

33803/14/08



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



Rske

627.32

Ana

a-1

2008

TUGAS AKHIR - LL1327

ANALISA NUMERIS SISTEM TAMBAT SPAR ANTARA CATENARY MOORING SYSTEM DAN TAUT MOORING SYSTEM AKIBAT BEBAN GELOMBANG

SHANTI ANASTASIA
NRP 4301.100.033

Dosen Pembimbing
Ir. Murdjito, MSc. Eng
Ir. J. J. Soedjono, MSc.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	<i>15-10-2008</i>
Terima Dari	<i>H</i>
No. Agenda Pp.	<i>282252</i>



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - LL1327

NUMERICAL ANALYSIS MOORING SYSTEM OF SPAR BETWEEN CATENARY MOORING SYSTEM AND TAUT MOORING SYSTEM INDUCED BY WAVE IMPACT

SHANTI ANASTASIA
NRP 4301.100.033

Advisor Lecturer
Ir. Murdjito, MSc. Eng
Ir. J. J. Soedjono, MSc.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2008

**ANALISA NUMERIS SISTEM TAMBAT SPAR ANTARA
CATENARY MOORING SYSTEM DAN TAUT MOORING
SYSTEM AKIBAT BEBAN GELOMBANG.**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Progran Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SHANTI ANASTASIA

NRP. 4301 100 033

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Murdjito, M. Sc. Eng (Pembimbing 1)

2. Ir. J.J SOEDJONO, M. Sc (Pembimbing 2)

SURABAYA, AGUSTUS 2008

ANALISA NUMERIS SISTEM TAMBAT SPAR ANTARA CATENARY MOORING SYSTEM DAN TAUT MOORING SYSTEM AKIBAT BEBAN GELOMBANG.

Nama Mahasiswa : Shanti Anastasia
NRP : 4301 100 033
Jurusan : Teknik Kelautan FTK – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Murdjito, M.Sc, Eng.
Ir. J.J Soedjono , M.Sc,

Abstrak

Abstrak: Pada tugas akhir ini akan dianalisa respon gerak dan besarnya tension dari mooring line pada SPAR. Dengan menggunakan SPAR NEPTUNE dan teluk Mexico sebagai tempat pengambilan data. MOSES adalah software yang digunakan sebagai software dalam tugas akhir ini. SPAR merupakan floating platform yang paling sederhana dengan konfigurasi berupa silinder yang ditambatkan ke dasar laut. Analisa terhadap system tambat yang digunakan pada sebuah SPAR memegang peranan yang cukup penting karena dengan mengetahui system tambat yang tepat untuk sebuah bangunan maka kita bisa memperoleh nilai optimum dalam perancangan sebuah struktur dengan system tambat. Struktur SPAR yang digunakan sebagai studi kasus dalam penelitian ini diasumsikan memiliki 4 buah system tambat dengan letaknya yang simetris. Dengan menggunakan dua system tambat yang berbeda yakni catenary mooring system dan taut mooring system diharapkan bisa diketahui perilaku gerak dan besarnya tegangan pada tiap-tiap system tambat dengan arah pembebanan 135° dan 180° . Baik dalam kondisi gelombang irregular maupun gelombang regular. Dari hasil perhitungan yang dilakukan motion terbesar akan diperoleh pada system tambat catenary dengan arah datang beban gelombang 180° , sedangkan tension maksimum akan diperoleh pada system tambat taut pada mooring lines 3 dengan menggunakan diameter cable sebesar 120mm, akan menghasilkan tension sebesar 215 tons.

Kata – kata kunci : SPAR,catenary mooring system dan taut mooring system.

NUMERICAL ANALYSIS SYSTEM BETWEEN CATENARY MOORING SYSTEM AND TAUT MOORING SYSTEM INDUCED BY WAVE IMPACT

Name : Shanti Anastasia
NRP : 4301 100 033
Department : Ocean Engineering FTK – ITS
Supervisors : Ir. Murdjito, M.Sc, Eng.
Ir. J.J Soedjono, M.Sc

Abstract

Abstrak : this final project aimed of analyzing the motion respon and value of tension in each mooring line of SPAR. Using NEPTUNE SPAR and Gulf of Mexico as data for analyzing. MOSES was used as a computer software in this final project. From MOSES obtained motion respon of SPAR and the value of each mooring line in each moring system and in each wave load. SPAR is a simple floating platform, it has a configuration as a cylinder moored in a seabed. Mooring system in a SPAR have an important effect in project optimize. In this case we will use SPAR with 4 mooring, in symmetrical configuration. With 2 diferent mooring system, which is catenary mooring system and taut mooring system we can find the respon motion of each mooring system and the tension in each of mooring lines. We will have 2 wave load direction, it's 135^0 and 180^0 . in regular and irregular wave. The result indicated that even in regular and irregular wave load the biggest respon came from the 180^0 wave load direction. motion respon come from catenary mooring system, in surge respon, and for the tension it self the biggest tension came from the taut mooring system, mooring line 3 using 120mm diameter of mooring cable it has 215 tons of tensions.

Key words : SPAR, catenary mooring system, and taut mooring system.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalammualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan segenap kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Tugas Akhir ini berjudul **“ANALISA NUMERIS SISTEM TAMBAT SPAR ANTARA CATENARY MOORING SYSTEM DAN TAUT MOORING SYSTEM AKIBAT BEBAN GELOMBANG”**.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaaan (S1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas Akhir ini mengkaji karakteristik gerakan SPAR tipe klasik dan besarnya tension yang timbul akibat system tambat yang berbeda sebagai akibat dari beban gelombang.

Pebulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mohon maaf atas segala kekurangan, dan berharap penelitian ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca dan penulis pada khususnya.

Billahitaufiqwalhidayah

Wassalammualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2008

Shanti Anastasia

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan serta dorongan moral maupun material dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Perbuatan baik pasti akan menuai kebaikan pula, semoga Allah membalas segala kebaikan setiap hambanya. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada IBU dan BAPAK atas segala do'a, kasih sayang, perhatian, waktu dan motivasinya yang telah diberikan. Kepada Ongki, Astrid dan Andri terima kasih untuk kasih sayang dan cintanya. Kepada Eyang Kakung, terima kasih untuk pengalaman hidupnya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Murdjito, M. Sc., Eng dan Bapak Ir. J. J. Soedjono, M. Sc atas bimbingan dan ilmu-ilmunya dalam pengerjaan tugas akhir ini. Serta kepada semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Kelautan atas semua bimbingan dan ilmunya. Semoga bimbingan yang bapak dan ibu berikan dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT.

Tidak lupa terima kasih buat pegawai TU jurusan Teknik Kelautan, bagian kemahasiswaan Dekanat dan BAAK yang telah mengurus semua administrasi penulis selama kuliah. Juga terima kasih banyak buat temen-temen Angkatan 2001 serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan. Terima kasih banyak, semoga mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Surabaya, Juli 2008

Shanti Anastasia

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pemodelan Struktur.....	6
2.1.1 Asumsi Pemodelan Struktur.....	10
2.1.2 Asumsi Pemodelan Mooring Line.....	11
2.2. Konsep Pembebanan.....	11
2.2.1 Beban Gelombang	12
2.2.2 Gaya Gelombang	14
2.3. Dasar Analisa Dinamis.....	16
2.4. Persamaan Gerak SPAR.....	18
2.5. Mooring System.....	18
2.5.1. Tipe Mooring.....	18
2.5.2. Penentuan Panjang Mooring Line.....	20
2.5.3. Offset.....	21
2.5.4. Tension Pada Mooring Line.....	22
2.5.4.1 Catenary Mooring.....	23

2.5.4.2	Taut Mooring.....	24
2.6.	Respon Amplitude Operators (RAO).....	26
2.7.	Spektrum Gelombang	26
2.8.	Spektrum Respon	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		31
3.1	Langkah-langkah dalam penelitian.....	33
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1.	Pengumpulan data-data.....	35
4.1.1	Pengumpulan data struktur	35
4.1.2	Data Mooring Line.....	36
4.1.3	Data Lingkungan.....	36
4.2.	Pemodelan Struktur.....	37
4.2.1	Pemodelan SPAR kondisi free floating.....	37
4.2.2	Verifikasi Model	37
4.2.3	Pemodelan SPAR kondisi tertambat.....	38
4.3.	Pemodelan Beban.....	38
4.4.	Analisa Pemodelan.....	39
4.4.1	Respon motion	39
4.4.2	Spektrum Gelombang.....	47
4.4.3	Spektra Motion Respon.....	48
4.4.4	Distribusi Tension.....	55
4.4.5	Perbandingan antara model numeris dan model fisik.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
5.1.	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN - LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen System Catenary Mooring	5
Gambar 2.2	Komponen System Taut Mooring	5
Gambar 2.3	Classic SPAR.....	7
Gambar 2.4	Truss SPAR.....	8
Gambar 2.5	Cell SPAR.....	9
Gambar 2.6	Gerakan SPAR.....	10
Gambar 2.7	Analisa Dinamis Struktur.....	17
Gambar 2.8	Minimum Length of Anchor Line.....	20
Gambar 2.9	Catenary.....	23
Gambar 2.10	Taut.....	24
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	31
Gambar 4.1	Model SPAR Free Floating.....	37
Gambar 4.2	Model SPAR Catenary Mooring Line.....	38
Gambar 4.3	Model SPAR Taut Mooring Line.....	38
Gambar 4.4	Posisi Mooring Line dan Arah Datang Gelombang.....	40
Gambar 4.5	Respon Surge Motion Catenary System $\mu 135^0$	41
Gambar 4.6	Respon Heave Motion Catenary System $\mu 135^0$	41
Gambar 4.7	Respon Pitch Motion Catenary System $\mu 135^0$	42
Gambar 4.8	Respon Surge Motion Catenary System $\mu 180^0$	42
Gambar 4.9	Respon Heave Motion Catenary System $\mu 180^0$	43
Gambar 4.10	Respon Pitch Motion Catenary System $\mu 180^0$	43
Gambar 4.11	Respon Surge Motion Catenary System $\mu 135^0$	44
Gambar 4.12	Respon Heave Motion Catenary System $\mu 135^0$	44
Gambar 4.13	Respon Pitch Motion Catenary System $\mu 135^0$	45
Gambar 4.14	Respon Surge Motion Catenary System $\mu 180^0$	45
Gambar 4.15	Respon Heave Motion Catenary System $\mu 180^0$	46
Gambar 4.16	Respon Pitch Motion Catenary System $\mu 180^0$	46
Gambar 4.17	Spektrum JONSWAP.....	47
Gambar 4.18	Spektra Motion Catenary System $\mu 135^0$	48

Gambar 4.19	Spektra Motion Catenary System $\mu 180^0$	48
Gambar 4.20	Spektra Motion Taut System $\mu 135^0$	49
Gambar 4.21	Spektra Motion Taut System $\mu 180^0$	49
Gambar 4.22	Perbandingan Spektra Surge Motion $\mu 135^0$	50
Gambar 4.23	Perbandingan Spektra Heave Motion $\mu 135^0$	50
Gambar 4.24	Perbandingan Spektra Pitch Motion $\mu 135^0$	51
Gambar 4.25	Perbandingan Spektra Surge Motion $\mu 180^0$	52
Gambar 4.26	Perbandingan Spektra Heave Motion $\mu 180^0$	53
Gambar 4.27	Perbandingan Spektra Pitch Motion $\mu 180^0$	54
Gambar 4.28	Perbandingan Surge Motion Catenary System $\mu 135^0$	59
Gambar 4.29	Perbandingan Heave Motion Catenary System $\mu 135^0$	59
Gambar 4.30	Perbandingan Pitch Motion Catenary System $\mu 135^0$	60
Gambar 4.31	Perbandingan Surge Motion Catenary System $\mu 180^0$	60
Gambar 4.32	Perbandingan Heave Motion Catenary System $\mu 180^0$	60
Gambar 4.33	Perbandingan Pitch Motion Catenary System $\mu 180^0$	61
Gambar 4.34	Perbandingan Surge Motion Taut System $\mu 135^0$	61
Gambar 4.35	Perbandingan Heave Motion Taut System $\mu 135^0$	61
Gambar 4.36	Perbandingan Pitch Motion Taut System $\mu 135^0$	62
Gambar 4.37	Perbandingan Surge Motion Taut System $\mu 180^0$	62
Gambar 4.38	Perbandingan Heave Motion Taut System $\mu 180^0$	62
Gambar 4.39	Perbandingan Pitch Motion Taut System $\mu 180^0$	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas Tension dan Safety Factor.....	26
Tabel 2.2	Amplitudo dan Tinggi Gelombang Pada Spektrum.....	27
Tabel 4.1	Data Struktur SPAR.....	35
Tabel 4.2	Data Catenary Mooring Line	36
Tabel 4.3	Data Taut Mooring Line	36
Tabel 4.4	Data Lingkungan	36
Tabel 4.5	Perbandingan Hasil Model MAXsurf dan MOSES.....	37
Tabel 4.6	Harga Respon Tertinggi	40
Tabel 4.7	Data Tension Maksimum Catenary System $\varnothing 92$ mm, μ 135^0	55
Tabel 4.8	Data Tension Maksimum Catenary System $\varnothing 100$ mm, μ 135^0	55
Tabel 4.9	Data Tension Maksimum Catenary System $\varnothing 92$ mm, μ 180^0	55
Tabel 4.10	Data Tension Maksimum Catenary System $\varnothing 100$ mm, μ 180^0	55
Tabel 4.11	Data Tension Maksimum Catenary System Gelombang Reguler.....	56
Tabel 4.12	Data Tension Maksimum Taut System $\varnothing 100$ mm, μ 135^0	56
Tabel 4.13	Data Tension Maksimum Taut System $\varnothing 120$ mm, μ 135^0	57
Tabel 4.14	Data Tension Maksimum Taut System $\varnothing 124$ mm, μ 135^0	57
Tabel 4.15	Data Tension Maksimum Taut System $\varnothing 100$ mm, μ 180^0	57
Tabel 4.16	Data Tension Maksimum Taut System $\varnothing 120$ mm, μ 180^0	57
Tabel 4.17	Data Tension Maksimum Taut System $\varnothing 124$ mm, μ 180^0	57
Tabel 4.18	Data Tension Maksimum Taut System Gelombang Reguler.....	58
Tabel 4.19	Perbandingan Tension Maksimum Catenary System μ 135^0	63
Tabel 4.20	Perbandingan Tension Maksimum Catenary System μ 180^0	63
Tabel 4.21	Perbandingan Tension Maksimum Taut System μ 135^0	64
Tabel 4.22	Perbandingan Tension Maksimum Taut System μ 180^0	64
Tabel 5.1	Perbandingan Tension Maksimum μ 135^0	65
Tabel 5.1	Perbandingan Tension Maksimum μ 180^0	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Single point anchor reservoir (SPAR) telah digunakan dalam *offshore oil industry* selama bertahun-tahun. Spar merupakan salah satu dari tiga konsep anjungan lepas pantai laut-dalam selain konsep mini-TLP dan konsep struktur "*compliant guyed tower*" modifikasi. Sebagai sebuah struktur minimalis, yang terdiri dari sebuah silinder vertical yang ditambatkan ke dasar laut. konsep "Spar hull" telah terbukti memiliki performa instalasi yang sederhana untuk berbagai tingkat kedalaman perairan dan sangat tepat untuk anjungan laut-dalam dengan *payload* yang besar.. Hal yang mendasari munculnya anjungan jenis ini adalah adanya kenaikan biaya produksi seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan operasinya. Dengan bentuknya yang silinder maka SPAR akan mampu memiliki daya tampung yang lebih besar, kemampuan struktur dalam menahan gaya lingkungan yang bersifat sama dalam segala macam arah gaya.

System mooring yang digunakan pada SPAR berguna untuk meminimalisir gerakan-gerakan yang mungkin timbul pada saat kondisi operasi dengan system enam derajat kebebasan dan bentuk struktur yang berbentuk silinder vertical yang dimilikinya maka SPAR akan memiliki karakteristik respon gerakan tersendiri.

Analisa respon gerakan dan respon *tension* yang terjadi perlu dilakukan, agar dapat diketahui apakah struktur tersebut sudah layak untuk kondisi lapangan. Sehingga baik gerakan ataupun respon *tension* yang terjadi akibat beban gelombang tidak akan berakibat pada operasional struktur. Dengan menggunakan sistem *mooring* maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut manakah diantara sistem tambat *catenary* dan sistem tambat taut yang lebih menguntungkan untuk digunakan dalam kondisi operasional yang sama dilapangan. Mengingat dari masing-masing sistem tambat yang ada memiliki keterbatasan dalam kondisi operaional di lapangan.

1.2 Perumusan Masalah.

1. Bagaimanakah perilaku gerak SPAR antara kondisi Catenary Mooring dan Taut Mooring pada gelombang irregular.
2. Berapa besarnya tension pada *mooring line* antara *catenary mooring system* dan *taut mooring system* pada gelombang irregular.
3. Bagaimanakah perilaku gerak SPAR dan berapakah besarnya tension pada *mooring line* antara *catenary mooring system* dan *taut mooring system* pada kondisi gelombang reguler.

1.3 Tujuan Penelitian

1. memperoleh perilaku gerak SPAR antara kondisi Catenary Mooring dan taut Mooring pada gelombang irregular.
2. Memperoleh besarnya tension pada *mooring line* antara *catenary mooring system* dan *taut mooring system* pada gelombang irregular.
3. Memperoleh perilaku gerak SPAR dan besarnya tension pada *mooring line* antara *catenary mooring system* dan *taut mooring system* pada kondisi gelombang reguler.

1.4 Manfaat.

1. mengetahui perilaku gerak SPAR antara kondisi *Catenary Mooring* dan *Taut Mooring*.
2. Mengetahui besarnya tension pada *mooring line* antara *catenary mooring system* dan *taut mooring system*.
3. mengetahui perilaku gerak SPAR dan besarnya tension pada *mooring line* antara *catenary mooring system* dan *taut mooring system* pada kondisi gelombang reguler.

1.5 Batasan Masalah

1. Pemodelan struktur dengan menggunakan pemodelan numeris.
2. Pemodelan numeris struktur dilakukan dengan menggunakan software moses.
3. Menggunakan teori gelombang *Airy* dan dengan *spectrum JONSWAP* untuk pembebanan gelombang acak.

4. Beban angin dan arus diabaikan.
5. *Mooring line* berjumlah empat buah dengan posisi yang simetris.
6. Arah beban gelombang yang ditinjau 135^0 dan 180^0
7. Karakter gerakan yang ditinjau adalah gerakan surge, heave dan pitch.
8. Kondisi yang ditinjau pada SPAR adalah kondisi ekstrem.
9. Jangkar dianggap mampu mendukung beban yang bekerja, sehingga tidak dilakukan analisa terhadap daya cengkram jangkar.

1.6 Sistematika Penulisan.

Sistematika penulisan laporan ini dimulai dengan pendahuluan pada bab 1 yang menjelaskan tentang latar belakang penelitian, mengapa perlu dilakukan analisa system tambat pada sebuah struktur terapung dalam kasus ini SPAR, perumusan masalah, tujuan dari penelitian ini serta manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini serta batasan-batasan masalah.

Dalam bab dua akan dijelaskan mengenai dasar teori pendukung penelitian ini, rumus-rumus serta code yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya juga disertakan guna mendukung dasar teori yang ada.

Didalam bab tiga akan dijelaskan metodologi penelitian yang dilakukan, penjelasan mengenai langkah-langkah penelitian juga akan dijelaskan dalam bab ini.

Bab empat merupakan bab berisi penjelasan mengenai hasil akhir dari penelitian ini. Didalam bab ini akan dijelaskan dengan rinci mengenai keseluruhan hasil yang ada, dari pemodelan awal, output dari MOSES, pengolahan data hingga mencapai kesimpulan.

Pada bab lima akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari keseluruhan hasil perhitungan hingga saran yang diperlukan untuk penelitian yang lebih lanjut dari tugas akhir ini.

Sebagaimana telah dijelaskan diatas bahwa tugas akhir ini membahas tentang sistem tambat SPAR dengan menggunakan dua sistem tambat yang berbeda, analisa yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan perbandingan dua sistem tambat yang berbeda yakni catenary sistem dan taut sistem diharapkan

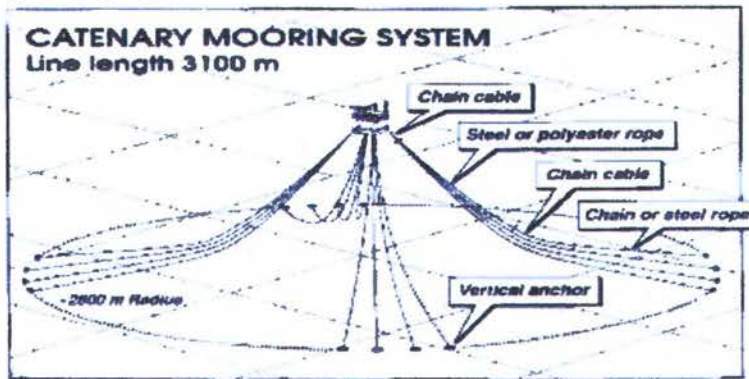
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

SPAR yang merupakan *floating structure* sederhana, mempunyai tiga mooring system yakni :

a. *Catenary moorings*

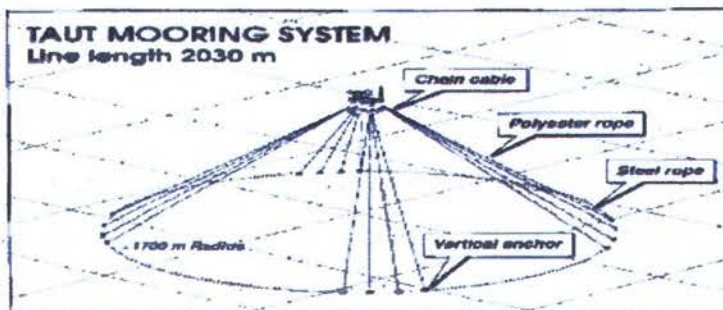
Merupakan sistem *mooring* pertama dan yang paling umum. Gaya yang terjadi pada sistem *mooring* ini berasal dari adanya *lifting* dan *lowering* berat dari *mooring line*-nya pada kondisi statis.



Gambar 2.1 Komponen system *catenary mooring* pada kedalaman 1200 m (ITTC)

b. *Taut moorings*

Sistem *mooring* ini memiliki bentuk seperti taut. Gaya yang terjadi pada sistem ini menjadi fungsi dari *horizontal displacement* dari kelenturan elastik pada *line*-nya sendiri. *Mooring line* tipe ini banyak menggunakan bahan dari fiber sintetik



Gambar 2.2 Komponen sistem *taut mooring* pada kedalaman 1200 m (ITTC)

3. *Tension Leg Mooring*.

Sistem mooring ini didesain agar mampu memberikan gaya yang dapat menahan gerakan vertikal struktur pada saat mengalami pembebanan. Banyak digunakan untuk struktur TLP.

Kelebihan *SPAR* dibandingkan dengan struktur lainnya yaitu (Agarwal,2003):

1. *SPAR* dapat digunakan pada kedalaman laut mencapai 3000 meter.
2. *SPAR* dapat menopang *topside* (bangunan atas) yang besar.
3. *Riser* yang digunakan untuk produksi terletak ditengah-tengah *center well*.
4. Selalu stabil karena *CB* (*centre of bouyancy*) terletak di atas *CG* (*centre of gravity*).
5. *SPAR* dapat mentoleransi berbagai gerakan jika dibandingkan dengan struktur terapung lainnya.
6. Bagian lambung *SPAR* dapat terbuat dari beton ataupun baja.
7. *SPAR* memiliki sedikit sekat pada bagian lambung dan dek.
8. *SPAR* memiliki karakteristik *seakeeping* yang lebih baik
9. Minyak bumi dapat disimpan dengan biaya yang minimum.
10. Sistem tambat *SPAR* yang dapat dengan mudah dipasang, dioperasikan, dan dipindahkan.

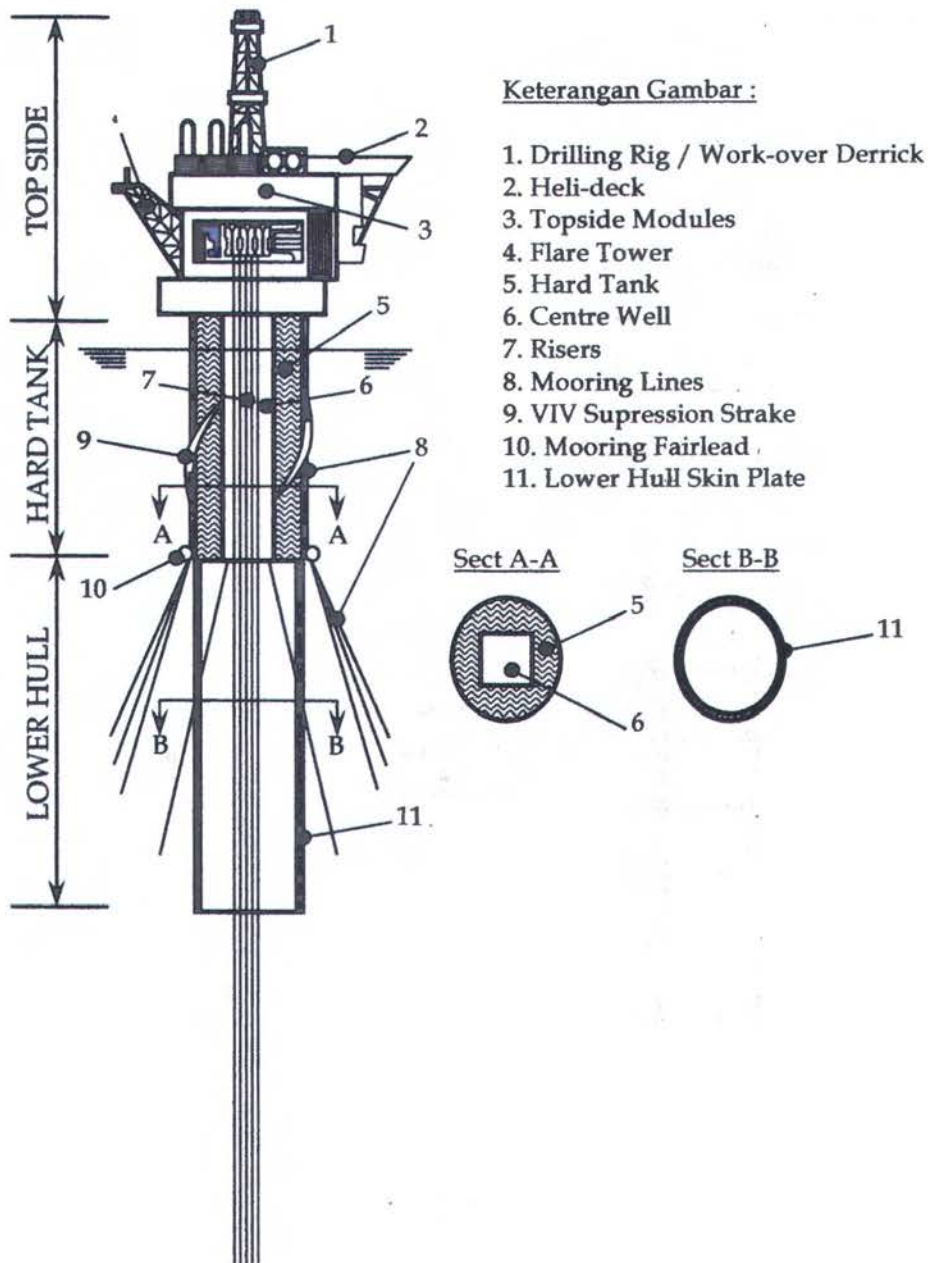
2.1. Pemodelan Struktur.

SPAR dimodelkan sebagai sebuah silinder kaku yang memiliki enam derajat kebebasan pada *CG*-nya. Mooring lines yang dimiliki akan berkerja sebagai stabilitas dan penegarnya. (Agarwal,2003).

Macam – macam tipe *SPAR*.

1. Classic *SPAR*.

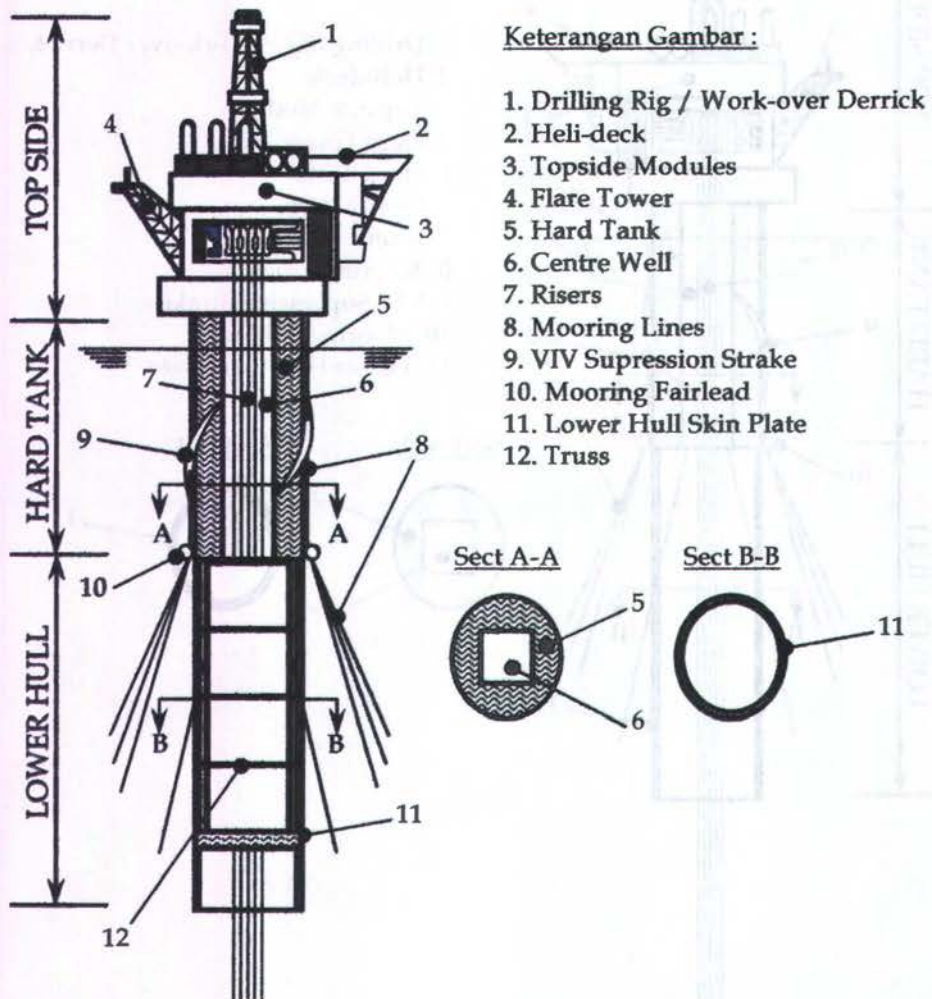
Merupakan generasi pertama dari *SPAR*, tipe ini memiliki lambung silinder vertikal yang mempunyai fungsi sebagai tempat penyimpanan gas dan minyak pada bagian atas dan sebagai daya apung pada bagian bawahnya. Sedangkan di bagian tengahnya terdapat rongga yang berfungsi sebagai tempat *riser* yang terhubung dari bagian sumur hingga ke bagian *topside*.



Gambar 2.3 Classic SPAR (Agarwal,2002).

Secara keseluruhan guna memperkecil gerakan dan memberikan kestabilan dinamis pada bagian bawahnya diikat dengan tether penegang serupa dengan TLP, disamping itu masih diperlukan mooring yang dipasangkan pada sisi – sisi lambung SPAR.

2. Truss SPAR.

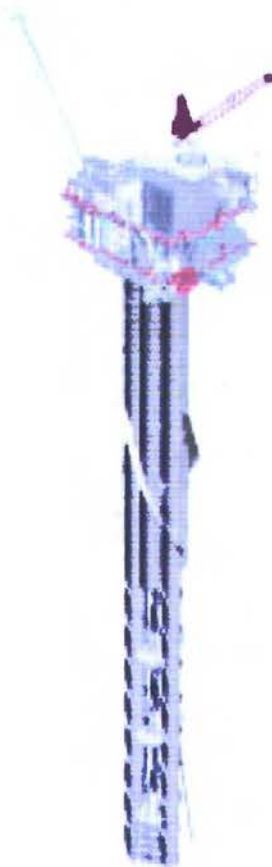


Gambar 2.4 Truss SPAR (Agarwal, 2002).

SPAR jenis ini memiliki lambung silinder vertikal yang lebih pendek jika dibandingkan dengan jenis yang pertama (Classic SPAR), namun dibagian bawah lambung terdapat penyangga dengan ketinggian tertentu. Penyangga (Truss) ini dibagi menjadi beberapa bagian vertikal di tiap – tiap bagiannya dipasang plat mendatar yang berfungsi sebagai penambah redaman terhadap gerakan *heave*, pada bagian bawah *truss* dipasang soft tank yang berguna sebagai penambah *displacement* struktur untuk kestabilan. TRUSS SPAR

merupakan generasi kedua dari SPAR, sehingga boleh dibidang TRUSS SPAR merupakan modifikasi dari CLASSIC SPAR.

3. Cell SPAR.



Gambar 2.5 Cell SPAR (Agarwal,2002).

Merupakan SPAR generasi ketiga, Pada SPAR jenis ini bagian lambung terdiri atas silinder – silinder kecil berjumlah gasal yang berhimpit dengan satu silinder yang berada di tengahnya. SPAR jenis ini juga tidak memerlukan tether, pengikatannya hanya menggunakan semi – taut mooring.

Gerakan-gerakan bangunan laut akan berpengaruh buruk terhadap seaworthiness, berikut merupakan macam gerakan bangunan laut (Murtedjo).

1. Gerakan rotasional.

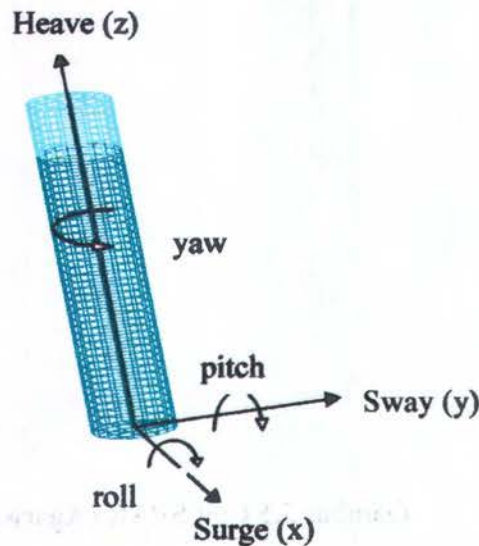
Gerakan rotasional adalah gerakan yang membentuk sudut terhadap sumbu, gerakan rotasional ini terdiri dari:

- *Rolling* : gerakan oscillasi rotational terhadap sumbu longitudinal (sumbu x)
- *Pitching* : gerakan oscillasi rotational terhadap sumbu transversal (sumbu y)
- *Yawing* : gerakan oscillasi rotational terhadap sumbu vertikal (sumbu z)

2. Gerakan transversal.

Gerakan transversal adalah gerakan yang searah dengan arah sumbu, gerakan transversal terdiri atas:

- *Surging* : gerakan translasi pada arah sumbu x (maju mundur)
- *Swaying* : gerakan translasi pada arah sumbu y (melintang kapal)
- *Heaving* : gerakan translasi pada arah sumbu vertical (sumbu z)



Gambar 2.6 Gerakan SPAR (Larsen, 2002)

2.1.1. Asumsi Pemodelan Struktur.

1. Dasar laut dianggap datar.
2. Gaya gelombang yang bekerja dihitung dengan menggunakan teori gelombang Airy dan dengan menggunakan persamaan teori difraksi.
3. Arus diabaikan.

4. Gaya Angin diabaikan.
5. Struktur merupakan struktur dengan enam derajat kebebasan.
6. Platform diasumsikan simetri pada sumbu $-x$.

2.1.2. Asumsi Pemodelan Mooring lines.

1. Besarnya Pretension pada setiap mooring line sama.
2. Tidak ada gaya geser pada dasar laut.
3. Semua komponen *mooring line* mengalami pergerakan yang lambat, sehingga gaya *drag* yang bekerja karena adanya gerakan nilainya kecil.
4. *Horizontal* maupun *vertical excursion* diperhitungkan.
5. Mooring line berada pada posisi yang simetris.

2.2. Konsep Pembebanan.

Menurut Djatmiko (1994) beban-beban yang harus dipertimbangkan dalam perancangan bangunan lepas pantai adalah :

1. Beban Fungsional.
Meliputi beban kerja dari peralatan-peralatan operasional yang harus disangga oleh struktur.
2. Beban Lingkungan.
Beban yang ditimbulkan oleh lingkungan dimana suatu BLP beroperasi meliputi :
 - a. Beban angin
 - b. Beban gelombang
 - c. Beban arus
 - d. Beban akibat gempa
 - e. Beban berat dari salju atau es
 - f. Beban yang timbul akibat pergeseran tanah.
3. Beban Kombinasi.
Beban-beban yang bekerja pada sebuah BLP jarang ditemui merupakan beban tunggal, seringkali muncul bersamaan dan bekerja sebagai gabungan dari berbagai jenis beban.
4. Beban konstruksi dan instalasi.

5. Beban akibat kecelakaan.

Beban yang tidak dapat diduga sebelumnya akan muncul pada struktur BLP.

2.2.1 Beban Gelombang.

Gelombang merupakan beban terbesar yang ditimbulkan oleh beban lingkungan pada bangunan leas pantai dengann diasumsikan bahwa gelombang berbentuk dua dimensi pada bidang xy, dimana dasar laut rata dengan kedalaman uniform, dari permukaan air tenang, dan gelombang bergerak menuju kea rah x-positive.(Indiyono).

Berikut ini merupakan teori gelombang yang digunakan untuk menghitung besarnya beban gelombang pada SPAR :

Teori Gelombang Airy.

Disebut juga teori gelombang sinusoidal,merupakan teori gelombang yang paling sederhana, asumsi dasar yang digunakan oleh teori gelombang ini adalah tinggi gelombang yang relative kecil jika dibandingkan dengan panjang gelombang ataupun dengan kedalaman perairan.

Syarat batas untuk Gelombang Airy

1. Syarat batas dasar perairan

$$v = \frac{\partial \Phi}{\partial y} = 0 \quad \text{pada } y = -d \quad (2.1)$$

2. Syarat batas kinematik untuk permukaan bebas

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \Phi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{\partial \Phi}{\partial y} = 0 \quad \text{pada } y = \eta \quad (2.2)$$

3. Syarat batas dinamis untuk permukaan bebas.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{1}{2} \left(\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y} \right)^2 \right) + g\eta = 0 \quad \text{pada } y = \eta \quad (2.3)$$

Untuk kedua syarat permukaan bebas dapat diubah menjadi

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial t} + g \frac{\partial \Phi_1}{\partial y} = 0 \quad \text{pada } y = 0 \quad (2.4)$$

Untuk syarat batas dasar perairan akan diperoleh persamaan potensial kecepatan orde pertama,

$$\Phi (= \varepsilon \Phi_1)$$

$$\Phi = \frac{gH}{2\omega} \frac{\cosh k(y+d)}{\cosh kd} \sin[k(x-ct)] \quad (2.5)$$

Dimana : Φ = potensial kecepatan

g = percepatan gravitasi (9.81 m/s^2)

H = tinggi gelombang (m)

ω = frekuensi gelombang (rad/sec)

y = kedalaman yang ditinjau (m)

d = kedalaman laut (m)

x = jarak horisontal (m)

t = waktu (sec)

k = angka gelombang

Untuk kecepatan partikel gelombang dengan mendiferensialkan persamaan u,v terhadap x,y akan diperoleh

Horizontal

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{gkH}{2\omega} \frac{\cosh k(y+d)}{\cosh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.6)$$

Vertikal

$$v = \frac{\partial \Phi}{\partial y} = \frac{gkH}{2\omega} \frac{\sinh k(y+d)}{\cosh kd} \sin(kx - \omega t) \quad (2.7)$$

Untuk percepatan partikel gelombang,

Horisontal

$$a_x = \frac{\delta u}{\delta t} = \frac{gkH}{2} \frac{\cosh k(y+d)}{\cosh kd} \sin(kx - \omega t) \quad (2.8)$$

Vertikal

$$a_y = \frac{\delta v}{\delta t} = \frac{gkH}{2} \frac{\sinh k(y+d)}{\cosh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.9)$$

2.2.2 Gaya Gelombang.

Untuk menghitung gaya gelombang yang mengenai struktur ada tiga syarat batas yang harus dipenuhi yakni :

1. Tidak ada aliran yang menembus dasar laut
2. Kondisi batas kinematis dimana kecepatan partikel fluida dipermukaan sama dengan kecepatan partikel itu sendiri
3. Kondisi batas dinamis dimana tekanan pada permukaan sama adalah konstan dan sama dengan tekanan atmosfer.

Syarat pemilihan teori untuk perhitungan gaya gelombang didasarkan pada perbandingan antara diameter struktur (D) dengan panjang gelombang (λ) sebagai berikut:

$\frac{D}{\lambda} > 1$ = Gelombang mendekati pemantulan murni, persamaan *morison* tidak *valid*.

$\frac{D}{\lambda} > 0,2$ = Difraksi gelombang perlu diperhitungkan, persamaan *morison* tidak *valid*.

$\frac{D}{\lambda} < 0,2$ = Persamaan *morison* *valid*.

Untuk SPAR maka digunakan gaya gelombang Difraksi dimana struktur memiliki ukuran diameter (D) relative lebih besar jika dibandingkan dengan

panjang gelombangnya. Persamaan yang sering digunakan dalam teori difraksi adalah persamaan Navier-Stokes dengan menggunakan teori gelombang Airy.

Pertimbangan – pertimbangan yang harus diambil pada saat melakukan analisa difraksi adalah sumbu arah z merupakan momen, frekwensi ω , amplitudo a_0 dan diasumsikan bahwa dasar laut rata, impermeable.

Gaya gelombang *time series* dapat dibangkitkan dari spektrum gelombang sebagai *first order* dan *second order*. *First order* adalah gelombang dengan periode kecil dimana daerah pembangkitannya di daerah itu sendiri dan memiliki pengaruh dominan pada gerak bangunan apung. Berikut adalah persamaan gaya gelombang *first order*:

$$F_{wv}^{(1)}(t) = \sum_{i=1}^N F_{wv}^{(1)}(\omega_i) \cos [\omega_i t + \epsilon_i] a_i \quad (2.10)$$

dimana:

$F_{wv}^{(1)}(t)$ = gaya gelombang *first order* tergantung waktu

$F_{wv}^{(1)}(\omega)$ = gaya *exciting* gelombang *first order* per unit amplitudo gelombang

ϵ_i = sudut fase komponen gelombang *first order*

a_i = amplitudo komponen gelombang *first order* ($\sqrt{2S(\omega)d\omega}$)

$S(\omega)$ = fungsi spektra gelombang

Second order adalah gelombang dengan periode tinggi dimana daerah pembangkitannya tidak di daerah itu (jauh dari lokasi gelombang terjadi) dan memiliki pengaruh dominan pada kekuatan *mooring system*. Berikut adalah persamaan gaya gelombang *second order*:

$$F_{wv}^{(2)}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_i a_j D_{ij} \cos [(\omega_i - \omega_j)t + (\epsilon_i - \epsilon_j)] \quad (2.11)$$

dimana:

D_{ij} = *drift force* per unit amplitudo gelombang.

2.3. Dasar Analisa Dinamis.

Damping menjadi komponen utama didalam analisa kekakuan dinamis, untuk memahami pengaruh linearisasi maka kita bisa mengetahuinya dari respons struktur pada natural frekuensi dengan menggunakan metode analisa domain. Menurut API RP 2T terdapat dua metode analisa domain didalam melakukan analisa dinamis yakni:

1. *Time Domain Analysis.* : untuk metode ini umumnya digunakan dalam analisa kondisi ekstrim, namun tidak dapat digunakan untuk analisa fatigue, dalam penyelesaian gerakan dinamis struktur dilakukan berdasarkan fungsi waktu. Pendekatan yang dilakukan dalam dengan menggunakan prosedur integrasi waktu sehingga menghasilkan respon *time history* berdasarkan waktu $x(t)$. Kelemahan dari metode ini adalah karena melakukan perhitungan berdasarkan waktu maka membutuhkan waktu yang cukup lama didalam simulasi. Minimal simulasi yang dibutuhkan adalah 3 jam. Ada beberapa metode analisa dalam perhitungan time domain analysis diantaranya metode *Newmark-Wilson* dan *Runge-Kutta* yang umumnya digunakan untuk analisa persamaan diferensial second – order.

Pada *time domain analysis* keseimbangan dinamik dari *multi degree of freedom* sistem dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$F^I(t) + F^D(t) + F^S(t) = Q(t, r, i) \quad (2.12)$$

Dimana :

F^I = vektor gaya inertia

F^D = vektor gaya damping

F^S = vektor gaya kekakuan

Q = vektor beban luar, harmonik atau fungsi stochastic dari waktu

2. *Frequency Domain Analysis.* : analisa yang dilakukan dengan melakukan simulasi kejadian pada saat tertentu dengan interval frekuensi yang telah ditentukan sebelumnya. Keuntungannya adalah lebih menghemat waktu perhitungan dan juga input atau output lebih sering digunakan oleh

perancang. Namun kekurangannya metode ini adalah semua persamaan non-*linier* harus diubah dalam bentuk linear.

Pada *Frequency Domain Analysis*, keseimbangan dinamik dari sistem linier dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$M(\omega)\ddot{r} + C(\omega)\dot{r} + K(\omega)r = Xe^{i\omega t} \quad (2.13)$$

Dimana :

$M(\omega)$ = matrik massa

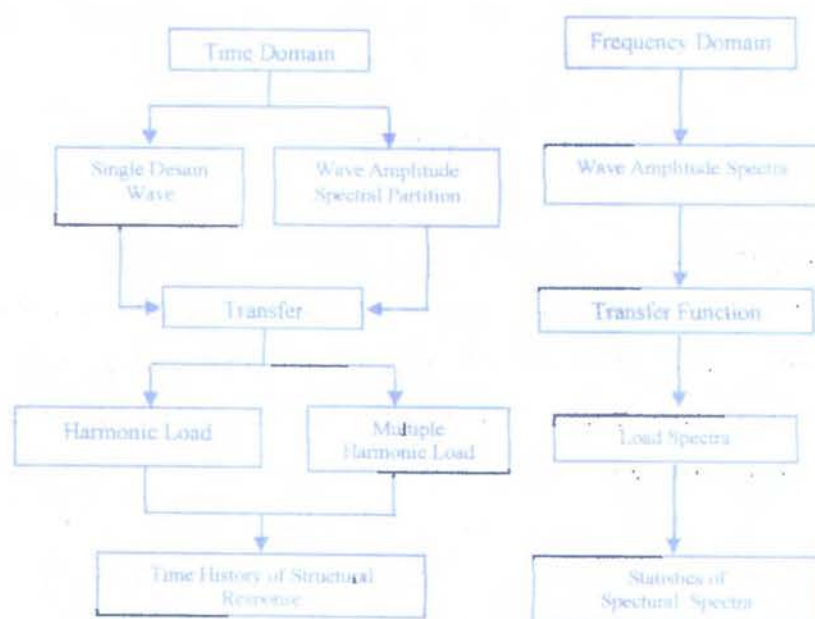
$C(\omega)$ = matrik damping

$K(\omega)$ = matrik kekakuan

r = vektor displacement

X = vektor beban kompleks memberikan informasi pada amplitudo beban dan fase pada semua derajat kebebasan. Pola $e^{i\omega t}$ menetapkan variasi harmonik dari contoh beban dengan frekuensi ω

Secara sederhana kedua metode tsb dapat digambarkan sbb :



Gambar 2.7 Analisa Dinamis Struktur.

2.4. Persamaan Gerak SPAR.

SPAR didesain memiliki draft yang besar guna mengurangi beban gelombang sehingga mampu meminimalisir gerakan heave yang timbul. Pada umumnya dalam analisa respon gerakan heave damping yang timbul pada mooring line dan riser akan diabaikan.

Persamaan gerak untuk SPAR (Agarwal) :

$$[M]\{\ddot{X}\} + [C]\{\dot{X}\} + [K]\{X\} = \{F(t)\} \quad (2.14)$$

dimana :

M = matriks 6 x 6 (massa SPAR + massa tambah SPAR) (ton)

\ddot{X} = vector percepatan struktur $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

C = matriks 6 x 6 damping $\left(\frac{N \cdot s}{m}\right)$

\dot{X} = vector kecepatan struktur $\left(\frac{m}{s}\right)$

K = matriks 6 x 6 kekakuan $\left(\frac{N}{m}\right)$

X = vector perpindahan struktur (m)

$\{F(t)\}$ = gaya gelombang (kN)

2.5. Mooring System.

Untuk SPAR maka digunakan mooring dengan spread moored, dimana mooring ditambatkan disekeliling SPAR dengan konfigurasi yang simetris. Dengan jumlah moored antara 6 – 16 moored yang tertambat disekelilingnya.

2.5.1. Tipe mooring.

API RP 2P 2nd edition (1987) dan API RP 2SK 2nd edition (1996), menyatakan tipe mooring line yang digunakan pada floating structure dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Wire rope system.

Wire rope lebih ringan jika dibandingkan dengan chain, sehingga wire rope memiliki restoring force yang lebih besar dan pretension yang lebih kecil jika dibandingkan dengan chain, untuk menghindari terjadinya uplift maka diperlukan wire rope yang sangat panjang untuk sebuah floating structure. Kegagalan system bisa diakibatkan oleh korosi karena kurangnya pelumasan ataupun kerusakan mekanik pada *wire rope*.

Untuk menentukan elastisitas dari wire rope maka bisa menggunakan prosedur berikut :

$$T / \delta_w = 7.7 \times 10^6 D_w^2 / S_w \quad (2.15)$$

Dimana :

δ_w = elastisitas dari wire rope (feet).

D_w = diameter wire rope (in)

S_w = panjang wire rope (feet)

2. Chain system.

Chain atau rantai telah menunjukkan keunggulannya didalam *offshore operations*. Hal ini disebabkan karena kemampuannya didalam mengatasi abrasi, salah satu hal yang menjadi masalah didalam penggunaan wire rope. Selain itu rantai memiliki daya cengkram anchor yang sangat signifikan. Namun karena beratnya maka chain system kurang umum digunakan untuk perairan dalam.

Untuk menentukan besarnya nilai elastisitas dari chain mooring lines dapat dilakukan dengan prosedur dibawah ini :

$$T / \delta_c = 1.2 \times 10^7 D_c^2 / S_c \quad (2.16)$$

Dimana :

T = tension pada mooring line (lbs)

δ_c = elastisitas dari chain. (feet)

D_c = diameter chain (in)

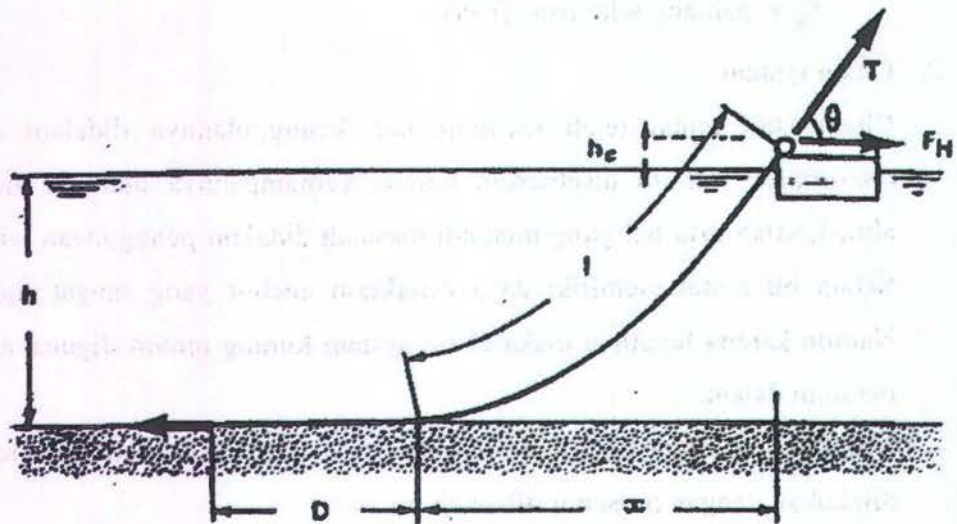
$S_c = \text{panjang chain (feet)}$

3. Kombinasi wire rope dan chain system.

Dengan menggabungkan dua jenis mooring yang ada yakni wire rope dan chain maka kita bisa menghasilkan konfigurasi mooring yang menguntungkan, karena memiliki pretension yang kecil, restoring force yang besar, kemampuan daya cengkram jangkar yang besar dan memiliki kemampuan yang cukup baik didalam menahan laju abrasi.

2.5.2. Penentuan panjang mooring line.

SPAR saat dioperasikan dilapangan akan membutuhkan posisi penambatan yang tepat, panjang dan pretension sesuai yang dibutuhkan oleh karena itu dibutuhkan perhitungan panjang mooring line agar mooring dapat berfungsi dengan maksimum.



Gambar 2.8 Minimum Length of Mooring Line

$$\frac{l}{h} = \sqrt{\frac{2F_H}{ph} + 1} \quad (2.17)$$

atau



$$\frac{l}{h} = \sqrt{\frac{2T}{ph} - 1} \quad (2.18)$$

dimana:

l = panjang minimum dari *chain line*

h = $h_m + h_c$

h_m = kedalaman air

h_c = tinggi *fairlead* diatas permukaan air

p = berat *chain line* didalam air persatuan panjang

F_H = gaya horizontal *chain line* pada *fairlead*

T = *tension* dari *chain line* pada *fairlead*

D = *length resting on the seabed*

Harga D dapat diasumsikan berdasarkan tipe dari *mooring line*, yaitu:

1. 200 s/d 300 m untuk *mooring line* yang memiliki konfigurasi *wire rope anchor lines*.
2. 50 s/d 100 m untuk *mooring line* yang memiliki konfigurasi *chain anchor lines*.

2.5.3. Offset.

Offset merupakan respon dari floating structure akibat terkena beban lingkungan, offset sendiri dapat diartikan sebagai berpindahnya sebuah struktur sejauh $-x$ meter akibat terkena beban lingkungan. Offset sendiri dapat dikategorikan dalam dua jenis yakni :

1. Mean Offset.

Didefinisikan sebagai perpindahan vessel sebagai akibat dari angin, arus dan *mean wave drift forces*.

2. Maximum Offset.

Didefinisikan sebagai mean offset yang mendapat pengaruh dari kombinsai frekuensi gelombang dan *low - frequency vessel motions*.

2.5.4. Tension pada mooring line.

Gerakan pada *buoy* karena pengaruh dari gerakan vessel dan pengaruh lingkungan menyebabkan adanya tarikan pada *mooring line*. Tarikan (*tension*) yang terjadi pada *mooring line* dapat dibedakan menjadi 2 (API RP2P) yaitu:

1. Mean Tension

Tension pada *mooring line* yang berkaitan dengan *mean offset* pada *SPAR*;

2. Maximum Tension

Mean tension yang mendapat pengaruh dari kombinasi frekuensi gelombang dan *low-frequency tension*.

Tension maksimum pada *mooring line* tersebut dapat ditentukan dengan prosedur di bawah ini :

$$T_{lf\ max} > T_{wf\ max} \quad \text{maka;}$$

$$T_{max} = T_{mean} + T_{lf\ max} + T_{wfsig} \quad (2.19)$$

$$T_{wf\ max} > T_{lf\ max} \quad \text{maka;}$$

$$T_{max} = T_{mean} + T_{wf\ max} + T_{lfsig} \quad (2.20)$$

dimana;

T_{mean} = mean tension

T_{max} = maximum tension

T_{wfsig} = maximum wave frequency tension

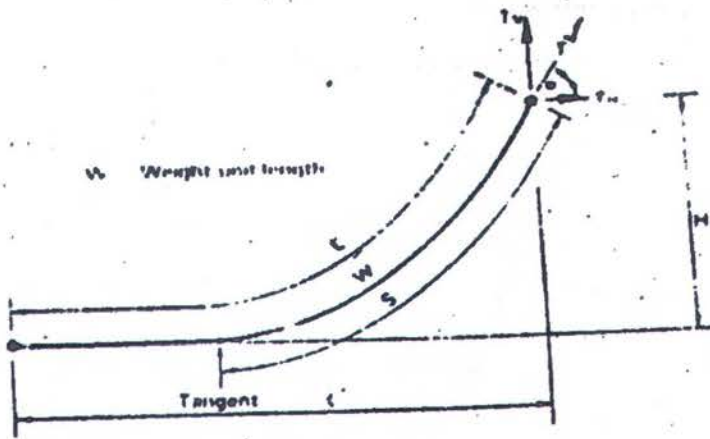
T_{wfsig} = significant wave frequency tension

T_{lfmax} = maximum low frequency tension

T_{lfsig} = significant low frequency tension

2.5.4.1. Catenary mooring.

Besarnya tension yang terjadi pada Catenary Mooring System (WEGEMT) :



Gambar 2.9 catenary (WEGEMT)

$$\sum F_z = 0 \quad (2.21)$$

$$F_z = WS = T \sin \theta_B \quad (2.22)$$

$$\sum F_x = F_x = T_o \quad (2.23)$$

$$T = \sqrt{T_o^2 + W^2 S^2} \quad (2.24)$$

Dimana :

W = berat mooring yang tercelup.

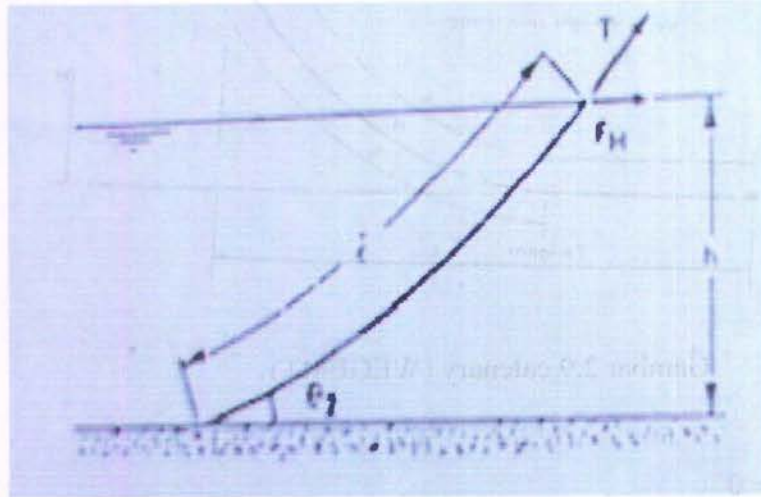
S = panjang mooring line.

To = pretension dari mooring line

T = tension total.

2.5.4.2. Taut mooring.

Besarnya tension yang terjadi pada Taut Mooring System (WEGEMT) :



Gambar 2.10 Taut line (Designof anchoring line)

$$X = 2c \operatorname{arg} \sinh \left(\frac{\sqrt{i^2 - h^2}}{2c} \right) \quad (2.25)$$

$$Q = \operatorname{arg} \cosh \left(\frac{i}{2c \sinh \left(\frac{x}{2c} \right)} \right) \quad (2.26)$$

$$e_2 = \operatorname{arg} \tan \left[\sinh \left(Q + \frac{x}{2c} \right) \right] \quad (2.27)$$

$$T = \frac{Fx}{\cos e_2} \quad (2.28)$$

$$\text{dimana } c = \frac{F_x}{w} \quad (2.29)$$

Breaking strength merupakan batasan tegangan maksimum dari *mooring line* yang tidak boleh dilampaui, artinya *mooring line* tidak boleh memiliki tegangan lebih dari *breaking strength*.

$$BS = CBS (D - 2 \Delta t \times T) \quad (2.30)$$

dimana:

BS = *breaking strength*

CBS = *catalog breaking strength*

D = *diameter chain*

Δt = *corrosion allowance*

T = *service time*

API RP 2T untuk *unity check* tidak boleh melebihi nilai satu. Secara matematis persamaan *unity check* dapat dituliskan sebagai berikut.

$$UC = \frac{\sigma_n \times SF}{\sigma_y} < 1 \quad (2.31)$$

dimana:

UC = *unity check*

σ_n = *tegangan nominal*

σ_{yield} = *tegangan yield material*

Sedangkan kondisi batas tegangan ijin didapat dengan membagi *yield strength* dengan *safety factor*.

$$SF = \frac{\sigma_n}{BS} \quad (2.32)$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{SF} \quad (2.33)$$

Dengan syarat $\sigma_n < \sigma_{ijin}$, dimana:

σ_{ijin} = *tegangan ijin*

SF = *safety factor*

Batas dari *tension* dan *safety factor* untuk kondisi analisa *mooring* adalah sebagai berikut (API RP 2SK 2nd edition) :

Tabel 2.1. Batas *Tension* dan *Safety Factor*

Kondisi	Batas Tension (Percent of Breaking Strength)	Safety Factor
<i>Intact</i> (ULS)	60	1.67
<i>Damage</i> (ALS)	80	1.25

2.6. RAO.

Response-Amplitude Operator (RAO) adalah fungsi pembanding antara amplitudo *response* dengan amplitudo gelombang reguler dalam rentang frekuensi yang mengenai struktur *offshore*. Karena secara umum amplitudo respon akan dipengaruhi oleh amplitudo gelombang. RAO sendiri lebih dikenal sebagai fungsi transfer karena terdapat transfer exciting wave terhadap respon struktur. Bentuk umum dari RAO dalam fungsi frekuensi dapat dicari dengan persamaan sbb (Chakrabarti, 1987) :

$$RAO(\omega) = \frac{X_p(\omega)}{\eta(\omega)} \quad (2.34)$$

Dimana

$X_p(\omega)$ = amplitudo struktur

$\eta(\omega)$ = amplitudo gelombang

2.7. Spektrum Gelombang.

Didalam melakukan analisa spektrum gelombang telah ada beberapa macam spektrum gelombang diantaranya ISSC, Pierson-Morkowitz, ataupun JONSWAP, pemilihan spektrum gelombang mana yang akan digunakan

bergantung pada kondisi lingkungan dimana struktur tersebut akan dioperasikan, bisa tidak ada maka kita bisa menggunakan spektrum gelombang yang telah ada dengan mempertimbangkan kesamaan fisik lingkungan. Dari spektrum gelombang akan diperoleh parameter – parameter gelombang antara lain :

Tabel 2.2. Amplitudo dan Tinggi Gelombang pada Spektrum

Profil Gelombang	Amplitudo	Tinggi
Gelombang Rata-rata	1,25 (m ₀) ^{1/2}	2,50 (m ₀) ^{1/2}
Gelombang Signifikan	2,00 (m ₀) ^{1/2}	4,00 (m ₀) ^{1/2}
Rata-rata 1/10 Gelombang Tertinggi	2,55 (m ₀) ^{1/2}	5,00 (m ₀) ^{1/2}
Rata-rata 1/1000 Gelombang Tertinggi	3,44 (m ₀) ^{1/2}	6,67 (m ₀) ^{1/2}

$$\text{Dimana } m_0 = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega \quad (2.35)$$

m_0 = luasan di bawah kurva spektrum (*zero moment*)

Pada pengerjaan tugas akhir ini akan menggunakan spektrum gelombang JONSWAP, JONSWAP sendiri merupakan perkembangan dari spektrum gelombang Pierson-Morkowitz yang disesuaikan dengan kondisi laut yang ada. Berikut merupakan persamaan dari spektrum gelombang JONSWAP.

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \text{EXP} \left[-1,25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma \text{EXP} \left[\frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right] \quad (2.36)$$

Dimana :

γ = parameter puncak (*peakedness parameter*)

τ = parameter bentuk (*shape parameter*)

untuk $\omega \leq \omega_0 = 0,07$ dan $\omega \geq \omega_0 = 0,09$

$\alpha = 0,0076 (X_0)^{-0,22}$, untuk X_0 tidak diketahui $\alpha = 0,0081$

$$\omega_0 = 2\pi \left(\frac{g}{U_\omega} \right) (X_0)^{-0,33} \quad X_0 = \frac{g X}{U_\omega}$$

Sedang nilai dari parameter puncak (γ) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\gamma = EXP \left[3,4843 \left(1 - 0,1975 \left(0,036 - 0,0056 \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \right) \frac{T_p^4}{H_s^2} \right) \right] \quad (2.37)$$

Dimana :

T_p = periode puncak spektra

H_s = tinggi gelombang signifikan

2.8. Spektrum Respon.

Spektrum response sendiri digambarkan sebagai respon kerapatan energi pada struktur akibat gelombang. Pada sistem linear spektrum response diperoleh dengan mengkalikan spektrum gelombang dan RAO kuadrat. Secara matematis ditulis sbb :

$$S_{R(\omega)} = [RAO(\omega)]^2 S(\omega) \quad (2.38)$$

dimana :

S_R = spektrum respons (m^2 -sec)

$RAO(\omega)$ = transfer function

$S(\omega)$ = spektrum gelombang (m^2 -sec)

ω = ferkuensi gelombang (rad/sec).

Besarnya respon maksimum yang timbul pada satu rentang waktu tertentu bisa diketahui dari spektra respon. Dengan menggunakan persamaan dari Chakrabarty (1987) dapat diperoleh besarnya nilai respon eksrem maksimum yang terjadi dalam satu rentang waktu kejadian dengan tingkat probabilitas kejadian sebesar 62.3 %. Berikut persamaan tersebut :

$$\zeta_{ma} = \left[2 \ln \left\{ \frac{60^2 T}{2\pi} \sqrt{\frac{m_2}{m_o}} \right\} \right]^{1/2} \sqrt{m_o} \quad (2.39)$$

Pada saat proses perancangan kita bisa mencari besarnya respon ekstrem maksimum dengan mempertimbangkan faktor peluang terlampuinya suatu kejadian α sebagai berikut :

$$\zeta_{ma} = \left[2 \ln \left\{ \frac{60^2 T}{2\pi\alpha} \sqrt{\frac{m_2}{m_o}} \right\} \right]^{1/2} \sqrt{m_o} \quad (2.40)$$

Dimana :

T = lama rentang waktu kejadian (badai).

α = kemungkinan kejadian tidak terjadi (1% - 5%).

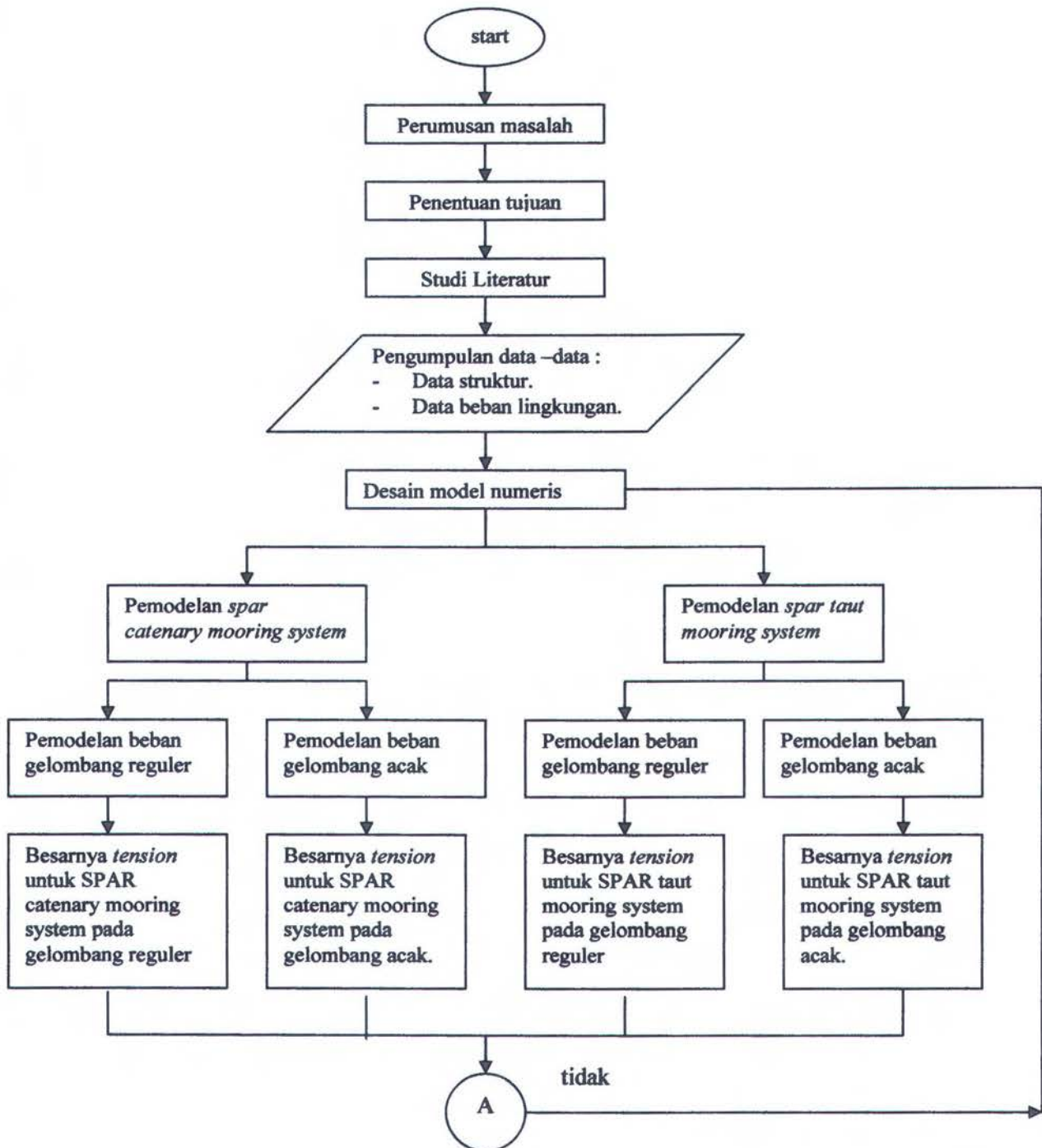
$m_o = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega$, merupakan luasan dibawah kurva spektrum amplitudo

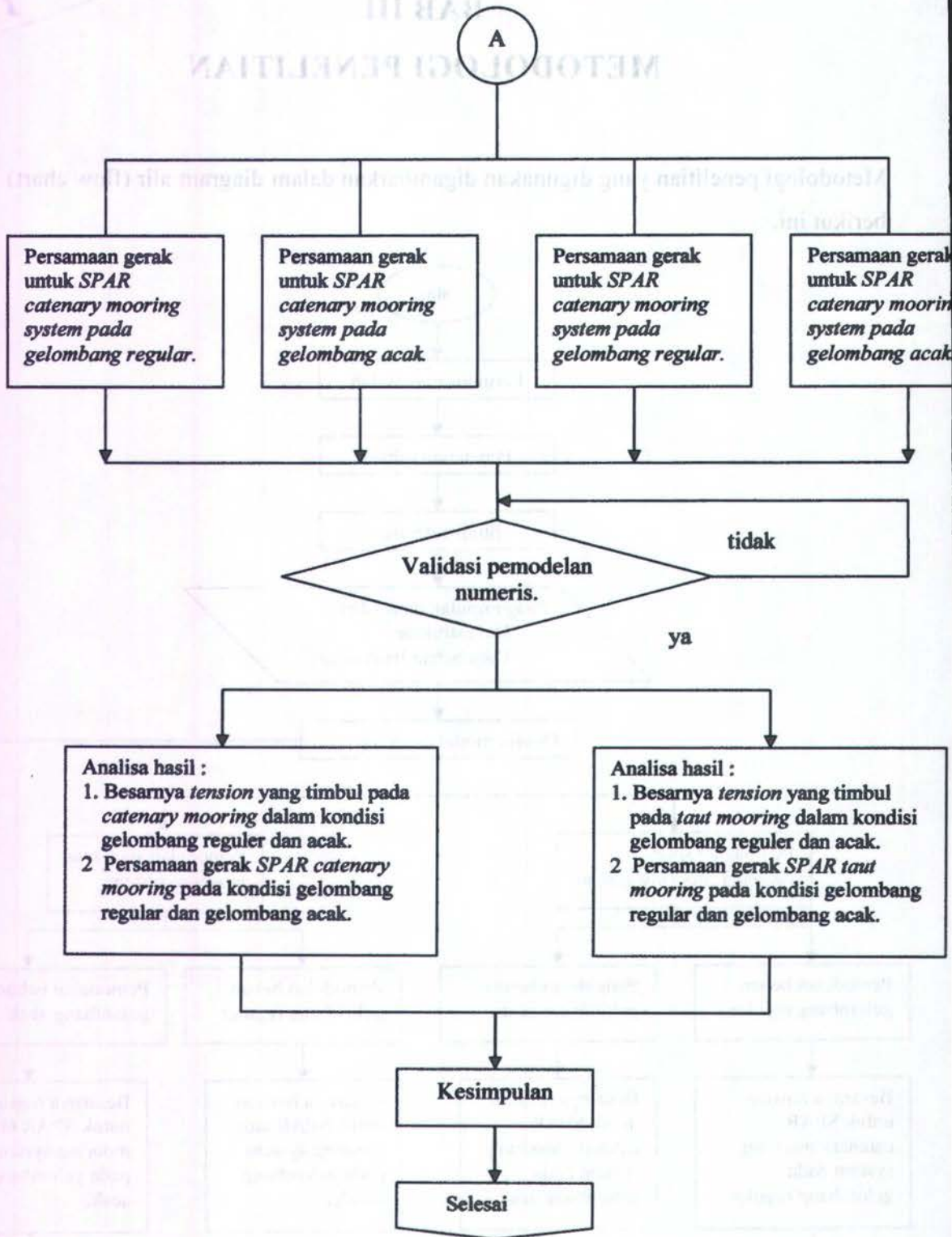
kepadatan energi gelombang, luasnya sama dengan varian dari time history gelombang.

$m_2 = \int_0^{\infty} \omega^2 S(\omega) d\omega$, merupakan momen spektra kecepatan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan digambarkan dalam diagram alir (flow chart) berikut ini.





Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir.

Metode yang dipakai dalam penyelesaian tugas akhir ini menggunakan metode numeris dimana pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan software MOSES 6.0 dan 7.0.

1. Studi Literatur dan pengumpulan data

Langkah awal yang harus dilakukan adalah mempelajari semua literatur yang berkaitan dengan pengerjaan dalam hal ini merupakan SPAR dengan respon gerakan dan tensionnya, serta karakteristik kelakuan dari masing-masing mooring. Serta mengumpulkan data-data untuk pemodelan, baik data untuk pemodelan struktur SPAR maupun untuk inputan beban lingkungan, yang dalam hal ini hanya merupakan beban gelombang saja.

2. Pemodelan Numeris.

Pemodelan Numeris dalam hal ini meliputi pemodelan struktur SPAR dalam kondisi free floating, dari hasil pemodelan yang dilakukan di MOSES 7.0 ini dengan diberi inputan beban gelombang yang dilakukan di MOSES 6.0 kita akan memperoleh respon olah gerak SPAR dalam kondisi bebas.

3. Running MOSES

Setelah mendapatkan konfigurasi yang tepat untuk masing-masing sistem tambat ini, maka dilanjutkan pemberian beban untuk masing-masing arah pembebanan sehingga diperoleh respon olah gerak dan besarnya tension untuk tiap-tiap arah pembebanan pada kondisi ekstrim.

4. Validasi

Dalam tahapan ini dilakukan perbandingan hasil uji antara model numeris dengan model fisik yang dikerjakan secara bersamaan.

5. Pengambilan kesimpulan.

Merupakan tahapan pengambilan kesimpulan, apakah hasil penelitian telah sesuai dengan tujuan penelitian, dan jika tidak perlu maka perlu dijelaskan penyebab-penyebab mengapa tujuan penelitian tidak tercapai.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data.

4.1.1. Data Struktur.

Data struktur yang digunakan adalah data struktur SPAR NEPTUNE.

Tabel 4.1 Data struktur SPAR

Spesifikasi	Struktur
Kedalaman (h)	588.2 m
Data Hull	
Tipe	Klasik
Diameter	21.9 m
Panjang	215 m
Freeboard	16.8 m
Draft	198.1 m
	92.4 m
Berat Struktur	
<i>Topside</i>	
<i>Facility Payload</i>	3200 ton
<i>Hull Dry</i>	6600 ton
Berat Total	12895 ton
	22695 ton

4.1.2. Data Mooring line.

1. Catenary Mooring Line.

Catenary mooring system dengan menggunakan wire rope.

Table 4.2 Data catenary mooring line.

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Quantity</i>
<i>Wire-rope type</i>		<i>IWRC 6 X 36</i>
<i>Length</i>	m	1118.62
<i>Wire rope Nominal Diameter (1)</i>	mm	92
<i>Wire rope Nominal Diameter (2)</i>	mm	100
<i>Minimum Breaking Load (1)</i>	kN	5340
<i>Minimum Breaking Load (2)</i>	kN	6310

2. Taut Mooring Line.

Taut mooring system dengan menggunakan wire rope

Tabel 4.3 Data taut mooring line

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Quantity</i>
<i>Wire-rope type</i>		<i>IWRC 6 X 36</i>
sudut bentuk (e_2)		60 ⁰
<i>Length</i>	m	541.5
<i>Wire rope Nominal Diameter (1)</i>	mm	120
<i>Wire rope Nominal Diameter (2)</i>	mm	124
<i>Wire rope Nominal Diameter (3)</i>	mm	128
<i>Minimum Breaking Load (1)</i>	kN	9080
<i>Minimum Breaking Load (2)</i>	kN	9700

4.1.3. Data Lingkungan.

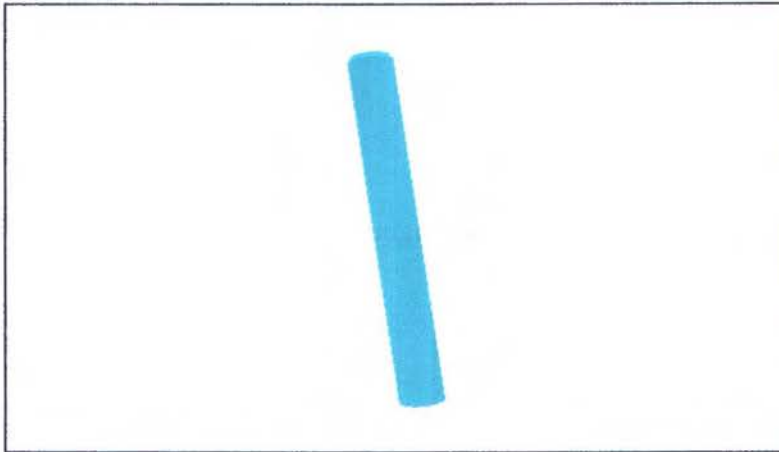
Tabel 4.4 Data lingkungan

Metaocean parameter	unit	100 tahunan
Gelombang		
Hs	m	12.3
Tp	sec	12

4.2. Pemodelan Struktur.

4.2.1. Pemodelan SPAR saat kondisi free floating.

Dengan menggunakan Software Moses 7.0 maka kita bisa menggambarkan SPAR saat kondisi bebas. Tahapan ini dilakukan agar kita bisa memperoleh perbandingan perilaku respon motion SPAR pada kondisi free floating maupun dalam kondisi tertambat.



Gambar 4.1 model SPAR saat free floating.

4.2.2. Verifikasi Model.

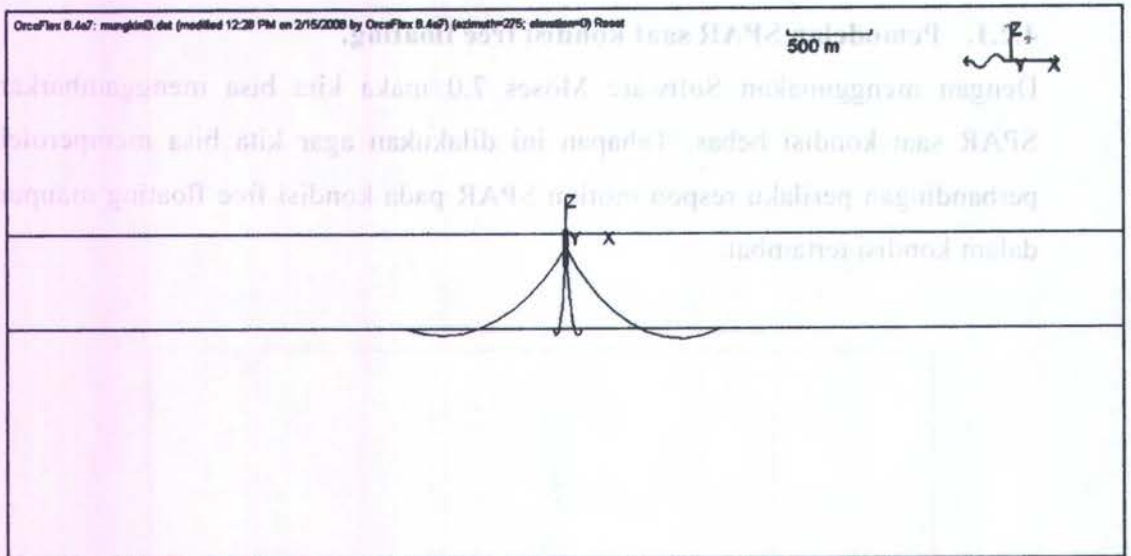
Verifikasi model dilakukan dengan menggunakan software MAXSURF. Dengan memasukkan data panjang, diameter dan sarat air dari SPAR akan diperoleh data sbb :

Tabel 4.5 Perbandingan hasil model Maxsurf dan Moses.

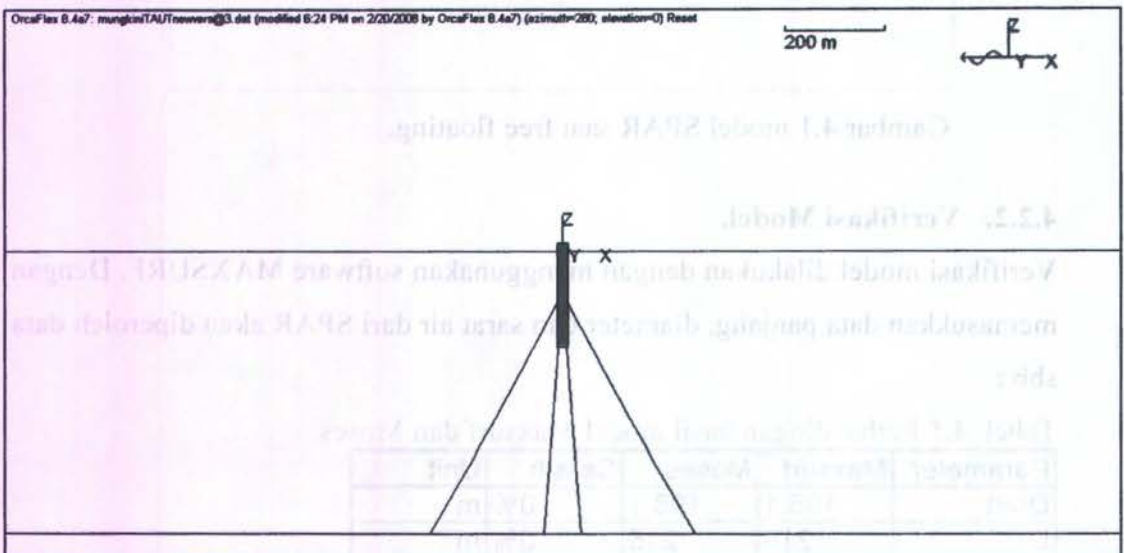
Parameter	Maxsurf	Moses	Selisih	Unit
Draft	198,1	198,1	0%	m
L	215	215	0%	m
Lwl	21,9	21,9	0%	m
KB	107,5	99,07	0,92%	m
KG	96,4	92,4	0,95%	m

4.2.3. Pemodelan SPAR saat kondisi tertambat.

Setelah melakukan pemodelan SPAR dalam kondisi free floating, sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pemodelan SPAR dalam kondisi moored dengan menggunakan software MOSES 6.0.



Gambar 4.2 model SPAR dengan konfigurasi catenary mooring line.



Gambar 4.3 model SPAR dengan konfigurasi taut mooring line.

4.3. Pemodelan Beban.

Pemodelan beban yang dilakukan berupa pay load yang diwakili dengan kondisi sarat air, beban lingkungan dalam hal ini hanya berupa beban gelombang dan kondisi tiap mooring lines yang diasumsikan sama. Dengan menggunakan jenis mooring lines yang berbeda yakni catenary mooring line dan taut mooring line

diharapkan didalam melakukan perbandingan hasil nantinya akan diperoleh hasil yang lebih akurat.

Parameter pemodelan beban lingkungan yang digunakan dalam pemodelan beban lingkungan untuk MOSES 6.0 antara lain :

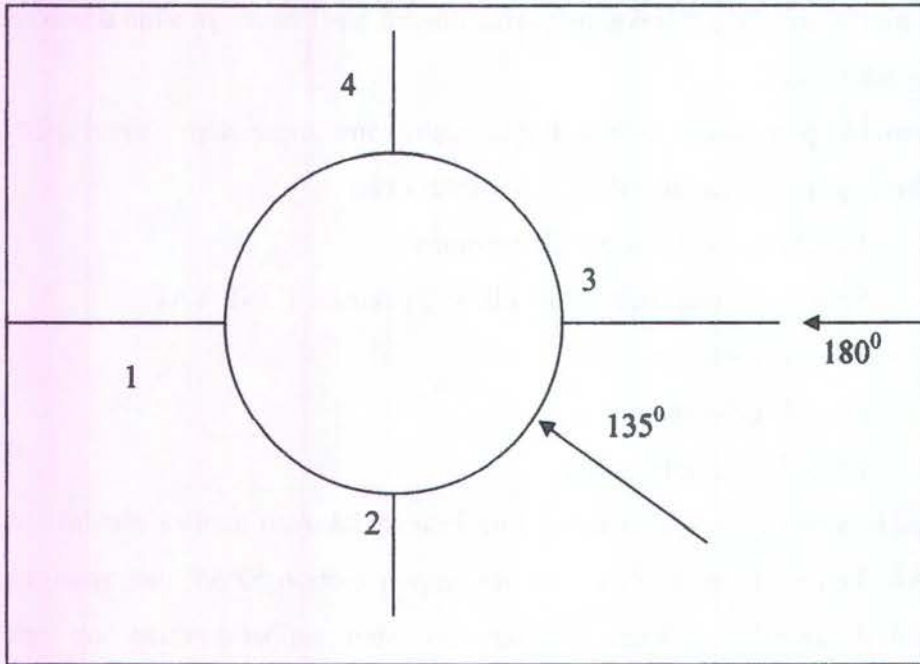
1. Kedalaman dimana SPAR beroperasi.
2. Spektrum yang digunakan adalah Spektrum JONSWAP.
3. Tinggi gelombang
4. Periode gelombang
5. Arah datang gelombang.

Setelah pemodelan selesai maka kita bisa melakukan analisa dinamis terhadap SPAR dalam hal ini meliputi analisa respon motion SPAR dan analisa tension dari tiap-tiap mooring lines pada tiap-tiap sistem tambat dan tiap-tiap arah beban gelombang baik untuk beban gelombang acak maupun gelombang reguler, sebagai akibat dari adanya motion SPAR.

4.4. Analisa Pemodelan.

4.4.1. RAO motion.

Pada penelitian ini hanya dilakukan 2 arah pembebanan terhadap gelombang yakni arah 135^0 dan arah 180^0 . baik untuk catenary mooring lines maupun untuk taut mooring lines. Dengan asumsi arah pembebanan gelombang di MOSES adalah gelombang menuju kearah sudut yang ditinjau. Dari hasil pemodelan beban gelombang tersebut nanti maka akan dilakukan analisa lebih lanjut tentang perbedaan respon motion dari struktur akibat dari adanya perbedaan penggunaan jenis mooring system, akan dilakukan juga analisa terhadap tension yang timbul sebagai akibat dari adanya respon motion dari struktur. Berikut ini merupakan gambaran dari pemasangan mooring lines beserta arah datang beban gelombang dari *software* MOSES 6.0



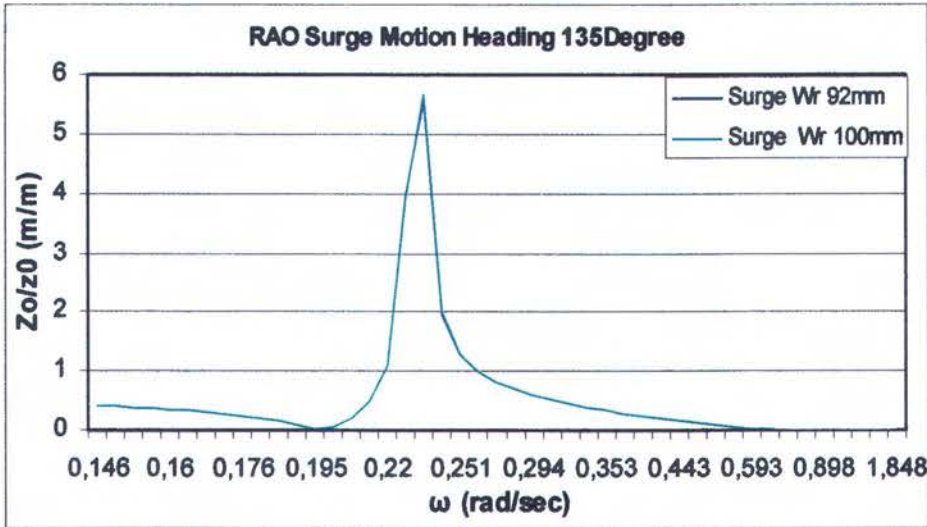
Gambar 4.4 Posisi mooring lines dan arah datang beban gelombang.

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini hanya akan meninjau arah datang gelombang 135° dan 180° , dalam Software MOSES asumsi yang digunakan adalah gelombang menuju ke arah sudut yang ditinjau bukan berasal dari sudut tersebut. Berikut ini merupakan tabel respon motion tertinggi dari masing – masing sistem tambat, berikut masing – masing besaran dari mooring lines, beserta masing – masing arah datang gelombangnya.

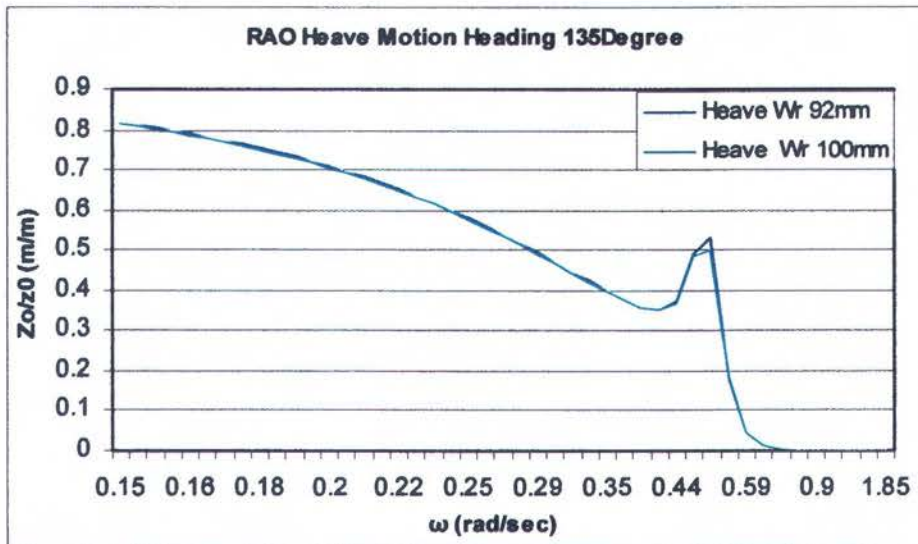
Tabel 4.6 Harga tertinggi gerakan Surge, Heave dan Pitch pada SPAR

Heading	Gerakan	Catenary $\Phi 92\text{mm}$	Catenary $\Phi 100\text{mm}$	Taut $\Phi 100\text{mm}$	Taut $\Phi 120\text{mm}$	Taut $\Phi 124\text{mm}$
135	surge (m/m)	5.603	5.66	0.775	0.896	1.267
	heave (m/m)	0.53	0.503	0.262	0.184	0.135
	pitch (deg/m)	5.648	5.708	0.152	0.199	0.366
180	surge (m/m)	7.924	8	1.094	1.267	1.792
	heave (m/m)	0.82	0.81	0.262	0.184	0.135
	pitch (deg/m)	7.987	8	0.215	0.282	0.518

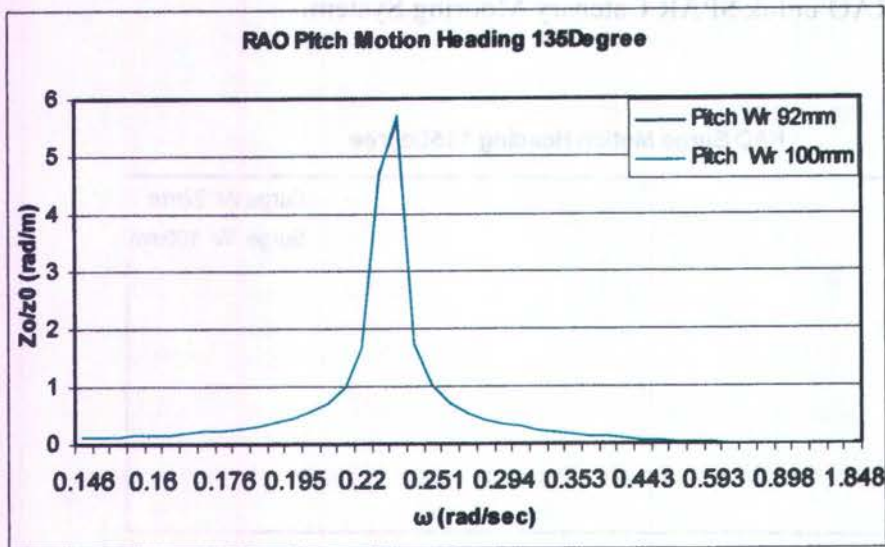
1. RAO untuk SPAR Catenary Mooring System.



Gambar 4.5 respon surge motion catenary system.

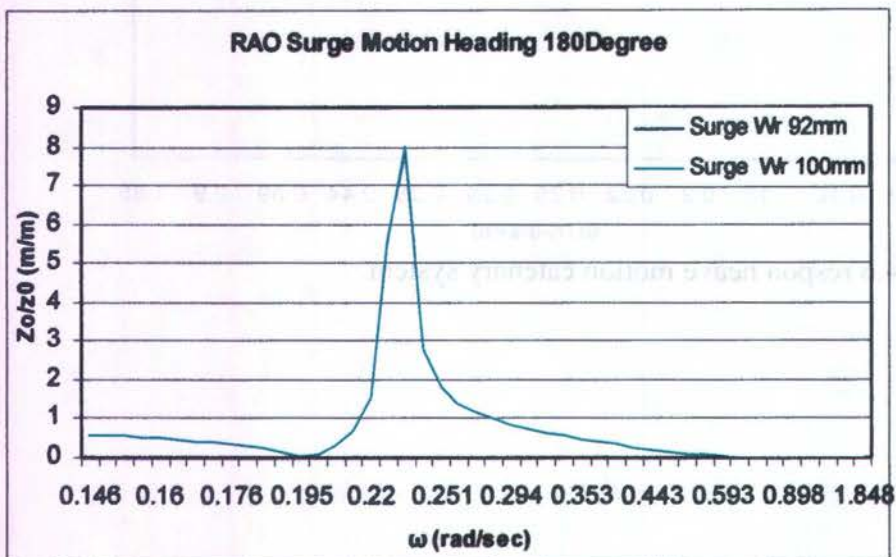


Gambar 4.6 respon heave motion catenary system

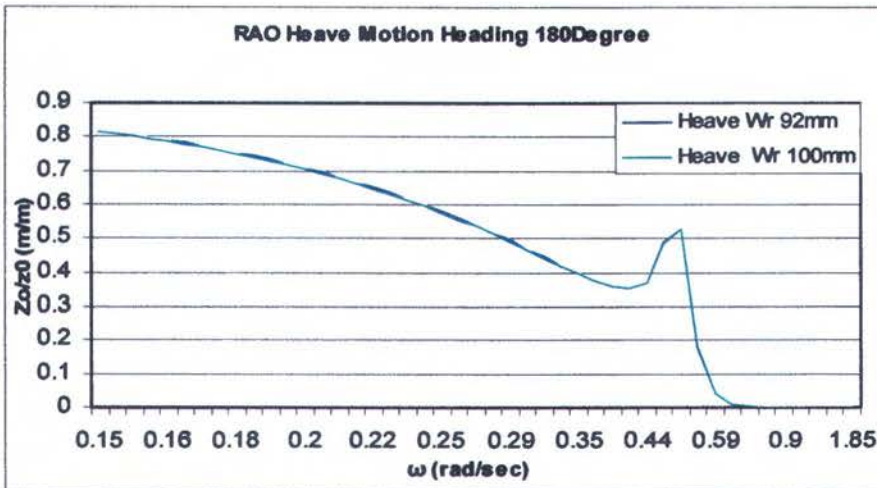


Gambar 4.7 respon pitch motion catenary system

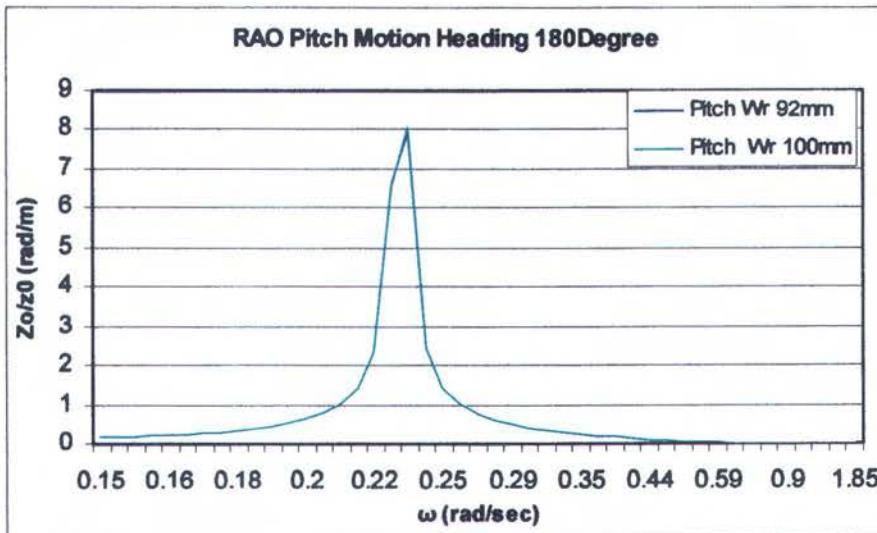
Pada arah datang gelombang 135° dengan menggunakan dua jenis wire rope yang berbeda sebagai mooring linesnya menunjukkan bahwa untuk gerakan surge dan pitch menunjukkan hasil respon yang tidak berbeda, namun lain halnya untuk gerakan heave, dari grafik menunjukkan pada respon tertinggi dengan menggunakan wire rope yang berdiameter 92mm, harga respon tertinggi sebesar 0.5 sedangkan untuk wire rope 100mm, harga respon tertinggi sebesar 0.54.



Gambar 4.8 respon surge motion catenary system.



Gambar 4.9 respon heave motion catenary system.



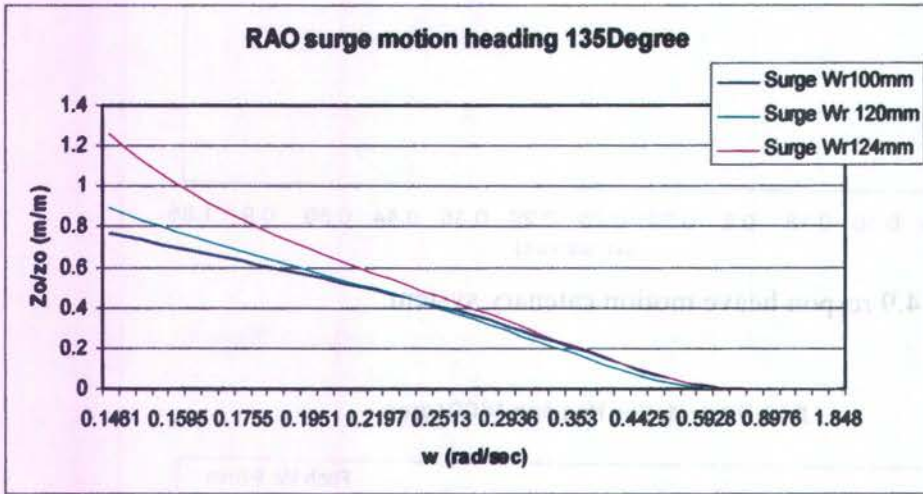
Gambar 4.10 respon pitch motion catenary system.

Pada arah datang gelombang 180^0 dengan menggunakan dua jenis wire rope yang berbeda ini sebagai mooring linesnya akan menunjukkan bahwa untuk gerakan surge dan pitch menunjukkan respon yang tidak berbeda, namun untuk gerakan heave akan mengalami perubahan puncak respon tertinggi.

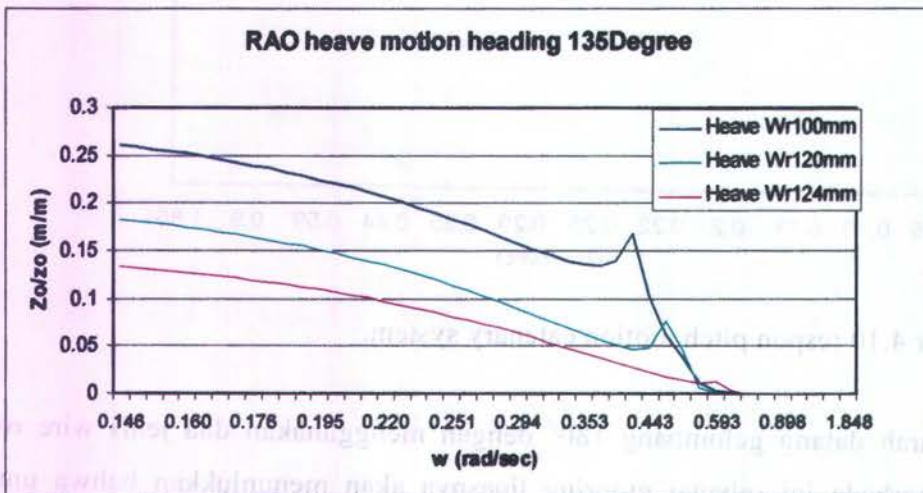
Jika dibandingkan dari kedua jenis grafik diatas dengan dua arah beban gelombang datang akan menunjukkan hasil yang berbeda untuk beban gelombang dengan sudut datang sebesar 135^0 akan menghasilkan respon gerakan

yang lebih kecil jika dibandingkan dengan beban gelombang dengan sudut datang sebesar 180° .

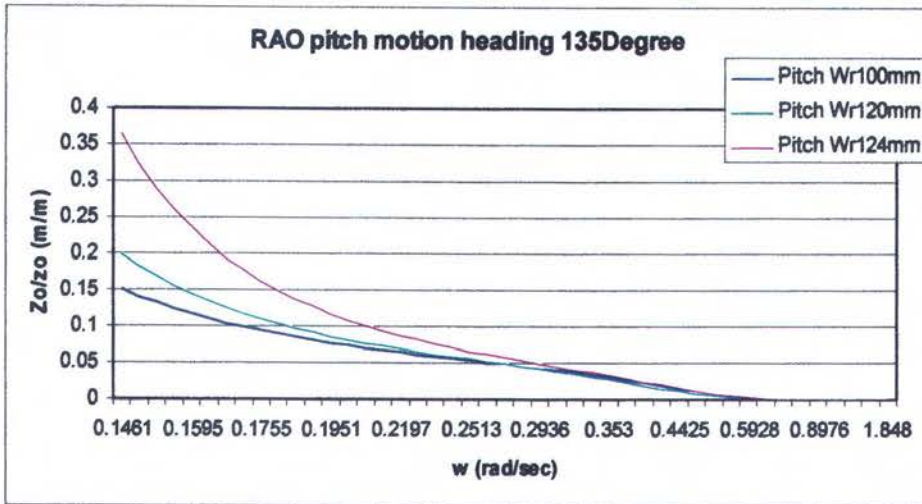
2. RAO untuk SPAR Taut Mooring System.



Gambar 4.11 respon surge motion taut system

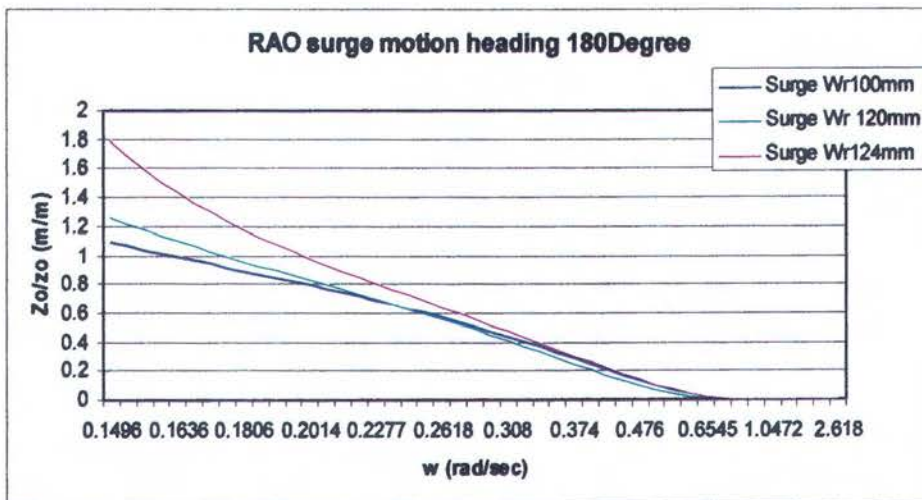


Gambar 4.12 respon heave motion taut system.

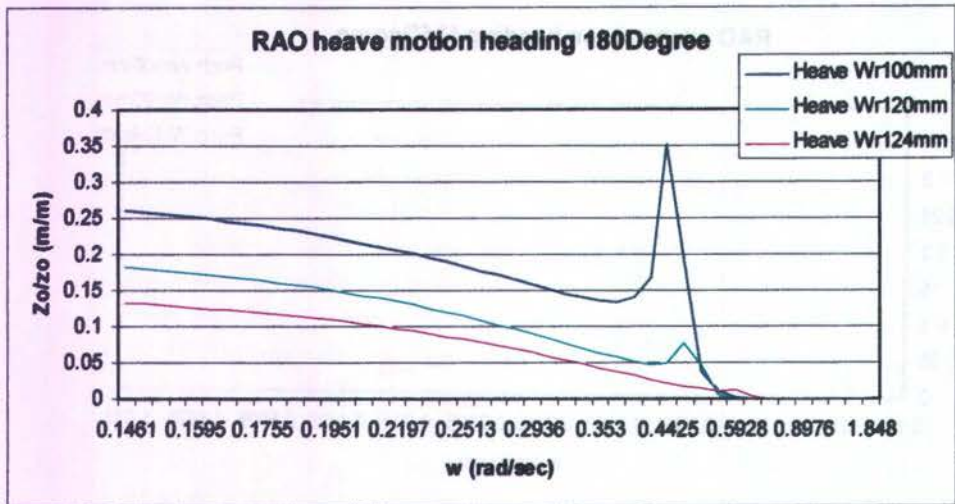


Gambar 4.13 respon pitch motion system.

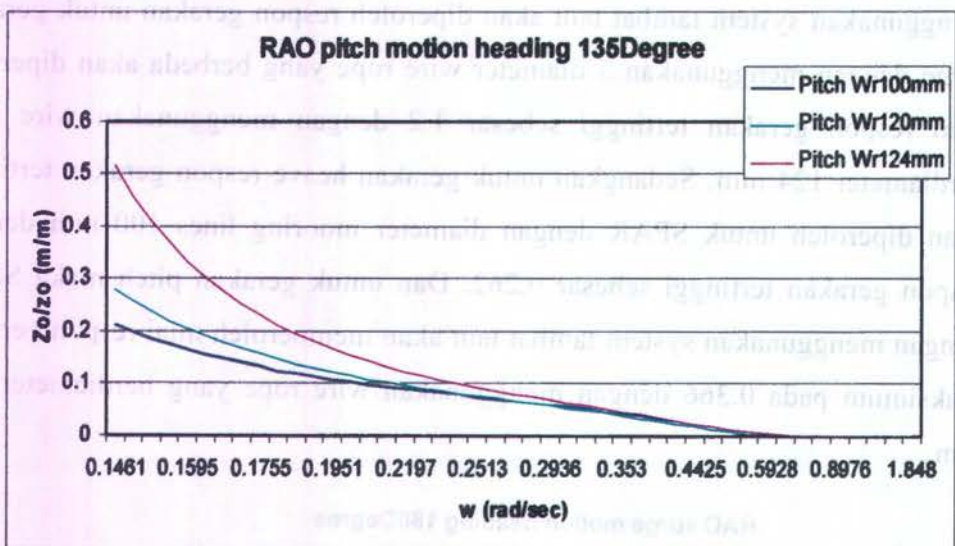
Dengan menggunakan arah datang beban gelombang 135^0 , SPAR dengan menggunakan system tambat taut akan diperoleh respon gerakan untuk gerakan surge dengan menggunakan 3 diameter wire rope yang berbeda akan diperoleh nilai respon gerakan tertinggi sebesar 1.2 dengan menggunakan wire rope berdiameter 124 mm. Sedangkan untuk gerakan heave respon gerakan tertinggi akan diperoleh untuk SPAR dengan diameter mooring lines 100 mm dengan respon gerakan tertinggi sebesar 0.262. Dan untuk gerakan pitch maka SPAR dengan menggunakan system tambat taut akan memperoleh nilai respon gerakan maksimum pada 0.366 dengan menggunakan wire rope yang berdiameter 124 mm.



Gambar 4.14 respon surge motion taut system.



Gambar 4. 15 respon heave motion taut system.



Gambar 4.16 respon pitch taut system.

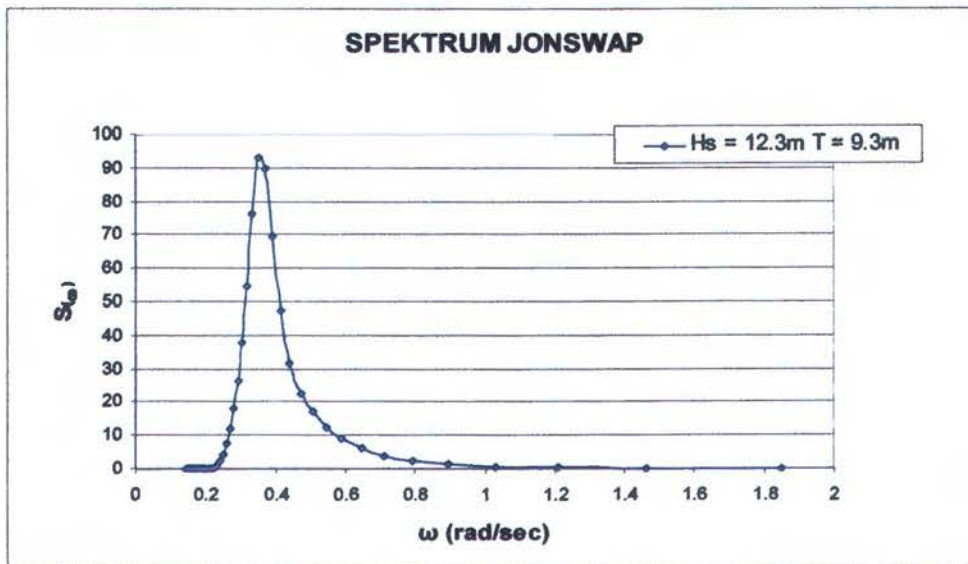
Dengan menggunakan arah datang beban gelombang 180° dan dengan menggunakan system tambat taut maka SPAR akan memiliki respon gerakan tertinggi untuk gerakan surge sebesar 1.79 dengan diameter wire rope sebesar 124 mm. untuk gerakan heave maka respon gerakan maksimum akan diperoleh untuk berdiameter 100m dengan nilai respon gerakan maksimum sebesar 0.352 dan untuk gerakan pitch maka nilai respon gerakan tertinggi akan diperoleh

untuk wire rope dengan diameter 124mm dengan nilai respon gerakan maksimum sebesar 0.518.

Dengan pemakai 3 jenis diameter wire rope yang berbeda untuk taut mooring lines maka diperoleh karakter motion yang berbeda juga untuk surge dan pitch motion maka semakin besar diameter wire rope yang digunakan akan menghasilkan motion yang semakin besar juga, hal ini berbanding terbalik dengan heave motion-nya untuk gerakan heave maka semakin besar diameter wire rope yang digunakan akan menghasilkan motion yang semakin kecil, namun untuk gerakan surge dan pitch, arah beban gelombang 135° akan menghasilkan gerakan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan arah beban gelombang 180° .

4.4.2. Spektrum Gelombang.

Guna memperoleh gerak SPAR diatas gelombang acak, maka kita mentransformasikan spectra gelombang menjadi spectra gerakan SPAR, hal ini dapat kita lakukan dengan mengalikan harga pangkat dua dari RAO dengan spectra gelombang pada kondisi frekuensi yang sama. Spectra gelombang yang digunakan dalam penelitian ini adalah spectra JONSWAP. Untuk $H_s = 12.3$ m dan $T = 9.3$ s.



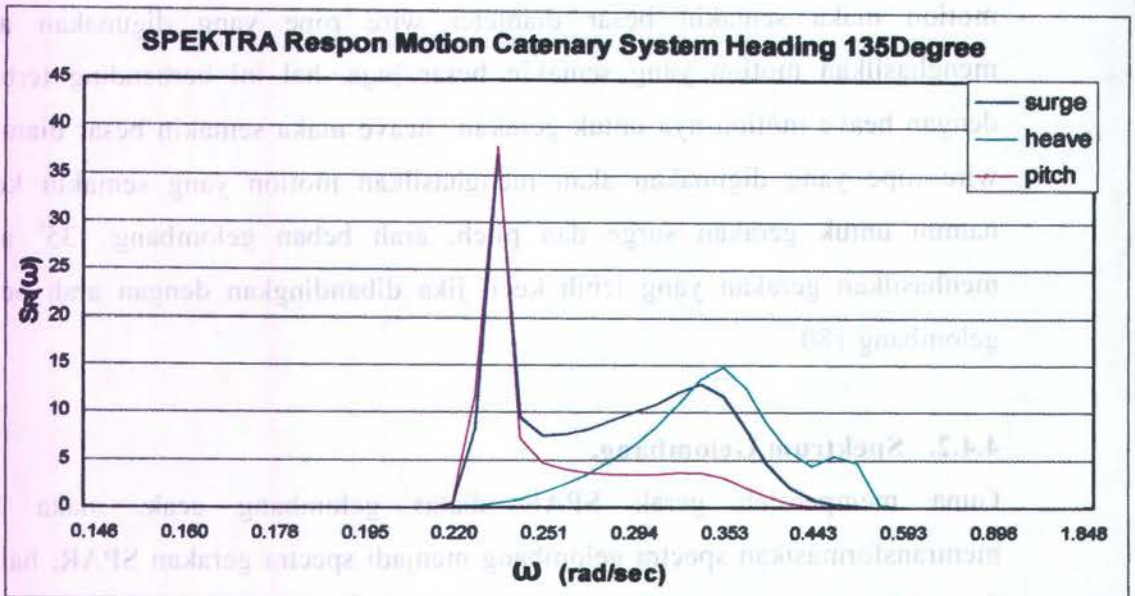
Gambar 4.17 Spektrum JONSWAP

4.4.3. Spektrum Motion Respon.

Sehingga diperoleh motion gerak SPAR untuk gelombang acak untuk kondisi masing-masing moored :

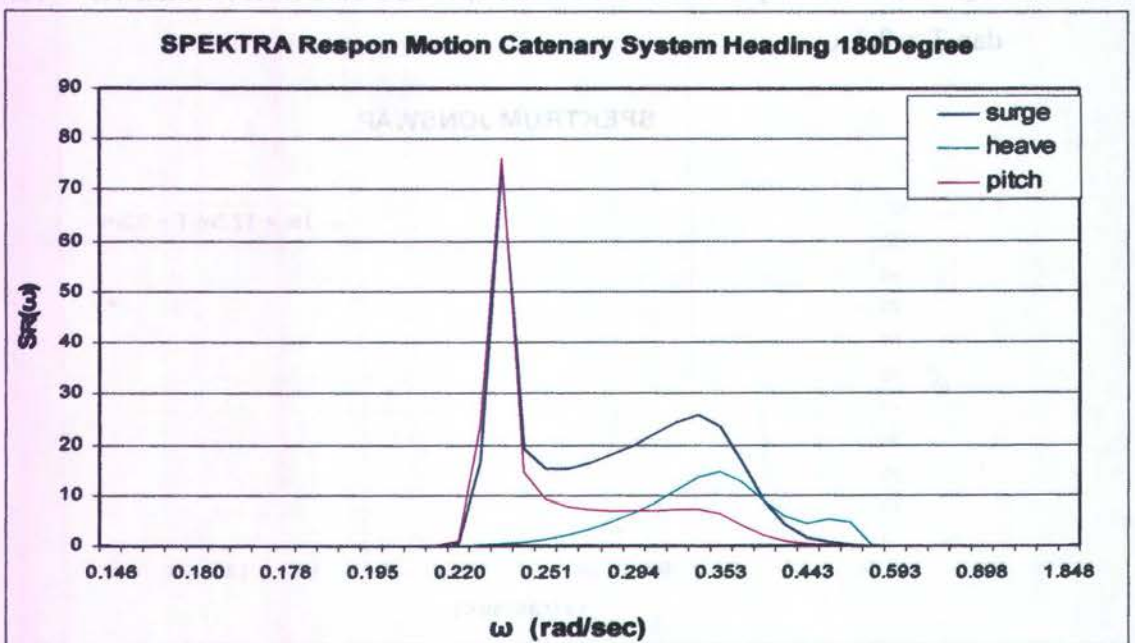
1. Spektra motion untuk SPAR catenary mooring lines.

a. arah 135^0



Gambar 4.18 Spektra motion SPAR catenary mooring lines arah 135^0

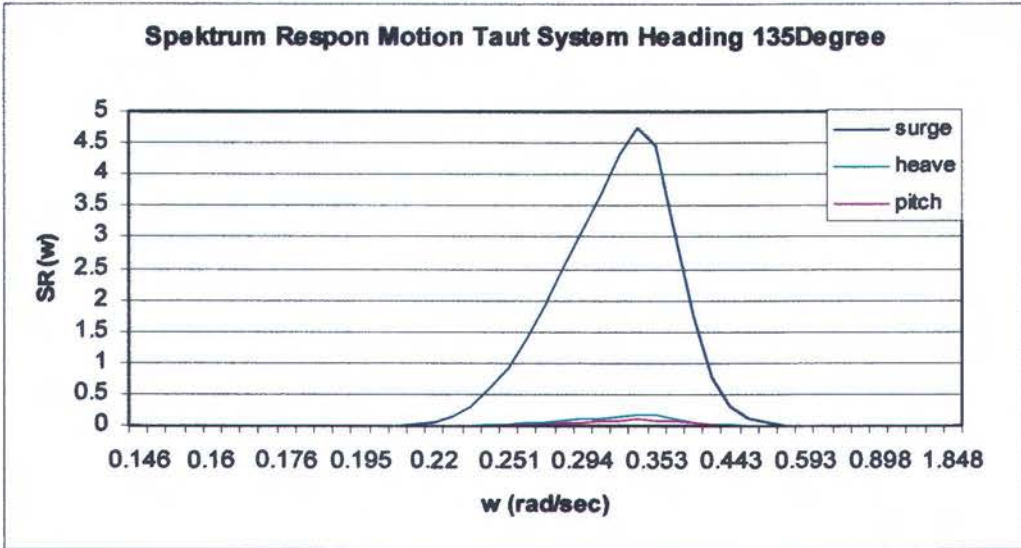
b. arah 180^0



Gambar 4.19 Spektra motion SPAR catenary mooring lines arah 180^0

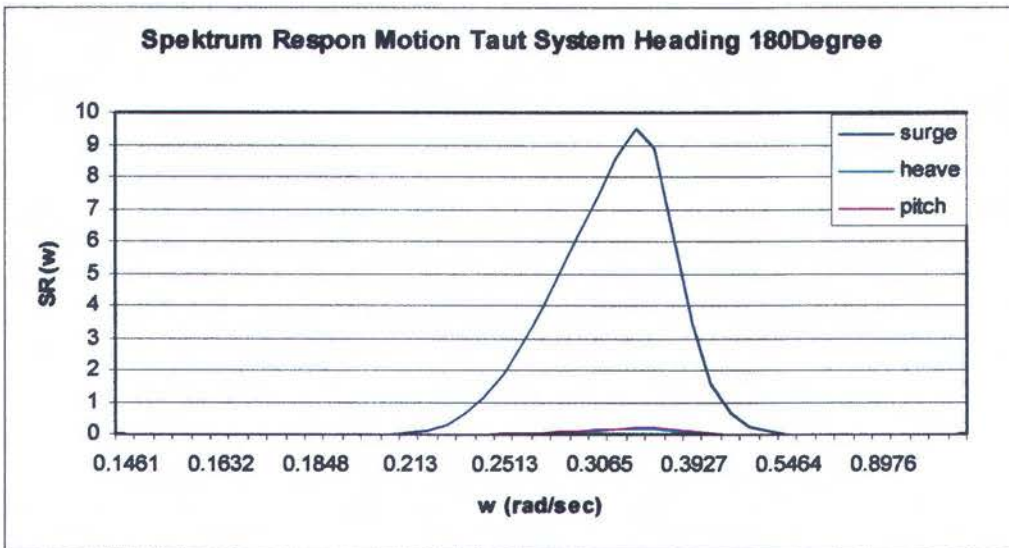
2. Spektra motion untuk SPAR taut mooring lines.

a. arah 135°



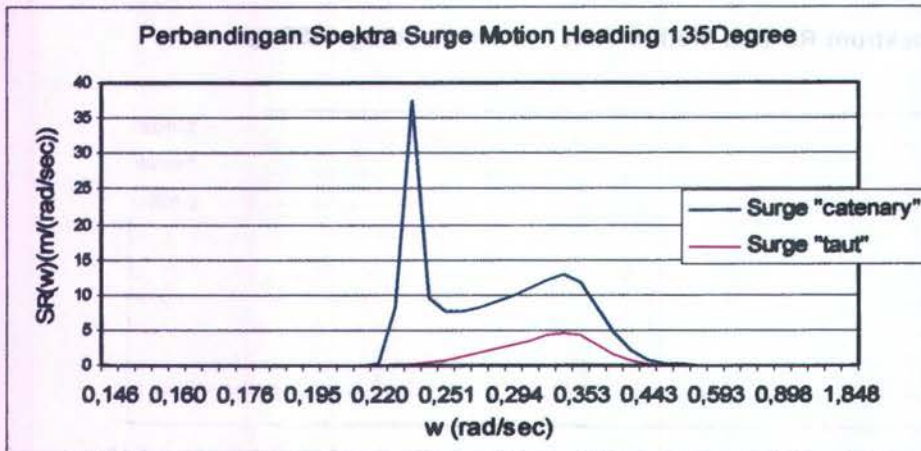
Gambar 4.20 Spektra motion SPAR taut mooring lines arah 135°

b. arah 180°



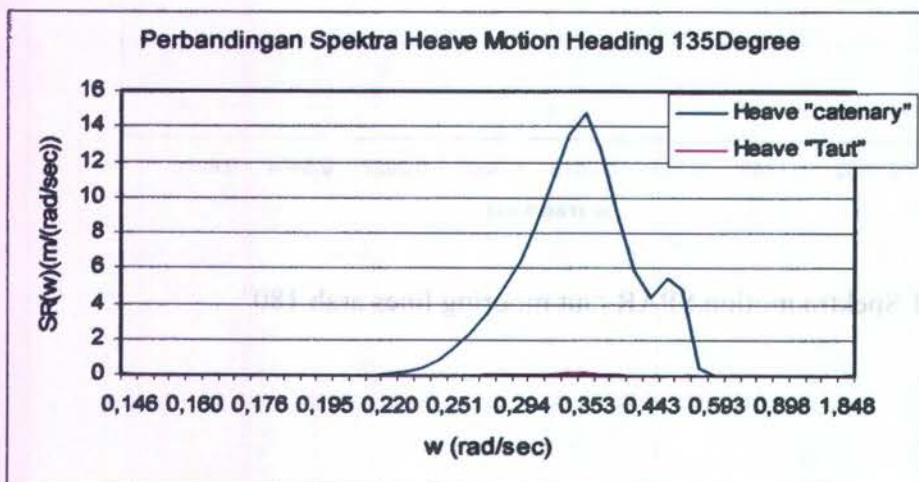
Gambar 4.21 Spektra motion SPAR taut mooring lines arah 180°

3. Perbandingan Spektra Motion Respon antara system tambat taut dan catenary.



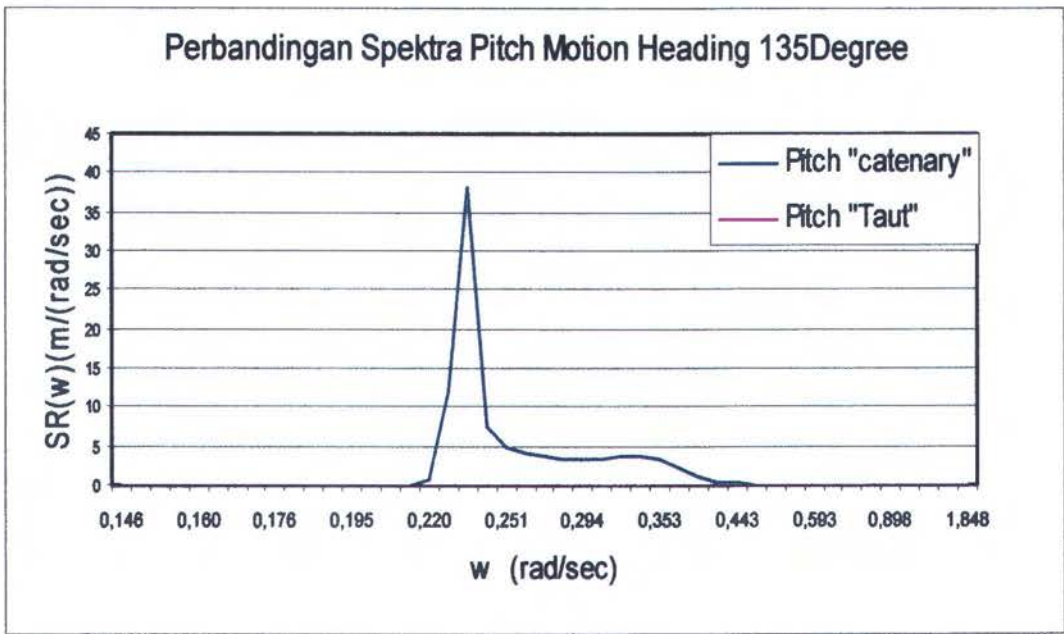
Gambar 4.22 Perbandingan Spektra Surge Motion SPAR

Dari kedua grafik diatas nampak bahwa spektra respon untuk SPAR dengan menggunakan sistem tambat catenary akan memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan SPAR yang menggunakan sistem tambat Taut. Pada SPAR yang menggunakan sistem tambat catenary nilai spektra respon tertinggi akan diperoleh pada frekuensi 0.23 rad/sec. Dengan besaran respon 37.5 m/(rad/sec). Sedangkan pada SPAR yang menggunakan sistem tambat taut nilai spektra respon tertinggi akan diperoleh pada frekuensi 0.34 rad/sec. Dengan besaran respon 4.75 m/(rad/sec).



Gambar 4.23 Perbandingan Spektra Heave Motion SPAR

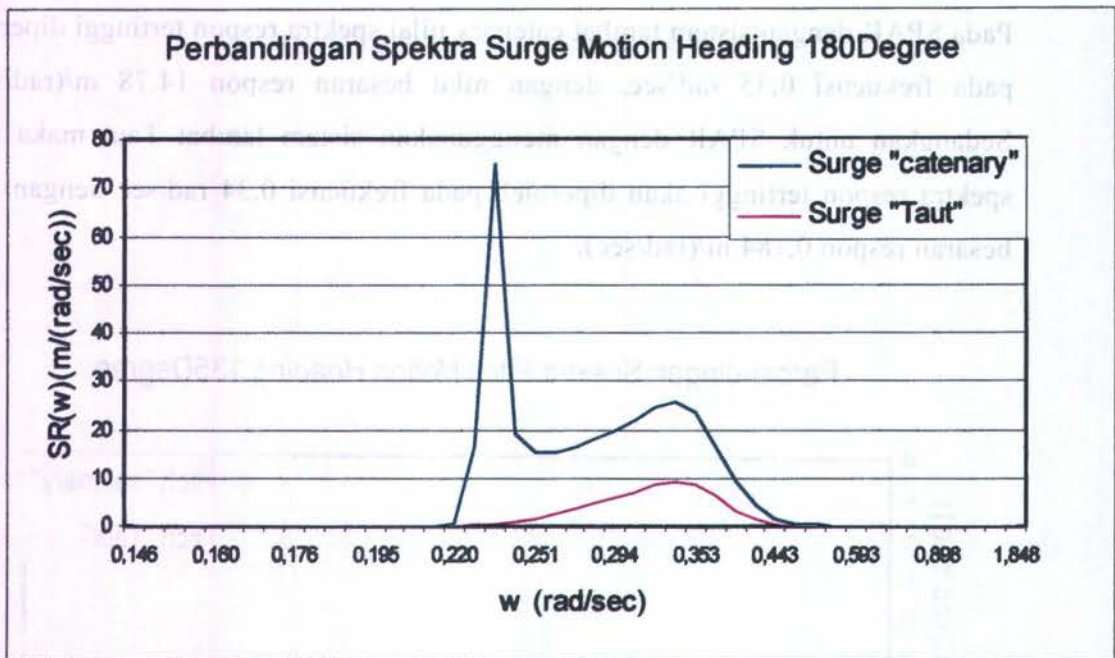
Untuk Heave Spektra Motion nilai spektra motionnya akan lebih kecil jika dibandingkan dengan Surge Spektra Motion, hal ini mengingat dalam desain perancangannya SPAR harus mampu meminimalisir gerakan heave yang terjadi. Pada SPAR dengan sistem tambat catenary nilai spektra respon tertinggi diperoleh pada frekuensi 0.35 rad/sec, dengan nilai besaran respon 14.78 m/(rad/sec). Sedangkan untuk SPAR dengan menggunakan sistem tambat Taut maka nilai spektra respon tertinggi akan diperoleh pada frekuensi 0.34 rad/sec dengan nilai besaran respon 0.184 m/(rad/sec).



Gambar 4.24 Perbandingan Spektra Pitch Motion SPAR

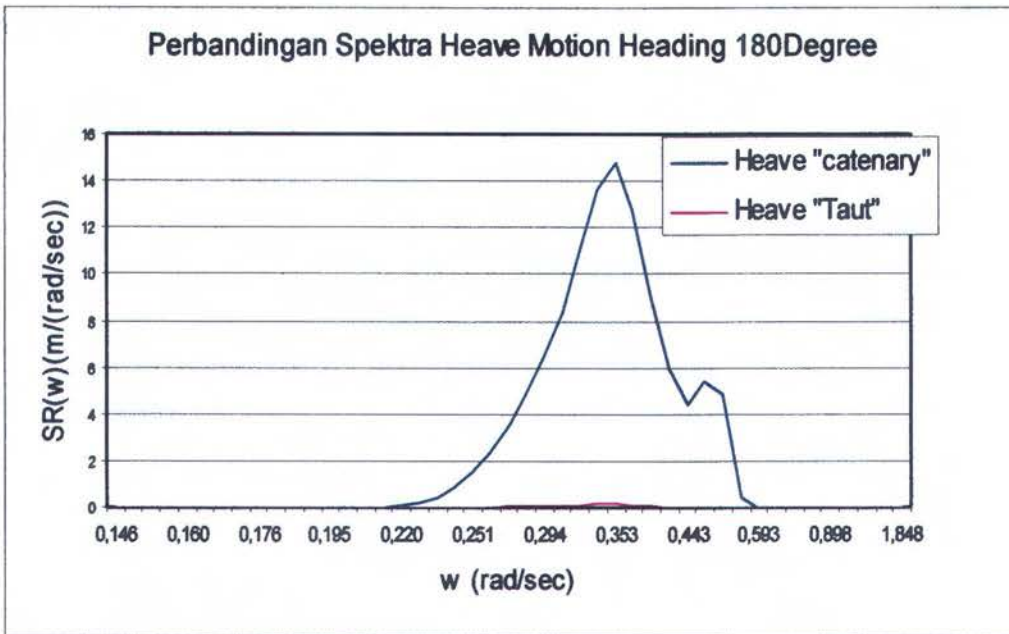
Pada SPAR dengan menggunakan system tambat catenary maka untuk spectra respon gerakan pitch nilai spectra maksimum sebesar 38.2 m/(rad/sec) pada frekuensi 0.23 rad/sec. sedangkan untuk SPAR dengan menggunakan system tambat Taut maka besaran nilai spectra respon maksimum akan diperoleh pada frekuensi 0.34 rad/sec, dengan nilai spectra respon sebesar 0.11 m/(rad/sec). Untuk arah datang gelombang acak 135⁰ maka dari ketiga hasil analisa diatas untuk gerakan surge, heave dan pitch spectra respon motion terbesar diperoleh

pada gerakan pitch, dengan nilai respon motion maksimum sebesar 38.2 m/(rad/sec) pada frekuensi 0.34 rad/sec.



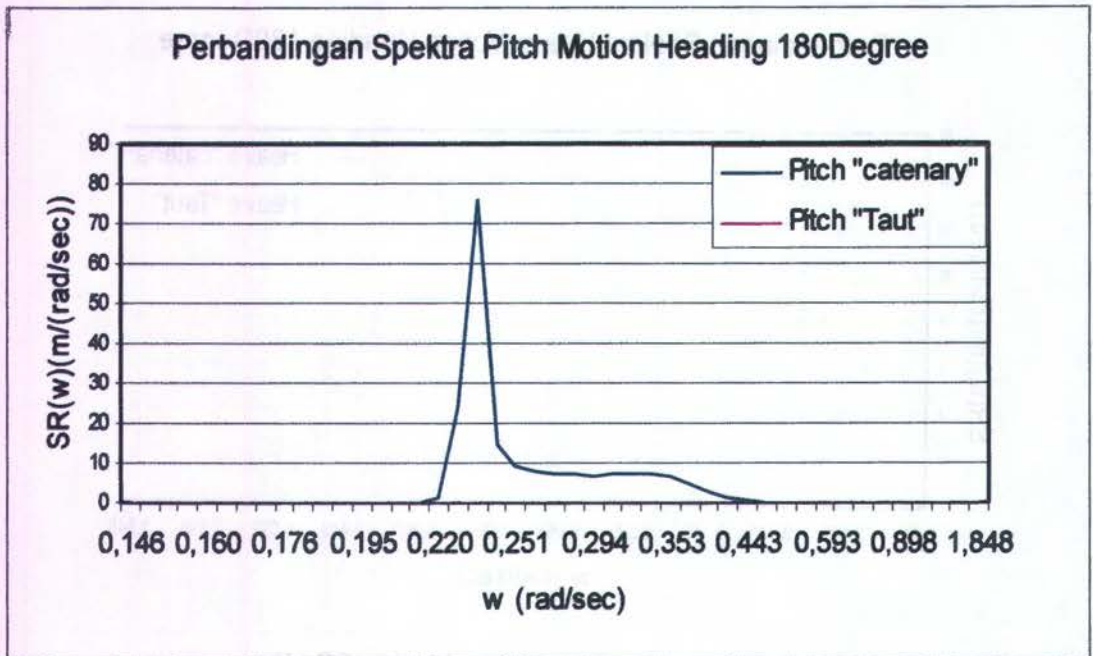
Gambar 4.25 Perbandingan Spektra Surge Motion SPAR

Untuk arah gelombang 180^0 maka SPAR yang menggunakan sistem tambat catenary akan memiliki nilai spektra respon maksimum sebesar 75.1 pada frekuensi 0.23 rad/sec. Sedangkan untuk SPAR yang menggunakan sistem tambat taut nilai spektra respon maksimum sebesar 9.54 m/(rad/sec) akan diperoleh pada frekuensi 0.34. Jika dibandingkan antara beban gelombang yang datang pada arah 135^0 dan beban gelombang yang datang pada arah 180^0 , maka akan menghasilkan respon maksimum pada frekuensi yang sama yakni untuk sistem tambat catenary pada frekuensi 0.23 rad/sec, sedangkan untuk sistem tambat taut pada frekuensi 0.34 rad/sec. Meski demikian untuk beban gelombang yang datang pada arah 180^0 akan memiliki nilai spektra surge motion yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan beban gelombang yang datang pada arah 135^0 .



Gambar 4.26 Perbandingan Spektra Heave Motion SPAR

Pada SPAR dengan sistem tambat catenary maka nilai spektra heave motion sebesar 14.8 m/(rad/sec) maksimum akan diperoleh pada frekuensi 0.35 rad/sec. Sedangkan untuk sistem tambat taut maka nilai spektra heave motion sebesar 0.18 pada frekuensi 0.34 rad/sec. Jika dibandingkan antara beban gelombang yang datang pada arah 135⁰ dan beban gelombang yang datang pada arah 180⁰, maka pada gerakan heave ini SPAR memiliki spektra respon yang tidak berbeda.



Gambar 4.27 Perbandingan Spektra Pitch Motion SPAR

Pada SPAR dengan system tambat catenary, maka spectra pitch motion maksimum akan diperoleh pada frekuensi 0.23 rad/sec sebesar 76.3 m/(rad/sec) sedangkan untuk system tambat taut, maka spectra pitch motion maksimum akan diperoleh pada frekuensi 0.34 rad/sec sebesar 0.23 m/(rad/sec). Untuk gerakan pitch dengan arah beban gelombang 135° nilai spectra motion maksimum juga diperoleh pada frekuensi 0.23 rad/sec sama dengan nilai spectra motion maksimum yang diperoleh SPAR dengan arah beban gelombang 180°

Untuk arah beban gelombang 180° , dari gerakan surge, heave dan pitch maka gerakan pitch memiliki nilai spectra respon motion yang paling besar, dan gerakan heave memiliki nilai spectra motion yang paling kecil.

4.4.4. Distribusi Tension.

Tension maksimum pada tiap-tiap mooring lines.

1. Catenary Mooring lines

a. Gelombang irregular.

1. arah 135°

Tabel 4.7 Data tension maximum Φ 92 mm $\mu = 135^{\circ}$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	32.9	544.34	16.55	1.67	MEMENUHI
2	33.6	544.34	16.20	1.67	MEMENUHI
3	33.6	544.34	16.20	1.67	MEMENUHI
4	32.9	544.34	16.55	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.8 Data tension maximum Φ 100 mm $\mu = 135^{\circ}$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	39.8	643.2	16.16	1.67	MEMENUHI
2	40.1	643.2	16.04	1.67	MEMENUHI
3	40.1	643.2	16.04	1.67	MEMENUHI
4	39.8	643.2	16.16	1.67	MEMENUHI

2. arah 180°

Tabel 4.9 Data tension maximum Φ 92 mm $\mu = 180^{\circ}$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	33.9	544.34	16.06	1.67	MEMENUHI
2	30.6	544.34	17.79	1.67	MEMENUHI
3	34.8	544.34	15.64	1.67	MEMENUHI
4	30.6	544.34	17.79	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.10 Data tension maximum Φ 100 mm $\mu = 180^{\circ}$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	40.6	643.2	15.84	1.67	MEMENUHI
2	36.9	643.2	17.43	1.67	MEMENUHI
3	41.6	643.2	15.46	1.67	MEMENUHI
4	36.9	643.2	17.43	1.67	MEMENUHI

Dari dua jenis diameter wire rope yang digunakan yakni wire rope dengan Φ 92mm dan dengan Φ 100 mm akan menghasilkan besaran tension yang berbeda pada arah beban gelombang yang sama. Pada arah beban gelombang 135° dengan menggunakan wire rope berdiameter 92mm, akan menghasilkan

tension maksimum sebesar 33.6 tons pada mooring lines 2 dan 3. sedangkan pada wire rope berdiameter 100mm, akan menghasilkan tension maksimum sebesar 40.1 tons pada mooring lines 2 dan 3. Dan untuk arah beban gelombang 180° dengan menggunakan wire rope yang berdiameter 92mm, akan menghasilkan tension maksimum sebesar 34.8 tons pada mooring lines 3 dan pada wire rope yang berdiameter 100mm pada mooring lines yang sama akan menghasilkan tensions maksimum sebesar 41.6 tons.

b. Gelombang regular.

Tabel 4.11 Data tension maximum

LINE	(Φ WIRE ROPE)	MAX TENSION (tons)			
		135°	EVENTS	180°	EVENTS
1	292 mm	30.6	469	32.1	427
2		31.7	1171	30.6	1393
3		31.7	1171	32.2	1213
4		30.6	469	30.6	1393

Pada gelombang regular dengan menggunakan satu jenis wire rope yakni wire rope yang berdiameter 92mm akan menghasilkan tensions sebesar 31.7 tons pada mooring lines 2 dan 3, pada arah gelombang 135° dan untuk arah gelombang 180° akan menghasilkan tensions sebesar 32.2 tons pada mooring lines 3. besarnya tension yang dihasilkan pada gelombang regular ini nilainya lebih kecil jika dibandingkan dengan besarnya tension yang dihasilkan pada gelombang irregular, hal ini mengingat sifat dari kedua jenis gelombang tsb yang berbeda. Pada gelombang regular yang bersifat lebih tenang daripada gelombang irregular akan menghasilkan respon yang lebih kecil, sehingga tension yang timbul pada mooring lines juga akan lebih kecil.

2. Taut Mooring lines.

a. Gelombang irregular

Tabel 4.12 Data Tension maximum Φ 100 mm $\mu = 135^{\circ}$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	350.7	643.22	1.83	1.67	MEMENUHI
2	386.7	643.22	1.66	1.67	TIDAK MEMENUHI
3	386.7	643.22	1.66	1.67	TIDAK MEMENUHI
4	350.7	643.22	1.83	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.13 Data Tension maximum Φ 120 mm $\mu = 135^\circ$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	103.2	925.6	8.97	1.67	MEMENUHI
2	105.7	925.6	8.76	1.67	MEMENUHI
3	105.7	925.6	8.76	1.67	MEMENUHI
4	103.2	925.6	8.97	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.14 Data Tension maximum Φ 124 mm $\mu = 135^\circ$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	89.7	988.79	11.02	1.67	MEMENUHI
2	90.2	988.79	10.96	1.67	MEMENUHI
3	90.2	988.79	10.96	1.67	MEMENUHI
4	89.7	988.79	11.02	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.15 Data Tension maximum Φ 100 mm $\mu = 180^\circ$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	676.3	643.22	0.95	1.67	TIDAK MEMENUHI
2	86.2	643.22	7.46	1.67	MEMENUHI
3	930.1	643.22	0.69	1.67	TIDAK MEMENUHI
4	86.2	643.22	7.46	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.16 Data Tension maximum Φ 120 mm $\mu = 180^\circ$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	124.5	925.6	7.43	1.67	MEMENUHI
2	50.7	925.6	18.26	1.67	MEMENUHI
3	215.2	925.6	4.30	1.67	MEMENUHI
4	50.7	925.6	18.26	1.67	MEMENUHI

Tabel 4.17 Data Tension maximum Φ 124 mm $\mu = 180^\circ$

line	Tension (tons)	BS	ult/max	criteria	ket
1	169.5	988.79	5.834	1.67	MEMENUHI
2	57.5	988.79	17.19	1.67	MEMENUHI
3	189.2	988.79	5.226	1.67	MEMENUHI
4	57.5	988.79	17.19	1.67	MEMENUHI

Pada system tambat taut akan digunakan 3 jenis diameter wire rope, yakni wire rope dengan diameter 100mm, 120mm dan 124mm. untuk arah beban gelombang 135⁰ akan menghasilkan tension maksimum untuk mooring lines 2 dan 3 sebesar 386.7 tons untuk Φ 100mm, dan 105.7 untuk Φ 120mm dan 90.2 tons untuk Φ 124mm. sedangkan untuk arah beban gelombang 180⁰ akan menghasilkan tensions maksimum pada mooring lines 3 masing-masing sebesar 930.1 tons untuk Φ 100mm, dan 215.2 tons untuk Φ 120mm, dan 189.2 tons untuk Φ 124mm. Wire rope dengan diameter 100mm sendiri tidak dapat digunakan karena tidak memenuhi criteria penggunaan, karena nilai SF yang kurang dari syarat yakni 1.67.

b. Gelombang regular

Untuk gelombang regular digunakan diameter taut 124 mm

Tabel 4.18 Data tension maximum

LINE	Φ WIRE ROPE	MAX TENSION (tons)			
		135 ⁰	EVENTS	180 ⁰	EVENTS
1	124 mm	53.3	1502	54.6	1440
2		54.4	1781	39.6	1680
3		54.4	1781	57.6	1797
4		53.3	1502	39.6	1680

Pada gelombang regular sendiri besaran tension yang dihasilkan dengan menggunakan wire rope berdiameter 124mm, akan menghasilkan besaran tension yang jauh berbeda dengan besaran tension yang dihasilkan pada gelombang irregular. Pada arah beban gelombang 135⁰ dihasilkan tensions sebesar 54.4 tons. Pada mooring lines 2 dan 3. sedangkan pada arah beban gelombang 180⁰ akan dihasilkan tensions sebesar 57.6 tons.

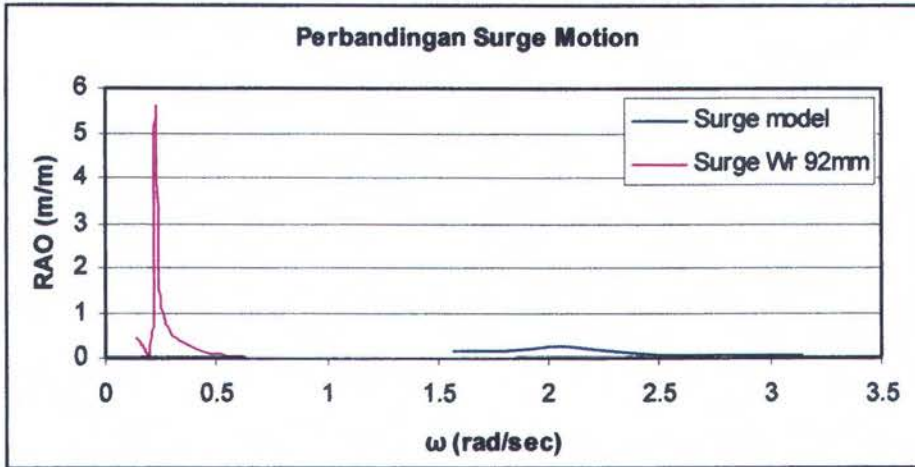
Pada pemodelan numeris dilakukan perhitungan pada rentang frekuensi yang berbeda dengan pemodelan fisik. Berikut merupakan perbandingan antara hasil perhitungan numeris dan modeling maka akan diperoleh hasil sbb :

4.4.5. Perbandingan Hasil Permodelan Fisik dan Numeris.

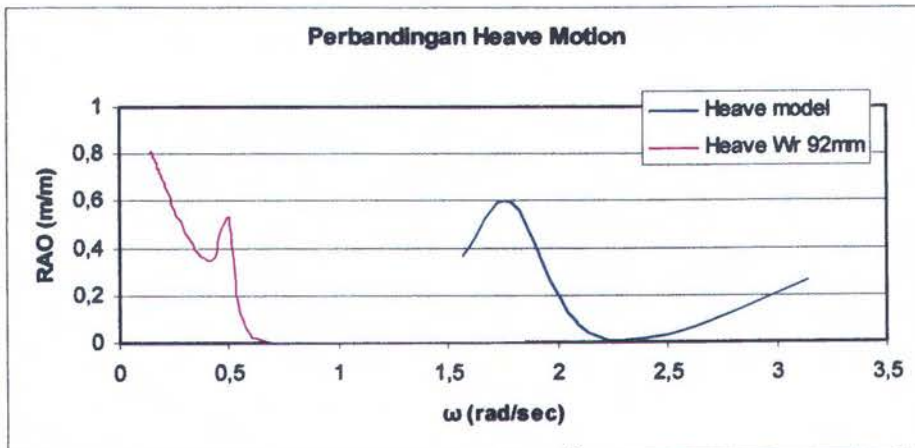
1. Respon motion SPAR.

Berikut merupakan grafik perbandingan respon motion untuk masing-masing motion pada masing-masing sudut datang gelombang, dengan masing-masing system tambat.

a. Catenary Mooring Lines



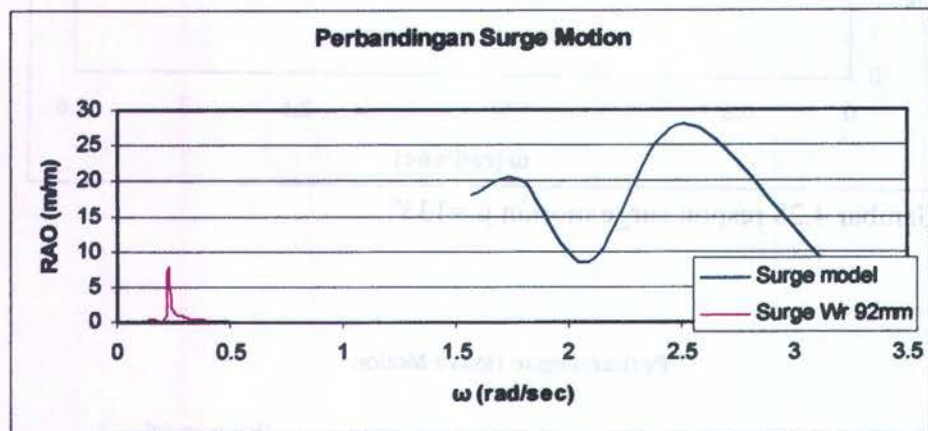
Gambar 4.28 respon surge motion $\mu = 135^\circ$



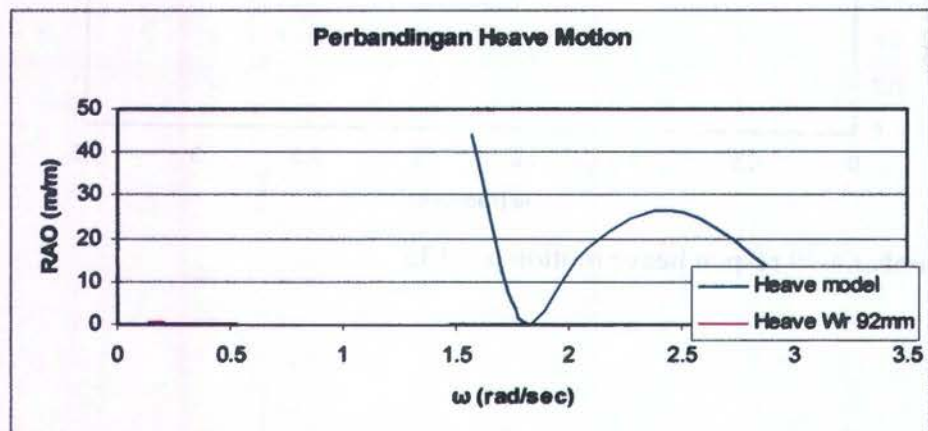
Gambar 4.29 respon heave motion $\mu = 135^\circ$



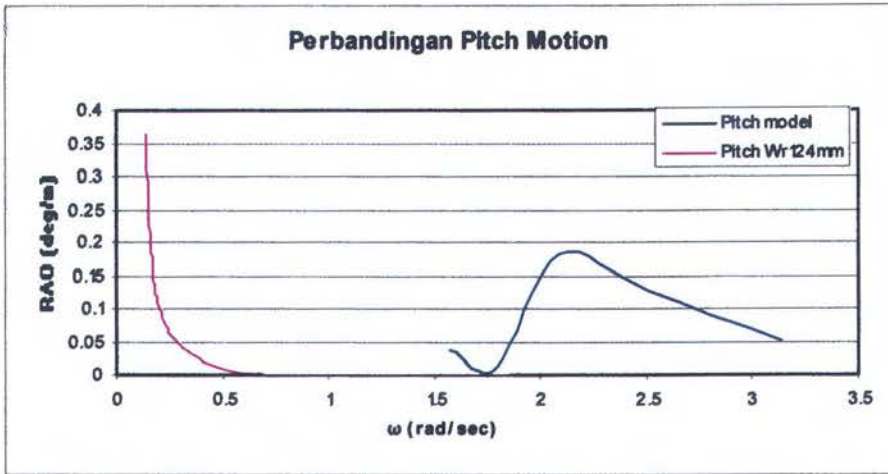
Gambar 4.30 respon pitch motion $\mu = 135^0$



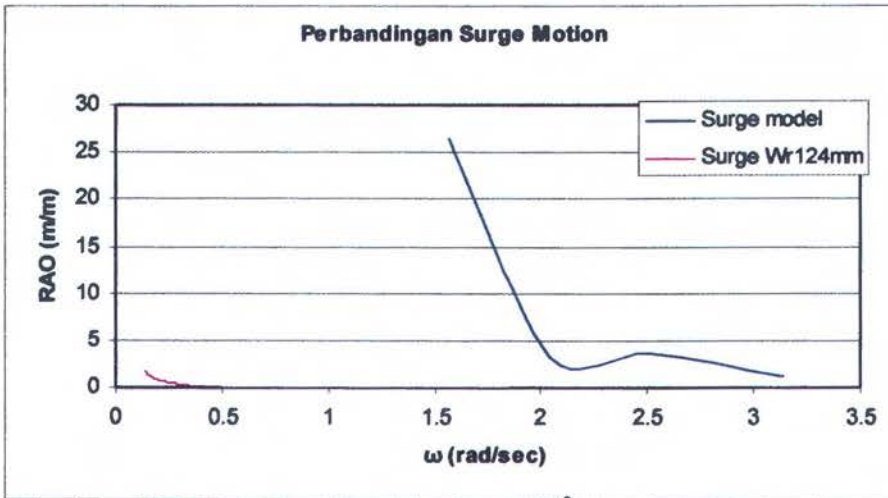
Gambar 4.31 respon surge motion $\mu = 180^0$



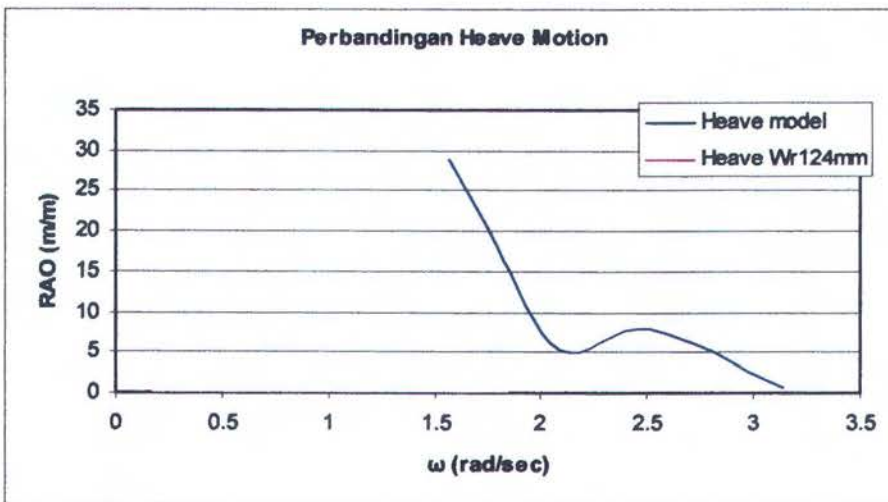
Gambar 4.32 respon heave motion $\mu = 180^0$



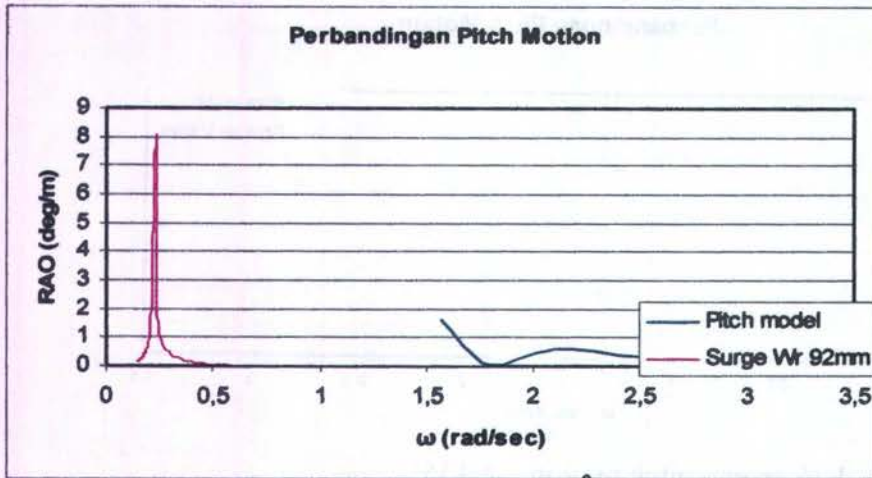
Gambar 4.36 respon pitch motion $\mu = 135^0$



Gambar 4.37 respon surge motion $\mu = 180^0$

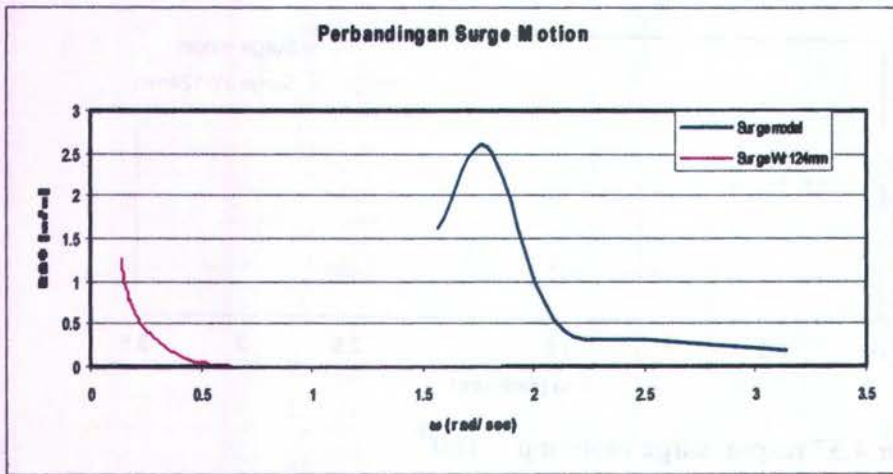


Gambar 4.38 respon heave motion $\mu = 180^0$

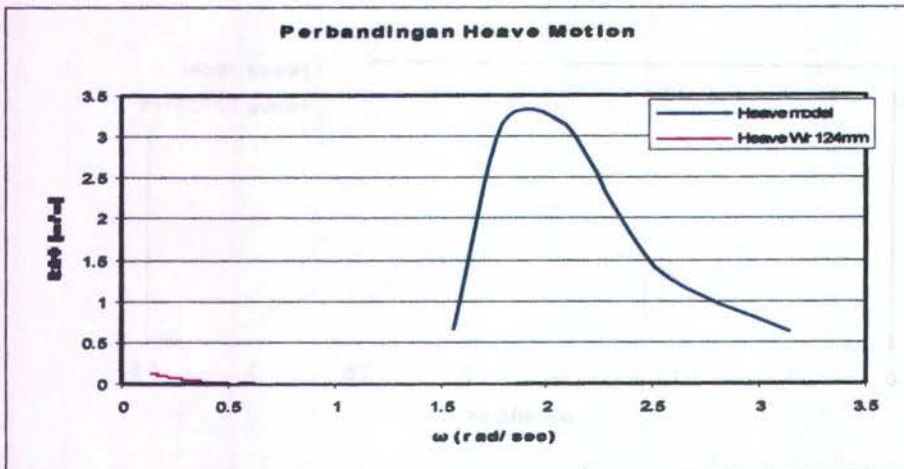


Gambar 4.33 respon pitch motion $\mu = 180^\circ$

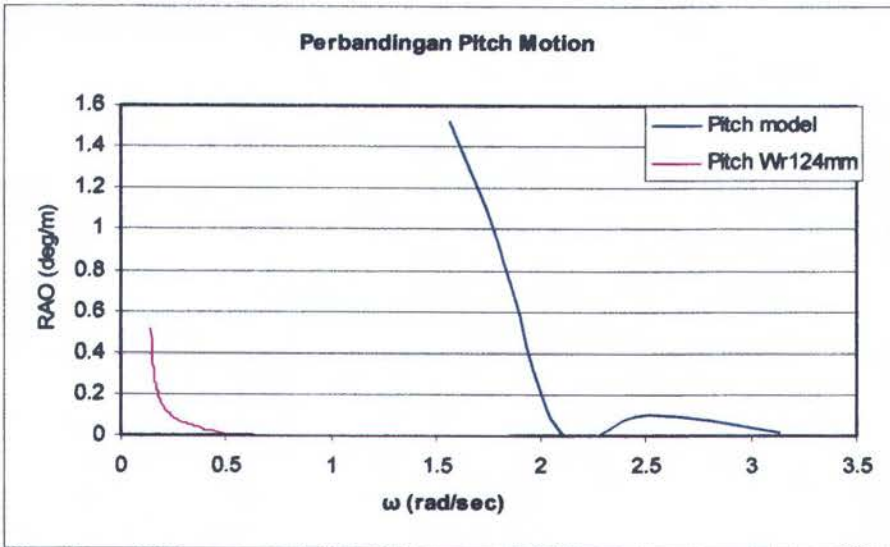
b. Taut mooring lines



Gambar 4.34 respon surge motion $\mu = 135^\circ$



Gambar 4.35 respon heave motion. $\mu = 135^\circ$



Gambar 4.39 respon pitch motion $\mu = 180^\circ$.

Pada Grafik perbandingan respon motion diatas, terdapat perbedaan hasil respon gerak, sehingga tidak dapat dibandingkan hasil respon gerak secara fisik (dalam artian model) dengan hasil respon gerak secara numeris (dalam artian dengan menggunakan software MOSES).

3. Tension mooring lines.

Dengan membandingkan Tension maksimum antara hasil perhitungan numeris dengan model akan diperoleh :

Tabel 4.19 Perbandingan Tension maksimum catenary system $\mu = 135^\circ$

Model Fisik		Model Numeris	
line	Max Tension (tons)	line	Max tensions (tons)
1	0.016972477	1	31.6
4	0.107255352	2	31.7
3	0.094006116	3	31.7
2	0.075611621	4	31.6

Tabel 4.20 Perbandingan Tension maximum catenary system $\mu = 180^\circ$

Model Fisik		Model Numeris	
line	Max Tension (tons)	line	Max tensions (tons)
1	0.014143731	1	32.1
4	0.049633028	2	30.6
3	0.270336391	3	32.2
2	0.049633028	4	30.6

Tabel 4.21 Perbandingan Tension maximum taut system $\mu = 135^{\circ}$

Model Fisik		Model Numeris	
line	Max Tension (tons)	line	Max tensions (tons)
1	0.014143731	1	53.3
4	0.058562691	2	54.4
3	0.270183486	3	54.4
2	0.049633028	4	53.3

Tabel 4.22 Perbandingan Tension maximum taut system $\mu = 180^{\circ}$

Model		Numeris	
line	Max Tension (tons)	line	Max tensions (tons)
1	0.120948012	1	54.6
4	0.037155963	2	39.6
3	0.408409786	3	57.6
2	0.071253823	4	39.6

Hasil perbandingan antara model fisik dengan model numeris akan menunjukkan hasil yang cukup berbeda hal ini disebabkan karena ada kondisi lapangan yang tidak dapat diterjemahkan kedalam kondisi model numeris.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang dilakukan dengan menggunakan software MOSES 6.0 ini terhadap perilaku gerak SPAR dan besarnya tension yang timbul akibat adanya perbedaan system mooring diperoleh beberapa kesimpulan yakni :

1. Pada system catenary mooring perilaku gerak terbesar pada arah pembebanan 180^0 maupun pada arah pembebanan 135^0 terjadi pada saat frekuensi ($\omega = 0.2344$ (rad/sec)). sedangkan pada system taut mooring perilaku gerak terbesar baru akan muncul pada saat frekuensi ($\omega = 0.1$ (rad/sec)). Pada system catenary mooring respon olah gerak SPAR menjadi lebih besar jika dibandingkan dengan kondisi taut.
2. Berikut merupakan tabel data besarnya tension maksimum untuk masing – masing sistem tambat dan masing – masing arah beban gelombang yang datang. Untuk beban gelombang dengan arah datang 135^0 , maka mooring lines yang memiliki tensions terbesar adalah nomer 2 dan 3, sedangkan untuk beban gelombang dengan arah datang 180^0 , maka mooring lines yang memiliki tensions terbesar adalah nomer 3.

Tabel 5.1 Perbandingan tension maksimum arah beban gelombang 135^0

Diameter (mm)	Catenary	Taut
	Tension (tons)	
92	33.6	-
100	40.1	386.7
120	-	105.7
124	-	90.2

Tabel 5.2 Perbandingan tension maksimum arah beban gelombang 180°

Diameter (mm)	Catenary	Taut
	Tensions (tons)	
92	34.8	-
100	930.1	930.1
120	-	215.2
124	-	189.2

Untuk mooring cable dengan diameter 100mm tidak dapat digunakan pada system tambat taut ini, karena besarnya tension yang melebihi breaking strength.

3. Sedangkan untuk gelombang regular besarnya tension yang timbul lebih kecil nilainya jika dibandingkan dengan gelombang irregular, hal ini mengingat kondisi perairan yang lebih tenang sehingga beban tarik yang timbul tidak terlalu besar. Untuk gelombang regular sendiri pada system tambat catenary dengan menggunakan diameter mooring 92mm akan diperoleh tension maksimum untuk arah beban gelombang 135° sebesar 31.7 pada mooring line 2 & 3. sedangkan untuk arah beban gelombang 180° akan diperoleh tension maksimum sebesar 32.2 pada mooring line 3. Untuk system tambat taut sendiri dengan menggunakan mooring cable berdiameter 120mm akan diperoleh besarnya tension untuk arah beban gelombang 135° sebesar 54.4 tons sedangkan untuk arah beban gelombang 180° sebesar 57.6 tons.

5.2 Saran

1. Dalam analisis perlu dipertimbangkan hellical strakes untuk mengetahui pengaruhnya pada olah gerak dan respon SPAR.
2. Analisa ini dapat dikembangkan dengan fatigue analysis untuk melihat pengaruh system mooring SPAR terhadap konfigurasi pemilihan sistem mooring.

DAFTAR PUSTAKA

- Aage, Christian, dkk., 1996. **Evaluate techniques and procedures for the experimental simulation of moored vessels in and currents.** Final Report and Recommendations to the 22nd ITTC
- Agarwal, A.K., Jain, A.K., 2002. Dynamic Behavior of Offshore Spar Platforms Under Regular Sea Waves. **International Journal of Ocean Engineering, USA 30 (4), 487-516.**
- Agarwal, A.K., Jain, A.K., 2002. Nonlinear Coupled Dynamic Response of Offshore Spar Platforms Under Regular Sea Waves. **International Journal of Ocean Engineering, USA 30 (4), 517-551.**
- Batacharya, R., 1978. **Dynamic Of Marine Vehicles.** New York: John Wiley & Sons
- Chakrabarti, S.K., 1987. **Hydrodynamics of Offshore Structures.** Boston: Computation Mechanics Publications Southampton.
- Dawson, T.H., 1983. **Offshore Structural Engineering.** New Jersey: Prentice-Hall Inc, Engelwood Cliffs.
- Djarmiko, E.B., 1994. **Struktur Bangunan Laut.** Surabaya Program Studi Teknik Kelautan, FTK, ITS.
- Indiyono, Paul, 2004. **HIDRODINAMIKA Bangunan Lepas Pantai.** Surabaya: Penerbit SIC.
- Jha, A.K., de Jong, P.R. and Winterstein, S.R., 1997. **Motions of A Spar Buoy in Random Seas: Comparing Predictions and Model Test Results.** Proceeding Behaviour of Offshore Structure (2), 333-347.
- Murtedjo, M., 1990. **Teori Gerak.** Surabaya : Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
- Pellegrino, S., 2003. **Modelling of seabed interaction in frequency domain analysis of mooring cables.** Proceeding of OMAE (3), 1-10
- Massie, W.W., 2001. **Offshore Hydromechanics.** Delft University of Technology.



LAMPIRAN A

INPUT PEMODELAN MOSES

```

neptune
generate a spar
$
-----
$
===== basic
parameters
$
&dimen -dimen METER M-TONS
&device -primary devi -query no
$
===== define basic parameters
=====
$
&set sodia = 21.9
&set sdep = 215
&set nps = 15
&set sidia = 17
&set hdis = 91.4
&set plot = .true.
$
=====macro for
plots
$
&macro subplot nams
  &if %plot &then
    &selec :n -sel %nams
    &picture iso -parent :n
    &picture bow -parent :n
    &picture top -parent :n
  &endif
&endmacro
$
===== macro for
columns
$
&macro column CN X Y -npoint poi np = 15 \
  -height hei height bot = 0 \
  -diameter di dia
  block %cn -location %x %y 00 0 -90
  &set angi = &number( real 180/(%np%-1) )
  plane %bot %height% -circ 0 0 %dia%/2 0 %angi% %np
  end
&endmacro
&m_act column block
$
=====
&surface
column so 0 0 -height %sdep -npoin %nps -dia %sodia
column si 0 0 -height %hdis -npoin %nps -dia %sidia
$
=====
subplot
difference so si neptune
subplot neptune
rename neptune
$
=====
emit
$
emit neptune -body
emit neptune -PIECE "-diftype 3ddif -desc 'neptune Exterior'"
$
&DIMEN -REMEMBER
end
&fini

```

TAUT 135@124

```

=====
$=====
$=====TAUT MOORING LINES ARAH DATANG BEBAN
GELOMBANG 135DERAJAD=====
$=====
$=====DIAMETER MOORING LINES
124MM=====

&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
&DEVICE -QUERY NO -CECHO -OECHO NO -PRIMARY DEVICE -AUXIN
NEPTUNE.ppo
&TITLE MOORING TAUT CONDITION - WIRE ROPE 124 mm
INMODEL
&INSTATE -CONDITION 198.1
&WEIGHT -COMPUTE 107.5 99.05 99.05 8.45
&SET DIFTYPE = 3DDIF
&EQUI -DEFAULTS
&STATUS B_W -HARD
&SET PER = -PERIOD
&LOOP I 1 45
    &SET PER = %PER &NUMBER(REAL 2.5+.5*%i)
&ENDLOOP
$
$***** DEFINE MOORING
LINES
$
MEDIT
*MLA 10.975 0 91.4
*MLB 0 10.975 91.4
*MLC -10.975 0 91.4
*MLD 0 -10.975 91.4
~rope b_cat 124 -DEP 588.2 -LEN 541.5 -WTPL 0.053 -B_TENSION
988.79
CONNECTOR 1 -ANC 0 270.7 ~rope *MLA
CONNECTOR 2 -ANC 90 270.7 ~rope *MLB
CONNECTOR 3 -ANC 180 270.7 ~rope *MLC
CONNECTOR 4 -ANC 270 270.7 ~rope *MLD
END
$
$***** MOVE ANCHORS
$
&DCPTIME TIME TO CONNECT
$
$***** MOORING TABLES
&STATUS CONFIG
&STATUS FORCE
&STATUS F_CONNECT
CONN_DESIGN
TABLE 1
REPORT
END
MOVE NEPTUNE 135
REPORT
VLIST
PLOT 1 5 -NO
REPORT
END
&DCPTIME TIME TO END MOORING DESIGN
$
$***** SET INITIAL
CONDITION
$

```


TAUT 135@124

&set forc = 14.98

\$***** DEFINE TAUT LINE

&connector @ -L_HORIZONTAL %forc
&status f_connect

&dcptime Time to Set Up For Equilibrium
\$***** FREQUENCY DOMAIN

HYDRODYNAMICS
G_PRESSURE NEPTUNE %PER% -HEADING 135 -WAVE_RUN YES
V_MDRIFT
REPORT
END

END
\$
\$***** FIND EQUILIBRIUM

&ENV SEABAD -SEA JONSWAP 135 12.3 9.3 2.5 -TIME 1800 1
&EQUI -ITER_MAX 998
&STATUS F_CONNECT
&STATUS FORCE
&DCPTIME TIME FOR EQUILIBRIUM

\$***** DEFINE REPORT

POINTS
\$
&INTEREST REPORT
IP_ASSOCIATE *ML@

END
\$
\$***** RAO

FREQ_RESP
RAO -SPECTRUM SEABAD
FR_POINT &BODY(CG NEPTUNE)
REPORT
END
RAO -PERIOD 9.3
FR_POINT &BODY(CG NEPTUNE)
END
MATRICES -FILE YES
REPORT
END

\$***** SPECTRAL RESPONSE

\$RESPONSE SEABAD -PERIOD 500 450 400 350 300 250 200 180 160 150 140
\
130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 25 20 19
\
18 17 16 15 14.5 14 13.5 13 12.5 12. 11.5 11 \
10.5 10 9.5 9 8.5 8 7.5 7 6.5 6 5.5 5 4.5 4 3

-FIX_TEN YES

\$***** FREQUENCY DOMAIN

POST
\$
EQU_SUM
FR_POINT
REPORT
END
TS_POINT SEABAD
REPORT
END

TAUT 135@124

ST_POINT SEABAD

REPORT

END

EXFORCE -FILE YES

REPORT

END

MATRICES -FILE YES

REPORT

END

ST_EXFORCE SEABAD

REPORT

END

ST_CFORCE @ SEABAD

REPORT

END

&DCPTIME TIME TO END FRQPOST

END

\$
\$*****
\$

TIME DOMAIN

TDOM -NEWMARK

&DCPTIME Time For Time Domain

\$
\$*****
\$

TIME DOMAIN POST

PRCPOST

CF_MAGNITUDE -EVENT 0 9999 1

REPORT -EVENT 0 9999 1

END

TOT_CFORCE -EVENT 0 9999 1

REPORT -EVENT 0 9999 1

VLIST

STATISTIC 1 2

PLOT 1 2 -NO

END

TRAJECTORY-EVENT 0 9999 1

VLIST

STATISTIC 1 4 5 8

REPORT LOCATION -EVENT 0 9999 1

END

POINTS -EVENT 0 9999 1

REPORT

END

END

&DCPTIME Time For Time Post Processing

\$
\$*****
\$

ALL DONE

&FINISH



LAMPIRAN B
OUTPUT PERHITUNGAN
SPEKTRUM JONSWAP



JONSWAP SPECTRA

Rumus

$$\omega_0 = (0.161 \cdot g / H_s)^{0.5}$$

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[-1.25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma^{-\left[\frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right]}$$

$$\alpha = \frac{0.0624}{0.230 + 0.0336\gamma - 0.185(1.9 + \gamma)^{-1}}$$

For $H_s \leq 0.75$ m

$$\gamma = 1.2$$

For $H_s > 0.75$ m

$$\gamma = 2.5$$

$$\tau = \tau_a = 0.07 \quad \text{if } \omega \leq \omega_0$$

$$\tau = \tau_b = 0.09 \quad \text{if } \omega > \omega_0$$

□

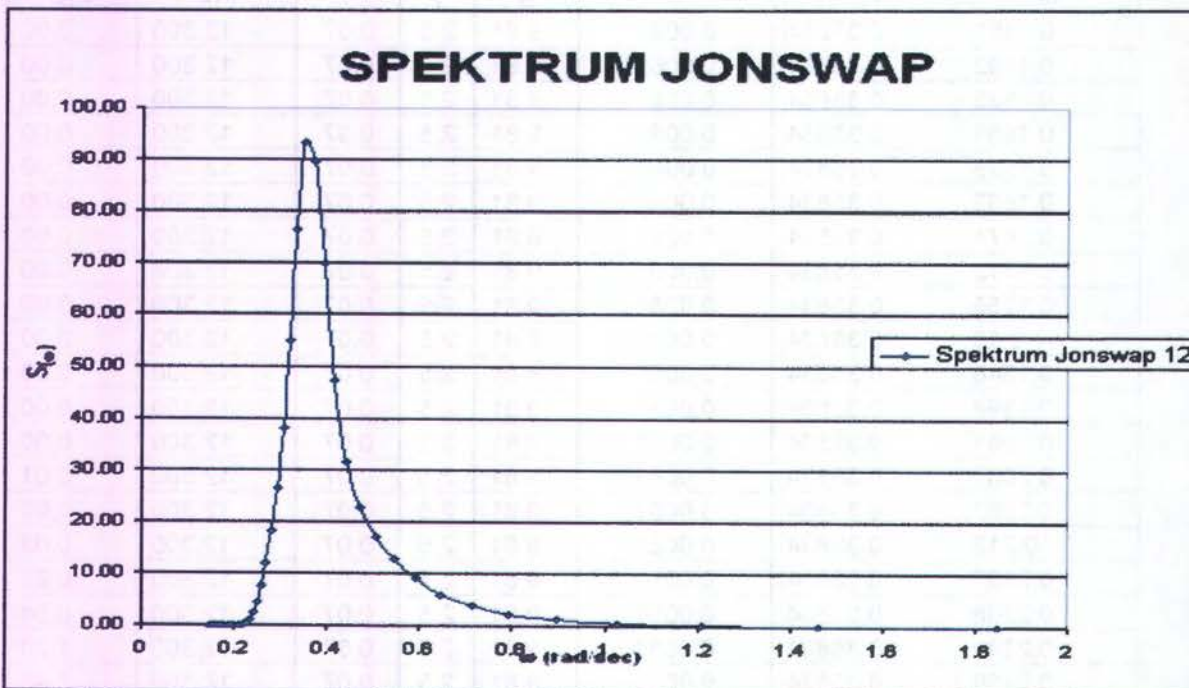
Data

H_s 12.300 m

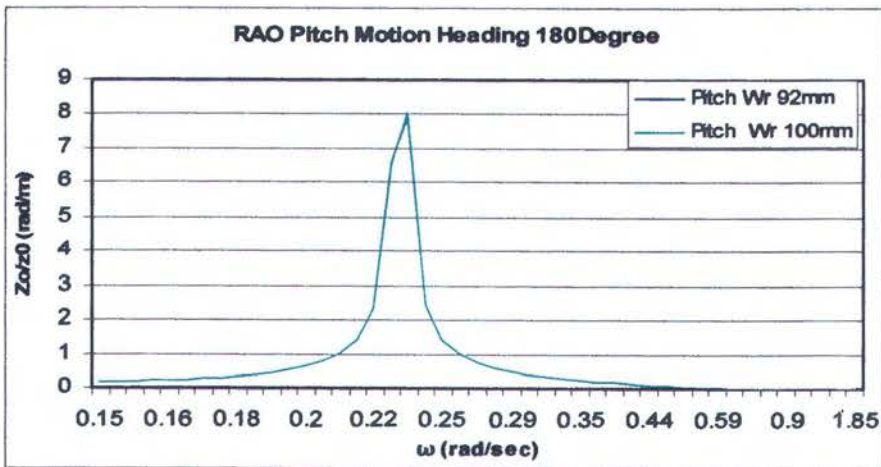
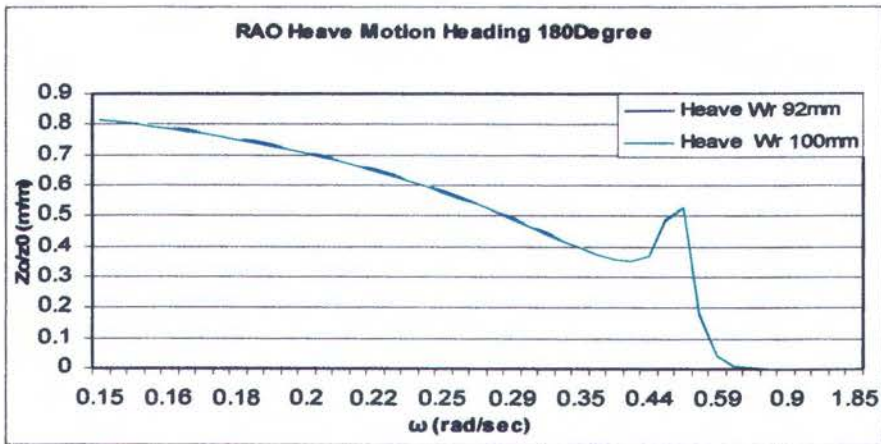
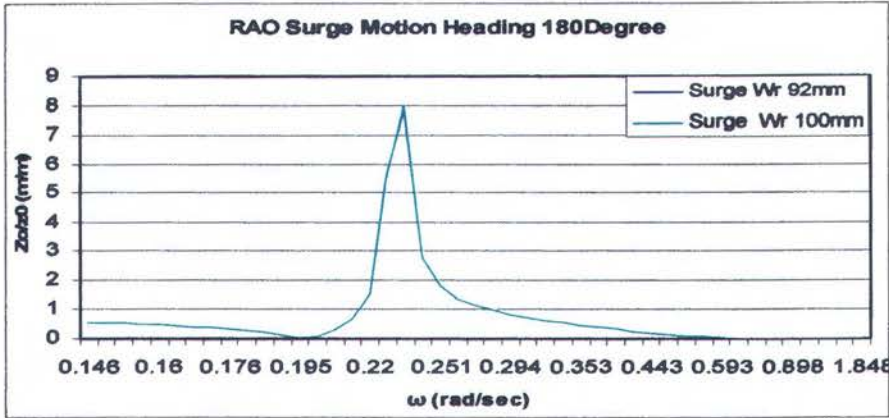
α 0.0081

ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S(\omega)$
0.1461	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1492	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1525	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1559	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1595	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1632	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1671	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1712	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1755	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.18	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1848	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1898	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.1951	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.00
0.2007	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.01
0.2067	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.03
0.213	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.08
0.2197	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.22
0.2268	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	0.54
0.2344	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	1.20
0.2426	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	2.43
0.2513	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	4.47
0.2607	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	7.63
0.2708	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	12.11

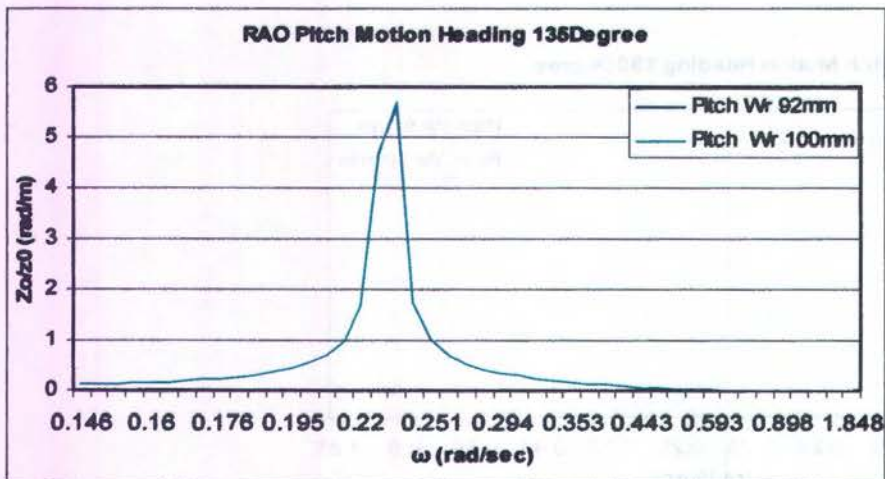
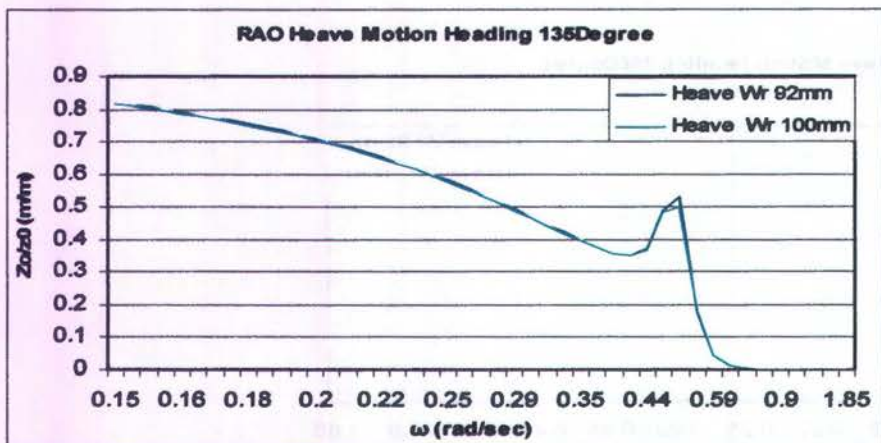
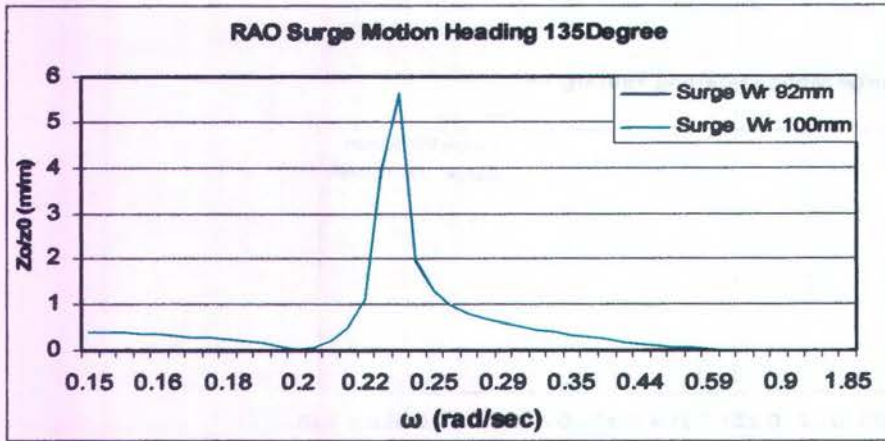
ω	ω_0	α	g	γ	τ	H_s	$S_{(\omega)}$
0.2818	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	18.26
0.2936	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	26.53
0.3065	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	38.21
0.3206	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	55.04
0.336	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	76.59
0.353	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.07	12.300	93.31
0.3718	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	89.71
0.3927	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	69.95
0.4161	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	47.39
0.4425	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	31.72
0.4724	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	22.80
0.5067	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	17.15
0.5464	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	12.70
0.5928	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	9.01
0.6478	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	6.08
0.714	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	3.88
0.7953	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	2.33
0.8976	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	1.30
1.03	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	0.66
1.2083	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	0.30
1.4612	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	0.12
1.848	0.35834	0.0081	9.81	2.5	0.09	12.300	0.04



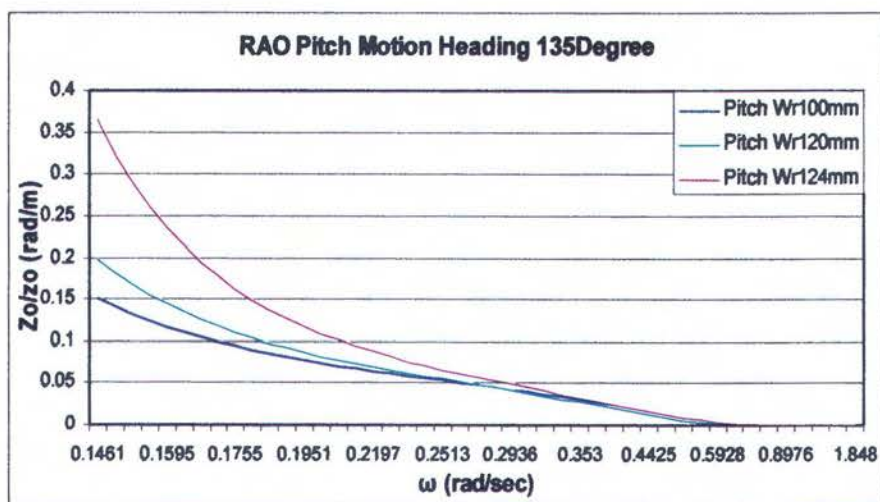
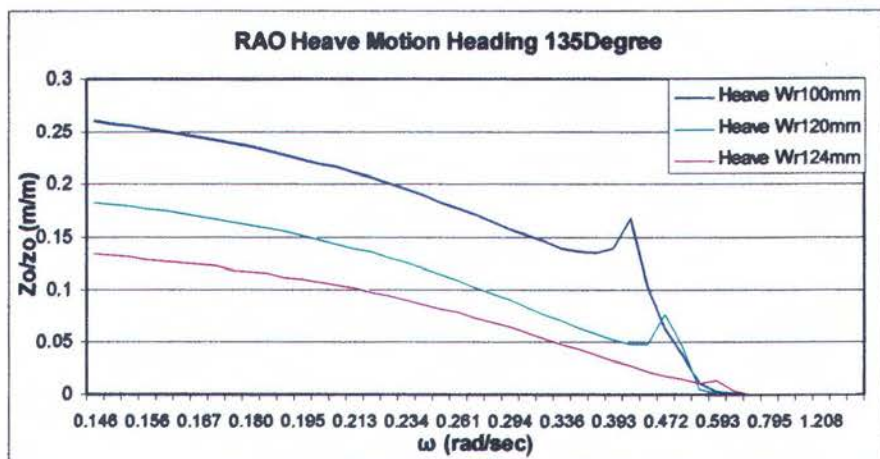
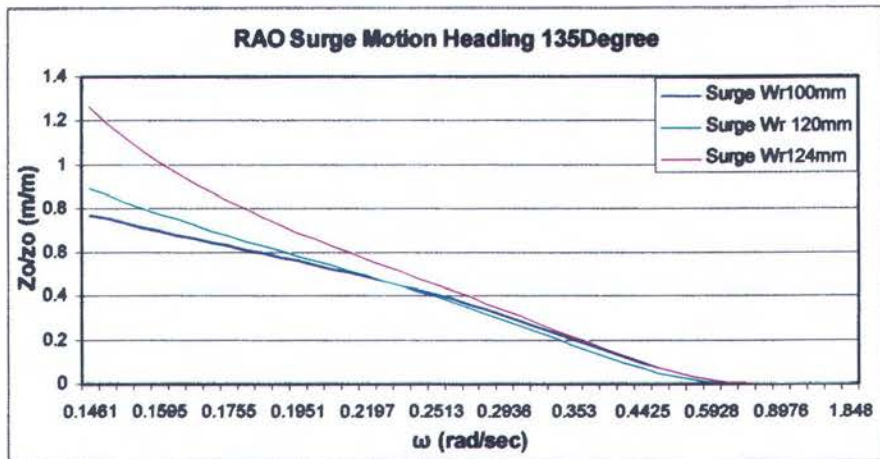
Grafik Respon Gerak SPAR dengan menggunakan Catenary Mooring System
Arah Datang Beban Gelombang 180⁰



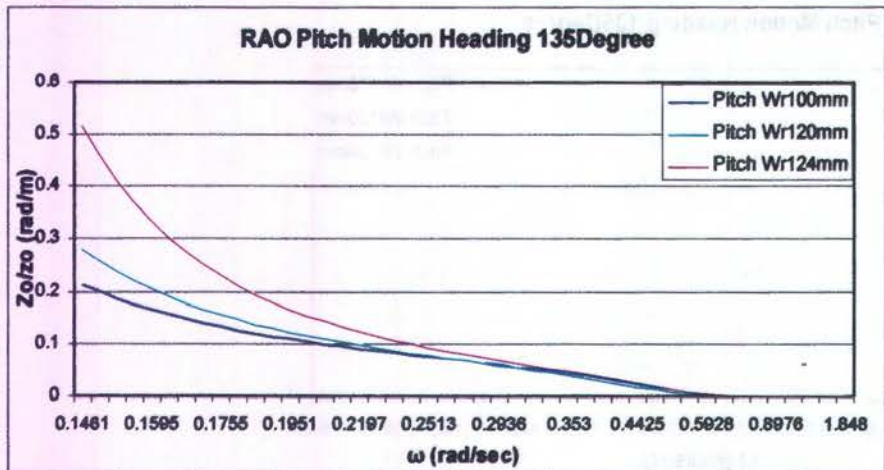
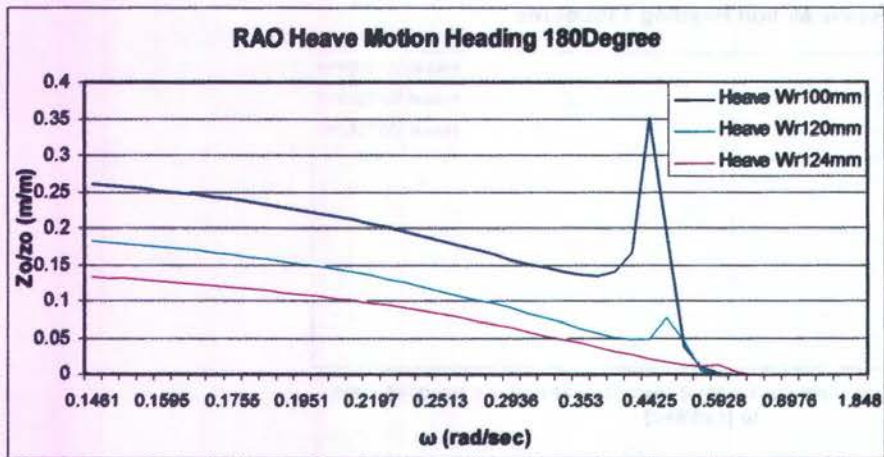
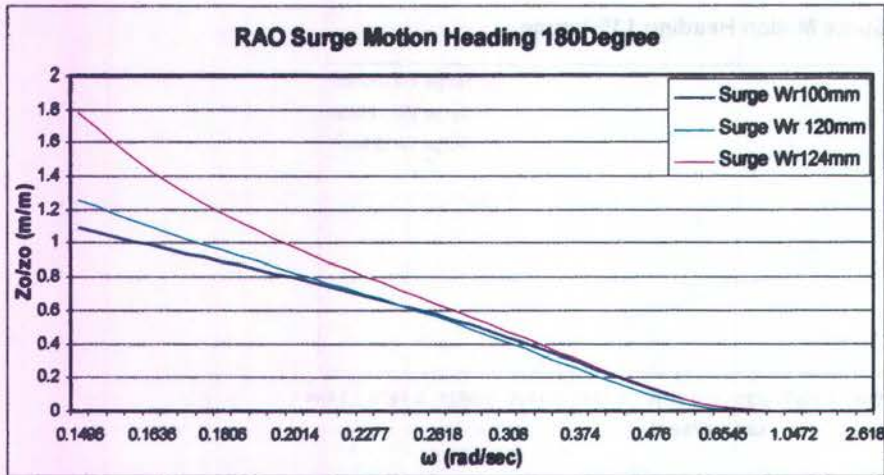
**Grafik Respon Gerak SPAR dengan menggunakan Catenary Mooring System
Arah Datang Beban Gelombang 135⁰**



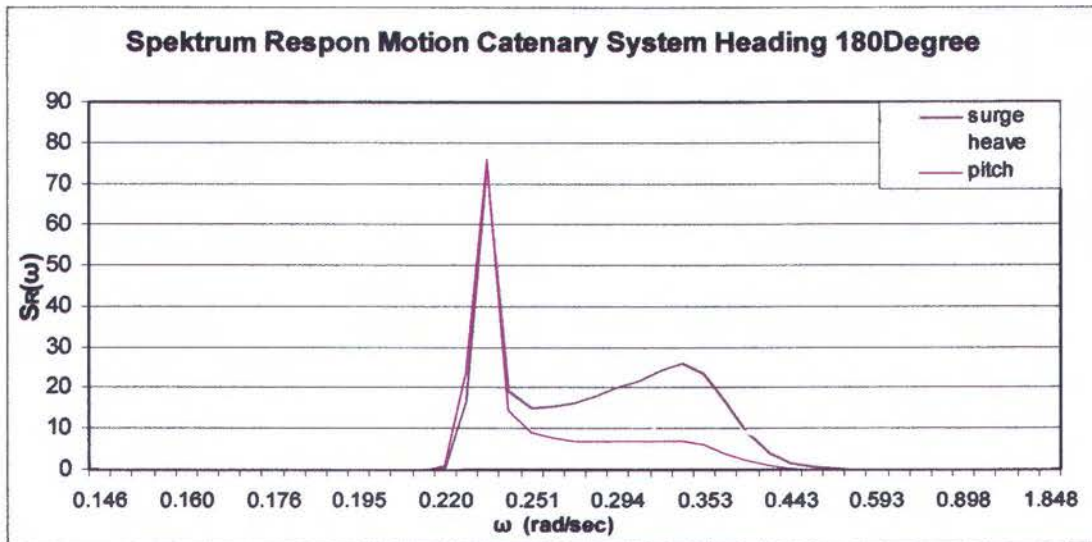
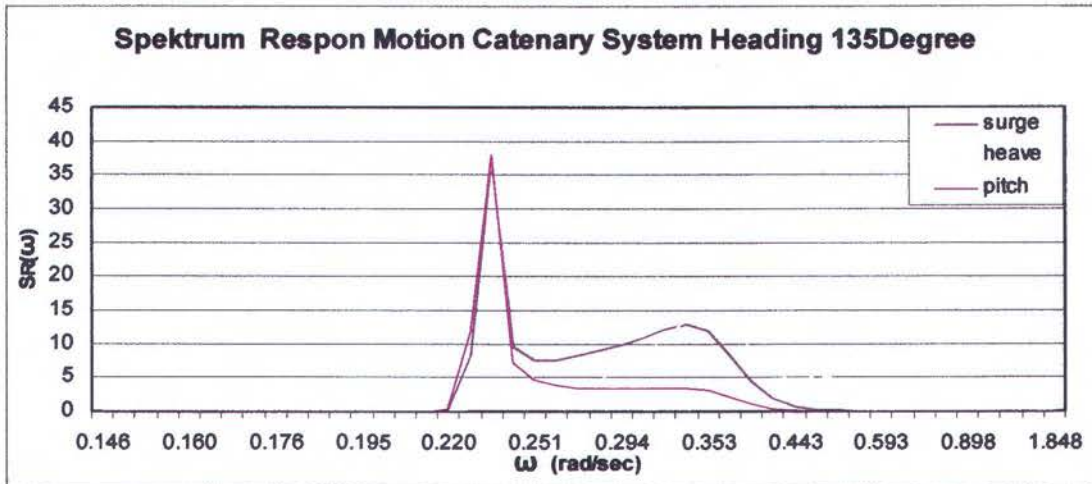
Grafik Respon Gerak SPAR dengan menggunakan Taut Mooring System Arah Datang Beban Gelombang 135⁰



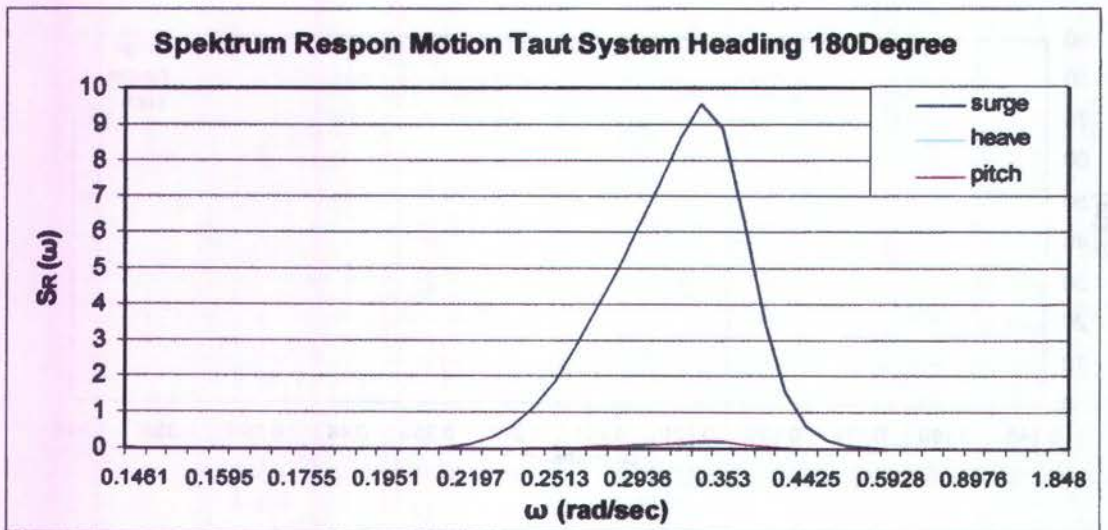
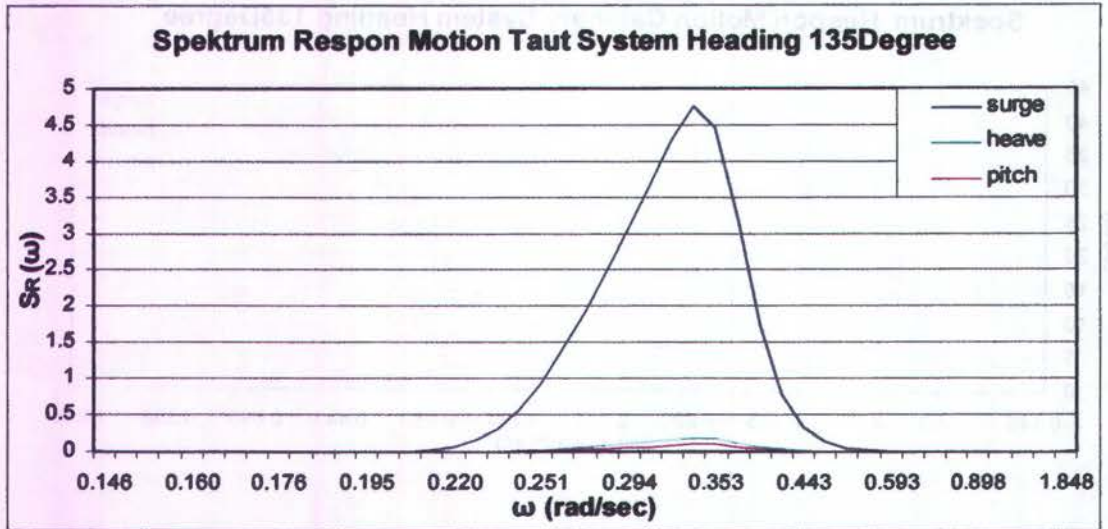
Grafik Respon Gerak SPAR dengan menggunakan Taut Mooring System Arah Datang Beban Gelombang 180⁰



Spektra Respon Gerak SPAR dengan menggunakan Catenary Mooring System



Spektra Respon Gerak SPAR dengan menggunakan Taut Mooring System.





LAMPIRAN C

*OUTPUT RAO FREE FLOATING PADA
PEMODELAN MOSES VER. 6.0*

```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     February 17, 2008                          *
*                                     *
* RAO AND WAVE DRIFT FORCE *
* "hydro data" *
* Draft = 182.9 Meters * Trim Angle = 0.00 Deg. *
* Roll Gy. Radius = 99.1 Meters * Pitch Gy. Radius = 99.1 Meters * Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters *
* Heading = 135.00 Deg. * Forward Speed = 0.00 Knots * Linearization Based on 1/ 20 *
*

```

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

ENCOUNTER		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.2513	25.00	1.306	-90.	1.306	91.	0.581	0.	1.028	-89.	1.028	-90.	0.000	0.
0.2565	24.50	1.116	-90.	1.116	91.	0.570	0.	0.833	-89.	0.833	-90.	0.000	0.
0.2618	24.00	0.981	-90.	0.981	90.	0.558	0.	0.698	-89.	0.698	-90.	0.000	0.
0.2674	23.50	0.879	-90.	0.879	90.	0.546	0.	0.599	-90.	0.599	-90.	0.000	0.
0.2732	23.00	0.798	-90.	0.798	90.	0.534	0.	0.522	-90.	0.522	-90.	0.000	0.
0.2793	22.50	0.731	-90.	0.730	90.	0.522	0.	0.462	-90.	0.462	-90.	0.000	0.
0.2856	22.00	0.673	-90.	0.673	90.	0.509	0.	0.412	-90.	0.412	-90.	0.000	0.
0.2922	21.50	0.623	-90.	0.623	90.	0.496	0.	0.370	-90.	0.370	-90.	0.000	0.
0.2992	21.00	0.578	-90.	0.578	90.	0.483	0.	0.335	-90.	0.335	-90.	0.000	0.
0.3065	20.50	0.537	-90.	0.537	90.	0.470	0.	0.304	-90.	0.304	-90.	0.000	0.
0.3142	20.00	0.500	-90.	0.500	90.	0.456	0.	0.277	-90.	0.277	-90.	0.000	0.
0.3222	19.50	0.464	-90.	0.464	90.	0.443	0.	0.252	-90.	0.252	-90.	0.000	0.
0.3307	19.00	0.431	-90.	0.431	90.	0.430	0.	0.230	-90.	0.230	-90.	0.000	0.
0.3396	18.50	0.399	-90.	0.399	90.	0.416	1.	0.210	-90.	0.210	-90.	0.000	0.
0.3491	18.00	0.369	-90.	0.369	90.	0.403	1.	0.192	-90.	0.192	-90.	0.000	0.
0.3590	17.50	0.339	-90.	0.339	90.	0.391	1.	0.175	-90.	0.175	-90.	0.000	0.
0.3696	17.00	0.311	-90.	0.311	90.	0.379	1.	0.159	-90.	0.159	-90.	0.000	0.
0.3808	16.50	0.283	-90.	0.283	90.	0.369	1.	0.144	-90.	0.144	-90.	0.000	0.
0.3927	16.00	0.256	-90.	0.256	90.	0.360	1.	0.129	-90.	0.129	-90.	0.000	0.
0.4054	15.50	0.230	-90.	0.230	90.	0.355	2.	0.116	-90.	0.116	-90.	0.000	0.
0.4189	15.00	0.205	-90.	0.205	90.	0.354	2.	0.103	-90.	0.103	-90.	0.000	0.
0.4333	14.50	0.180	-90.	0.180	90.	0.362	3.	0.091	-90.	0.091	-90.	0.000	0.


```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     February 17, 2008                          *
*
*      RAO AND WAVE DRIFT FORCE
*      "hydro data"
*      Draft = 182.9 Meters           Trim Angle = 0.00 Deg.
*      Roll Gy. Radius = 99.1 Meters  Pitch Gy. Radius = 99.1 Meters   Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters
*      Heading = 180.00 Deg.          Forward Speed = 0.00 Knots      Linearization Based on 1/ 20
*
*****
    
```

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

ENCOUNTER		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.2513	25.00	1.847	-90.	0.000	0.	0.581	0.	0.000	0.	1.454	-90.	0.000	0.
0.2565	24.50	1.578	-90.	0.000	0.	0.570	0.	0.000	0.	1.178	-90.	0.000	0.
0.2618	24.00	1.387	-90.	0.000	0.	0.558	0.	0.000	0.	0.987	-90.	0.000	0.
0.2674	23.50	1.243	-90.	0.000	0.	0.546	0.	0.000	0.	0.847	-90.	0.000	0.
0.2732	23.00	1.128	-90.	0.000	0.	0.534	0.	0.000	0.	0.739	-90.	0.000	0.
0.2793	22.50	1.033	-90.	0.000	0.	0.522	0.	0.000	0.	0.653	-90.	0.000	0.
0.2856	22.00	0.952	-90.	0.000	0.	0.509	0.	0.000	0.	0.582	-90.	0.000	0.
0.2922	21.50	0.881	-90.	0.000	0.	0.496	0.	0.000	0.	0.523	-90.	0.000	0.
0.2992	21.00	0.818	-90.	0.000	0.	0.483	0.	0.000	0.	0.473	-90.	0.000	0.
0.3065	20.50	0.760	-90.	0.000	0.	0.470	0.	0.000	0.	0.430	-90.	0.000	0.
0.3142	20.00	0.707	-90.	0.000	0.	0.456	0.	0.000	0.	0.391	-90.	0.000	0.
0.3222	19.50	0.657	-90.	0.000	0.	0.443	0.	0.000	0.	0.357	-90.	0.000	0.
0.3307	19.00	0.609	-90.	0.000	0.	0.430	0.	0.000	0.	0.326	-90.	0.000	0.
0.3396	18.50	0.564	-90.	0.000	0.	0.416	1.	0.000	0.	0.297	-90.	0.000	0.
0.3491	18.00	0.521	-90.	0.000	0.	0.403	1.	0.000	0.	0.271	-90.	0.000	0.
0.3590	17.50	0.480	-90.	0.000	0.	0.391	1.	0.000	0.	0.247	-90.	0.000	0.
0.3696	17.00	0.439	-90.	0.000	0.	0.379	1.	0.000	0.	0.225	-90.	0.000	0.
0.3808	16.50	0.400	-90.	0.000	0.	0.369	1.	0.000	0.	0.203	-90.	0.000	0.
0.3927	16.00	0.362	-90.	0.000	0.	0.360	1.	0.000	0.	0.183	-90.	0.000	0.
0.4054	15.50	0.325	-90.	0.000	0.	0.355	2.	0.000	0.	0.164	-90.	0.000	0.
0.4189	15.00	0.289	-90.	0.000	0.	0.354	2.	0.000	0.	0.146	-90.	0.000	0.



LAMPIRAN D

*OUTPUT RAO SPAR MOORING SYSTEM PADA
PEMODELAN MOSES VER. 6.0*

```

*****
*                               *** MOSES ***                               *
*                               -----                               *
*                               February 23, 2008                       *
*                               *                                         *
*                               RAO AND WAVE DRIFT FORCE                   *
*                               "hydro data"                             *
*                               *                                         *
*                               Draft = 198.1 Meters                    *
*                               Trim Angle = 0.00 Deg.                  *
*                               GMT = 12.31 Meters                      *
*                               Roll Gy. Radius = 99.0 Meters           *
*                               Pitch Gy. Radius = 99.0 Meters          *
*                               Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters             *
*                               Heading = 135.00 Deg.                  *
*                               Forward Speed = 0.00 Knots              *
*                               Linearization Based on 1/ 20            *
*                               *                                         *
*****
    
```

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1461	43.00	0.774	-90.	0.774	90.	0.262	0.	0.152	-90.	0.152	-90.	0.000	0.
0.1492	42.10	0.755	-90.	0.755	90.	0.259	0.	0.142	-90.	0.142	-90.	0.000	0.
0.1525	41.20	0.737	-90.	0.737	90.	0.257	0.	0.133	-90.	0.133	-90.	0.000	0.
0.1559	40.30	0.719	-90.	0.719	90.	0.255	0.	0.125	-90.	0.125	-90.	0.000	0.
0.1595	39.40	0.702	-90.	0.702	90.	0.252	0.	0.118	-90.	0.118	-90.	0.000	0.
0.1632	38.50	0.684	-90.	0.684	90.	0.249	0.	0.111	-90.	0.111	-90.	0.000	0.
0.1671	37.60	0.667	-90.	0.667	90.	0.246	0.	0.105	-90.	0.105	-90.	0.000	0.
0.1712	36.70	0.650	-90.	0.650	90.	0.243	0.	0.100	-90.	0.100	-90.	0.000	0.
0.1755	35.80	0.633	-90.	0.633	90.	0.240	0.	0.095	-90.	0.095	-90.	0.000	0.
0.1800	34.90	0.616	-90.	0.616	90.	0.237	0.	0.090	-90.	0.090	-90.	0.000	0.
0.1848	34.00	0.599	-90.	0.599	90.	0.233	0.	0.085	-90.	0.086	-90.	0.000	0.
0.1898	33.10	0.582	-90.	0.582	90.	0.229	0.	0.081	-90.	0.081	-90.	0.000	0.
0.1951	32.20	0.564	-90.	0.564	90.	0.225	0.	0.078	-90.	0.078	-90.	0.000	0.
0.2007	31.30	0.546	-90.	0.546	90.	0.221	0.	0.074	-90.	0.074	-90.	0.000	0.
0.2067	30.40	0.528	-90.	0.528	90.	0.217	0.	0.071	-90.	0.071	-90.	0.000	0.
0.2130	29.50	0.510	-90.	0.510	90.	0.212	0.	0.068	-90.	0.068	-90.	0.000	0.
0.2197	28.60	0.490	-90.	0.490	90.	0.207	0.	0.065	-90.	0.065	-90.	0.000	0.
0.2268	27.70	0.471	-90.	0.471	90.	0.202	0.	0.062	-90.	0.062	-90.	0.000	0.
0.2344	26.80	0.451	-90.	0.451	90.	0.196	0.	0.059	-90.	0.059	-90.	0.000	0.
0.2426	25.90	0.430	-90.	0.430	90.	0.190	0.	0.056	-90.	0.056	-90.	0.000	0.
0.2513	25.00	0.408	-90.	0.408	90.	0.184	0.	0.054	-90.	0.054	-90.	0.000	0.


```

*****
***      MOSES      ***
-----
                                February 23, 2008
*
*      RAO AND WAVE DRIFT FORCE
*      "hydro data"
*      Draft = 198.1 Meters      Trim Angle = 0.00 Deg.      GMT = 12.31 Meters
*      Roll Gy. Radius = 99.0 Meters      Pitch Gy. Radius = 99.0 Meters      Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters
*      Heading = 180.00 Deg.      Forward Speed = 0.00 Knots      Linearization Based on 1/ 20
*
*****
    
```

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1461	43.00	1.094	-90.	0.000	0.	0.262	0.	0.000	0.	0.215	-90.	0.000	0.
0.1492	42.10	1.068	-90.	0.000	0.	0.259	0.	0.000	0.	0.201	-90.	0.000	0.
0.1525	41.20	1.042	-90.	0.000	0.	0.257	0.	0.000	0.	0.188	-90.	0.000	0.
0.1559	40.30	1.017	-90.	0.000	0.	0.255	0.	0.000	0.	0.177	-90.	0.000	0.
0.1595	39.40	0.992	-90.	0.000	0.	0.252	0.	0.000	0.	0.167	-90.	0.000	0.
0.1632	38.50	0.968	-90.	0.000	0.	0.249	0.	0.000	0.	0.157	-90.	0.000	0.
0.1671	37.60	0.944	-90.	0.000	0.	0.246	0.	0.000	0.	0.149	-90.	0.000	0.
0.1712	36.70	0.919	-90.	0.000	0.	0.243	0.	0.000	0.	0.141	-90.	0.000	0.
0.1755	35.80	0.895	-90.	0.000	0.	0.240	0.	0.000	0.	0.134	-90.	0.000	0.
0.1800	34.90	0.871	-90.	0.000	0.	0.237	0.	0.000	0.	0.127	-90.	0.000	0.
0.1848	34.00	0.847	-90.	0.000	0.	0.233	0.	0.000	0.	0.121	-90.	0.000	0.
0.1898	33.10	0.822	-90.	0.000	0.	0.229	0.	0.000	0.	0.115	-90.	0.000	0.
0.1951	32.20	0.798	-90.	0.000	0.	0.225	0.	0.000	0.	0.110	-90.	0.000	0.
0.2007	31.30	0.772	-90.	0.000	0.	0.221	0.	0.000	0.	0.105	-90.	0.000	0.
0.2067	30.40	0.747	-90.	0.000	0.	0.217	0.	0.000	0.	0.100	-90.	0.000	0.
0.2130	29.50	0.721	-90.	0.000	0.	0.212	0.	0.000	0.	0.096	-90.	0.000	0.
0.2197	28.60	0.694	-90.	0.000	0.	0.207	0.	0.000	0.	0.092	-90.	0.000	0.
0.2268	27.70	0.666	-90.	0.000	0.	0.202	0.	0.000	0.	0.088	-90.	0.000	0.
0.2344	26.80	0.637	-90.	0.000	0.	0.196	0.	0.000	0.	0.084	-90.	0.000	0.
0.2426	25.90	0.608	-90.	0.000	0.	0.190	0.	0.000	0.	0.080	-90.	0.000	0.
0.2513	25.00	0.578	-90.	0.000	0.	0.184	0.	0.000	0.	0.076	-90.	0.000	0.

0.2607	24.10	0.546	-90.	0.000	0.	0.178	0.	0.000	0.	0.072	-90.	0.000	0.
0.2708	23.20	0.513	-90.	0.000	0.	0.172	0.	0.000	0.	0.069	-90.	0.000	0.
0.2818	22.30	0.479	-90.	0.000	0.	0.165	0.	0.000	0.	0.065	-90.	0.000	0.
0.2936	21.40	0.444	-90.	0.000	0.	0.158	0.	0.000	0.	0.061	-90.	0.000	0.
0.3065	20.50	0.408	-90.	0.000	0.	0.152	0.	0.000	0.	0.057	-90.	0.000	0.
0.3206	19.60	0.371	-90.	0.000	0.	0.146	0.	0.000	0.	0.053	-90.	0.000	0.
0.3360	18.70	0.332	-90.	0.000	0.	0.140	0.	0.000	0.	0.049	-90.	0.000	0.
0.3530	17.80	0.293	-90.	0.000	0.	0.136	0.	0.000	0.	0.044	-90.	0.000	0.
0.3718	16.90	0.253	-90.	0.000	0.	0.135	0.	0.000	0.	0.040	-90.	0.000	0.
0.3927	16.00	0.214	-90.	0.000	0.	0.140	0.	0.000	0.	0.035	-90.	0.000	0.
0.4161	15.10	0.175	-90.	0.000	0.	0.168	0.	0.000	0.	0.030	-90.	0.000	0.
0.4425	14.20	0.138	-90.	0.000	0.	0.352	1.	0.000	0.	0.024	-90.	0.000	0.
0.4724	13.30	0.104	-90.	0.000	0.	0.193	179.	0.000	0.	0.019	-90.	0.000	0.
0.5067	12.40	0.073	-90.	0.000	0.	0.038	180.	0.000	0.	0.014	-90.	0.000	0.
0.5464	11.50	0.047	-90.	0.000	0.	0.011	180.	0.000	0.	0.009	-90.	0.000	0.
0.5928	10.60	0.027	-90.	0.000	0.	0.003	180.	0.000	0.	0.006	-90.	0.000	0.
0.6478	9.70	0.013	-90.	0.000	0.	0.001	180.	0.000	0.	0.003	-90.	0.000	0.
0.7140	8.80	0.005	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.001	-90.	0.000	0.
0.7953	7.90	0.001	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
0.8976	7.00	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.0300	6.10	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.2083	5.20	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.4612	4.30	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.8480	3.40	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.

Catatan : output ini hanya untuk Taut Mooring system dengan mooring diameter 100 mm

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                             *
*                                     February 23, 2008                         *
*      RAO AND WAVE DRIFT FORCE                                               *
*      "hydro data"                                                           *
*      Draft = 198.1 Meters           Trim Angle = 0.00 Deg.           GMT = 12.30 Meters *
*      Roll Gy. Radius = 99.1 Meters   Pitch Gy. Radius = 99.1 Meters   Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters *
*      Heading = 135.00 Deg.           Forward Speed = 0.00 Knots       Linearization Based on 1/ 20 *
*                                                                              *
*****
    
```

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

ENCOUNTER		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1461	43.00	0.899	-90.	0.899	90.	0.196	0.	0.205	-90.	0.205	-90.	0.000	0.
0.1492	42.10	0.870	-90.	0.870	90.	0.194	0.	0.189	-90.	0.189	-90.	0.000	0.
0.1525	41.20	0.842	-90.	0.842	90.	0.192	0.	0.174	-90.	0.174	-90.	0.000	0.
0.1559	40.30	0.815	-90.	0.815	90.	0.190	0.	0.162	-90.	0.162	-90.	0.000	0.
0.1595	39.40	0.789	-90.	0.789	90.	0.188	0.	0.150	-90.	0.150	-90.	0.000	0.
0.1632	38.50	0.764	-90.	0.764	90.	0.186	0.	0.140	-90.	0.140	-90.	0.000	0.
0.1671	37.60	0.740	-90.	0.740	90.	0.183	0.	0.131	-90.	0.131	-90.	0.000	0.
0.1712	36.70	0.717	-90.	0.717	90.	0.181	0.	0.122	-90.	0.122	-90.	0.000	0.
0.1755	35.80	0.694	-90.	0.694	90.	0.178	0.	0.115	-90.	0.115	-90.	0.000	0.
0.1800	34.90	0.671	-90.	0.671	90.	0.175	0.	0.108	-90.	0.108	-90.	0.000	0.
0.1848	34.00	0.649	-90.	0.649	90.	0.172	0.	0.101	-90.	0.101	-90.	0.000	0.
0.1898	33.10	0.627	-90.	0.627	90.	0.168	0.	0.096	-90.	0.096	-90.	0.000	0.
0.1951	32.20	0.605	-90.	0.605	90.	0.165	0.	0.090	-90.	0.090	-90.	0.000	0.
0.2007	31.30	0.583	-90.	0.583	90.	0.161	0.	0.085	-90.	0.085	-90.	0.000	0.
0.2067	30.40	0.562	-90.	0.562	90.	0.157	0.	0.081	-90.	0.081	-90.	0.000	0.
0.2130	29.50	0.540	-90.	0.540	90.	0.153	0.	0.076	-90.	0.076	-90.	0.000	0.
0.2197	28.60	0.517	-90.	0.517	90.	0.149	0.	0.072	-90.	0.072	-90.	0.000	0.
0.2268	27.70	0.495	-90.	0.495	90.	0.144	0.	0.069	-90.	0.069	-90.	0.000	0.
0.2344	26.80	0.472	-90.	0.472	90.	0.140	0.	0.065	-90.	0.065	-90.	0.000	0.
0.2426	25.90	0.449	-90.	0.449	90.	0.134	0.	0.061	-90.	0.061	-90.	0.000	0.
0.2513	25.00	0.425	-90.	0.425	90.	0.129	0.	0.058	-90.	0.058	-90.	0.000	0.


```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     February 23, 2008                          *
*
*      RAO AND WAVE DRIFT FORCE
*      "hydro data"
*      Draft = 198.1 Meters      Trim Angle = 0.00 Deg.      GMT = 12.30 Meters
*      Roll Gy. Radius = 99.1 Meters  Pitch Gy. Radius = 99.1 Meters  Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters
*      Heading = 180.00 Deg.      Forward Speed = 0.00 Knots      Linearization Based on 1/ 20
*
*****
    
```

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1461	43.00	1.271	-90.	0.000	0.	0.196	0.	0.000	0.	0.289	-90.	0.000	0.
0.1492	42.10	1.230	-90.	0.000	0.	0.194	0.	0.000	0.	0.267	-90.	0.000	0.
0.1525	41.20	1.190	-90.	0.000	0.	0.192	0.	0.000	0.	0.246	-90.	0.000	0.
0.1559	40.30	1.153	-90.	0.000	0.	0.190	0.	0.000	0.	0.228	-90.	0.000	0.
0.1595	39.40	1.116	-90.	0.000	0.	0.188	0.	0.000	0.	0.212	-90.	0.000	0.
0.1632	38.50	1.081	-90.	0.000	0.	0.186	0.	0.000	0.	0.198	-90.	0.000	0.
0.1671	37.60	1.047	-90.	0.000	0.	0.183	0.	0.000	0.	0.185	-90.	0.000	0.
0.1712	36.70	1.014	-90.	0.000	0.	0.181	0.	0.000	0.	0.173	-90.	0.000	0.
0.1755	35.80	0.981	-90.	0.000	0.	0.178	0.	0.000	0.	0.162	-90.	0.000	0.
0.1800	34.90	0.950	-90.	0.000	0.	0.175	0.	0.000	0.	0.152	-90.	0.000	0.
0.1848	34.00	0.918	-90.	0.000	0.	0.172	0.	0.000	0.	0.143	-90.	0.000	0.
0.1898	33.10	0.887	-90.	0.000	0.	0.168	0.	0.000	0.	0.135	-90.	0.000	0.
0.1951	32.20	0.856	-90.	0.000	0.	0.165	0.	0.000	0.	0.128	-90.	0.000	0.
0.2007	31.30	0.825	-90.	0.000	0.	0.161	0.	0.000	0.	0.121	-90.	0.000	0.
0.2067	30.40	0.794	-90.	0.000	0.	0.157	0.	0.000	0.	0.114	-90.	0.000	0.
0.2130	29.50	0.763	-90.	0.000	0.	0.153	0.	0.000	0.	0.108	-90.	0.000	0.
0.2197	28.60	0.732	-90.	0.000	0.	0.149	0.	0.000	0.	0.102	-90.	0.000	0.
0.2268	27.70	0.700	-90.	0.000	0.	0.144	0.	0.000	0.	0.097	-90.	0.000	0.
0.2344	26.80	0.668	-90.	0.000	0.	0.140	0.	0.000	0.	0.092	-90.	0.000	0.
0.2426	25.90	0.635	-90.	0.000	0.	0.134	0.	0.000	0.	0.087	-90.	0.000	0.
0.2513	25.00	0.601	-90.	0.000	0.	0.129	0.	0.000	0.	0.082	-90.	0.000	0.

0.2607	24.10	0.566	-90.	0.000	0.	0.123	0.	0.000	0.	0.078	-90.	0.000	0.
0.2708	23.20	0.531	-90.	0.000	0.	0.118	0.	0.000	0.	0.073	-90.	0.000	0.
0.2818	22.30	0.494	-90.	0.000	0.	0.111	0.	0.000	0.	0.069	-90.	0.000	0.
0.2936	21.40	0.457	-90.	0.000	0.	0.105	0.	0.000	0.	0.064	-90.	0.000	0.
0.3065	20.50	0.418	-90.	0.000	0.	0.098	0.	0.000	0.	0.060	-90.	0.000	0.
0.3206	19.60	0.379	-90.	0.000	0.	0.092	0.	0.000	0.	0.055	-90.	0.000	0.
0.3360	18.70	0.339	-90.	0.000	0.	0.085	0.	0.000	0.	0.051	-90.	0.000	0.
0.3530	17.80	0.298	-90.	0.000	0.	0.078	0.	0.000	0.	0.046	-90.	0.000	0.
0.3718	16.90	0.258	-90.	0.000	0.	0.071	0.	0.000	0.	0.041	-90.	0.000	0.
0.3927	16.00	0.217	-90.	0.000	0.	0.065	0.	0.000	0.	0.035	-90.	0.000	0.
0.4161	15.10	0.178	-90.	0.000	0.	0.060	0.	0.000	0.	0.030	-90.	0.000	0.
0.4425	14.20	0.140	-90.	0.000	0.	0.058	0.	0.000	0.	0.025	-90.	0.000	0.
0.4724	13.30	0.105	-90.	0.000	0.	0.063	0.	0.000	0.	0.019	-90.	0.000	0.
0.5067	12.40	0.074	-90.	0.000	0.	0.139	1.	0.000	0.	0.014	-90.	0.000	0.
0.5464	11.50	0.048	-90.	0.000	0.	0.036	180.	0.000	0.	0.009	-90.	0.000	0.
0.5928	10.60	0.027	-90.	0.000	0.	0.006	180.	0.000	0.	0.006	-90.	0.000	0.
0.6478	9.70	0.013	-90.	0.000	0.	0.001	180.	0.000	0.	0.003	-90.	0.000	0.
0.7140	8.80	0.005	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.001	-90.	0.000	0.
0.7953	7.90	0.001	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
0.8976	7.00	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.0300	6.10	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.2083	5.20	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.4612	4.30	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.8480	3.40	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.

Catatan : output ini hanya untuk Taut Mooring system dengan mooring diameter 120 mm

```

*****
*                               *** MOSES ***                               *
*                               -----                               *
*                               February 23, 2008                       *
*                               *                                         *
*                               RAO AND WAVE DRIFT FORCE                   *
*                               "hydro data"                             *
*                               Draft = 198.1 Meters                     *
*                               Trim Angle = 0.00 Deg.                   *
*                               GMT = 0.00 Meters                        *
*                               Roll Gy. Radius = 99.0 Meters           *
*                               Pitch Gy. Radius = 99.0 Meters         *
*                               Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters             *
*                               Heading = 135.00 Deg.                   *
*                               Forward Speed = 0.00 Knots              *
*                               Linearization Based on 1/ 20            *
*                               *                                         *
*****
    
```

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

ENCOUNTER		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1496	42.00	0.896	-90.	0.896	90.	0.184	0.	0.199	-90.	0.199	-90.	0.000	0.
0.1529	41.10	0.865	-90.	0.865	90.	0.182	0.	0.184	-90.	0.184	-90.	0.000	0.
0.1563	40.20	0.836	-90.	0.836	90.	0.180	0.	0.170	-90.	0.170	-90.	0.000	0.
0.1599	39.30	0.808	-90.	0.808	90.	0.178	0.	0.157	-90.	0.157	-90.	0.000	0.
0.1636	38.40	0.781	-90.	0.781	90.	0.176	0.	0.146	-90.	0.146	-90.	0.000	0.
0.1676	37.50	0.756	-90.	0.756	90.	0.173	0.	0.136	-90.	0.136	-90.	0.000	0.
0.1717	36.60	0.730	-90.	0.731	90.	0.171	0.	0.127	-90.	0.127	-90.	0.000	0.
0.1760	35.70	0.706	-90.	0.706	90.	0.168	0.	0.119	-90.	0.119	-90.	0.000	0.
0.1806	34.80	0.682	-90.	0.682	90.	0.165	0.	0.111	-90.	0.111	-90.	0.000	0.
0.1853	33.90	0.659	-90.	0.659	90.	0.162	0.	0.105	-90.	0.105	-90.	0.000	0.
0.1904	33.00	0.636	-90.	0.636	90.	0.159	0.	0.098	-90.	0.098	-90.	0.000	0.
0.1957	32.10	0.613	-90.	0.613	90.	0.156	0.	0.093	-90.	0.093	-90.	0.000	0.
0.2014	31.20	0.590	-90.	0.590	90.	0.152	0.	0.087	-90.	0.087	-90.	0.000	0.
0.2074	30.30	0.567	-90.	0.567	90.	0.148	0.	0.082	-90.	0.082	-90.	0.000	0.
0.2137	29.40	0.544	-90.	0.544	90.	0.144	0.	0.078	-90.	0.078	-90.	0.000	0.
0.2205	28.50	0.521	-90.	0.521	90.	0.140	0.	0.074	-90.	0.074	-90.	0.000	0.
0.2277	27.60	0.498	-90.	0.498	90.	0.136	0.	0.070	-90.	0.070	-90.	0.000	0.
0.2353	26.70	0.474	-90.	0.474	90.	0.131	0.	0.066	-90.	0.066	-90.	0.000	0.
0.2435	25.80	0.450	-90.	0.450	90.	0.126	0.	0.062	-90.	0.062	-90.	0.000	0.

0.2720	23.10	0.531	-90.	0.000	0.	0.109	0.	0.000	0.	0.074	-90.	0.000	0.
0.2830	22.20	0.493	-90.	0.000	0.	0.103	0.	0.000	0.	0.069	-90.	0.000	0.
0.2950	21.30	0.455	-90.	0.000	0.	0.097	0.	0.000	0.	0.065	-90.	0.000	0.
0.3080	20.40	0.416	-90.	0.000	0.	0.091	0.	0.000	0.	0.060	-90.	0.000	0.
0.3222	19.50	0.377	-90.	0.000	0.	0.084	0.	0.000	0.	0.055	-90.	0.000	0.
0.3378	18.60	0.336	-90.	0.000	0.	0.077	0.	0.000	0.	0.051	-90.	0.000	0.
0.3550	17.70	0.295	-90.	0.000	0.	0.071	0.	0.000	0.	0.046	-90.	0.000	0.
0.3740	16.80	0.254	-90.	0.000	0.	0.064	0.	0.000	0.	0.040	-90.	0.000	0.
0.3952	15.90	0.213	-90.	0.000	0.	0.058	0.	0.000	0.	0.035	-90.	0.000	0.
0.4189	15.00	0.174	-90.	0.000	0.	0.052	0.	0.000	0.	0.030	-90.	0.000	0.
0.4456	14.10	0.136	-90.	0.000	0.	0.048	0.	0.000	0.	0.024	-90.	0.000	0.
0.4760	13.20	0.101	-90.	0.000	0.	0.049	0.	0.000	0.	0.019	-90.	0.000	0.
0.5108	12.30	0.071	-90.	0.000	0.	0.077	0.	0.000	0.	0.014	-90.	0.000	0.
0.5512	11.40	0.045	-90.	0.000	0.	0.047	180.	0.000	0.	0.009	-90.	0.000	0.
0.5984	10.50	0.026	-90.	0.000	0.	0.006	180.	0.000	0.	0.005	-90.	0.000	0.
0.6545	9.60	0.012	-90.	0.000	0.	0.001	180.	0.000	0.	0.003	-90.	0.000	0.
0.7222	8.70	0.005	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.001	-90.	0.000	0.
0.8055	7.80	0.001	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
0.9106	6.90	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.0472	6.00	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.2320	5.10	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.4960	4.20	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.9040	3.30	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
2.6180	2.40	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.

Catatan : output ini hanya untuk Taut Mooring system dengan mooring diameter 124 mm

```

*****
*                                     *** MOSES ***                                     *
*                                     -----                                     *
*                                     February 24, 2008                               *
*
* RAO AND WAVE DRIFT FORCE
* "hydro data"
* Draft = 182.9 Meters      Trim Angle = 0.00 Deg.
* Roll Gy. Radius = 99.1 Meters  Pitch Gy. Radius = 99.1 Meters  Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters
* Heading = 135.00 Deg.      Forward Speed = 0.00 Knots      Linearization Based on 1/ 20
*
*****
    
```

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

ENCOUNTER		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1461	43.00	0.436	-90.	0.436	90.	0.819	0.	0.134	90.	0.134	90.	0.000	0.
0.1492	42.10	0.422	-90.	0.422	90.	0.812	0.	0.144	90.	0.144	90.	0.000	0.
0.1525	41.20	0.407	-90.	0.407	90.	0.805	0.	0.154	90.	0.154	90.	0.000	0.
0.1559	40.30	0.389	-90.	0.389	90.	0.798	0.	0.166	90.	0.166	90.	0.000	0.
0.1595	39.40	0.370	-90.	0.370	90.	0.790	0.	0.180	90.	0.180	90.	0.000	0.
0.1632	38.50	0.348	-90.	0.348	90.	0.781	0.	0.196	90.	0.196	90.	0.000	0.
0.1671	37.60	0.324	-90.	0.324	90.	0.773	0.	0.214	90.	0.214	90.	0.000	0.
0.1712	36.70	0.296	-90.	0.296	90.	0.763	0.	0.236	90.	0.236	90.	0.000	0.
0.1755	35.80	0.263	-90.	0.263	90.	0.754	0.	0.263	90.	0.263	90.	0.000	0.
0.1800	34.90	0.224	-90.	0.224	90.	0.743	0.	0.295	90.	0.295	90.	0.000	0.
0.1848	34.00	0.177	-90.	0.177	90.	0.732	0.	0.336	90.	0.336	90.	0.000	0.
0.1898	33.10	0.118	-90.	0.118	91.	0.721	0.	0.389	90.	0.389	90.	0.000	0.
0.1951	32.20	0.041	-90.	0.041	93.	0.708	0.	0.461	90.	0.461	90.	0.000	0.
0.2007	31.30	0.065	90.	0.065	-94.	0.695	0.	0.565	90.	0.565	90.	0.000	0.
0.2067	30.40	0.225	90.	0.225	-92.	0.681	0.	0.725	89.	0.725	90.	0.000	0.
0.2130	29.50	0.501	90.	0.501	-92.	0.667	0.	1.011	89.	1.011	90.	0.000	0.
0.2197	28.60	1.116	90.	1.115	-93.	0.651	0.	1.661	88.	1.662	90.	0.000	0.
0.2268	27.70	3.905	89.	3.886	-97.	0.635	0.	4.644	84.	4.667	89.	0.000	0.
0.2344	26.80	5.660	-89.	5.614	97.	0.617	0.	5.661	-83.	5.708	-89.	0.000	0.
0.2426	25.90	1.996	-90.	1.995	92.	0.599	0.	1.756	-88.	1.757	-90.	0.000	0.




```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     February 24, 2008                          *
*
*      RAO AND WAVE DRIFT FORCE
*      "hydro data"
*      Draft = 182.9 Meters           Trim Angle = 0.00 Deg.
*      Roll Gy. Radius = 99.1 Meters   Pitch Gy. Radius = 99.1 Meters   Yaw Gy. Radius = 8.4 Meters
*      Heading = 180.00 Deg.           Forward Speed = 0.00 Knots   Linearization Based on 1/ 20
*
*****
    
```

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++

Of Point X = 0.0 Y = 0.0 Z = 107.5 on Body NEPTUNE

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
-----		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.		Wave Ampl.	
Frequency	Period	/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/		/-----/	
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.1461	43.00	0.617	-90.	0.000	0.	0.819	0.	0.000	0.	0.190	90.	0.000	0.
0.1492	42.10	0.597	-90.	0.000	0.	0.812	0.	0.000	0.	0.203	90.	0.000	0.
0.1525	41.20	0.575	-90.	0.000	0.	0.805	0.	0.000	0.	0.218	90.	0.000	0.
0.1559	40.30	0.550	-90.	0.000	0.	0.798	0.	0.000	0.	0.235	90.	0.000	0.
0.1595	39.40	0.523	-90.	0.000	0.	0.790	0.	0.000	0.	0.254	90.	0.000	0.
0.1632	38.50	0.493	-90.	0.000	0.	0.781	0.	0.000	0.	0.277	90.	0.000	0.
0.1671	37.60	0.458	-90.	0.000	0.	0.773	0.	0.000	0.	0.303	90.	0.000	0.
0.1712	36.70	0.418	-90.	0.000	0.	0.763	0.	0.000	0.	0.334	90.	0.000	0.
0.1755	35.80	0.372	-90.	0.000	0.	0.754	0.	0.000	0.	0.371	90.	0.000	0.
0.1800	34.90	0.317	-90.	0.000	0.	0.743	0.	0.000	0.	0.417	90.	0.000	0.
0.1848	34.00	0.251	-90.	0.000	0.	0.732	0.	0.000	0.	0.475	90.	0.000	0.
0.1898	33.10	0.167	-90.	0.000	0.	0.721	0.	0.000	0.	0.551	90.	0.000	0.
0.1951	32.20	0.058	-90.	0.000	0.	0.708	0.	0.000	0.	0.653	90.	0.000	0.
0.2007	31.30	0.092	90.	0.000	0.	0.695	0.	0.000	0.	0.799	90.	0.000	0.
0.2067	30.40	0.319	90.	0.000	0.	0.681	0.	0.000	0.	1.026	90.	0.000	0.
0.2130	29.50	0.709	90.	0.000	0.	0.667	0.	0.000	0.	1.429	90.	0.000	0.
0.2197	28.60	1.578	90.	0.000	0.	0.651	0.	0.000	0.	2.350	90.	0.000	0.
0.2268	27.70	5.523	89.	0.000	0.	0.635	0.	0.000	0.	6.601	89.	0.000	0.
0.2344	26.80	8.004	-89.	0.000	0.	0.617	0.	0.000	0.	8.072	-89.	0.000	0.
0.2426	25.90	2.823	-90.	0.000	0.	0.599	0.	0.000	0.	2.485	-90.	0.000	0.
0.2513	25.00	1.850	-90.	0.000	0.	0.580	0.	0.000	0.	1.457	-90.	0.000	0.

0.2607	24.10	1.423	-90.	0.000	0.	0.559	0.	0.000	0.	1.022	-90.	0.000	0.
0.2708	23.20	1.173	-90.	0.000	0.	0.538	0.	0.000	0.	0.780	-90.	0.000	0.
0.2818	22.30	1.000	-90.	0.000	0.	0.516	0.	0.000	0.	0.624	-90.	0.000	0.
0.2936	21.40	0.868	-90.	0.000	0.	0.493	0.	0.000	0.	0.513	-90.	0.000	0.
0.3065	20.50	0.760	-90.	0.000	0.	0.469	0.	0.000	0.	0.430	-90.	0.000	0.
0.3206	19.60	0.667	-90.	0.000	0.	0.444	0.	0.000	0.	0.364	-90.	0.000	0.
0.3360	18.70	0.582	-90.	0.000	0.	0.420	1.	0.000	0.	0.309	-90.	0.000	0.
0.3530	17.80	0.505	-90.	0.000	0.	0.397	1.	0.000	0.	0.262	-90.	0.000	0.
0.3718	16.90	0.431	-90.	0.000	0.	0.376	1.	0.000	0.	0.220	-90.	0.000	0.
0.3927	16.00	0.362	-90.	0.000	0.	0.359	1.	0.000	0.	0.183	-90.	0.000	0.
0.4161	15.10	0.296	-90.	0.000	0.	0.352	2.	0.000	0.	0.149	-90.	0.000	0.
0.4425	14.20	0.235	-90.	0.000	0.	0.370	3.	0.000	0.	0.119	-90.	0.000	0.
0.4724	13.30	0.178	-90.	0.000	0.	0.484	7.	0.000	0.	0.090	-90.	0.000	0.
0.5067	12.40	0.128	-90.	0.000	0.	2.486	74.	0.000	0.	0.065	-90.	0.000	0.
0.5464	11.50	0.085	-90.	0.000	0.	0.183	174.	0.000	0.	0.044	-90.	0.000	0.
0.5928	10.60	0.050	-90.	0.000	0.	0.046	178.	0.000	0.	0.027	-90.	0.000	0.
0.6478	9.70	0.026	-90.	0.000	0.	0.013	179.	0.000	0.	0.014	-90.	0.000	0.
0.7140	8.80	0.011	-90.	0.000	0.	0.003	180.	0.000	0.	0.006	-90.	0.000	0.
0.7953	7.90	0.003	-90.	0.000	0.	0.001	180.	0.000	0.	0.002	-90.	0.000	0.
0.8976	7.00	0.001	-90.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.0300	6.10	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.2083	5.20	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.4612	4.30	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.
1.8480	3.40	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.	0.000	0.

Catatan : output ini hanya untuk Catenary Mooring system dengan mooring diameter 100 mm



LAMPIRAN E

OUTPUT TENSION MAKSIMUM PADA
PEMODELAN MOSES VER. 6.0

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                             *
*                                     February 21, 2008                       *
*      MOORING ANALYSIS CATENARY CONDITION - wire rope 100 mm                 *
*                                                                              *
*                                                                              *
*****
    
```

+++ CONNECTOR FORCE MAGNITUDES +++

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Event	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.
1056.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.063	3	40.1	0.063	4	34.5	0.054
1057.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.063	3	40.1	0.063	4	34.5	0.054
1058.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.5	0.054
1059.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.5	0.054
1060.00	1	34.6	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.6	0.054
1061.00	1	34.6	0.054	2	40.2	0.062	3	40.2	0.062	4	34.6	0.054
1062.00	1	34.7	0.054	2	40.2	0.062	3	40.2	0.062	4	34.7	0.054
1063.00	1	34.7	0.054	2	40.2	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1064.00	1	34.7	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1065.00	1	34.7	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1066.00	1	34.6	0.054	2	40.2	0.062	3	40.2	0.062	4	34.6	0.054
1067.00	1	34.6	0.054	2	40.2	0.062	3	40.2	0.062	4	34.6	0.054
1068.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.062	3	40.2	0.062	4	34.5	0.054
1069.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.5	0.054
1070.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.5	0.054
1071.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.5	0.054
1072.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.5	0.054
1073.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.5	0.054
1074.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.5	0.054
1075.00	1	34.5	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.5	0.054
1076.00	1	34.5	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.5	0.054
1077.00	1	34.5	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.5	0.054
1078.00	1	34.5	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.5	0.054
1079.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.5	0.054
1080.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.5	0.054
1081.00	1	34.5	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.5	0.054
1082.00	1	34.5	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.5	0.054
1083.00	1	34.6	0.054	2	40.2	0.063	3	40.2	0.063	4	34.6	0.054

1084.00	1	34.6	0.054	2	40.2	0.062	3	40.2	0.062	4	34.6	0.054
1085.00	1	34.6	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.6	0.054
1086.00	1	34.7	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1087.00	1	34.7	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1088.00	1	34.7	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.7	0.054
1089.00	1	34.7	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.7	0.054
1090.00	1	34.7	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.7	0.054
1091.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1092.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1093.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1094.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1095.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1096.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1097.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1098.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1099.00	1	34.6	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.6	0.054
1100.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1101.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1102.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1103.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1104.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1105.00	1	34.8	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.8	0.054
1106.00	1	34.8	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.8	0.054
1107.00	1	34.8	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.8	0.054
1108.00	1	34.8	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.8	0.054
1109.00	1	34.8	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.8	0.054
1110.00	1	34.8	0.054	2	40.1	0.062	3	40.0	0.062	4	34.8	0.054
1111.00	1	34.8	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1112.00	1	34.7	0.054	2	40.1	0.062	3	40.1	0.062	4	34.7	0.054
1113.00	1	34.7	0.054	2	40.1	0.062	3	40.0	0.062	4	34.7	0.054
1114.00	1	34.7	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.7	0.054
1115.00	1	34.7	0.054	2	40.0	0.062	3	40.0	0.062	4	34.7	0.054
1116.00	1	34.7	0.054	2	39.9	0.062	3	39.9	0.062	4	34.7	0.054
1117.00	1	34.7	0.054	2	39.8	0.062	3	39.8	0.062	4	34.7	0.054
1118.00	1	34.7	0.054	2	39.8	0.062	3	39.8	0.062	4	34.7	0.054
1119.00	1	34.6	0.054	2	39.7	0.062	3	39.7	0.062	4	34.6	0.054
1120.00	1	34.6	0.054	2	39.7	0.062	3	39.7	0.062	4	34.6	0.054
1121.00	1	34.6	0.054	2	39.7	0.062	3	39.7	0.062	4	34.6	0.054

Catatan : dengan arah datang gelombang 135°

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                             *
*                                     February 21, 2008                       *
*      MOORING CATENARY CONDITION - ROPE 100 mm                             *
*                                                                              *
*****
    
```

+++ C O N N E C T O R F O R C E M A G N I T U D E S +++
=====

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Event	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.
1056.00	1	33.6	0.052	2	36.9	0.058	3	41.5	0.065	4	36.9	0.058
1057.00	1	33.6	0.052	2	36.9	0.058	3	41.5	0.065	4	36.9	0.058
1058.00	1	33.6	0.052	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1059.00	1	33.6	0.052	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1060.00	1	33.7	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1061.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1062.00	1	33.8	0.053	2	37.1	0.058	3	41.5	0.064	4	37.1	0.058
1063.00	1	33.8	0.053	2	37.1	0.058	3	41.5	0.064	4	37.1	0.058
1064.00	1	33.8	0.053	2	37.1	0.058	3	41.5	0.064	4	37.1	0.058
1065.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.5	0.064	4	37.0	0.058
1066.00	1	33.7	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.064	4	37.0	0.058
1067.00	1	33.7	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1068.00	1	33.6	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1069.00	1	33.6	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1070.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.6	0.065	4	36.9	0.058
1071.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.6	0.065	4	36.9	0.058
1072.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.6	0.065	4	36.9	0.058
1073.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.5	0.065	4	36.9	0.058
1074.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.5	0.065	4	36.9	0.058
1075.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.4	0.064	4	36.9	0.058
1076.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.4	0.064	4	36.9	0.058
1077.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.4	0.064	4	36.9	0.058
1078.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.4	0.064	4	36.9	0.058
1079.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.5	0.065	4	36.9	0.058
1080.00	1	33.6	0.053	2	36.9	0.058	3	41.5	0.065	4	36.9	0.058
1081.00	1	33.6	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1082.00	1	33.6	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1083.00	1	33.7	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058

1084.00	1	33.7	0.053	2	37.0	0.058	3	41.6	0.065	4	37.0	0.058
1085.00	1	33.7	0.053	2	37.0	0.058	3	41.5	0.065	4	37.0	0.058
1086.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.5	0.065	4	37.0	0.058
1087.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.4	0.064	4	37.0	0.058
1088.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.4	0.064	4	37.0	0.058
1089.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.064	4	37.0	0.058
1090.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.064	4	37.0	0.058
1091.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.064	4	37.0	0.058
1092.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1093.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1094.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1095.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1096.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1097.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1098.00	1	33.7	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1099.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.3	0.065	4	36.9	0.058
1100.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.2	0.065	4	36.9	0.058
1101.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.2	0.065	4	36.9	0.058
1102.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.2	0.064	4	36.9	0.058
1103.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.2	0.064	4	37.0	0.058
1104.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.2	0.064	4	37.0	0.058
1105.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.2	0.064	4	37.0	0.058
1106.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.064	4	37.0	0.058
1107.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.064	4	37.0	0.058
1108.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.065	4	37.0	0.058
1109.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.4	0.065	4	37.0	0.058
1110.00	1	33.9	0.053	2	37.1	0.058	3	41.4	0.065	4	37.1	0.058
1111.00	1	33.9	0.053	2	37.1	0.058	3	41.4	0.065	4	37.1	0.058
1112.00	1	33.9	0.053	2	37.0	0.058	3	41.5	0.065	4	37.0	0.058
1113.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.4	0.065	4	37.0	0.058
1114.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.4	0.065	4	37.0	0.058
1115.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.3	0.064	4	37.0	0.058
1116.00	1	33.8	0.053	2	37.0	0.058	3	41.2	0.064	4	37.0	0.058
1117.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.2	0.064	4	36.9	0.058
1118.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.1	0.064	4	36.9	0.058
1119.00	1	33.8	0.053	2	36.9	0.058	3	41.1	0.064	4	36.9	0.058
1120.00	1	33.7	0.053	2	36.8	0.058	3	41.1	0.064	4	36.8	0.058
1121.00	1	33.7	0.053	2	36.8	0.058	3	41.1	0.064	4	36.8	0.058

Catatan : untuk arah datang gelombang 180°

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                             *
*                                     February 20, 2008                       *
*      MOORING TAUT CONDITION - WIRE ROPE 100 mm                            *
*                                                                              *
*****
    
```

+++ CONNECTOR FORCE MAGNITUDES +++

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Event	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.
1716.00	1	45.3	0.032	2	55.4	0.039	3	55.4	0.039	4	45.3	0.032
1717.00	1	45.1	0.032	2	54.6	0.039	3	54.7	0.039	4	45.1	0.032
1718.00	1	45.0	0.032	2	54.0	0.039	3	54.0	0.039	4	45.0	0.032
1719.00	1	45.0	0.032	2	53.4	0.039	3	53.4	0.038	4	45.0	0.032
1720.00	1	45.0	0.032	2	53.0	0.038	3	53.0	0.038	4	45.0	0.032
1721.00	1	45.1	0.032	2	52.8	0.038	3	52.8	0.038	4	45.1	0.032
1722.00	1	45.2	0.032	2	52.7	0.038	3	52.7	0.038	4	45.2	0.032
1723.00	1	45.4	0.032	2	52.8	0.038	3	52.8	0.038	4	45.4	0.032
1724.00	1	45.6	0.032	2	53.1	0.038	3	53.1	0.038	4	45.6	0.032
1725.00	1	45.9	0.032	2	53.5	0.038	3	53.5	0.038	4	45.9	0.032
1726.00	1	46.1	0.032	2	54.1	0.038	3	54.0	0.038	4	46.1	0.032
1727.00	1	46.4	0.032	2	54.7	0.038	3	54.6	0.038	4	46.4	0.032
1728.00	1	46.6	0.032	2	55.3	0.038	3	55.2	0.038	4	46.6	0.032
1729.00	1	46.9	0.032	2	55.8	0.038	3	55.7	0.038	4	46.9	0.032
1730.00	1	47.1	0.032	2	56.1	0.038	3	56.0	0.038	4	47.1	0.032
1731.00	1	47.2	0.032	2	56.1	0.038	3	56.1	0.038	4	47.2	0.032
1732.00	1	47.4	0.032	2	55.9	0.038	3	55.8	0.038	4	47.3	0.032
1733.00	1	47.4	0.032	2	55.4	0.038	3	55.3	0.038	4	47.4	0.032
1734.00	1	47.5	0.032	2	54.6	0.038	3	54.5	0.038	4	47.4	0.032
1735.00	1	47.4	0.032	2	53.7	0.038	3	53.6	0.038	4	47.4	0.032
1736.00	1	47.4	0.032	2	52.8	0.038	3	52.7	0.038	4	47.3	0.032
1737.00	1	47.3	0.032	2	52.0	0.037	3	51.9	0.037	4	47.2	0.032
1738.00	1	47.1	0.032	2	51.3	0.037	3	51.2	0.037	4	47.1	0.032
1739.00	1	47.0	0.032	2	50.8	0.037	3	50.7	0.037	4	46.9	0.032
1740.00	1	46.8	0.032	2	50.5	0.038	3	50.4	0.038	4	46.8	0.032
1741.00	1	46.8	0.032	2	50.3	0.038	3	50.2	0.038	4	46.7	0.032
1742.00	1	46.7	0.032	2	50.3	0.038	3	50.2	0.038	4	46.7	0.032
1743.00	1	46.7	0.032	2	50.4	0.038	3	50.3	0.038	4	46.7	0.032

1744.00	1	46.8	0.032	2	50.5	0.038	3	50.4	0.038	4	46.8	0.032
1745.00	1	46.9	0.032	2	50.7	0.038	3	50.6	0.038	4	46.9	0.032
1746.00	1	47.1	0.032	2	50.8	0.038	3	50.7	0.037	4	47.0	0.032
1747.00	1	47.3	0.032	2	51.0	0.037	3	50.9	0.037	4	47.2	0.032
1748.00	1	47.4	0.032	2	51.2	0.037	3	51.1	0.037	4	47.4	0.032
1749.00	1	47.6	0.032	2	51.4	0.037	3	51.3	0.037	4	47.5	0.032
1750.00	1	47.7	0.032	2	51.8	0.037	3	51.7	0.037	4	47.6	0.032
1751.00	1	47.7	0.032	2	52.2	0.037	3	52.1	0.037	4	47.7	0.032
1752.00	1	47.8	0.032	2	52.6	0.037	3	52.5	0.037	4	47.8	0.032
1753.00	1	47.8	0.032	2	53.0	0.037	3	52.9	0.037	4	47.8	0.032
1754.00	1	47.7	0.032	2	53.3	0.037	3	53.2	0.037	4	47.7	0.032
1755.00	1	47.7	0.032	2	53.4	0.037	3	53.4	0.037	4	47.6	0.032
1756.00	1	47.5	0.032	2	53.4	0.037	3	53.4	0.037	4	47.5	0.032
1757.00	1	47.4	0.032	2	53.2	0.037	3	53.1	0.037	4	47.4	0.032
1758.00	1	47.2	0.032	2	52.8	0.037	3	52.7	0.037	4	47.2	0.032
1759.00	1	46.9	0.032	2	52.3	0.037	3	52.3	0.037	4	46.9	0.032
1760.00	1	46.6	0.033	2	51.8	0.036	3	51.8	0.036	4	46.6	0.032
1761.00	1	46.3	0.033	2	51.3	0.036	3	51.3	0.036	4	46.3	0.033
1762.00	1	46.0	0.033	2	50.9	0.036	3	50.9	0.036	4	46.0	0.033
1763.00	1	45.8	0.033	2	50.6	0.036	3	50.6	0.036	4	45.8	0.033
1764.00	1	45.5	0.033	2	50.5	0.036	3	50.5	0.036	4	45.6	0.033
1765.00	1	45.4	0.033	2	50.5	0.036	3	50.5	0.036	4	45.4	0.033
1766.00	1	45.3	0.033	2	50.7	0.036	3	50.7	0.036	4	45.3	0.032
1767.00	1	45.3	0.033	2	51.0	0.037	3	51.0	0.036	4	45.3	0.032
1768.00	1	45.4	0.033	2	51.4	0.036	3	51.4	0.036	4	45.4	0.033
1769.00	1	45.5	0.033	2	51.8	0.036	3	51.9	0.036	4	45.6	0.033
1770.00	1	45.8	0.033	2	52.3	0.036	3	52.3	0.036	4	45.8	0.033
1771.00	1	46.0	0.033	2	52.7	0.036	3	52.8	0.036	4	46.1	0.033
1772.00	1	46.3	0.033	2	53.1	0.036	3	53.2	0.036	4	46.3	0.033
1773.00	1	46.6	0.033	2	53.5	0.036	3	53.5	0.036	4	46.6	0.033
1774.00	1	46.8	0.033	2	53.8	0.036	3	53.9	0.036	4	46.9	0.033
1775.00	1	47.1	0.033	2	54.2	0.036	3	54.2	0.036	4	47.1	0.033
1776.00	1	47.2	0.033	2	54.5	0.036	3	54.5	0.036	4	47.2	0.033
1777.00	1	47.3	0.033	2	54.8	0.036	3	54.8	0.036	4	47.3	0.033
1778.00	1	47.4	0.033	2	55.0	0.036	3	55.0	0.036	4	47.4	0.033
1779.00	1	47.4	0.033	2	55.1	0.036	3	55.1	0.036	4	47.4	0.033
1780.00	1	47.3	0.033	2	55.0	0.036	3	55.1	0.036	4	47.3	0.033
1781.00	1	47.2	0.033	2	54.8	0.036	3	54.8	0.036	4	47.3	0.033
1782.00	1	47.1	0.033	2	54.3	0.036	3	54.4	0.036	4	47.2	0.033
1783.00	1	47.0	0.033	2	53.7	0.036	3	53.7	0.036	4	47.0	0.033
1784.00	1	46.8	0.033	2	52.9	0.036	3	52.9	0.036	4	46.9	0.033
1785.00	1	46.7	0.033	2	52.0	0.036	3	52.1	0.036	4	46.7	0.033
1786.00	1	46.5	0.033	2	51.1	0.036	3	51.1	0.035	4	46.5	0.033
1787.00	1	46.3	0.033	2	50.3	0.035	3	50.3	0.035	4	46.3	0.033
1788.00	1	46.1	0.033	2	49.5	0.035	3	49.5	0.035	4	46.1	0.033

1789.00	1	46.0	0.033	2	48.8	0.035	3	48.8	0.035	4	46.0	0.033
1790.00	1	45.9	0.033	2	48.3	0.035	3	48.3	0.035	4	45.9	0.033
1791.00	1	45.8	0.033	2	47.9	0.035	3	47.9	0.035	4	45.8	0.033
1792.00	1	45.8	0.033	2	47.7	0.035	3	47.6	0.035	4	45.8	0.033
1793.00	1	45.9	0.033	2	47.6	0.035	3	47.6	0.035	4	45.9	0.033
1794.00	1	46.1	0.033	2	47.7	0.035	3	47.6	0.035	4	46.1	0.033
1795.00	1	46.4	0.033	2	47.9	0.035	3	47.9	0.035	4	46.3	0.033
1796.00	1	46.7	0.033	2	48.3	0.035	3	48.2	0.035	4	46.7	0.033
1797.00	1	47.1	0.033	2	48.7	0.035	3	48.7	0.035	4	47.0	0.033
1798.00	1	47.5	0.033	2	49.2	0.035	3	49.2	0.035	4	47.4	0.033
1799.00	1	47.9	0.033	2	49.7	0.035	3	49.7	0.035	4	47.9	0.033
1800.00	1	48.3	0.033	2	50.2	0.035	3	50.1	0.035	4	48.3	0.033

Catatan : untuk arah datang gelombang 135°

```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     February 21, 2008                          *
*      MOORING TAUT CONDITION - WIRE ROPE 100 mm                               *
*                                                                                   *
*****
    
```

+++ CONNECTOR FORCE MAGNITUDES +++

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Event	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.
1518.00	1	37.6	0.048	2	64.1	0.062	3	310.4	0.130	4	64.1	0.062
1519.00	1	35.0	0.048	2	55.0	0.062	3	204.3	0.121	4	55.0	0.062
1520.00	1	31.6	0.048	2	44.3	0.062	3	116.1	0.114	4	44.3	0.062
1521.00	1	27.9	0.048	2	32.9	0.062	3	44.4	0.110	4	32.9	0.062
1522.00	1	24.1	0.048	2	21.7	0.062	3	21.9	0.110	4	21.7	0.062
1523.00	1	20.7	0.048	2	12.2	0.062	3	90.0	0.113	4	12.2	0.062
1524.00	1	18.2	0.048	2	6.4	0.062	3	165.4	0.119	4	6.4	0.062
1525.00	1	16.6	0.048	2	7.0	0.062	3	240.1	0.126	4	7.0	0.062
1526.00	1	16.0	0.048	2	8.5	0.062	3	312.1	0.137	4	8.4	0.062
1527.00	1	16.6	0.047	2	7.7	0.062	3	351.3	0.146	4	7.7	0.062
1528.00	1	18.3	0.047	2	6.0	0.062	3	336.0	0.152	4	6.0	0.062
1529.00	1	21.0	0.047	2	9.7	0.062	3	267.7	0.154	4	9.7	0.062
1530.00	1	24.5	0.047	2	18.8	0.062	3	162.4	0.152	4	18.8	0.062
1531.00	1	28.7	0.047	2	30.3	0.062	3	42.7	0.148	4	30.3	0.062
1532.00	1	33.1	0.048	2	42.6	0.062	3	74.1	0.144	4	42.6	0.062
1533.00	1	37.3	0.048	2	54.5	0.062	3	178.2	0.142	4	54.5	0.062
1534.00	1	41.0	0.048	2	64.9	0.062	3	272.3	0.142	4	64.9	0.062
1535.00	1	43.8	0.048	2	73.1	0.062	3	358.7	0.146	4	73.0	0.062
1536.00	1	45.4	0.047	2	78.2	0.062	3	433.7	0.153	4	78.2	0.062
1537.00	1	45.8	0.047	2	79.8	0.062	3	484.8	0.161	4	79.8	0.062
1538.00	1	44.9	0.047	2	77.7	0.062	3	495.3	0.172	4	77.7	0.062
1539.00	1	42.9	0.047	2	72.0	0.062	3	448.9	0.182	4	72.0	0.062
1540.00	1	40.0	0.047	2	63.2	0.062	3	341.9	0.187	4	63.2	0.062
1541.00	1	36.4	0.047	2	52.0	0.062	3	189.2	0.188	4	52.0	0.062
1542.00	1	32.4	0.047	2	39.6	0.062	3	18.1	0.185	4	39.6	0.062
1543.00	1	28.3	0.047	2	27.1	0.062	3	149.2	0.181	4	27.1	0.062
1544.00	1	24.6	0.047	2	15.9	0.062	3	294.1	0.178	4	15.9	0.062
1545.00	1	21.5	0.047	2	8.0	0.062	3	416.4	0.179	4	8.0	0.062

1546.00	1	19.4	0.047	2	6.2	0.062	3	520.0	0.186	4	6.2	0.062
1547.00	1	18.5	0.047	2	7.2	0.062	3	601.3	0.200	4	7.2	0.062
1548.00	1	18.7	0.046	2	6.6	0.062	3	621.6	0.224	4	6.6	0.062
1549.00	1	20.2	0.046	2	6.5	0.062	3	565.9	0.250	4	6.5	0.062
1550.00	1	22.5	0.046	2	12.9	0.062	3	410.9	0.277	4	12.9	0.062
1551.00	1	25.6	0.046	2	23.5	0.062	3	194.4	0.295	4	23.5	0.062
1552.00	1	29.1	0.046	2	36.0	0.062	3	55.3	0.301	4	36.0	0.062
1553.00	1	32.6	0.046	2	48.5	0.062	3	295.6	0.292	4	48.5	0.062
1554.00	1	36.0	0.046	2	59.6	0.062	3	488.5	0.270	4	59.6	0.062
1555.00	1	38.8	0.046	2	68.2	0.062	3	606.8	0.240	4	68.2	0.062
1556.00	1	40.6	0.046	2	73.3	0.062	3	643.5	0.213	4	73.3	0.062
1557.00	1	41.2	0.047	2	74.7	0.062	3	623.7	0.196	4	74.7	0.062
1558.00	1	40.3	0.047	2	72.3	0.062	3	584.5	0.191	4	72.3	0.062
1559.00	1	38.1	0.047	2	66.5	0.062	3	535.7	0.200	4	66.5	0.062
1560.00	1	34.9	0.046	2	57.7	0.062	3	448.4	0.218	4	57.7	0.062
1561.00	1	31.1	0.046	2	46.9	0.062	3	307.0	0.239	4	46.9	0.062
1562.00	1	27.3	0.046	2	35.0	0.062	3	124.0	0.259	4	35.0	0.062
1563.00	1	23.5	0.046	2	23.3	0.062	3	72.9	0.275	4	23.3	0.062
1564.00	1	20.2	0.046	2	13.2	0.062	3	255.4	0.279	4	13.2	0.062
1565.00	1	17.6	0.046	2	6.8	0.062	3	396.9	0.267	4	6.8	0.062
1566.00	1	15.9	0.046	2	6.4	0.062	3	470.5	0.242	4	6.4	0.062
1567.00	1	15.1	0.046	2	7.3	0.062	3	463.2	0.214	4	7.3	0.062
1568.00	1	15.4	0.047	2	6.6	0.062	3	393.4	0.192	4	6.6	0.062
1569.00	1	16.7	0.047	2	6.5	0.062	3	297.0	0.181	4	6.5	0.062
1570.00	1	19.0	0.047	2	11.7	0.062	3	190.3	0.179	4	11.7	0.062
1571.00	1	22.0	0.047	2	20.9	0.062	3	62.5	0.190	4	20.9	0.062
1572.00	1	25.4	0.047	2	31.9	0.062	3	107.3	0.210	4	31.9	0.062
1573.00	1	28.7	0.046	2	43.3	0.062	3	321.0	0.240	4	43.3	0.062
1574.00	1	31.7	0.046	2	54.0	0.062	3	548.0	0.273	4	54.0	0.062
1575.00	1	34.0	0.046	2	62.8	0.062	3	747.8	0.302	4	62.8	0.062
1576.00	1	35.5	0.045	2	68.7	0.062	3	880.3	0.322	4	68.7	0.062
1577.00	1	36.2	0.045	2	71.0	0.062	3	930.1	0.328	4	71.0	0.062
1578.00	1	35.8	0.045	2	69.5	0.062	3	889.7	0.321	4	69.5	0.062
1579.00	1	34.6	0.046	2	64.3	0.062	3	766.7	0.302	4	64.3	0.062
1580.00	1	32.4	0.046	2	55.9	0.062	3	575.6	0.278	4	55.9	0.062
1581.00	1	29.5	0.046	2	45.3	0.062	3	352.8	0.253	4	45.3	0.062
1582.00	1	26.2	0.046	2	33.6	0.062	3	128.6	0.231	4	33.6	0.062
1583.00	1	22.8	0.046	2	22.1	0.062	3	71.0	0.214	4	22.1	0.062
1584.00	1	19.7	0.047	2	12.3	0.062	3	235.0	0.203	4	12.3	0.062
1585.00	1	17.4	0.047	2	6.5	0.062	3	358.3	0.199	4	6.5	0.062
1586.00	1	15.9	0.047	2	6.7	0.062	3	442.6	0.199	4	6.7	0.062
1587.00	1	15.6	0.047	2	7.6	0.062	3	481.6	0.200	4	7.7	0.062
1588.00	1	16.4	0.047	2	6.6	0.062	3	467.1	0.203	4	6.6	0.062
1589.00	1	18.2	0.047	2	6.7	0.062	3	396.2	0.203	4	6.6	0.062
1590.00	1	21.0	0.047	2	12.9	0.062	3	275.9	0.202	4	12.9	0.062

1591.00	1	24.6	0.047	2	23.0	0.062	3	123.1	0.198	4	23.0	0.062
1592.00	1	28.6	0.047	2	34.8	0.062	3	40.4	0.192	4	34.8	0.062
1593.00	1	32.8	0.047	2	46.7	0.062	3	191.1	0.184	4	46.7	0.062
1594.00	1	36.7	0.047	2	57.7	0.062	3	314.6	0.177	4	57.7	0.062
1595.00	1	40.0	0.047	2	66.7	0.062	3	403.3	0.170	4	66.7	0.062
1596.00	1	42.3	0.047	2	73.0	0.062	3	456.0	0.164	4	73.0	0.062
1597.00	1	43.6	0.047	2	76.0	0.062	3	474.9	0.162	4	76.0	0.062
1598.00	1	43.7	0.047	2	75.6	0.062	3	461.3	0.162	4	75.6	0.062
1599.00	1	42.6	0.047	2	71.8	0.062	3	416.2	0.163	4	71.8	0.062
1600.00	1	40.5	0.047	2	65.0	0.062	3	339.6	0.166	4	65.0	0.062
1601.00	1	37.5	0.047	2	55.9	0.062	3	232.6	0.171	4	55.9	0.062
1602.00	1	34.1	0.047	2	45.2	0.062	3	98.6	0.178	4	45.2	0.062
1603.00	1	30.4	0.047	2	34.0	0.062	3	55.2	0.185	4	34.0	0.062
1604.00	1	27.0	0.047	2	23.3	0.062	3	211.5	0.190	4	23.3	0.062
1605.00	1	24.1	0.047	2	14.4	0.062	3	347.7	0.191	4	14.4	0.062
1606.00	1	21.9	0.047	2	8.4	0.062	3	439.5	0.187	4	8.4	0.062
1607.00	1	20.6	0.047	2	6.3	0.062	3	469.9	0.178	4	6.2	0.062
1608.00	1	20.3	0.047	2	6.1	0.062	3	434.2	0.163	4	6.1	0.062
1609.00	1	21.0	0.048	2	6.7	0.062	3	343.2	0.148	4	6.7	0.062
1610.00	1	22.7	0.048	2	10.1	0.062	3	229.5	0.132	4	10.1	0.062
1611.00	1	25.2	0.048	2	16.8	0.062	3	135.7	0.122	4	16.8	0.062
1612.00	1	28.4	0.048	2	25.8	0.062	3	56.9	0.116	4	25.8	0.062
1613.00	1	32.0	0.048	2	36.0	0.062	3	13.8	0.114	4	36.0	0.062
1614.00	1	35.5	0.048	2	46.6	0.062	3	79.5	0.115	4	46.6	0.062
1615.00	1	38.7	0.048	2	56.6	0.062	3	151.1	0.118	4	56.7	0.062
1616.00	1	41.3	0.048	2	65.3	0.062	3	228.5	0.124	4	65.3	0.062
1617.00	1	43.0	0.048	2	71.8	0.062	3	303.5	0.130	4	71.8	0.062
1618.00	1	43.8	0.048	2	75.4	0.062	3	365.9	0.136	4	75.5	0.062
1619.00	1	43.7	0.048	2	75.9	0.062	3	380.5	0.137	4	75.9	0.062
1620.00	1	42.6	0.048	2	72.9	0.062	3	339.1	0.132	4	72.9	0.062
1621.00	1	40.5	0.048	2	66.8	0.062	3	267.3	0.124	4	66.8	0.062
1622.00	1	37.5	0.048	2	58.0	0.062	3	185.3	0.115	4	58.1	0.062
1623.00	1	33.7	0.049	2	47.3	0.062	3	109.0	0.106	4	47.3	0.062
1624.00	1	29.3	0.049	2	35.6	0.062	3	51.5	0.098	4	35.6	0.062
1625.00	1	24.8	0.049	2	23.9	0.062	3	10.6	0.095	4	23.9	0.062
1626.00	1	20.6	0.049	2	13.4	0.062	3	27.2	0.093	4	13.4	0.062
1627.00	1	17.0	0.049	2	6.5	0.062	3	55.4	0.092	4	6.5	0.062
1628.00	1	14.4	0.049	2	7.4	0.062	3	76.5	0.092	4	7.5	0.062
1629.00	1	12.9	0.049	2	10.2	0.062	3	89.0	0.093	4	10.2	0.062
1630.00	1	12.5	0.049	2	10.6	0.062	3	90.9	0.093	4	10.6	0.062
1631.00	1	13.4	0.049	2	8.3	0.062	3	80.7	0.094	4	8.3	0.062
1632.00	1	15.4	0.049	2	6.0	0.062	3	58.8	0.094	4	6.0	0.062
1633.00	1	18.4	0.049	2	11.3	0.062	3	26.4	0.095	4	11.3	0.062
1634.00	1	22.3	0.049	2	21.6	0.062	3	17.2	0.096	4	21.6	0.062
1635.00	1	26.7	0.049	2	33.7	0.062	3	65.5	0.098	4	33.7	0.062

1636.00	1	31.2	0.049	2	46.2	0.062	3	123.1	0.101	4	46.3	0.062
1637.00	1	35.4	0.049	2	58.1	0.062	3	184.1	0.103	4	58.2	0.062
1638.00	1	39.1	0.049	2	68.4	0.062	3	235.6	0.104	4	68.4	0.062
1639.00	1	42.0	0.049	2	76.1	0.062	3	260.9	0.102	4	76.1	0.062
1640.00	1	44.0	0.049	2	80.7	0.062	3	249.1	0.097	4	80.7	0.062
1641.00	1	44.9	0.049	2	81.9	0.062	3	233.4	0.094	4	81.9	0.062
1642.00	1	44.6	0.050	2	79.4	0.062	3	199.9	0.089	4	79.5	0.062
1643.00	1	43.1	0.050	2	73.7	0.062	3	157.3	0.083	4	73.7	0.062
1644.00	1	40.4	0.050	2	65.1	0.062	3	116.2	0.078	4	65.2	0.062
1645.00	1	37.6	0.052	2	54.4	0.062	3	83.3	0.075	4	54.4	0.062
1646.00	1	32.5	0.052	2	42.4	0.062	3	58.7	0.073	4	42.4	0.062
1647.00	1	26.6	0.052	2	30.1	0.062	3	37.8	0.073	4	30.1	0.062
1648.00	1	21.7	0.051	2	18.5	0.062	3	15.8	0.075	4	18.5	0.062
1649.00	1	18.4	0.050	2	9.2	0.062	3	12.9	0.078	4	9.2	0.062

Catatan : untuk arah datang gelombang 180°

```

*****
*** MOSES ***
-----
MOORING TAUT CONDITION - WIRE ROPE 124 mm
*****

```

February 21, 2008

+++ CONNECTOR FORCE MAGNITUDES +++

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Event	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.
1188.00	1	31.9	0.038	2	31.3	0.064	3	31.4	0.063	4	31.9	0.038
1189.00	1	31.7	0.038	2	31.4	0.064	3	31.6	0.064	4	31.8	0.038
1190.00	1	31.9	0.038	2	34.2	0.065	3	34.3	0.065	4	32.0	0.038
1191.00	1	32.4	0.038	2	39.1	0.064	3	39.3	0.064	4	32.5	0.038
1192.00	1	33.2	0.038	2	45.3	0.064	3	45.5	0.063	4	33.2	0.038
1193.00	1	34.2	0.038	2	51.8	0.062	3	51.9	0.062	4	34.3	0.038
1194.00	1	35.4	0.039	2	57.6	0.061	3	57.7	0.061	4	35.5	0.039
1195.00	1	36.7	0.039	2	62.6	0.060	3	62.7	0.060	4	36.7	0.039
1196.00	1	37.8	0.039	2	67.2	0.059	3	67.2	0.059	4	37.8	0.039
1197.00	1	38.7	0.039	2	72.0	0.059	3	72.1	0.059	4	38.7	0.039
1198.00	1	39.1	0.039	2	77.4	0.060	3	77.5	0.060	4	39.1	0.039
1199.00	1	39.3	0.038	2	82.9	0.061	3	83.0	0.061	4	39.3	0.038
1200.00	1	39.2	0.038	2	87.5	0.063	3	87.5	0.063	4	39.2	0.038
1201.00	1	38.9	0.038	2	90.1	0.064	3	90.2	0.064	4	38.9	0.038
1202.00	1	38.4	0.038	2	90.2	0.065	3	90.2	0.065	4	38.4	0.038
1203.00	1	38.0	0.037	2	87.2	0.066	3	87.2	0.066	4	38.0	0.037
1204.00	1	37.6	0.037	2	81.1	0.066	3	81.2	0.065	4	37.6	0.037
1205.00	1	37.1	0.038	2	73.0	0.065	3	73.1	0.065	4	37.1	0.038
1206.00	1	36.6	0.038	2	64.0	0.064	3	64.1	0.063	4	36.6	0.038
1207.00	1	35.9	0.038	2	55.3	0.062	3	55.4	0.062	4	35.9	0.038
1208.00	1	35.2	0.038	2	47.5	0.061	3	47.6	0.061	4	35.2	0.038
1209.00	1	34.3	0.039	2	40.8	0.061	3	40.9	0.061	4	34.3	0.039
1210.00	1	33.6	0.039	2	35.3	0.061	3	35.4	0.061	4	33.6	0.039
1211.00	1	33.0	0.038	2	30.8	0.061	3	30.9	0.061	4	33.0	0.038
1212.00	1	32.7	0.038	2	27.6	0.062	3	27.7	0.062	4	32.7	0.038
1213.00	1	32.7	0.038	2	26.0	0.063	3	26.1	0.062	4	32.7	0.038
1214.00	1	32.9	0.038	2	26.4	0.063	3	26.4	0.063	4	32.9	0.038
1215.00	1	33.4	0.038	2	29.0	0.064	3	29.0	0.064	4	33.4	0.038



1216.00	1	34.1	0.038	2	33.7	0.064	3	33.7	0.064	4	34.1	0.038
1217.00	1	35.1	0.038	2	40.0	0.064	3	40.0	0.064	4	35.1	0.038
1218.00	1	36.2	0.038	2	47.2	0.064	3	47.1	0.064	4	36.2	0.038
1219.00	1	37.5	0.038	2	54.4	0.063	3	54.3	0.063	4	37.5	0.038
1220.00	1	38.7	0.038	2	61.0	0.063	3	60.9	0.063	4	38.7	0.038
1221.00	1	39.8	0.038	2	66.8	0.062	3	66.7	0.062	4	39.8	0.038
1222.00	1	40.7	0.038	2	71.6	0.062	3	71.5	0.062	4	40.7	0.038
1223.00	1	41.3	0.038	2	75.5	0.062	3	75.3	0.062	4	41.3	0.038
1224.00	1	41.5	0.038	2	78.1	0.063	3	77.9	0.063	4	41.5	0.038
1225.00	1	41.4	0.038	2	79.2	0.063	3	79.0	0.063	4	41.4	0.038
1226.00	1	41.0	0.038	2	78.4	0.064	3	78.2	0.064	4	40.9	0.038
1227.00	1	40.3	0.038	2	75.2	0.065	3	75.0	0.065	4	40.3	0.038
1228.00	1	39.6	0.038	2	69.8	0.065	3	69.6	0.065	4	39.5	0.038
1229.00	1	38.7	0.038	2	62.5	0.065	3	62.4	0.065	4	38.7	0.038
1230.00	1	37.8	0.038	2	54.1	0.065	3	54.0	0.064	4	37.8	0.038
1231.00	1	36.9	0.038	2	45.6	0.064	3	45.5	0.064	4	36.8	0.038
1232.00	1	35.9	0.038	2	37.7	0.063	3	37.6	0.063	4	35.9	0.038
1233.00	1	35.0	0.038	2	31.2	0.063	3	31.0	0.063	4	35.0	0.038
1234.00	1	34.2	0.038	2	26.1	0.063	3	26.0	0.063	4	34.2	0.038
1235.00	1	33.7	0.038	2	22.8	0.063	3	22.7	0.063	4	33.6	0.038
1236.00	1	33.3	0.038	2	21.2	0.063	3	21.1	0.063	4	33.3	0.038
1237.00	1	33.3	0.038	2	21.5	0.064	3	21.5	0.064	4	33.3	0.038
1238.00	1	33.6	0.038	2	24.2	0.064	3	24.2	0.064	4	33.5	0.038
1239.00	1	34.0	0.038	2	29.4	0.065	3	29.3	0.065	4	34.0	0.038
1240.00	1	34.7	0.038	2	36.7	0.065	3	36.6	0.065	4	34.7	0.038
1241.00	1	35.6	0.038	2	45.3	0.065	3	45.3	0.065	4	35.6	0.038
1242.00	1	36.6	0.038	2	54.1	0.064	3	54.0	0.064	4	36.6	0.038
1243.00	1	37.7	0.038	2	61.8	0.063	3	61.8	0.063	4	37.7	0.038
1244.00	1	38.8	0.038	2	68.2	0.063	3	68.1	0.063	4	38.8	0.038
1245.00	1	39.6	0.038	2	73.2	0.062	3	73.1	0.062	4	39.6	0.038
1246.00	1	40.2	0.038	2	77.0	0.062	3	77.0	0.062	4	40.2	0.038
1247.00	1	40.3	0.038	2	80.0	0.062	3	79.9	0.062	4	40.3	0.038
1248.00	1	40.1	0.038	2	81.7	0.062	3	81.7	0.062	4	40.1	0.038
1249.00	1	39.6	0.038	2	81.9	0.063	3	81.9	0.063	4	39.6	0.038
1250.00	1	38.9	0.038	2	80.2	0.064	3	80.2	0.063	4	38.9	0.038
1251.00	1	38.1	0.038	2	76.6	0.064	3	76.6	0.064	4	38.1	0.038
1252.00	1	37.2	0.038	2	71.0	0.064	3	71.0	0.064	4	37.2	0.038
1253.00	1	36.3	0.038	2	64.1	0.064	3	64.2	0.064	4	36.3	0.038

Catatan : untuk arah datang gelombang 135°



```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     February 21, 2008                          *
*                                     MOORING TAUT CONDITION - WIRE ROPE 124 mm      *
*                                                                                   *
*****

```

+++ C O N N E C T O R F O R C E M A G N I T U D E S +++
=====

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Event	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.	Name	Magnit.	Mag/Ult.
1716.00	1	40.6	0.038	2	54.1	0.045	3	105.7	0.063	4	54.1	0.045
1717.00	1	40.3	0.038	2	53.6	0.045	3	103.9	0.064	4	53.6	0.045
1718.00	1	39.8	0.038	2	52.3	0.045	3	98.2	0.064	4	52.3	0.045
1719.00	1	39.1	0.038	2	50.3	0.045	3	89.3	0.064	4	50.3	0.045
1720.00	1	38.2	0.038	2	47.8	0.045	3	78.1	0.063	4	47.8	0.045
1721.00	1	37.0	0.038	2	44.9	0.045	3	65.9	0.063	4	44.9	0.045
1722.00	1	35.8	0.038	2	41.8	0.045	3	53.5	0.063	4	41.8	0.045
1723.00	1	34.5	0.038	2	38.8	0.045	3	41.6	0.063	4	38.8	0.045
1724.00	1	33.3	0.038	2	36.1	0.045	3	30.8	0.063	4	36.1	0.045
1725.00	1	32.4	0.038	2	33.8	0.045	3	21.4	0.063	4	33.8	0.045
1726.00	1	31.8	0.038	2	32.2	0.045	3	14.0	0.064	4	32.2	0.045
1727.00	1	31.5	0.037	2	31.4	0.045	3	10.0	0.066	4	31.4	0.045
1728.00	1	31.6	0.037	2	31.3	0.045	3	9.1	0.067	4	31.3	0.045
1729.00	1	32.0	0.037	2	32.1	0.045	3	9.1	0.068	4	32.1	0.045
1730.00	1	32.6	0.037	2	33.6	0.045	3	10.4	0.069	4	33.6	0.045
1731.00	1	33.6	0.036	2	35.8	0.045	3	16.3	0.069	4	35.8	0.045
1732.00	1	34.8	0.037	2	38.5	0.045	3	26.7	0.069	4	38.5	0.045
1733.00	1	36.2	0.037	2	41.5	0.045	3	38.9	0.068	4	41.5	0.045
1734.00	1	38.0	0.037	2	44.6	0.045	3	50.8	0.067	4	44.6	0.045
1735.00	1	39.8	0.037	2	47.6	0.045	3	61.1	0.066	4	47.6	0.045
1736.00	1	41.6	0.038	2	50.3	0.045	3	69.5	0.064	4	50.3	0.045
1737.00	1	42.9	0.038	2	52.5	0.045	3	76.4	0.064	4	52.5	0.045
1738.00	1	43.7	0.038	2	54.2	0.045	3	82.5	0.064	4	54.2	0.045
1739.00	1	43.8	0.038	2	55.2	0.045	3	87.8	0.065	4	55.2	0.045
1740.00	1	43.4	0.037	2	55.5	0.045	3	91.6	0.066	4	55.5	0.045
1741.00	1	42.4	0.037	2	55.0	0.045	3	93.0	0.068	4	55.0	0.045
1742.00	1	41.1	0.036	2	53.9	0.045	3	91.0	0.070	4	53.9	0.045
1743.00	1	39.9	0.036	2	52.0	0.045	3	86.3	0.072	4	52.0	0.045

1744.00	1	38.7	0.036	2	49.6	0.045	3	76.1	0.073	4	49.6	0.045
1745.00	1	37.7	0.036	2	46.7	0.045	3	60.2	0.073	4	46.7	0.045
1746.00	1	36.8	0.036	2	43.5	0.045	3	44.9	0.071	4	43.5	0.045
1747.00	1	35.7	0.036	2	40.4	0.045	3	31.1	0.070	4	40.4	0.045
1748.00	1	34.6	0.037	2	37.4	0.045	3	19.5	0.069	4	37.4	0.045
1749.00	1	33.5	0.037	2	34.8	0.045	3	11.6	0.069	4	34.8	0.045
1750.00	1	32.6	0.037	2	32.9	0.045	3	9.2	0.069	4	32.9	0.045
1751.00	1	32.0	0.037	2	31.7	0.045	3	10.7	0.069	4	31.7	0.045
1752.00	1	31.6	0.036	2	31.3	0.045	3	11.6	0.070	4	31.3	0.045
1753.00	1	31.6	0.036	2	31.8	0.045	3	13.5	0.073	4	31.8	0.045
1754.00	1	31.8	0.036	2	33.1	0.045	3	12.3	0.075	4	33.1	0.045
1755.00	1	32.3	0.036	2	35.2	0.045	3	9.7	0.077	4	35.2	0.045
1756.00	1	33.0	0.036	2	37.8	0.045	3	26.0	0.078	4	37.8	0.045
1757.00	1	33.9	0.036	2	40.8	0.045	3	49.8	0.077	4	40.8	0.045
1758.00	1	34.8	0.036	2	43.9	0.045	3	73.3	0.076	4	43.9	0.045
1759.00	1	35.7	0.036	2	46.9	0.045	3	93.9	0.075	4	46.9	0.045
1760.00	1	36.6	0.036	2	49.6	0.045	3	111.5	0.074	4	49.6	0.045
1761.00	1	37.2	0.036	2	51.8	0.045	3	127.8	0.075	4	51.8	0.045
1762.00	1	37.4	0.036	2	53.3	0.045	3	144.5	0.076	4	53.3	0.045
1763.00	1	37.3	0.036	2	54.1	0.045	3	161.6	0.078	4	54.1	0.045
1764.00	1	36.9	0.035	2	54.1	0.045	3	177.0	0.080	4	54.1	0.045
1765.00	1	36.3	0.035	2	53.3	0.045	3	186.6	0.083	4	53.3	0.045
1766.00	1	35.6	0.035	2	51.8	0.045	3	186.6	0.085	4	51.8	0.045
1767.00	1	34.8	0.035	2	49.7	0.045	3	175.1	0.087	4	49.7	0.045
1768.00	1	34.0	0.035	2	47.2	0.045	3	153.1	0.087	4	47.2	0.045
1769.00	1	33.2	0.035	2	44.4	0.045	3	124.5	0.086	4	44.4	0.045
1770.00	1	32.5	0.035	2	41.5	0.045	3	95.1	0.083	4	41.5	0.045
1771.00	1	31.7	0.036	2	38.8	0.045	3	69.9	0.080	4	38.8	0.045
1772.00	1	30.9	0.036	2	36.4	0.045	3	52.0	0.077	4	36.4	0.045
1773.00	1	30.3	0.036	2	34.6	0.045	3	41.3	0.074	4	34.6	0.045
1774.00	1	29.9	0.036	2	33.3	0.045	3	35.7	0.072	4	33.3	0.045
1775.00	1	29.7	0.036	2	32.8	0.045	3	32.8	0.071	4	32.8	0.045
1776.00	1	29.9	0.036	2	33.1	0.045	3	31.7	0.073	4	33.1	0.045
1777.00	1	30.3	0.036	2	34.1	0.045	3	33.4	0.075	4	34.1	0.045
1778.00	1	31.0	0.036	2	35.8	0.045	3	40.5	0.079	4	35.8	0.045
1779.00	1	31.8	0.035	2	38.1	0.045	3	55.7	0.083	4	38.1	0.045
1780.00	1	32.5	0.035	2	40.9	0.045	3	79.8	0.087	4	40.9	0.045
1781.00	1	33.3	0.035	2	43.9	0.045	3	110.1	0.090	4	43.9	0.045
1782.00	1	34.0	0.035	2	46.8	0.045	3	141.8	0.091	4	46.8	0.045
1783.00	1	34.7	0.035	2	49.5	0.045	3	168.4	0.092	4	49.5	0.045
1784.00	1	35.4	0.035	2	51.6	0.045	3	185.0	0.091	4	51.6	0.045
1785.00	1	36.1	0.035	2	53.1	0.045	3	189.2	0.090	4	53.1	0.045
1786.00	1	36.7	0.035	2	53.7	0.045	3	181.7	0.087	4	53.7	0.045
1787.00	1	37.0	0.035	2	53.4	0.045	3	165.4	0.085	4	53.4	0.045
1788.00	1	37.1	0.035	2	52.3	0.045	3	143.7	0.083	4	52.3	0.045

1789.00	1	36.9	0.035	2	50.5	0.045	3	119.6	0.081	4	50.4	0.045
1790.00	1	36.3	0.035	2	48.0	0.045	3	94.3	0.081	4	48.0	0.045
1791.00	1	35.6	0.035	2	45.1	0.045	3	67.8	0.081	4	45.1	0.045
1792.00	1	34.8	0.035	2	42.1	0.045	3	39.7	0.082	4	42.1	0.045
1793.00	1	33.9	0.035	2	39.2	0.045	3	12.3	0.083	4	39.2	0.045
1794.00	1	33.2	0.035	2	36.6	0.045	3	23.8	0.085	4	36.6	0.045
1795.00	1	32.7	0.035	2	34.6	0.045	3	51.3	0.087	4	34.6	0.045
1796.00	1	32.3	0.035	2	33.3	0.045	3	74.0	0.088	4	33.3	0.045
1797.00	1	32.2	0.035	2	32.8	0.045	3	87.9	0.090	4	32.8	0.045
1798.00	1	32.4	0.035	2	33.2	0.045	3	90.4	0.091	4	33.2	0.045
1799.00	1	32.8	0.035	2	34.5	0.045	3	80.4	0.091	4	34.5	0.045
1800.00	1	33.3	0.035	2	36.5	0.045	3	58.7	0.091	4	36.5	0.045

Catatan : untuk arah datang gelombang 180°



LAMPIRAN F
LEMBAR ASISTENSI

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Malang, 25 September 1983, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Santa Angela Surabaya, SD Jember Lor II Jember, SMPN 3 Jember dan SMUN 1 Jember. Setelah lulus dari SMUN tahun 2001, mengikuti UMPTN dan diterima di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS pada tahun 2001 dengan NRP 4301.100.033

Selama kuliah penulis lebih banyak menghabiskan waktunya di kegiatan luar kampus. Di Jurusan Teknik Kelautan ini Penulis mengambil Bidang Hidrodinamika Bangunan Lepas Pantai.