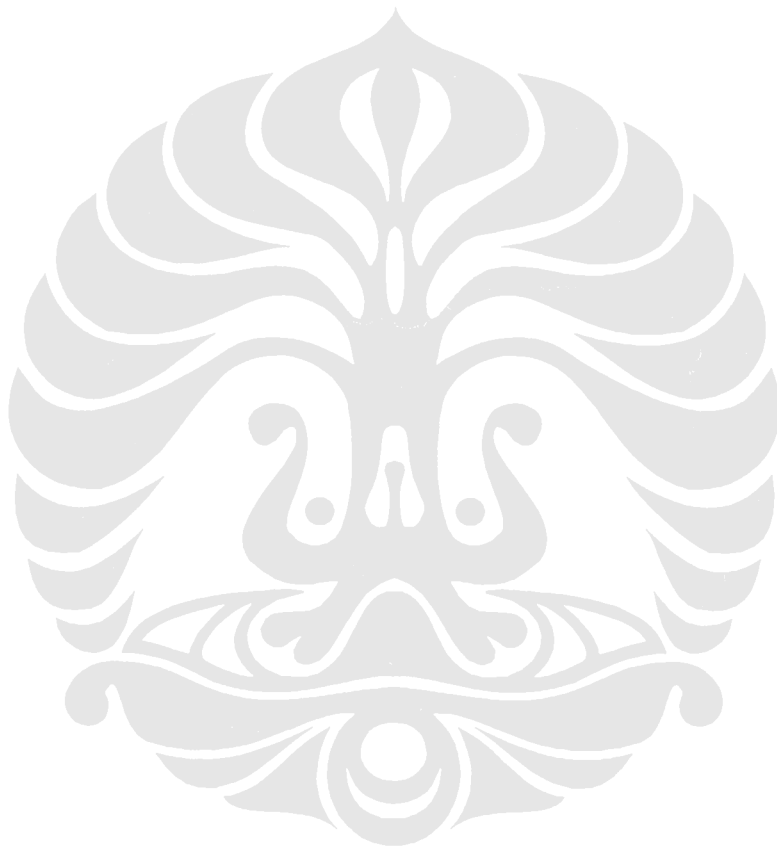
Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUANG LINGKUP PERMASALAHAN	2
1.3 TUJUAN PENULISAN	2
1.4 PEMBATAAN MASALAH	2
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 PENDAHULUAN	5
2.2 KAPAL DAN PENGARUHNYA TERHADAP STRUKTUR	6
2.3 GAYA-GAYA YANG BEKERJA PADA STRUKTUR DERMAGA.....	9
2.3.1 Gaya Yang Terjadi Akibat Kapal.....	9
2.3.2 Beban Hidup	13
2.3.3 Beban Mati.....	14
2.3.4 Gaya Gelombang Laut.....	14
2.3.5 Gaya Gempa.....	16
2.3.6 Kombinasi Beban (LRFD).....	19
2.4 DAYA DUKUNG MATERIAL TIANG.....	20
2.4.1 Baja.....	20
2.4.2 Beton.....	23

2.5	DAYA DUKUNG TIANG.....	28
2.5.1	Klasifikasi Tanah.....	28
2.5.2	Daya Dukung Ijin Aksial Tiang	31
2.5.3	Daya Dukung Ijin Lateral Tiang	33
2.6	ANALISA STRUKTUR MOORING DOLPHIN	36
2.6.1	Metode Matrik Kekakuan	39
2.6.2	Degree Of Freedom	41
2.6.3	Element Frame SAP2000	41
2.7	METODE KONSTRUKSI.....	45
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	48
3.1	Input	49
3.2	Proses	49
3.3	Output Data	49
3.4	Analisa.....	49
3.5	Kesimpulan.....	50
BAB 4	ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA.....	51
4.1	INPUT DATA	51
4.1.1.	Asumsi Pemodelan Struktur	51
4.1.2.	Dimensi.....	51
4.1.3.	Gaya yang Terjadi	52
4.1.4.	Daya Dukung Tanah.....	56
4.2	HASIL SIMULASI PROGRAM.....	63
4.2.1	Konfigurasi Tiang 3 X 3	63
4.2.2	Konfigurasi Tiang 4 X 4	68
4.3	ANALISA HASIL	72
4.3.1	Analisa Kapasitas Struktural Tiang (Diagram Interaksi)	72
4.3.2	Analisa Lendutan.....	76
4.3.3	Analisa Daya Dukung Aksial.....	78
4.3.4	Analisa Jumlah Tiang dan Arah Kemiringan.....	78
4.3.5	Analisa Sudut Kemiringan.....	80
4.3.6	Analisa Distribusi Momen dan Gaya Aksial	81
4.3.7	Analisa Pemodelan Pegas Nonlinier	85

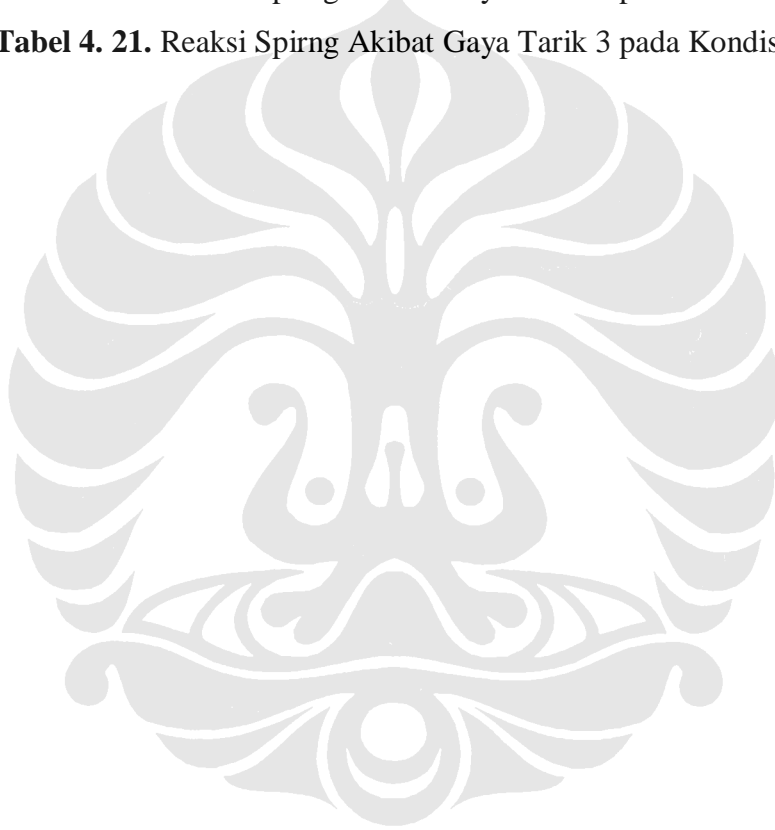
BAB 5 PENUTUP	91
5.1 KESIMPULAN.....	91
5.2 SARAN	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Ukuran Standar Kapal.....	8
Tabel 2. 2. Gaya Tarik Kapal	12
Tabel 2. 3. Berat Jenis Material (tf/m ³).....	14
Tabel 2. 4. Koefisien Keutamaan.....	17
Tabel 2. 5. Kombinasi Beban	20
Tabel 2. 6. Standar Kualitas Baja	21
Tabel 2. 7. Standar Bentuk Baja	21
Tabel 2. 8. Tegangan Ijin Struktur Baja (kgf/cm ²)	22
Tabel 2. 9. Tegangan Ijin Tiang Baja (kgf/cm ²).....	22
Tabel 2. 10. Rata-rata Korosi Baja.....	23
Tabel 2. 11. Nilai Standar Selimut untuk Tulangan Baja.....	24
Tabel 2. 12. Persyaratan Untuk Pengaruh Lingkungan Khusus	27
Tabel 2. 13. Perbandingan Antara Tiang Pancang Baja dan Beton.....	28
Tabel 2. 14. Klasifikasi Ukuran Butiran Tanah.....	29
Tabel 2. 15. Nilai Tipikal Untuk Tahanan Geser.....	30
Tabel 2. 16. Nilai Tipikal Untuk Tahanan Geser Berdasarkan N-SPT.....	30
Tabel 2. 17. Nilai Ks Dan ϕ' Untuk Jenis-Jenis Tiang (Broms).....	31
Tabel 4. 1. Periode dan Percepatan Gempa.....	54
Tabel 4. 2. Nilai k_h (<i>Modulus Subgrade Reaction</i>).....	56
Tabel 4. 3. Perhitungan k_s Untuk Kemiringan Tiang 1:5.....	57
Tabel 4. 4. Perhitungan k_s Untuk Kemiringan Tiang 1:6.....	57
Tabel 4. 5. Perhitungan k_s Untuk Kemiringan Tiang 1 : 7.....	58
Tabel 4. 6. Properti Tanah Eksisting.....	58
Tabel 4. 7. Perhitungan Persamaan Kurva P - y	60
Tabel 4. 8. Nilai P_u , M_u serta Defleksi pada Modelisasi 1	63
Tabel 4. 9. Nilai P_u , M_u serta Defleksi pada Modelisasi 2.....	64
Tabel 4. 10. Nilai P_u , M_u serta Defleksi pada Modelisasi 3	65
Tabel 4. 11. Nilai P_u , M_u serta Defleksi pada Modelisasi 4.....	66

Tabel 4. 12. Nilai Pu, Mu serta Defleksi pada Modelisasi 5	68
Tabel 4. 13. Nilai Pu, Mu serta Defleksi pada Modelisasi 6	69
Tabel 4. 14. Nilai Pu, Mu serta Defleksi pada Modelisasi 7	70
Tabel 4. 15. Nilai Pu, Mu serta Defleksi pada Modelisasi 8	71
Tabel 4. 16. Mu dan Pu terhadap Diagram Interaksi	74
Tabel 4. 17. Lendutan (Akibat Gaya Tarik)	77
Tabel 4. 18. Output Nilai P Tidak Terfaktor	78
Tabel 4. 19. Output SAP dari Analisa Spring Nonlinier Dan Linier	87
Tabel 4. 20. Reaksi Spring Akibat Gaya Tarik 3 pada Kondisi Linier	88
Tabel 4. 21. Reaksi Spring Akibat Gaya Tarik 3 pada Kondisi Nonlinier	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. <i>The Scheveningen pier, near The Hague</i> (wikipedia)	5
Gambar 2. 2. Dimensi kapal	8
Gambar 2. 3 Letak Bollard	10
Gambar 2. 4. Diagram Perhitungan Tekanan Angin (<i>Sumber: Technical Standars For Port And Harbour Facilities In Japan</i>).....	10
Gambar 2. 5 Arah Angin	13
Gambar 2. 6. Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Perioda Ulang 500 tahun (<i>Sumber: SNI 03-1726-2002, Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung</i>)	18
Gambar 2. 7. Spektrum Respons Gempa Rencana (<i>Sumber: SNI 03-1726-2002, Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung</i>)	19
Gambar 2. 8 Faktor Adhesi (α) (Tomlinson)	31
Gambar 2. 9 Bearing Capacity Factors N_c , N_q (Meyerhof).....	32
Gambar 2. 10 Nilai k_h Berdasarkan Yokohama (<i>Sumber: Steel Sheet Piling Design Manual</i>).....	34
Gambar 2. 11 Konsep Kurva P-y pada Kedalaman Bervariasi	35
Gambar 2. 12 Diagram Alir Proses Pengolahan Data Pada Program SAP2000 .	39
Gambar 2. 13 Pengaruh Tegangan Material Terhadap Hasil Analisis	40
Gambar 2. 14 Deformasi Pada Nodal.....	41
Gambar 2. 15 DOF Lengkap Element Frame (Space Frame)	42
Gambar 2. 16 Sketsa Struktur Dermaga	44
Gambar 2. 17 Posisi Tiang dalam Grup	44
Gambar 2. 18 Modelisasi Struktur dalam Program SAP2000.....	45
Gambar 2. 19 Proses Pemancangan dan Sambungan.....	46
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	48
Gambar 4. 1. Penampang Tiang Pancang.....	52
Gambar 4. 2. Respon Spektrum Gempa	54

Gambar 4. 3. Arah Gaya Tarik Kapal	56
Gambar 4. 4. Profil Tanah Eksisting	59
Gambar 4. 5. Kurva P-y di Setiap Kedalaman.....	60
Gambar 4. 6. Diagram Momen pada Tiang	73
Gambar 4. 7. Diagram Interaksi Pile D = 600 mm T = 100 mm Type C.....	74
Gambar 4. 8. Diagram Interaksi Pile D = 600 mm T = 120 mm Type C.....	75
Gambar 4. 9. Defleksi yang Terjadi pada <i>Mooring Dolphin</i> (Akibat Gaya Tarik)	76
Gambar 4. 10. Hubungan Jumlah Tiang terhadap Mu	79
Gambar 4. 11. Hubungan Jumlah Tiang Terhadap Pu	79
Gambar 4. 12. Perbandingan Arah Kemiringan Tiang Pada Modelisasi 7 dan 8	80
Gambar 4. 13. Arah Kemiringan Tiang Terhadap Mu	80
Gambar 4. 14. Sudut kemiringan tiang terhadap Mu	81
Gambar 4. 15. Sudut kemiringan tiang terhadap Pu	81
Gambar 4. 16. Distribusi Momen Akibat Gaya Tarik 1 pada Modelisasi 5	82
Gambar 4. 17. Distribusi Momen Akibat Gaya Tarik 2 pada Modelisasi 5	83
Gambar 4. 18. Distribusi Momen Akibat Gaya Tarik 3 pada Modelisasi 5	83
Gambar 4. 19. Distribusi Gaya Aksial Akibat Gaya Tarik 1 pada Modelisasi 5	84
Gambar 4. 20. Distribusi Gaya Aksial Akibat Gaya Tarik 2 pada Modelisasi 5	84
Gambar 4. 21. Distribusi Gaya Aksial Akibat Gaya Tarik 3 pada Modelisasi 5	85
Gambar 4. 22. Pemodelan Pegas Nonlinier	86
Gambar 4.23. Perbandingan Kurva P-y Linier dengan Nonlinier Pada Kedalaman 0 m (<i>seabed</i>), 12 m dan 50 m	88
Gambar 4. 24. Reaksi Spring vs Kedalaman pada Arah X	89
Gambar 4. 25. Reaksi Spring vs Kedalaman pada Arah Y	90