

806/FT.01/SKRIP/07/2008

**STUDI PERILAKU PONDASI RIGID
PADA BERTHING DOLPHIN
UNTUK KAPAL CPO 30.000 DWT**

SKRIPSI

Oleh

IRMA NURSUBCHIANA INDAH ISKANDAR

040401035X



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP, 2007/2008**

806/FT.01/SKRIP/07/2008

**STUDI PERILAKU PONDASI RIGID
PADA BERTHING DOLPHIN
UNTUK KAPAL CPO 30.000 DWT**

SKRIPSI

Oleh

IRMA NURSUBCHIANA INDAH ISKANDAR

040401035X

**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP, 2007/2008**

806/FT.01/SKRIP/07/2008

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

THESIS

By :

IRMA NURSUBCHIANA INDAH ISKANDAR

040401035X



**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 PADA BERTHING 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, Juli 2008



Irma N. Indah I.

040401035X

STATEMENT OF AUTHENTICITY

Herewith I honestly declare that this thesis entitled :

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

Which is submitted 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 2008



Irma N. Indah I.

040401035X

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

STUDI PERILAKU PONDASI RIGID PADA BERTHING 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, Juli 2008

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng

NIP. 132 801 588

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

NIP. 132 127 786

APPROVAL

Final Assignment titled :

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

is submitted to fulfill one of requirement needed to achieve Bachelor Degree in Civil Engineering Department Faculty of Engineering University of Indonesia, is my own work. This final assignment has been examined at July 8th 2008 and approved as final assignment on Civil Engineering Department Faculty of Engineering University of Indonesia.

Depok, July 2008,

Approve,

Counsellor I

Counsellor II



Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng

NIP. 132 801 588



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

NIP. 132 127 786

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT, Rabb semesta alam - Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, atas segala limpahan berkah dan rahmat -Nya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW, uswatun hasanah seluruh manusia.

Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan makalah skripsi ini tepat waktu setelah sekian lama berjuang dalam pembuatannya. Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng

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

selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, ilmu, diskusi dan nasehatnya dalam pembuatan makalah skripsi ini dalam 6 bulan terakhir. Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Mama dan Papaku tersayang atas doa dan usaha yang tak mungkin terbalaskan serta adik-adikku yang selalu kusayang atas segala doa, perhatian, dan motivasinya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Sipil FTUI.
3. Seluruh Dosen Departemen Teknik Sipil FTUI atas ilmu yang telah diberikan selama ini.
4. Wahyudi Iskandar, yang telah sangat membantu dan memotivasi penulis tanpa henti selama penelitian ini. Terimakasih untuk semua dukungan dan perhatiannya, yang mungkin tak terbalaskan.

5. Lia Sparingga, teman satu topik skripsi yang telah sama-sama berjuang demi suksesnya penelitian ini, terima kasih atas keceriaannya dan dukungannya selama penelitian. Semoga perjuangan kita tidak sia-sia kawan.
6. Nur Isra Viany, teman kosanku, terimakasih atas kesediaannya untuk selalu menemani dan memberi semangat mengerjakan makalah skripsi ini. Dan Mba Atun, Ibu kosanku, yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
7. Nurita P. H dan Rahmadilla S., as my best friends. Terima kasih atas dukungan dan semangatnya kepada penulis.
8. Seluruh teman satu perjuangan, angkatan 2004, angkatan yang sangat spesial dan unik yang telah memberikan motivasi dan segala bantuannya selama ini.
9. Dan kepada pihak-pihak lain yang terkait dalam penulisan skripsi ini yang belum disebutkan namanya.

Hanya Allah SWT yang dapat membalas amal baik mereka atas segala bantuannya. Semoga Allah SWT mencatat amal kita sebagai amal yang ikhlas. Akhir kata, penulis mengakui bahwa makalah skripsi ini belumlah sempurna, baik dari segi isi maupun tata bahasanya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat penulis harapkan demi perbaikannya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Depok, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUANG LINGKUP PERMASALAHAN.....	2
1.3 TUJUAN PENULISAN	2
1.4 PEMBatasan MASALAH.....	2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENDAHULUAN	5
2.2 KAPAL DAN PENGARUHNYA TERHADAP STRUKTUR.....	7
2.3 GAYA-GAYA YANG BEKERJA PADA STRUKTUR DERMAGA	10
2.3.1 Gaya Yang Terjadi Akibat Kapal.....	10
2.3.2 Beban Hidup	21
2.3.3 Beban Mati	21
2.3.4 Gaya Gelombang Laut	22
2.3.5 Gaya Gempa.....	23
2.3.6 Kombinasi Beban (LRFD).....	27
2.4 SISTEM FENDER	27
2.4.1 Perhitungan Energi Tambatan.....	29
2.4.2 Pengaruh Angular	29
2.4.3 Penyerapan Energi Oleh <i>Fender</i>	30
2.4.4 Batasan Pada Kondisi Tambatan.....	31

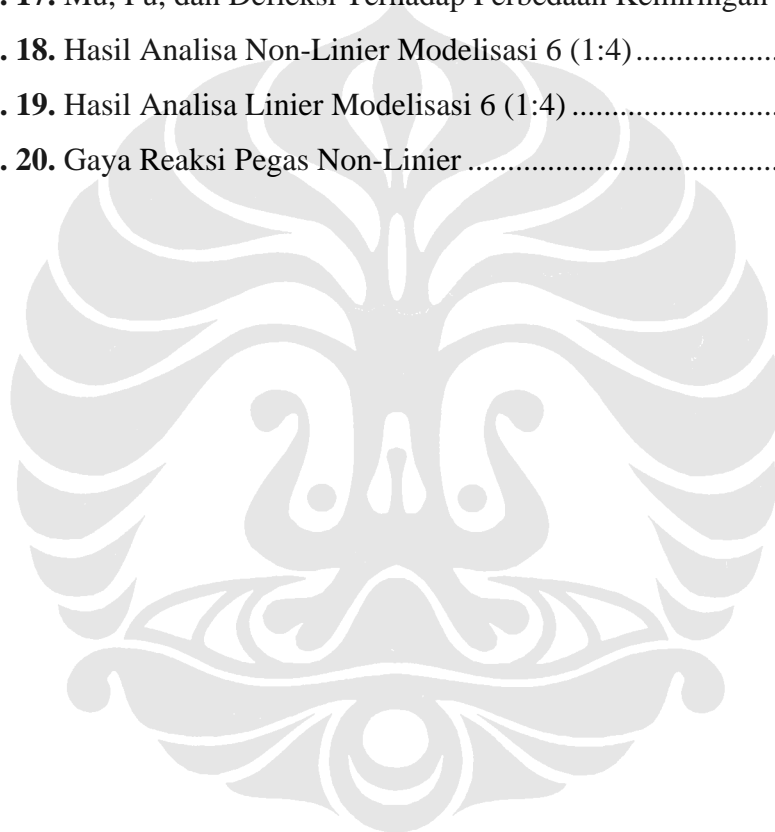
2.4.5	Pembatasan Dari Kapal.....	32
2.4.6	Pengaruh Dari Kondisi Alam.....	34
2.4.7	Pemilihan <i>Fender</i>	35
2.5	DAYA DUKUNG MATERIAL TIANG.....	35
2.5.1	Baja.....	35
2.5.2	Beton.....	38
2.6	DAYA DUKUNG TIANG.....	44
2.6.1	Klasifikasi Tanah.....	44
2.6.2	Daya Dukung Ijin Aksial Tiang.....	46
2.6.3	Daya Dukung Ijin Lateral Tiang.....	48
2.7	ANALISIS STRUKTUR BERTHING DOLPHIN.....	51
2.7.1	Metode Matrik Kekakuan.....	54
2.7.2	Degree Of Freedom.....	56
2.7.3	Element Frame SAP2000.....	56
2.8	METODE KONSTRUKSI.....	60
BAB 3	METODE PENELITIAN.....	63
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	63
3.1.1.	Modelisasi Struktur.....	64
3.1.2.	Input Data.....	64
3.1.3.	Proses.....	65
3.1.4.	Output Data.....	65
BAB 4	ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA.....	66
4.1	PENDAHULUAN.....	66
4.1.1	Asumsi dan Batasan.....	66
4.1.2	Kriteria Desain.....	66
4.2	DATA.....	67
4.2.1	Dimensi Struktur Dan Material Tiang.....	68
4.2.2	Perhitungan Gaya Yang Terjadi.....	69
4.2.3	Data Tanah Dan Modulus Subgrade Reaction.....	72
4.2.4	Kombinasi Beban.....	77
4.3	DAYA DUKUNG TANAH.....	78
4.3.1	Daya Dukung Lateral Tanah.....	78

4.3.2	Daya Dukung Aksial Tanah.....	82
4.4	HASIL ANALISA PONDASI RIGID PADA SAP2000.....	84
4.4.1	Bentuk Modelisasi.....	84
4.4.2	Analisa Beban	95
4.4.3	Analisa Daya Dukung Aksial.....	95
4.4.4	Analisa Momen dan Gaya Aksial Ultimit Terhadap Diagram Interaksi.....	95
4.4.5	Analisa Distribusi Momen dan Gaya Aksial Maksimum pada Tiang	98
4.4.6	Analisa Variasi Jumlah Tiang	100
4.4.7	Analisa Variasi Sudut Kemiringan.....	101
4.4.8	Analisa Variasi Arah Kemiringan.....	103
4.4.9	Analisa Hasil Pegas Non-Linier.....	105
BAB 5	PENUTUP.....	109
5.1	KESIMPULAN.....	109
5.2	SARAN	110
	DAFTAR PUSTAKA	xx
	LAMPIRAN.....	xxi
	Lampiran 1 (Data Tanah).....	110
	Lampiran 2 (Perhitungan Manual).....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Ukuran Standar Kapal	9
Tabel 2. 2. Dimensi Standar Berthing Pada Kapal Besar.....	10
Tabel 2. 3. Kecepatan Bertambat	12
Tabel 2. 4. Displacement Tonnage	15
Tabel 2. 5. Gaya Tarik Kapal	19
Tabel 2. 6. Berat Jenis Material (tf/m^3)	21
Tabel 2. 7. Koefisien Keutamaan	24
Tabel 2. 8. Kombinasi Beban	27
Tabel 2. 9. Tekanan Permukaan	33
Tabel 2. 10. Standar Kualitas Baja.....	36
Tabel 2. 11. Standar Bentuk Baja.....	36
Tabel 2. 12. Tegangan Ijin Struktur Baja (kgf/cm^2).....	37
Tabel 2. 13. Tegangan Ijin Tiang Baja (kgf/cm^2).....	37
Tabel 2. 14. Rata-rata Korosi Baja	38
Tabel 2. 15. Nilai Standar Selimut untuk Tulangan Baja.....	39
Tabel 2. 16. Persyaratan Untuk Pengaruh Lingkungan Khusus.....	42
Tabel 2. 17. Perbandingan Antara Tiang Pancang Baja dan Beton.....	44
Tabel 2. 18. Klasifikasi Ukuran Butiran Tanah.....	45
Tabel 2. 19. Nilai Tipikal Untuk Tahanan Geser	45
Tabel 2. 20. Nilai Tipikal Untuk Tahanan Geser Berdasarkan N-SPT	46
Tabel 2. 21. Nilai K_s Dan $\phi A'$ Untuk Jenis-Jenis Tiang (Broms).....	47
Tabel 4. 1. Periode Dan Percepatan Gempa	71
Tabel 4. 2. Properti Tanah Eksisting	72
Tabel 4. 3. Nilai K_h (<i>Modulus Subgrade Reaction</i>).....	72
Tabel 4. 4. Perhitungan K_s Untuk Kemiringan Tiang Vertikal	73
Tabel 4. 5. Perhitungan K_s Untuk Kemiringan Tiang 1 : 4	74
Tabel 4. 6. Perhitungan K_s Untuk Kemiringan Tiang 1 : 5	75
Tabel 4. 7. Perhitungan K_s Untuk Kemiringan Tiang 1 : 6	76
Tabel 4. 8. Perhitungan K_s Untuk Kemiringan Tiang 1 : 7	77

Tabel 4. 9. Pehitungan Persamaan <i>P-Y Analysis</i>	79
Tabel 4. 10. Kurva P-Y	80
Tabel 4. 11. Data Tanah	82
Tabel 4. 12. Output SAP2000 (Mu dan Pu Kombinasi Terfaktor).....	90
Tabel 4. 13. Output SAP2000 (Pu dan Defleksi Kombinasi tidak Terfaktor).....	93
Tabel 4. 14. Mu dan Pu Terhadap Diagram Interaksi	97
Tabel 4. 15. Distribusi Momen dan Gaya	99
Tabel 4. 16. Jumlah Tiang dengan Mu dan Pu	100
Tabel 4. 17. Mu, Pu, dan Defleksi Terhadap Perbedaan Kemiringan Tiang.....	102
Tabel 4. 18. Hasil Analisa Non-Linier Modelisasi 6 (1:4).....	105
Tabel 4. 19. Hasil Analisa Linier Modelisasi 6 (1:4)	105
Tabel 4. 20. Gaya Reaksi Pegas Non-Linier	107



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. <i>The Scheveningen pier, near The Hague</i> (wikipedia)	5
Gambar 2. 2. Berthing Dolphin, Port of Hamburg (Thyssen Mannesmann Handel).....	6
Gambar 2. 3. Dimensi kapal	8
Gambar 2. 4. Longitudinal Radius of Gyration as Function of Block Coefficient (Myers 1969).....	13
Gambar 2. 5. Jarak Titik kontak antara kapal dengan dermaga ke titik berat kapal (Sumber: Presentasi, Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng).....	14
Gambar 2. 6 Letak Bollard	17
Gambar 2. 7. Diagram Perhitungan Tekanan Angin (Sumber: <i>Technical Standars For Port And Harbour Facilities In Japan</i>).....	17
Gambar 2. 8 Arah Angin	20
Gambar 2. 9. Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Perioda Ulang 500 tahun (Sumber: SNI 03-1726- 2002, Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung) 25	
Gambar 2. 10. Spektrum Respons Gempa Rencana (Sumber: SNI 03-1726-2002, Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung).....	26
Gambar 2. 11 Contoh Tipe <i>Fender</i> (Sumber: Bridgestone, <i>Marine Fender Design Manual</i>)	28
Gambar 2. 12 Arah Tekanan (Sumber: Bridgestone, <i>Marine Fender Design Manual</i>)	29
Gambar 2. 13 Contoh (Sumber: Bridgestone, <i>Marine Fender Design Manual</i>) .	32
Gambar 2. 14 Contoh (Sumber: Bridgestone, <i>Marine Fender Design Manual</i>) .	34
Gambar 2. 15 Contoh (Sumber: Bridgestone, <i>Marine Fender Design Manual</i>) .	34
Gambar 2. 16 adhesion factor (α) (Tomlinson)	46
Gambar 2. 17 Bearing Capacity Factors N_c , N_q (Meyerhof).....	47
Gambar 2. 18 Nilai k_h Berdasarkan Yokohama (Sumber: <i>Steel Sheet Piling Design Manual</i>).....	49
Gambar 2. 19 Konsep Kurva P-y pada Kedalaman Bervariasi (Sumber: Matlock)	50

Gambar 2. 20	Diagram Alir Proses Pengolahan Data Pada Program SAP2000 .	54
Gambar 2. 21	Pengaruh Tegangan Material Terhadap Hasil Analisis	55
Gambar 2. 22	Deformasi Pada Nodal.....	56
Gambar 2. 23	DOF Lengkap Element Frame (Space Frame)	57
Gambar 2. 24	Sketsa Struktur Dermaga	59
Gambar 2. 25	Posisi Tiang dalam Grup	59
Gambar 2. 26	Modelisasi Struktur dalam Program SAP2000.....	60
Gambar 2. 27	Proses Pemancangan dan Sambungan.....	61
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	63
Gambar 4. 1.	Elevasi Muka Air Laut dan Lapisan Tanah Pada Struktur	67
Gambar 4. 2.	Penampang Tiang Pancang yang Digunakan	68
Gambar 4. 3.	Grafik Gempa Untuk Input SAP2000.....	71
Gambar 4. 4.	Arah Gaya Tarik Kapal.....	78
Gambar 4. 5.	Kurva P-Y di Setiap Kedalaman Pegas pada Tiang	81
Gambar 4. 6.	Profil Tanah	82
Gambar 4. 7.	Modelisasi 1.....	85
Gambar 4. 8.	Modelisasi 2.....	85
Gambar 4. 9.	Modelisasi 3.....	86
Gambar 4. 10.	Modelisasi 4.....	86
Gambar 4. 11.	Modelisasi 5.....	87
Gambar 4. 12.	Modelisasi 6.....	87
Gambar 4. 13.	Modelisasi 7.....	88
Gambar 4. 14.	Modelisasi 8.....	88
Gambar 4. 15.	Modelisasi 9.....	89
Gambar 4. 16.	Modelisasi 10.....	89
Gambar 4. 17.	Diagram Momen pada Tiang (Akibat Gaya Tarik)	92
Gambar 4. 18.	Arah Defleksi Akibat Gaya Tambat	94
Gambar 4. 19.	Arah Defleksi Akibat Gaya Tarik.....	94
Gambar 4. 20.	Diagram Interaksi Pile D=600 mm T=100 mm Type C.....	96
Gambar 4. 21.	Diagram Interaksi Pile D=600 mm T=120 mm Type C.....	96
Gambar 4. 22.	Urutan Tiang pada Modelisasi 6 (1 : 4).....	99

Gambar 4. 23. Distribusi Momen dan Gaya Aksial Maksimum Akibat Gaya Tarik (Tr3).....	99
Gambar 4. 24. Distribusi Momen dan Gaya Aksial Maksimum Akibat Gaya Tambat	99
Gambar 4. 25. Distribusi Momen dan Gaya Aksial Maksimum Akibat Gaya Mati (Berat Sendiri Struktur).....	100
Gambar 4. 26. Mu Terhadap Jumlah Tiang.....	100
Gambar 4. 27. Pu Terhadap Jumlah Tiang	101
Gambar 4. 28. Mu Terhadap Kemiringan Tiang	102
Gambar 4. 29. Pu Terhadap Kemiringan Tiang.....	103
Gambar 4. 30. Modelisasi 5 dengan Arah Kemiringan 45^0 terhadap Sb.Horizontal	104
Gambar 4. 31. Modelisasi 6 dengan Arah Kemiringan 90^0 terhadap Sb.Horizontal	104
Gambar 4. 32. Arah Gaya Sejajar dengan Arah Kemiringan Sebagian Besar Jumlah Tiang.....	104
Gambar 4. 33. Grafik P-Y pada Kedalaman 0 m (<i>seabed</i>).....	106
Gambar 4. 34. Grafik P-Y pada Kedalaman 46.6 m.....	106
Gambar 4. 35. Gaya Reaksi Arah X Terhadap Kedalaman.....	107
Gambar 4. 36. Gaya Reaksi Arah Y Terhadap Kedalaman.....	108