



TUGAS AKHIR - MO141326

Analisa *Ultimate* Tegangan Pada Struktur *Buoy Mooring* Akibat Gaya Yang Ditimbulkan Oleh Rantai Tambat

RESY AGATYA

4313100059

Dosen Pembimbing:

Ir. Murdjito, M.Sc., Eng

Dr. Eng. Rudi Walujo P, S.T., M.T

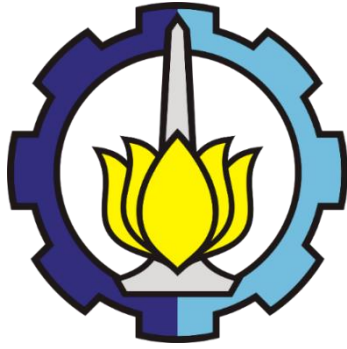
DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 60111

2017



FINAL PROJECT - MO141326

**Ultimate Analysis Of The Effect Of Chain Force To
Mooring Buoy Structure**

RESY AGATYA

4313100059

Supervisors:

Ir. Murdjito, M.Sc., Eng

Dr. Eng. Rudi Walujo P, S.T., M.T

OCEAN ENGINEERING DEPARTEMENT

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA 60111

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA *ULTIMATE* TEGANGAN PADA STRUKTUR *BUOY*
MOORING AKIBAT GAYA YANG DITIMBULKAN OLEH
RANTAI TAMBAT**



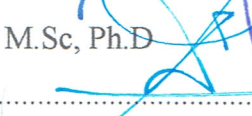


TUGAS AKHIR

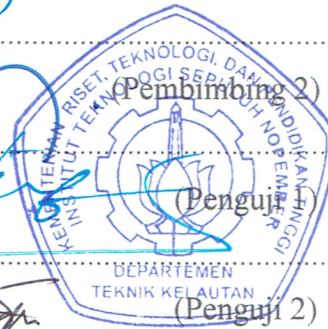
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Resy Agatya
NRP.4313100059

Disetujui oleh :

1. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng  (Pembimbing 1)
2. Dr. Eng. Rudi Walujo P, ST, MT  (Pembimbing 2)
3. Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc, Ph.D  (Penguji 1)
4. Ir. Mas Murtedjo M.Eng  (Penguji 2)
5. Agro Wisudawan, ST, MT  (Penguji 3)



**Analisa *Ultimate* Struktur *Buoy Mooring* Akibat Gaya yang Ditimbulkan
Oleh Rantai Tambat**

Nama Mahasiswa : Resy Agatya
NRP : 4313100059
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Murdjito, M.Sc.Eng
Dr. Eng. Rudi Walujo.P, ST, MT

ABSTRAK

Buoy merupakan salah satu fasilitas tambat kapal dan harus mampu menahan beban tarikan yang bekerja dari kapal tanker dan lingkungan saat ditambatkan. Dalam tugas akhir ini, dilakukan analisa besarnya tegangan sistem tambat maksimum yang terjadi pada struktur *buoy* akibat gaya tarik. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada struktur *buoy* akibat pengaruh besarnya gaya yang bekerja pada saat kapal ditambatkan. Penelitian ini dengan asumsi kapal tanker Aframax 12000 DWT. Dalam penelitian dilakukan permodelan untuk mengetahui karakteristik gerakan tanker maupun *buoy* dalam keadaan *free floating* pada kondisi muatan penuh dan *ballast*. Analisa dilanjutkan dengan mencari besarnya *tension* pada *mooring line* dan *hawser*. Analisa struktur dilakukan dengan permodelan FEM menggunakan *software* ANSYS Workbench 12. Analisis pada struktur *buoy* dilakukan untuk mengetahui distribusi tegangan pada struktur *buoy* akibat *tension mooring lines*. Dari hasil permodelan sistem tambat yang dilakukan, didapatkan hasil *tension* terbesar terjadi pada konfigurasi *in-line* konsisi *ballast* dengan *tension hawser* 1282,58 kN dengan *safety factor* 2,23 dan *tension mooring line* 1974.18 kN dengan *safety factor* 3,20. Untuk analisa tegangan pada struktur *buoy* didapat nilai tegangan maksimum struktur *buoy* yaitu sebesar 184,28 MPa. Sedangkan beban yang mampu diterima *buoy* hingga struktur tersebut mengalami kondisi *ultimate* akibat beban tambat yaitu sebesar 3206.46 kN pada *hawser* dan 4935.44 kN pada *mooring chain* sehingga tegangan maksimum yang terjadi pada struktur *buoy* sebesar 460,7 Mpa.

Kata Kunci – *Buoy, mooring system, tension mooring lines, vonmises*

Ultimate Analysis Of The Effect Of Chain Force To Mooring Buoy Structure

Nama Mahasiswa : Resy Agatya
NRP : 4313100059
Departement : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Murdjito, M.Sc.Eng
Dr. Eng. Rudi Walujo.P, ST., MT.

ABSTRACT

Buoy must be able to withstand the load on the tankers when moored. In this thesis, to analyze the magnitude of the maximum stress that occurs at the buoy structure. This analysis was conducted to determine the maximum stress that occurs in the buoy structure due to the influence of the magnitude of the force acting at the time the ship was moored. The study began by modeling Aframax tankers 12000 DWT. After that, an analysis was conducted to find out the characteristics of tanker and buoy movement due to environmental load in the free floating on full load condition and ballast. The analysis continues to find the amount of tension on the mooring line and hawser. The modeling is continued using ANSYS Workbench 12 software to find out the stress in the buoy structure due to the tension mooring lines. From the results of numerical modeling conducted, showed the greatest tension occurs in the in-line configuration with the ballast condition hawser tension 1282.58 kN with a safety factor of 2.23 and mooring line tension 1974.18 kN with a safety factor of 3.20. For stress analysis on the buoy structure obtained maximum value received buoy structure that is equal to 184.28 MPa. While the load can be accepted buoy until the structure has a ultimate condition that is 3206.46 kN in hawser and 4935.44 kN at mooring chain obtained maximum stress occurs at 460.7 MPa

Keywords – Buoy, mooring system, tension mooring lines, vonmises

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah puji syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancer. Sholawat serta salam juga penulis haturkan kepada junjungan seluruh umat manusia Rasulullah Muhammad SAW.

Tugas Akhir berjudul "ANALISA *ULTIMATE* TEGANGAN PADA STRUKTUR *BUOY MOORING* AKIBAT GAYA YANG DITIMBULKAN OLEH RANTAI TAMBAT". Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarkanan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tugas Akhir ini membahas tentang analisa tegangan yang terjadi pada struktur *buoy* yang digunakan untuk menambatkan kapal sehingga dapat diketahui kekuatan maksimum yang diterima struktur *buoy*.

Saya menyadari bahwa pengerjaan dan penulisan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga saya sangat mengharapkan kritik dan saran dari pihak lain. Akhir kata saya berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan serta bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 2017

Penullis

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kerja praktek dan penyelesaian laporan kerja praktek ini. Terimakasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan kemudahan yang selalu diberikan.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Muhammad dan Ibu Herawati atas kasih sayang, doa dan motivasi, nasihat, dukungan mental dan materil, serta perjuangan yang tidak pernah lelah demi memberikan pendidikan yang terbaik kepada penulis.
3. Adik tercinta, Raka Airlangga atas doa, semangat dan dukungan yang tiada henti kepada penulis.
4. Bapak Ir. Murdjito, M.Sc. Eng selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Eng Rudi Walujo P. ST., MT selaku dosen pembimbing II, yang selalu mendampingi saya dalam proses pengejaan Tugas Akhir. Penulis berterimakasih atas kesabaran, arahan, motivasi, nasihat, semangat serta ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu bermanfaat bagi penulis.
6. Bapak dan Ibu Karyawan Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah membantu memberikan informasi serta melaksanakan proses akademik
7. Sahabat “SMASA 13” Mira, Ardian, Hakiki, Juan, Ghani, Linta, Septia, Destri, Nida, Resty dan Juuda yang selalu memberikan bantuan, motivasi, doa, dukungan, semangat, dan menghibur penulis.
8. Sahabat “SURABAYA” Sytha, Nurika, Vilda, Anis, Dian, Naya yang selalu membantu dan setia mendengarkan keluh kesah penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Sahabat “GARIS KERAS” Pangsit dan Ampyang yang telah berusaha keras menyelesaikan TRB agar penulis dapat lulus tepat waktu.
10. Lusi Fadillah dan Udin yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.

11. Teman-Teman VALTAMERI dan seluruh pihak yang belum disebutkan satu persatu oleh penulis atas keterlibatan dan dukungannya sehingga skripsi ini terselesaikan.

Penulis mengucapkan pula permohonan maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga kedepannya skripsi ini dapat bermanfaat.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.LATAR BELAKANG	1
1.2.RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3.TUJUAN	2
1.4.MANFAAT.....	3
1.5.BATASAN MASALAH.....	3
1.6.SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1.TINJAUAN PUSTAKA	5
2.2.DASAR TEORI	6
2.2.1. Teori Dasar Gerak Bangunan Laut	6
2.2.2. Analisa Respons	7
2.2.3. Teori Analisa Dinamis	7
2.2.4. Konsep Pembebanan	10
2.2.5. Spektrum Gelombang.....	16
2.2.6. Respons Amplitude Operator.....	18
2.2.7. Spektra Respons	19
2.2.8. Jenis Mooring Line	19
2.2.9. Tension Pada Tali Tambat	20
2.2.10. Tegangan.....	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Metode Penelitian.....	23
3.2. Prosedur Penelitian.....	24
3.3. Pengumpulan Data	26
3.3.1. Data Tanker	26
3.3.2. Data <i>Buoy</i>	27
3.3.3. Data <i>Mooring</i>	27
3.3.4. Data <i>Hawser</i>	27
3.3.5. Data Lingkungan.....	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Permodelan dan Validasi Struktur	31
4.1.1. Permodelan dengan <i>Maxsurf</i>	31
4.1.2. Validasi dengan <i>Maxsurf</i>	34
4.1.3. Permodelan dengan <i>Moses</i>	36
4.1.4. Validasi Permodelan <i>Moses</i>	39
4.1.5. Permodelan dengan <i>Orcaflex</i>	40
4.2. Analisa Perilaku Gerak Tanker Pada Gelombang Reguler	42
4.3. Analisa Perilaku Gerak <i>Buoy</i> Pada Gelombang Reguler	52
4.4. Analisa Tension Pada <i>Single Buoy Mooring</i>	53
4.5. Model Struktur <i>Buoy</i>	56
4.6. Pembebanan Pada <i>Software ANSYS</i>	59
4.7. Analisa <i>Meshing Sensitivity</i>	59
4.8. Analisa Tegangan Struktur <i>buoy</i>	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	69

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>Single Buoy Mooring</i>	1
Gambar 2.1. <i>Six Degree Of Freedom</i>	6
Gambar 2.2. Pembebanan aksial pada batang tubular	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	23
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan).....	24
Gambar 3.3. <i>General Arrangement</i> Tanker 120000 DWT	26
Gambar 3.4. Lokasi Sistem <i>Buoy Mooring</i>	28
Gambar 4.1. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak isometric pada kondisi <i>full load</i>	31
Gambar 4.2. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak samping pada kondisi <i>full load</i>	32
Gambar 4.3. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak atas pada kondisi <i>full load</i>	32
Gambar 4.4. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak melintang pada kondisi <i>full load</i>	32
Gambar 4.5. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak isometric pada kondisi <i>ballast</i>	33
Gambar 4.6. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak samping pada kondisi <i>ballast</i>	33
Gambar 4.7. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak atas pada kondisi <i>ballast</i>	33
Gambar 4.8. Permodelan struktur tanker dengan <i>software Maxsurf</i> tampak melintang pada kondisi <i>ballast</i>	34
Gambar 4.9. Permodelan struktur tanker dengan <i>software MOSES</i> tampak isometric pada kondisi <i>full load</i>	36
Gambar 4.10. Permodelan struktur tanker dengan <i>software MOSES</i> tampak samping pada kondisi <i>full load</i>	37
Gambar 4.11. Permodelan struktur tanker dengan <i>software MOSES</i> tampak atas pada kondisi <i>full load</i>	37

Gambar 4.12. Permodelan struktur tanker dengan <i>software</i> MOSES tampak melintang pada kondisi <i>full load</i>	37
Gambar 4.13. Permodelan struktur tanker dengan <i>software</i> MOSES tampak isometric pada kondisi <i>ballast</i>	37
Gambar 4.14. Permodelan struktur tanker dengan <i>software</i> MOSES tampak samping pada kondisi <i>ballast</i>	38
Gambar 4.15. Permodelan struktur tanker dengan <i>software</i> MOSES tampak atas pada kondisi <i>ballast</i>	38
Gambar 4.16. Permodelan struktur tanker dengan <i>software</i> MOSES tampak melintang pada kondisi <i>ballast</i>	38
Gambar 4.17. Permodelan struktur <i>buoy</i> dengan <i>software</i> MOSES tampak isometric.....	39
Gambar 4.18. Permodelan <i>Orcaflex</i> kondisi <i>In-between</i> tampak atas	41
Gambar 4.19. Permodelan <i>Orcaflex</i> kondisi <i>In-between</i> tampak samping.....	41
Gambar 4.20. Permodelan <i>Orcaflex</i> kondisi <i>In-line</i> tampak atas	41
Gambar 4.21. Permodelan <i>Orcaflex</i> kondisi <i>In-line</i> tampak samping.....	42
Gambar 4.22. RAO gerakan <i>surge</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	42
Gambar 4.23. RAO gerakan <i>sway</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	43
Gambar 4.24. RAO gerakan <i>heave</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	44
Gambar 4.25. RAO gerakan <i>roll</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	45
Gambar 4.26. RAO gerakan <i>pitch</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	45
Gambar 4.27. RAO gerakan <i>yaw</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	46
Gambar 4.28. RAO gerakan <i>surge</i> tanker pada kondisi <i>ballast</i>	47
Gambar 4.29. RAO gerakan <i>sway</i> tanker pada kondisi <i>ballast</i>	48
Gambar 4.30. RAO gerakan <i>heave</i> tanker pada kondisi <i>ballast</i>	49
Gambar 4.31. RAO gerakan <i>roll</i> tanker pada kondisi <i>ballast</i>	50
Gambar 4.32 RAO gerakan <i>pitch</i> tanker pada kondisi <i>ballast</i>	50
Gambar 4.33. RAO gerakan <i>yaw</i> tanker pada kondisi <i>full load</i>	51

Gambar 4.34. RAO gerakan <i>translasi</i> pada struktur <i>buoy</i>	52
Gambar 4.35. RAO gerakan <i>rotasi</i> pada struktur <i>buoy</i>	53
Gambar 4.36. Desain Struktur <i>Buoy</i> Tampak Samping.....	57
Gambar 4.37. Desain Struktur <i>Buoy</i> Tampak Atas.....	57
Gambar 4.38. Permodelan Struktur <i>Buoy</i> Tampak Atas.....	58
Gambar 4.39. Permodelan Struktur <i>Buoy</i> Tampak Depan.....	58
Gambar 4.40. Permodelan Struktur <i>Buoy</i> Tampak Isometric.....	58
Gambar 4.41. Pembebanan <i>tension force</i> pada struktur <i>buoy</i>	59
Gambar 4.42. Hasil <i>Meshing</i> pada ANSYS.....	60
Gambar 4.43. Grafik Hasil <i>Meshing Sensitivity Analysis</i>	61
Gambar 4.44. <i>Boundary condition</i> pada struktur <i>buoy</i>	61
Gambar 4.45. Hasil tegangan von Mises pada model struktur <i>buoy</i>	62
Gambar 4.46. Letak tegangan von Mises terbesar pada struktur <i>buoy</i>	62
Gambar 4.47. Tegangan pada kondisi pembebanan 1.....	64
Gambar 4.48. Tegangan pada kondisi pembebanan 2.....	64
Gambar 4.49. Tegangan pada kondisi pembebanan 3.....	65
Gambar 4.50. Besar tegangan pada setiap kondisi pembebanan.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Amplitudo dan tinggi gelombang pada spectrum	16
Tabel 3.1. <i>Principal dimension</i> dari Tanker.....	26
Tabel 3.2. <i>Principal dimension</i> struktur <i>Buoy</i>	27
Tabel 3.3. Spesifikasi Properties Sistem Tambat.....	27
Tabel 3.4. Spesifikasi Properties <i>Hawser</i>	28
Tabel 3.5. Data lingkungan gelombang dan angin	29
Tabel 3.6. Data lingkungan arus	29
Tabel 4.1. Kriteria Validasi Model ABS.....	34
Tabel 4.2. Validasi permodelan <i>Maxsurf</i> dengan data awal kondisi <i>full load</i>	35
Tabel 4.3. Validasi permodelan <i>Maxsurf</i> dengan data awal kondisi <i>ballast</i>	35
Tabel 4.4. Data Hidrosatis Tanker Kondisi <i>Full Load</i>	35
Tabel 4.5. Data Hidrosatis Tanker Kondisi <i>Ballast</i>	36
Tabel 4.6. Validasi permodelan <i>Maxsurf</i> dengan Moses pada Tanker Kondisi <i>FullLoad</i>	39
Tabel 4.7. Validasi permodelan <i>Maxsurf</i> dengan Moses pada Tanker Kondisi <i>Ballast</i>	40
Tabel 4.8. Validasi permodelan Moses dengan data awal pada struktur <i>buoy</i> ...	40
Tabel. 4.9. Output <i>Tension</i> Maksimum <i>Orcaflex In-Between</i> Kondisi <i>FullLoad</i>	54
Tabel. 4.10. Output <i>Tension</i> Maksimum <i>Orcaflex In-Between</i> Kondisi <i>Ballast</i>	54
Tabel. 4.11. Output <i>Tension</i> Maksimum <i>Orcaflex In-Line</i> Kondisi <i>Full Load</i> .	55
Tabel. 4.12. Output <i>Tension</i> Maksimum <i>Orcaflex In-Line</i> Kondisi <i>Ballast</i>	56
Tabel. 4.11. Besar tegangan pada setiap ukuran <i>Meshing</i>	60
Tabel. 3.3. Skenario Pembebanan	63

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	PERMODELAN PADA MAXSURF
LAMPIRAN B	<i>OUTPUT</i> MOSES
LAMPIRAN C	<i>OUTPUT</i> ORCAFLEX

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kapal tanker merupakan salah satu jenis fasilitas terapung yang digunakan untuk mengangkut serta mendistribusikan bahan muatan baik berupa minyak, gas maupun bahan cair kimia. Dalam hal ini kapal tanker berperan besar dalam pendistribusian minyak. Pada saat proses *offloading-onflooding* di laut, kapal tanker membutuhkan suatu sistem tambat yang digunakan sebagai tambatan agar kapal tanker tetap berada pada posisinya.

Secara umum, konfigurasi sistem tambat untuk struktur terapung bisa berupa sistem tambat menyebar atau biasa disebut *Spread Mooring* dan sistem tambat titik tunggal yang biasa disebut dengan *Single Point Mooring* (SPM). Salah satu jenis sistem tambat tunggal adalah *Single Buoy Mooring*.

Buoy adalah salah satu bangunan apung yang digunakan untuk menambatkan kapal pada saat berada di perairan laut dalam ataupun menengah (Soegiono,2009). Sehingga *single buoy mooring* merupakan suatu sistem tambat yang digunakan untuk menambatkan kapal tanker dalam proses *loading-onloading* minyak. Pada sistem tambat *buoy*, *catenary mooring leg* terpasang pada *buoy*, termasuk fasilitas sehingga dimungkinkan tanker yang memungkinkan tanker untuk berputar disekitar *buoy* (*weathervening*).



Gambar 1.1. *Single Buoy Mooring* (www.leightonoffshore.com)

Gerakan (*motion*) dari suatu bangunan apung yang berlebihan seringkali mengakibatkan kegagalan pada suatu sistem. Pada saat beroperasi, gerakan kapal tanker sangat dipengaruhi oleh beban lingkungan dimana kapal tanker tersebut beroperasi. Beban lingkungan tersebut dapat berupa beban angin, beban gelombang, dan beban arus untuk arah pembebanan yang berbeda.

Beban lingkungan tersebut akan mengakibatkan gerakan pada kapal tanker. Gerakan yang terjadi pada kapal tanker menimbulkan adanya tegangan (*tension*) yang bekerja pada sistem tambat (Djarmiko,2012). *Tension* yang bekerja pada *mooring lines* maupun *hawser* tentunya akan menimbulkan tegangan (*stress*) pada *buoy* selama operasi. Tegangan yang terjadi pada *buoy* harus dianalisis apakah masih dalam batas aman atau tidak apabila kapal tanker sedang bertambat.

Buoy harus mampu menahan beban-beban yang bekerja pada kapal tanker saat ditambatkan pada proses *offloading-onflooding*. Apabila bagian ini mengalami kegagalan maka kegiatan distribusi bisa terhenti dan menyebabkan kerugian yang besar. Karena begitu pentingnya kegunaan *buoy mooring* maka diperlukan analisa tegangan maksimum yang terjadi pada *buoy mooring* agar suatu sistem dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi di laut tetap terjaga.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besarnya tegangan yang terjadi pada rantai *buoy* tambat ?
2. Berapa tegangan maksimum yang terjadi pada struktur *buoy* akibat pengaruh besarnya gaya yang bekerja pada rantai *buoy* tambat ?
3. Berapa besarnya beban maksimum yang mampu diterima struktur *buoy* hingga mengalami kondisi *ultimate* ?

1.3. TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan makalah ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besarnya tegangan yang terjadi pada rantai *buoy* tambat

2. Mengetahui besarnya tegangan maksimum yang terjadi pada struktur *buoy* akibat pengaruh besarnya gaya yang bekerja pada rantai *buoy* tambat
3. Mengetahui besarnya beban maksimum yang mampu diterima struktur *buoy* hingga mengalami kondisi *ultimate*

1.4. MANFAAT

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui besarnya gaya yang dialami oleh rantai *buoy* tambat sehingga tegangan maksimum yang terjadi akibat gaya tersebut pada struktur *buoy* dapat diketahui. Selain itu penelitian ini diharapkan bisa memperoleh besarnya beban maksimum yang mampu diterima struktur *buoy* hingga mengalami kondisi *ultimate*

1.5. BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tanker yang digunakan mempunyai ukuran 120000 DWT dengan acuan ukuran Aframax
2. Pada tugas akhir ini menggunakan bantuan *software* Maxsurf, *software* Moses, *software* Orcaflex, dan *software* Ansys
3. Gerak tanker yang ditinjau adalah 6 derajat kebebasan, yaitu gerak arah *surge*, *sway*, *heave*, *roll*, *pitch* dan *yaw*.
4. Analisa distribusi tegangan dengan *Fenite Element Method*.
5. Analisa dilakukan pada saat kondisi operasi.
6. Analisa dilakukan pada saat kondisi Tanker penuh dan *ballast*
7. Pembebanan lingkungan dilakukan pada arah *head seas* 180^0
8. Beban lingkungan yang ditinjau meliputi beban gelombang, beban arus, dan beban angin dengan masing masing beban diasumsikan bekerja searah.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir, manfaat yang diperoleh, serta ruang lingkup penelitian untuk membatasi analisis yang dilakukan dalam tugas akhir.

2. Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Bab ini berisi referensi dan juga teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam menyelesaikan tugas akhir. Referensi tersebut bersumber pada jurnal lokal maupun internasional, literatur, *rules/code* dan juga buku yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

3. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang alur pengerjaan tugas akhir dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang diangkat dalam bentuk diagram alir atau *flow chart* yang disusun secara sistematis yang dilengkapi pula dengan data-data penelitian serta penjelasan detail untuk setiap langkah pengerjaannya.

4. Analisis dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang pengolahan data yang diperoleh, kemudian pemodelan struktur dan pemodelan sistem tambat. Selanjutnya, dalam bab ini juga dilakukan pembahasan dan pengolahan *output* yang diperoleh dari *running software* yang mencakup analisa tegangan pada rantai *buoy* tambat sehingga berpengaruh pada distribusi tegangan struktur *buoy*.

5. Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang merupakan uraian singkat dari keseluruhan hasil analisis yang diharapkan bisa menjawab rumusan masalah yang ada pada Bab I. Pada bab ini juga berisikan saran yang bermanfaat guna keberlanjutan penelitian terkait kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam beberapa tahun terakhir, kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi mulai merambah ke laut dalam (Arifin). Pengeboran minyak di laut harus didukung dengan sarana prasarana operasional yang baik. Salah satu sarana operasional yang dibutuhkan adalah kapal tanker. Pada saat proses *offloading-onflooding* di laut, kapal tanker membutuhkan suatu sistem tambat yang digunakan sebagai tambatan agar kapal tanker tetap berada pada posisinya.

Single buoy mooring merupakan suatu sistem tambat yang digunakan untuk menambatkan kapal tanker dalam proses *loading-onloading* di kilang minyak. Pada sistem tambat *buoy*, *catenary mooring leg* terpasang pada *buoy*, termasuk *bearing* yang memungkinkan tanker untuk berputar disekitar *buoy* (*weathervening*).

Penelitian perihal pengaruh *buoy* terhadap sistem tambat telah dilakukan oleh Mavrakos (1997). Penelitian ini menjelaskan pengaruh karakteristik *buoy* (jumlah, ukuran dan lokasi pemasangan *buoy*) terhadap perilaku dinamis dari tali tambat *wire* di laut dalam. Metode numeric dalam domain waktu dan frekuensi disajikan untuk mengevaluasi *tension* dinamis dan gerakan tali tambat.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Mauliani (2015). Penelitian ini dilakukan analisa kekuatan struktur global *buoy* pada *single point mooring* FSO Arco Ardjuna. *Buoy* pada sistem tambat FSO Arco Ardjuna telah memasuki umur operasi sehingga memerlukan adanya analisis ulang kekuatan global dari struktur *buoy*. Dengan mengetahui gerakan dari FSO dan *single point mooring*, maka dapat diketahui besar *tension hawser*, sehingga dapat dianalisis pengaruhnya terhadap konstruksi *buoy* dan dianggap aman dalam beroperasi.

Penelitian tentang kekuatan *bollard* dilakukan oleh Purwanti (2015). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan lokal maksimum yang terjadi pada *bollard* dengan terlebih dahulu menganalisis tegangan maksimum dari rantai jangkar. Analisis ini dilakukan karena adanya modifikasi pada sistem tambat yang

semula memakai SPOLS (*single point offshore loading system*) menjadi *spread mooring system*.

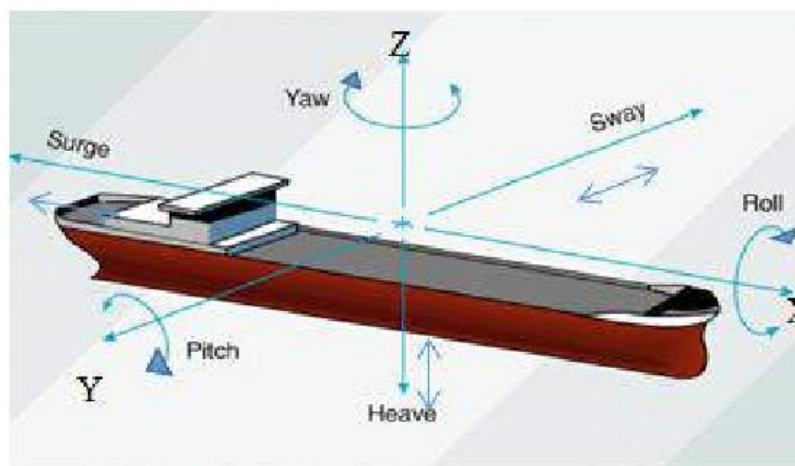
2.2. DASAR TEORI

2.2.1. Teori Dasar Gerak Bangunan Laut

Pada dasarnya benda yang mengapung mempunyai enam mode gerakan bebas yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu tiga mode gerakan translasional dan tiga mode gerakan rotasional (Soetomo,2010). Berikut adalah keenam mode gerakan tersebut:

1. Mode gerak translasional
 - *Surge*, gerak osilasi searah sumbu x
 - *Sway*, gerak osilasi searah sumbu y
 - *Heave*, gerak searah sumbu z
2. Mode gerak rotasional
 - *Roll*, gerakan rotasional arah sumbu x
 - *Pitch*, gerakan ritasional arah sumbu y
 - *Yaw*, gerakan ritasional arah sumbu z

Definisi gerakan bangunan laut dalam enam derajat kebebasan dapat dijelaskan dengan Gambar (3.1) Dengan memakai konversi sumbu tangan kanan tiga gerakan translasi pada arah sumbu x,y dan z, adalah masing-masing *Surge* (ζ_1), *Sway* (ζ_2) dan *Heave* (ζ_3), sedangkan untuk gerak rotasi terhadap ketiga sumbu adalah *Roll* (ζ_4), *Pitch* (ζ_5) dan *Yaw* (ζ_6)



Gambar 2.1 *Six Degree Of Freedom*

2.2.2. Analisa Respons

Menurut Kwan (1991), respon struktur terhadap gerakan frekuensi gelombang biasanya diprediksi dengan salah satu dari dua metode berikut :

1. Analisa statis

Dalam pendekatan ini, beban gelombang dinamis dicatat oleh *offset* statis kapal yang didefinisikan oleh gerakan gelombang yang diinduksi. Hanya gerakan horizontal yang dijadikan acuan. Beban yang disebabkan oleh gerakan *fairlead* vertikal dan dinamika sistem tambat itu sendiri, seperti efek masa, percepatan fluida dan redaman diabaikan.

2. Analisa dinamis

Analisa dinamis memperhitungkan respon dinamis dari tali tambat. Efek variasi waktu akibat masa tali tambat, redaman dan percepatan relatif fluida disertakan. Dalam pendekatan ini, gerakan *fairlead* variasi waktu dihitung dari gerakan *surge, sway, heave, pitch, roll* dan *yaw* struktur. Umumnya hal tersebut sudah cukup untuk menjelaskan gerakan vertikal dan horizontal yang dihasilkan *fairlead* pada tali tambat. Model dinamis komputer digunakan untuk memperdiksi respon tali tambat terhadap gerakan *fairlead*.

2.2.3. Teori Analisa Dinamis

Berdasarkan DNV OS E301 (2008) metode analisa simulasi dinamis pada bangunan lepas pantai terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Analisa domain frekuensi

Analisa domain frekuensi adalah simulasi kejadian pada saat tertentu dengan interval frekuensi yang telah ditentukan sebelumnya. Metode ini bisa digunakan untuk memperkirakan respon gelombang acak, seperti gerakan dan percepatan *platform*, gaya tendon, dan sudut. Keuntungan metode ini adalah tidak membutuhkan banyak waktu untuk perhitungan, *input* dan *output* juga lebih sering digunakan oleh perancang. Kekurangannya adalah untuk setiap persamaan *non-linear* harus diubah menjadi linier. Beberapa kasus dimana penggunaan analisa domain frekuensi untuk desain tambat memerlukan penelaahan secara cermat adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan kemiringan signifikan pada setiap titik dari tali tambat. Ini biasanya bukan masalah besar karena perubahan kemiringan tali tambat konvensional dapat diatasi, ketika sebagian besar situasi tali yang menerima beban diperiksa. Perubahan bentuk akan paling terasa pada tali yang diberi beban.
- b. Terjadinya diskontinuitas selama analisa dinamis. Kasus klasik, dimana metode domain frekuensi tidak akan optimal, kasus dimana *buoy* yang dekat dengan titik *touchdown* atau dimana *buoy* dekat dengan permukaan.
- c. Beban vertical pada jangkar. Metode domain frekuensi mungkin tidak cocok untuk kasus-kasus dimana terdapat beban vertical pada jangkar dibawah tegangan total dan tidak memenuhi atau dibawah tegangan rata-rata.
- d. Tali panjang di dasar. Metode domain frekuensi tidak dapat menghasilkan perkiraan yang baik untuk sistem tambat yang sangat *non-linear* seperti sistem dengan sebagian besar dari tali tambat tergeletak didasar laut.

Pada analisa frekuensi domain, keseimbangan dinamik dari system *linear* dapat ditunjukkan dalam persamaan (2.1)

$$M(\omega)\ddot{r} + C(\omega)\dot{r} + K(\omega)r = Xe^{i\omega t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan,

$M(\omega)$ = Matrik massa fungsi frekuensi (ton)

$C(\omega)$ = Matrik damping fungsi frekuensi (ton/s)

$K(\omega)$ = Matrik kekakuan fungsi frekuensi (kN/m)

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

r = Vektor *displacement* (m)

2. Analisa domain waktu

Analisa domain waktu adalah penyelesaian gerakan dinamis berdasarkan fungsi waktu. Pendekatan yang dilakukan dalam metode ini akan menggunakan

prosedur integrasi waktu dan menghasilkan respon *time history* berdasarkan fungsi waktu $x(t)$. Metode analisa domain waktu umumnya seperti program computer dapat digunakan untuk menganalisa semua situasi tali tambat dibawah pengaruh dinamika frekuensi gelombang. Periode awal harus dimaksimalkan untuk meminimalkan efek *transient*. Namun, metode ini membutuhkan proses lebih kompleks dan waktu yang lama. Hal ini membutuhkan simulasi *time history*. *Time history* memberikan hasil *tension* maksimum, beban jangkar, dan lain-lain

Pada analisis *time domain* keseimbangan dinamis dari sistem MDOF (*Multi Degree Of Freedom*) dapat ditunjukkan dalam persamaan (2.2)

$$F_1(t) + F_D(t) + F_s(t) = Q(t, r, i) \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan,

F_1 = Vektor gaya inersia (kN)

F_D = Vektor gaya redaman (kN)

F_s = Vektor gaya kekakuan (kN)

Q = Vektor gaya luar, harmonic atau fungsi stokastik dari waktu (kN)

Dengan menyelesaikan persamaan tersebut menggunakan prosedur integrasi terhadap waktu, didapat solusi pada pola respon *time history* (t). pada umumnya semua system matriks dimana terdapat factor masa, redaman, dan kekakuan yang dapat difungsikan sebagai respons terhadap waktu.

Analisa *time domain*, memperhatikan langkah integrasi terhadap waktu antara *vessel* dan tali tambat sehingga interaksi antara keduanya juga diperhitungkan. Persamaan yang digunakan dalam menghitung gerakan *vessel* (Shank, 2003) ditunjukkan dalam persamaan (2.3)

$$(M_s + M_a)\ddot{X}(t) = F_{df}(t) + F_{wf}(t) + F_h(t) + F_w(t) + F_c(t) + F_m(t) \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan,

M_s, M_a = Matriks massa struktur dan *added mass*

$\ddot{X}(t)$ = Vektor percepatan *vessel*

F_{df}	= Wave drift forces
F_{wf}	= Gaya gelombang akibat frekuensi gelombang
F_h	= Gaya Hidrostatik
F_w	= Gaya angin
F_c	= Gaya arus
F_m	= Gaya mooring line

Tugas Akhir ini menggunakan simulasi domain waktu sebagai metode untuk analisa dinamis dalam mencari nilai *tension* dan simulasi domain frekuensi untuk mencari RAO. Metode ini biasa digunakan pada kondisi ekstrim tetapi tidak digunakan untuk analisa kelelahan. *Output* dari simulasi domain waktu adalah :

- Simulasi gelombang regular dapat digunakan untuk memprediksi fungsi transfer dengan mengambil rasio amplitude respon dengan input amplitude gelombang.
- Spectrum respon dapat dihitung dari *time series*, informasi yang diberikan sama dengan domain frekuensi.
- Respon ekstrim dapat disimulasi langsung dari puncak respon selama simulasi *non-linier* (matrik sistem dan beban-beban eksternal) dapat dimodelkan dengan lebih tepat. Kerugiannya membutuhkan waktu perhitungan lebih. Menurut DNV OS E301 (2008), simulasi minimal adalah selama 3 jam.

2.2.4. Konsep Pembebanan

Dalam proses perancangan struktur lepas pantai, penentuan kemampuan kerja struktur dipengaruhi oleh beban yang bekerja pada struktur tersebut. Perancang harus menentukan akurasi beban yang dipakai dalam perancangan struktur terlebih dahulu. Menurut Soedjono (1999) beban yang harus dipertimbangkan dalam perancangan bangunan lepas pantai adalah sebagai berikut :

- **Beban Mati (*Dead load*)**
Adalah beban dari komponen kering serta beban-beban peralatan, perlengkapan dan permesinan yang tidak berubah dari mode operasi pada suatu struktur, meliputi: berat struktur, berat peralatan dari permesinan yang tidak digunakan untuk pengeboran atau proses pengeboran
- **Beban Hidup (*Live load*)**
Beban hidup adalah beban yang terjadi pada bangunan lepas pantai selama beroperasi dan bisa berubah dari mode operasi satu ke mode operasi yang lain.
- **Beban Akibat Kecelakaan (*Accidental load*)**
Beban kecelakaan merupakan beban yang tidak dapat diduga sebelumnya yang terjadi pada suatu bangunan lepas pantai, misalnya tabrakan dengan kapal pemandu operasi, putusnya tali tambat, kebakaran, letusan.
- **Beban Lingkungan (*Environmetal load*)**
Beban lingkungan adalah beban yang terjadi karena dipengaruhi oleh lingkungan dimana suatu bangunan lepas pantai dioperasikan atau bekerja.

Beban Gelombang

Gelombang terbentuk karena permukaan laut terkena hembusan angin terus menerus. Besarnya gelombang tergantung dari intensitas, jangka waktu, dan jarak angin berhembus. Perhitungan beban gelombang pada struktur lepas pantai merupakan salah satu tahapan utama yang sulit dilakukan dalam proses perancangan karena adanya kompleksitas aspek interaksi antara gelombang dengan struktur.

Menurut Indiyono (2003) beban gelombang merupakan beban terbesar yang ditimbulkan oleh beban lingkungan pada bangunan lepas pantai. Perhitungan beban gelombang dapat direpresentasikan dengan perhitungan gaya gelombang. Syarat pemilihan teori untuk perhitungan gaya gelombang didasarkan pada perbandingan antara diameter struktur (D) dengan panjang gelombang (λ) sebagai berikut :

$D/\lambda > 1$: Gelombang mendekati pantulan murni, persamaan morison tidak valid

$D/\lambda > 0,2$: Difraksi gelombang perlu diperhitungkan, persamaan morison tidak valid

$D/\lambda < 0,2$: Persamaan morison tidak valid

Teori yang digunakan dalam perhitungan gaya gelombang (Indiyono, 2003) adalah sebagai berikut :

a. Teori Morison

Persamaan morison mengasumsikan bahwa gelombang terdiri dari komponen gaya inersia dan *drag force* (hambatan) yang dijumlahkan secara linear. Persamaan morison lebih tepat diterapkan pada kasus struktur dimana gaya hambatan merupakan komponen yang dominan. Hal ini biasanya dijumpai pada struktur yang ukurannya (D) relative kecil dibandingkan dengan panjang gelombangnya (λ)

b. Teori Froude-Krylov

Froude-Krylov digunakan bilamana gaya hambatan relative kecil dan gaya inersia dianggap lebih berpengaruh, dimana struktur dianggap kecil. Teori ini mengadopsi metode tekanan gelombang *incident* dan bidang tekanan pada permukaan struktur. Keuntungan dari teori ini adalah untuk struktur yang simetris, perhitungan gaya dapat dilakukan dengan persamaan terangkai (*closed-form*) dan koefisien-koefisien gayanya mudah ditentukan.

c. Teori Difraksi

Bilamana suatu struktur mempunyai ukuran relatif besar, yakni memiliki ukuran yang kurang lebih sama dengan panjang gelombang, maka keberadaan struktur ini akan mempengaruhi timbulnya perubahan arah pada medan gelombang sekitarnya. Dalam hal ini difraksi gelombang dari permukaan struktur harus diperhitungkan dalam evaluasi gaya gelombang

Teori perhitungan gaya gelombang yang tepat untuk analisis *mooring* pada FPSO adalah teori difraksi dan teori gelombang yang digunakan adalah teori gelombang linier (*Airy*). Gaya gelombang difraksi mempunyai efek yang signifikan terhadap bangunan terapung di perairan laut dalam

Untuk gaya gelombang *time series* dapat dibangkitkan dari spectrum gelombang sebagai *first order* dan *second order*. *First order* adalah gelombang dengan periode kecil yang daerah pembangkitannya di daerah itu sendiri dan berpengaruh dominan pada gerakan bangunan apung. Berikut adalah persamaan gaya gelombang *first order*:

$$F_{wv}^{(1)}(t) = \sum_{i=1}^N F_{wv}^{(1)}(t)(\omega_1) \cos[\omega_i + \varepsilon_i] a_i \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

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

$F_{wv}^{(1)}(t)(\omega_1)$ = gaya *exciting* gelombang *first order* per unit amplitudo gelombang

ε_i = sudut fase komponen gelombang *first order*

a_i = amplitudo komponen gelombang *first order*

Second order adalah gelombang dengan periode tinggi yang daerah pembangkitannya tidak didaerah itu (jauh dari lokasi gelombang terjadi) dan berpengaruh dominan pada kekuatan system tambat. Berikut adalah persamaan gaya gelombang *second order*:

$$F_{wv}^{(2)}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_i a_j D_{ij} \cos[(\omega_i - \omega_j)t + (\varepsilon_i - \varepsilon_j)] \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

D_{ij} = *drift force* per unit amplitude gelombang

Beban Angin

Beban angina merupakan beban dinamis, namun beberapa struktur akan meresponnya pada model statis yang paling mendekati. Berdasarkan *OCIMF mooring equipment guidelines-1997*, beban angina dapat dihitung dengan persamaan :

Longitudinal wind force

$$F_{xw} = C_{xw} \left(\frac{\rho_w}{7600} \right) V_w^2 A_T \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

F_{xw} = Gaya angin longitudinal (kN)

C_{xw} = Koefisien gaya angin longitudinal non dimensional

ρ_w = Density udara = 1.223 Kg/m³ pada 20⁰C

V_w = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m (knot)

A_T = Luas penampang transversal diatas air (m²)

Lateral wind force

$$F_{yw} = C_{yw} \left(\frac{\rho_w}{7600} \right) V_w^2 A_L \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

F_{yw} = Gaya angin lateral (kN)

C_{yw} = Koefisien gaya angin transversal non dimensional

ρ_w = Density udara = 1.223 Kg/m³ pada 20⁰C

V_w = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m (knot)

A_L = Luas penampang longitudinal diatas air (m²)

Persamaan diatas adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya beban angin pada luasan struktur diatas permukaan air, data yang diperlukan dalam menghitung beban angin adalah besarnya luasan freeboard transversal dan longitudinal pada struktur, serta koefisien gaya angin yang didapatkan berdasarkan grafik penentuan koefisien gaya angin yang terdapat pada OCIMF *mooring equipment guidelines* – 1997

Beban Arus

Beban arus merupakan salah satu beban lingkungan yang memberikan gaya terhadap offshore structure. Sedangkan arus yang disebabkan oleh angin memiliki karakter yang sama, tetapi dalam fungsi linier berdasarkan OCIMF *mooring equipment guidelines* – 1997 dituliskan :

Longitudinal current force

$$F_{xc} = C_{xc} \left(\frac{\rho_c}{7600} \right) V_c^2 T L_{BP} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

- F_{xc} = gaya arus longitudinal (kN)
- C_{xc} = koefisien gaya arus longitudinal non dimensional
- ρ_c = density air laut = 1025 Kg/m³ pada 20⁰C
- V_c = kecepatan arus pada ketinggian 10 m (knot)
- T = draft kapal (m)
- L_{BP} = *Length between perpendicular* (m)

Lateral current force

$$F_{yc} = C_{yc} \left(\frac{\rho_c}{7600} \right) V_c^2 T L_{BP} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- F_{yc} = gaya arus lateral (kN)
- C_{yc} = koefisien gaya arus transversal non dimensional
- ρ_c = density air laut = 1025 Kg/m³ pada 20⁰C
- V_c = kecepatan arus pada ketinggian 10 m (knot)

T = draft kapal (m)

L_{BP} = *Length between perpendicular* (m)

Persamaan diatas adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya beban arus pada struktur, data yang diperlukan dalam menghitung beban arus adalah perbandingan kedalaman laut terhadap sarat kapal, jenis dari haluan kapal, koefisien gaya arus didapatkan berdasarkan grafik penentuan koefisien gaya angina yang terdapat pada OCIMF *mooring equipment guidelines* – 1997.

2.2.5. Spektrum Gelombang

Analisis spectrum energi gelombang didasarkan pada kondisi *real* laut yang ditinjau. Bila tidak ada maka dapat digunakan model spektrum yang dikeluarkan oleh berbagai instansi dengan mempertimbangkan kesamaan fisik lingkungan. Spektrum gelombang dapat dicari dengan analisa rekaman gelombang, dimana spectrum digambarkan dengan parameter statistic seperti tinggi gelombang signifikan dan periode rata-rata. Dari spectrum gelombang dapat diketahui parameter-parameter gelombang yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Amplitudo dan tinggi gelombang pada spectrum (Bhattacharya,1978)

Profil Gelombang	Amplitudo	Tinggi
Gelombang rata-rata	$1,25\sqrt{m_o}$	$2,5\sqrt{m_o}$
Gelombang signifikan	$2,00\sqrt{m_o}$	$4,00\sqrt{m_o}$
Rata-rata 1/10 gelombang tertinggi	$2,55\sqrt{m_o}$	$5,00\sqrt{m_o}$
Rata-rata 1/1000 gelombang	$3,44\sqrt{m_o}$	$6,67\sqrt{m_o}$

dimana:

$$m_o = \text{luasan dibawah kurva spectrum (zero momen)} = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega$$

Persamaan pada table diatas lebih memudahkan untuk menghitung nilai dari profil gelombang. Dimana faktor atau angka didepan akar m_o diperoleh

berdasarkan histogram tinggi gelombang dengan pendekatan matematis dari distribusi Rayleigh (Bhattacharya,1987)

Analisis spectrum gelombang dapat menggunakan beberapa teori spectrum gelombang yang telah ada, antara lain model spectrum JONSWAP, Pierson-Moskowitz, ISSC ataupun ITTC. Spektrum JONSWAP merupakan spectrum yang menggunakan lima parameter, namun biasanya tiga diantaranya adalah konstan (Hasselmann,1973).

Spektrum gelombang yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah spectrum JONSWAP. Persamaan spectrum JONSWAP merupakan modifikasi dari persamaan Pierson-Moskowitz yang disesuaikan dengan kondisi laut yang ada. Persamaan spectrum JONSWAP dapat ditulis dalam persamaan (2.10) berikut : (Djarmiko,2012).

$$S(\omega) = ag^2\omega^{-5} \exp \left[-1,25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma^{\exp \left[\frac{-(\omega-\omega_0)^2}{2\tau^2\omega_0^2} \right]} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan

$S(\omega)$ = spectrum gelombang

γ = parameter puncak (*peakedness parameter*)

τ = parameter bentuk (*shape parameter*)

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

α = $0,0076 (X_0)^{-0,22}$, untuk X_0 tidak diketahui $\alpha = 0.0081$

ω_0 = $2\pi \left(\frac{gX}{U_w} \right) (X_0)^{-0,33}$

X_0 = $\frac{gX}{U_w}$

X = panjang *fetch*

Sedangkan nilai parameter puncak (γ) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Barltrop, 1991)

$$\gamma = EXP \left[3.4843 \left(1 - 0.1975 \left(0.036 - 0.0056 \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \right) \frac{T_p^4}{H_s^2} \right) \right] \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana:

T_p = periode puncak spektra (sec.)

H_s = tinggi gelombang signifikan (m)

2.2.6. Response Amplitude Operator

Respons pada struktur lepas pantai (baik struktur terpancang maupun terapung) akibat gelombang regular dalam tiap-tiap frekuensi, dapat diketahui dengan menggunakan metode spektra. Nilai amplitude pada suatu respons secara umum hamper sama dengan amplitudo gelombang. Bentuk normal suatu respons dari system linier tidak berbeda dengan bentuk amplitudo gelombang dalam fungsi frekuensi

Response Amplitude Operator (RAO) adalah fungsi respons yang terjadi akibat gelombang dalam rentan frekuensi yang mengenai struktur. RAO dapat juga didefinisikan sebagai hubungan antara amplitude respons terhadap amplitude gelombang. Menurut Cakrabakti (1987) RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respons pada suatu struktur. Menurut Djatmiko (2012), response gerak RAO terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Respons gerak RAO untuk gerakan translasi yaitu *surge*, *sway*, dan *heave* (k=1,2,3 atau *x*, *y*, *z*), merupakan perbandingan langsung antara amplitude gerakannya disbanding dengan amplitude gelombang (dalam satuan panjang). Persamaan RAO untuk gerak translasi ditunjukkan dalam persamaan (2.12)

$$RAO = \frac{\zeta_{k0}}{\zeta_0} (m/m) \dots\dots\dots(2.12)$$

2. RAO gerakan rotasi yaitu *roll*, *pitch*, dan *yaw* (k=4,5,6 atau θ , ϕ , ψ) adalah perbandingan antara amplitudo gerakan rotasi dengan kemiringan gelombang (hasil kali antara angka gelombang dengan amplitude gelombang insiden). Persamaan untuk RAO gerakan rotasi ditunjukkan dalam persamaan (2.13)

$$RAO = \frac{\zeta_{k0}}{k_w \zeta_0} = \frac{\zeta_{k0}}{(\omega^2/g)\zeta_0} (rad/rad) \dots\dots\dots(2.13)$$

2.2.7. Spektra Respons

Spektra respon didefinisikan sebagai respon kerapatan energy pada struktur akibat gelombang. Pada sistem linier, fungsi dari RAO merupakan fungsi kuadrat. Spektra respon merupakan perkalian antara spectrum gelombang dengan RAO kuadrat, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$S_R(\omega) = [RAO(\omega)]^2 S(\omega) \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana,

S_R = spectra respon (m^2 –det/rad)

$S(\omega)$ = spectra gelombang (m^2 –det/rad)

$RAO(\omega)$ = *transfer function*

Spektra respon dapat digunakan untuk mengetahui besar respon maksimum yang mungkin terjadi dalam suatu rentang waktu.

2.2.8. Jenis Mooring Line

Menurut API RP 2SK (2005), tipe tali tambat yang digunakan pada struktur terapung dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

1. Semua tali tambat terbuat dari tali kabel (*wire rope*). *Wire rope* lebih ringan dari pada rantai. Karena itu, pada umumnya *wire rope* memiliki *restoring force* yang lebih di perairan laut dalam dan memerlukan *pre-tension* yang rendah dari pada rantai. Bagaimanapun juga, untuk menghindari terangkatnya jangkar dari dasar laut maka diperlukan *wire rope* yang sangat panjang. Kerusakan yang disebabkan oleh abrasi antara *wire rope* dengan dasar laut yang keras terkadang dapat menjadi suatu masalah. Terlebih lagi *wire rope* memerlukan perawatan yang sangat hati-hati. Korosi yang diakibatkan oleh kurangnya pelumasan atau kerusakan mekanik pada *wire rope* dapat menyebabkan lebih banyak kegagalan.
2. Semua tali tambat terbuat dari rantai (*chain*). Rantai telah menunjukkan keunggulannya pada operasi lepas pantai. Rantai juga memiliki daya tahan

yang lebih terhadap abrasi dasar laut dan memiliki kontribusi terhadap *holding anchor* yang sangat signifikan.

3. Kombinasi antara *chain* dan *wire rope*. Dengan pemilihan panjang yang tepat dari gabungan antara *wire rope* dan *chain*, maka akan diperoleh sistem tambat yang menguntungkan, yaitu : *pre-tension* yang rendah, *restoring force* yang tinggi dan *holding anchor* yang lebih besar dan daya tahan terhadap abrasi dasar laut yang bagus. Hal tersebut membuat sistem ini cocok digunakan pada operasi laut dalam.

2.2.9. *Tension* pada Tali Tambat

Gerakan pada *vessel* dan pengaruh lingkungan menyebabkan adanya tarikan pada tali tambat. *Tension* yang terjadi pada tali tambat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. *Mean Tension*

Tension pada tali tambat yang berkaitan dengan *mean offset* pada *vessel*.

2. *Maximum Tension*

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

Menurut Faltinsen (1990) perhitungan *tension* maksimum pada tali tambat dapat menggunakan persamaan (2.15)

$$T_{max} = T_H + w h \dots\dots\dots(2.15)$$

dengan,

T_{max} = *tension* maksimum tali tambat (ton)

T_H = horizontal *pre-tension* (ton)

w = berat *chain* di air (ton/m)

h = kedalaman laut (m)

Sedangkan menurut API RP 2SK (2005), *tension* maksimum dapat ditentukan dengan prosedur dibawah ini :

- a. $T_{ifmax} > T_{wfmax}$, maka:

$$T_{max} = T_{mean} + T_{ifmax} + T_{wfsig}$$
- b. $T_{wfmax} > T_{ifmax}$, maka :

$$T_{max} = T_{mean} + T_{wfmax} + T_{ifsig}$$

2.2.10. Tegangan (Stress)

Tegangan Normal

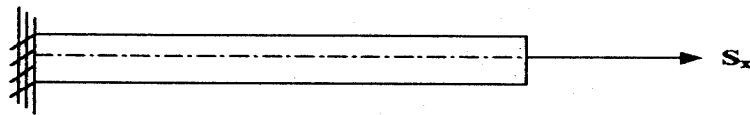
Tegangan normal (aksial) adalah intensitas gaya pada suatu titik yang tegak lurus atau normal terhadap penampang, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{S_x}{A} \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :

A = luas penampang (m²)

S_x = beban aksial (N)



Gambar 2.2 Pembebanan aksial pada batang tubular (Popov, 1993)

Pada batang-batang yang menahan gaya aksial saja, tegangan yang bekerja pada potongan yang tegak lurus terhadap sumbu batang adalah tegangan normal saja, tegangan geser tidak terjadi. Arah potongan ini juga memberikan tegangan normal maksimum dibandingkan arah-arrah potongan lainnya.

Selain akibat beban aksial, tegangan aksial dapat diakibatkan juga oleh momen lentur murni akibat kopel M yang terjadi disetiap ujungnya. Tegangan yang diakibatkan dengan adanya momen disebut sebagai *bending stress* atau tegangan lentur

Tegangan Geser (Shear)

Tegangan geser timbul dari komponen vector gaya yang parallel terhadap penampang material. Persamaan umum untuk menghitung tegangan geser rata-rata adalah :

$$\tau = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana :

τ = tegangan geser (Pa)

F = gaya yang bekerja (N)

A = luas penampang material dengan area parallel terhadap vektor gaya yang bekerja

Tegangan Von Mises

Tegangan von Mises merupakan kombinasi geometris dari semua tegangan, yakni tegangan normal dan tegangan geser, yang bekerja pada bagian tertentu suatu struktur. Tegangan von mises berlaku untuk material yang ulet (*ductile*). Jika tegangan von Mises pada bagian tertentu melebihi *yield strength*-nya, maka material akan luluh (*yielding*). Apabila tegangan von Mises melebihi *ultimate strength*, maka material tersebut akan pecah (*rupture*)

Berikut rumusan tegangan von Mises yang akan dibandingkan dengan tegangan ijin maksimum dari *yield strength* suatu material:

$$\sigma_{HVM} = [\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2]^{1/2} \dots \dots \dots (2.18)$$

dimana:

σ_{HVM} = tegangan von Mises (Pa)

σ_x = tegangan normal sumbu-x (Pa)

σ_y = tegangan normal sumbu-y (Pa)

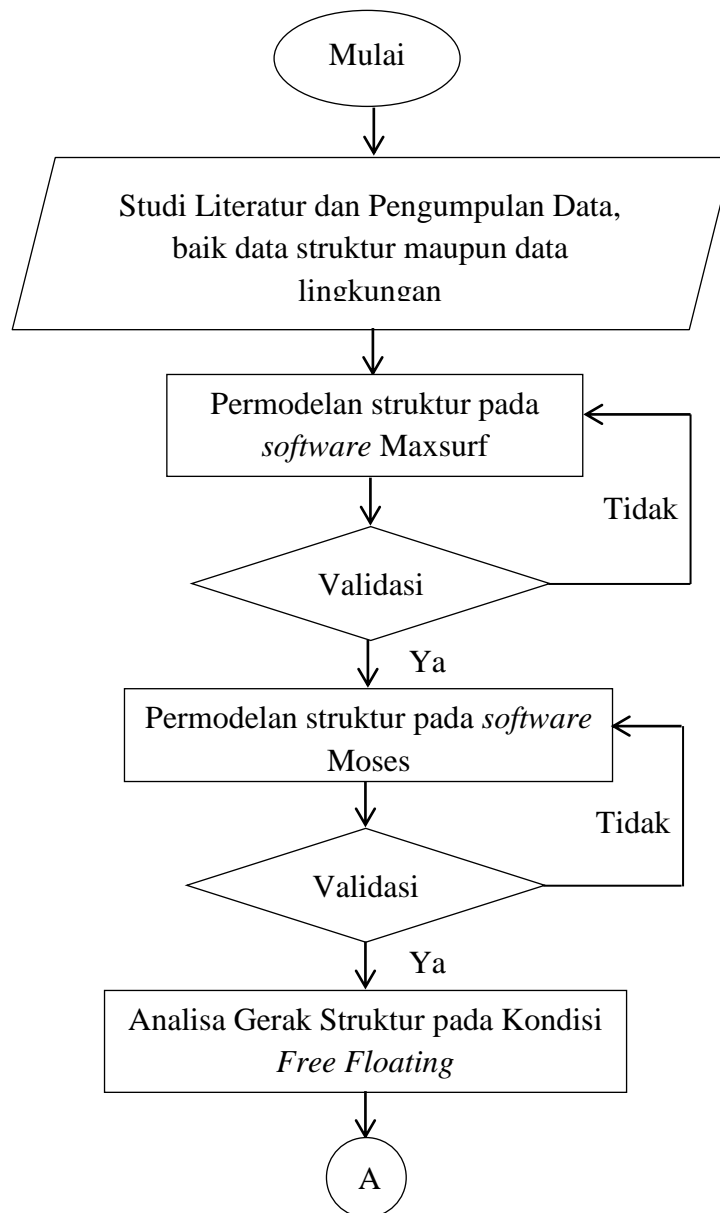
τ_{xy} = tegangan geser (Pa)

BAB III

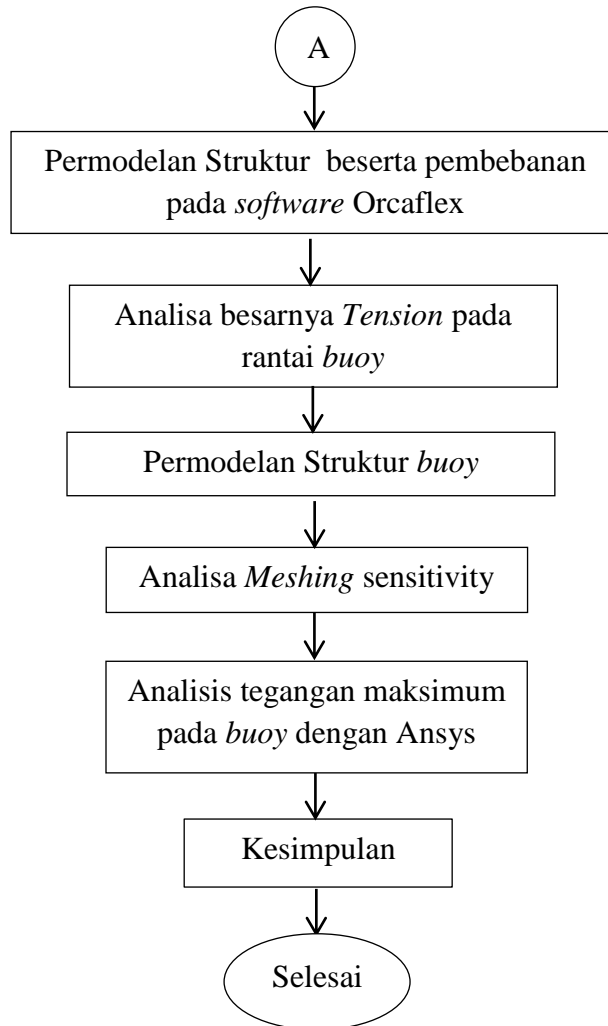
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2. PROSEDUR PENELITIAN

Diagram alir metode penelitian yang dipresentasikan dalam Gambar 3.1 dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi literature dan pengumpulan data

Pada tugas akhir ini, studi literature diambil dari berbagai sumber seperti buku, materi perkuliahan, jurnal dan penelitian sebelumnya termasuk laporan tugas akhir terdahulu yang memiliki keterkaitan topic serupa untuk mencari dasar teori yang relevan yang dibutuhkan selama pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu data yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini yaitu data struktur dan

data lingkungan di perairan Selat Bangka. Data struktur berupa data struktur tanker, *buoy*, *mooring* dan *hawser*. Sedangkan data lingkungan yang dibutuhkan adalah data gelombang, angin dan arus.

2. Permodelan Struktur

Permodelan struktur disini baik struktur kapal tanker maupun struktur *buoy* menggunakan bantuan *software* Maxsurf. Permodelan disini bertujuan untuk mendapatkan ordinat dan data hidrostatik model. Selanjutnya, ordinat yang didapat dari Maxsurf tersebut digunakan sebagai input ke *software* Moses. *Software* Moses digunakan untuk mendapat RAO, masa tambah maupun damping.

3. Validasi Model

Struktur yang sudah dibuat menggunakan *software* divalidasi berdasarkan data hidrostatik yang didapatkan dari data. Jika validasi data dianggap salah, maka model akan didesain ulang sampai menyerupai *body* asli. Struktur yang diperiksa kesesuaiannya adalah dengan parameter *displacement*.

4. Permodelan Struktur menggunakan *software* Orcaflex.

Permodelan struktur tanker, *buoy* maupun sistem tambat dilakukan dengan menggunakan *software* Orcaflex. *Output* Moses yang didapat sebelumnya digunakan sebagai data *input* pada *software* Orcaflex. Selain itu data lingkungan juga diinputkan pada *software* tersebut

5. Analisis tegangan

Tegangan pada struktur *buoy* dilakukan dengan *running* Ansys. Pada tahap ini struktur *buoy* dilakukan *meshing* terlebih dahulu dan selanjutnya beban-beban dimasukkan. Input beban diperoleh dari hasil analisis *tension* pada *mooring line* dan *hawser*. Kemudian dianalisis untuk mengetahui kekuatan struktur *buoy*

6. Kesimpulan.

Setelah diketahui tegangan pada struktur *buoy*, maka selanjutnya dapat ditarik kesimpulan berdasarkan perumusan masalah yang ada.

3.3. PENGUMPULAN DATA

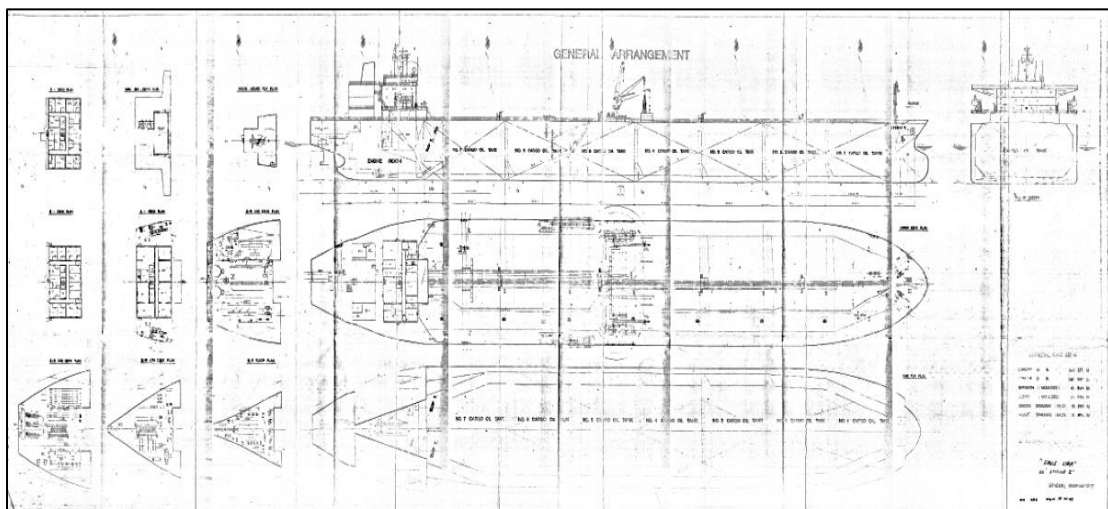
Data yang dibutuhkan pada tugas akhir ini adalah data struktur dan data lingkungan. Data struktur terdiri dari data Tanker, *Buoy*, *Mooring* dan *Hawser*

3.3.1. Data Tanker

Pada tugas akhir ini, kapal tanker yang digunakan adalah jenis Aframax. *Principal dimension* yang dipakai dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 3.1. *Principal dimension* dari Tanker

Parameter	Unit	Full Load	Ballast
Lpp	M	256	256
Breadth	M	43	43
Depth	M	22	22
Draft	M	15,5	7,8
KG	M	11,72	10,62
Displacement	Ton	141.126	65.700
Wind longitudinal area	m ²	946 m ²	1.342
Wind transverse area	m ²	2.142 m ²	4.285
K _{xx}	M	16,17	15,52
K _{yy}	M	72,66	69,67
K _{zz}	M	72,66	69,67



Gambar 3.3 *General Arrangement* Tanker 120.000DWT

3.3.2. Data Buoy

Principal dimension buoy yang digunakan dalam sistem *mooring* pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 3.2. *Principal dimension struktur Buoy*

BUOY DATA			
Diameter (m)	7,62		
Draft (m)	-1,30		
Height (m)	3,05		
Weight (t)	40		
Center of Gravity (m)	X	Y	Z
	0	0	1,45
Radius of Gyration (m)	X	Y	Z
	2,09	2,09	2,69

3.3.3. Data Mooring

Mooring yang digunakan pada penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.3. Spesifikasi Properties Sistem Tambat

Equipment	Units	Value
Mooring Chain		
Type	~	Studless
Diameter	mm	92
Lenght of mooring line	m	95
Anchor Line		
Type	~	Studless
Lenght of @ anchor line	m	55
Diameter	mm	105
MBL	Tons	892,25 (Grade 3)

3.3.4. Data Hawser

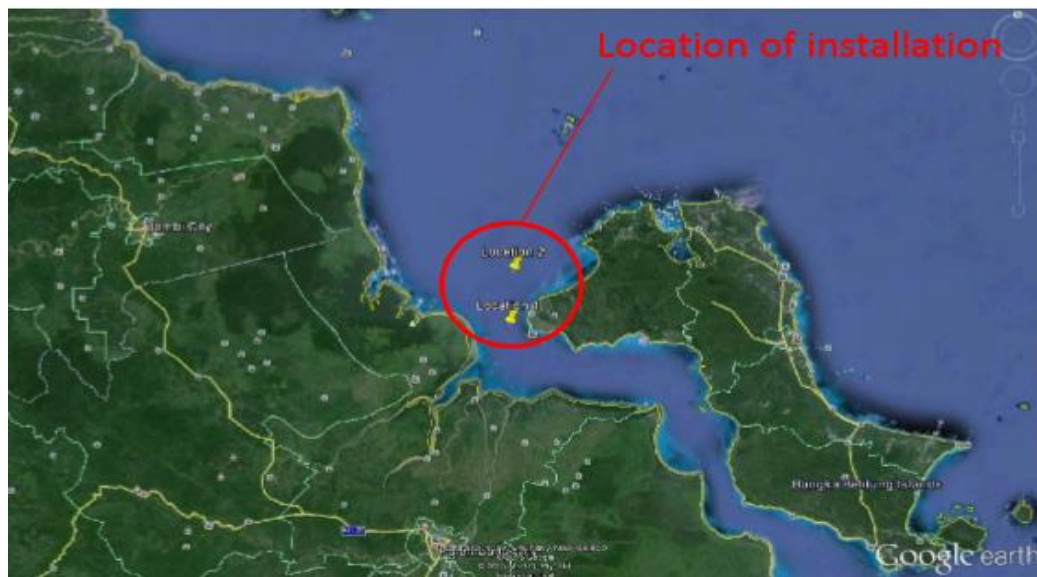
Hawser merupakan tali yang digunakan sebagai penghubung antara kapal tanker dengan *buoy* pada saat tambat. *Hawser* yang digunakan pada penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.4. Spesifikasi Properties *Hawser*

Hawser – BRAIDLINE NYLON			
Material	Nylon Braidline 2x56 mm		
Length	80 m		
MBL	146 tons/hawser Total MBL is 292 tons		
Axial stiffness	197.15 ton		
Fairlead coordinates on buoy regarding buoy COG	X (m)	Y (m)	Z (m)
	-2,00	0,00	2,74
Fairlead coordinates on Tanker regarding Tanker COG (Tanker Aframax Full)	-5,00	0,00	24,00

3.3.5. Data Lingkungan

Buoy mooring beroperasi di Selat Bangka seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.4. Lokasi sistem *buoy mooring*

Lokasi tersebut mempunyai kedalaman air sebagai berikut :

- LAT (*Lowest Astronomical Tide*) = 0,18 m
- HAT (*Highest Astronomical Tide*) = 3,98 m
- Kedalaman air = 54 m

Data lingkungan pada lokasi tersebut ditunjukkan pada **tabel 4.4** untuk data gelombang, angin dan **tabel 4.5** untuk data arus sebagai berikut :

Tabel 3.5. Data lingkungan gelombang dan angin (*Report Mooring System Selection for Bangka Strait Storage Tanker, Conoco Phillips*)

Wave Data						Wind Data		
1-year		10-years		50-years		1-year	10-years	50-years
Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	V (m/s)		
1,52	7,12	2,47	8,07	3,55	9,15	21,88	22,83	23,91

Tabel 3.6. Data lingkungan arus (*Report Mooring System Selection for Bangka Strait Storage Tanker, Conoco Phillips*)

% of depth (m)	1-year	10-years
	Speed (m/s)	
0	1,68	2,63
10	1,86	2,82
20	1,70	2,66
30	1,85	2,80
40	2,02	2,98
50	2,29	3,25
60	2,09	3,05
70	2,31	3,26
80	1,56	2,51
90	1,38	2,33
100	1,44	2,39

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

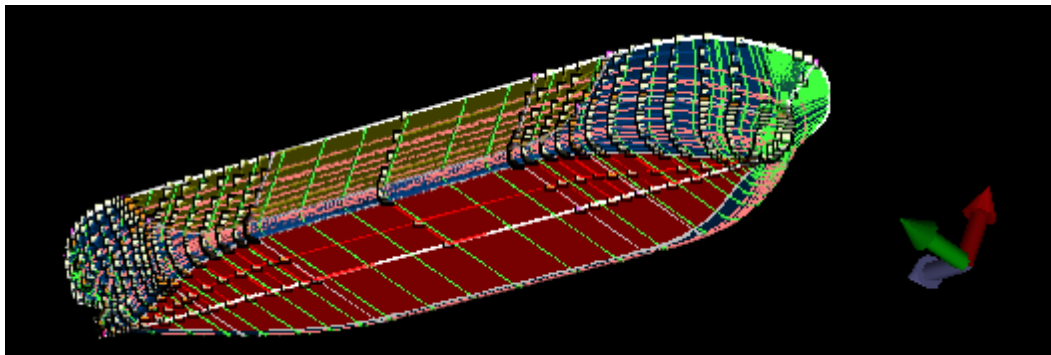
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. PERMODELAN DAN VALIDASI STRUKTUR

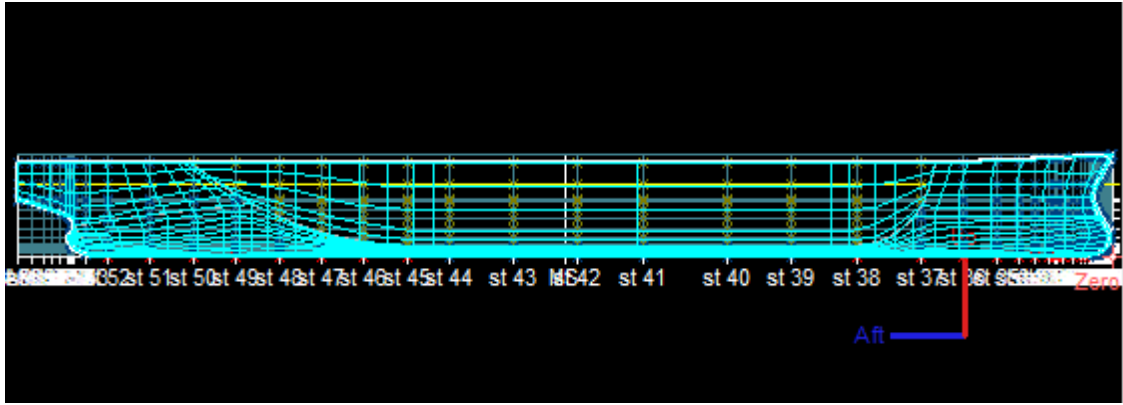
Permodelan struktur pada software dilakukan untuk menggambarkan struktur yang sebenarnya. Semakin persis model, maka tanker maupun *buoy* yang dimodelkan semakin mirip dengan ukuran sebenarnya. Permodelan yang dilakukan dalam tugas akhir ini terbagi menjadi tiga tahapan yaitu permodelan menggunakan *Maxsurf*, *Moses*, dan *Orcaflex*

4.1.1. Permodelan dengan *Maxsurf*

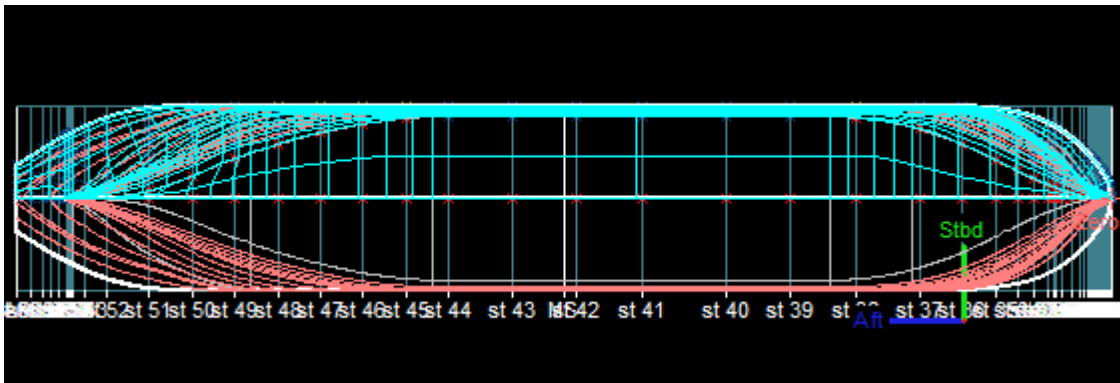
Permodelan awal yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah memodelkan struktur tanker dengan menggunakan *software Maxsurf* seperti yang ditunjukkan pada Gambar dibawah ini. Dari *software* ini akan diperoleh nilai hidrostatis tanker yang nantinya akan divalidasi dengan data. Apabila nilai hidrostatisnya sudah sesuai, permodelan tersebut dapat digunakan dalam *software* MOSES. Selain itu, pada *software Maxsurf* ini juga didapatkan koordinat yang dibutuhkan untuk mempermudah dalam permodelan dengan *software* MOSES. Pada *software* ini permodelan tanker dilakukan dalam kondisi *full load* dan kondisi *ballast*



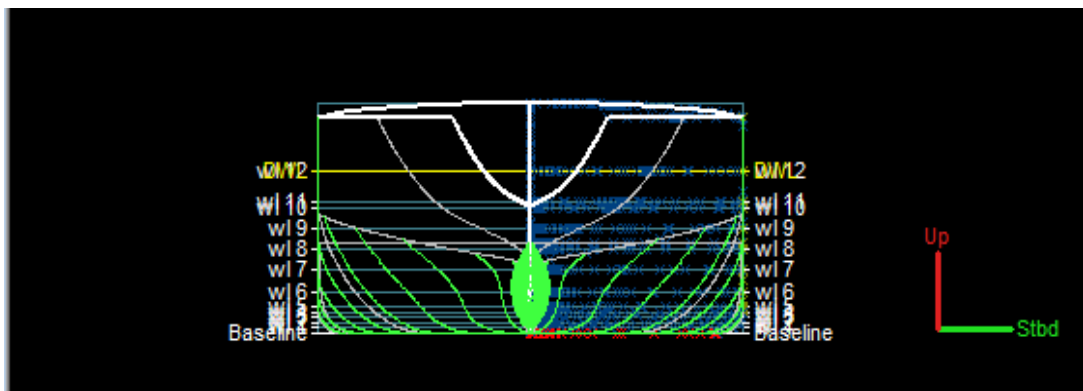
Gambar 4.1. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak isometric pada kondisi *full load*



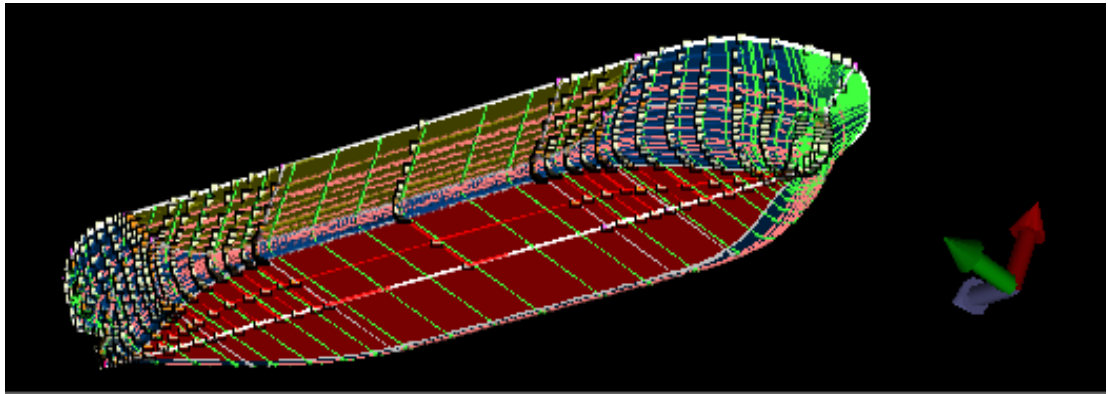
Gambar 4.2. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak samping pada kondisi *full load*



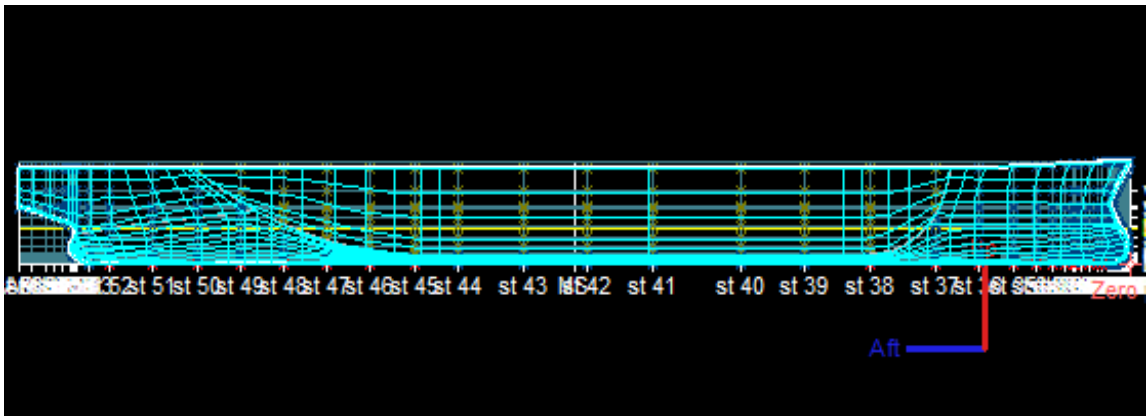
Gambar 4.3. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak atas pada kondisi *full load*



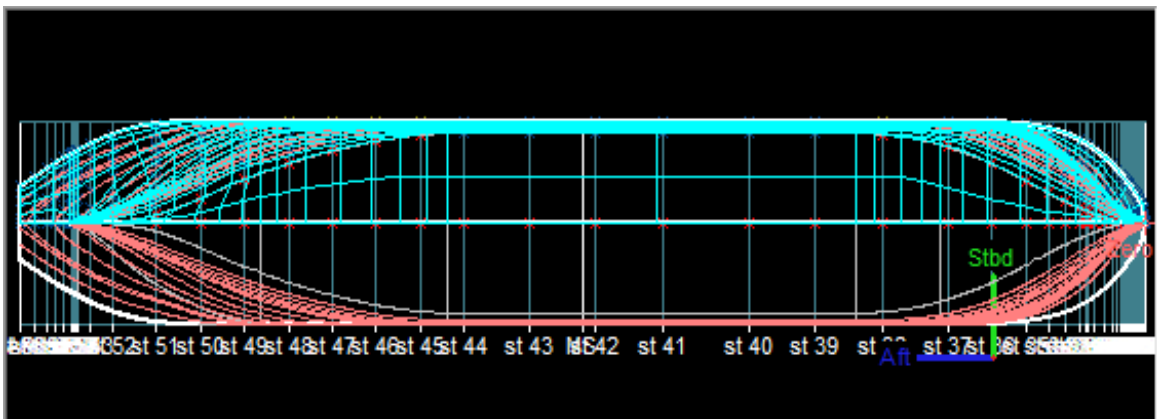
Gambar 4.4. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak melintang pada kondisi *full load*



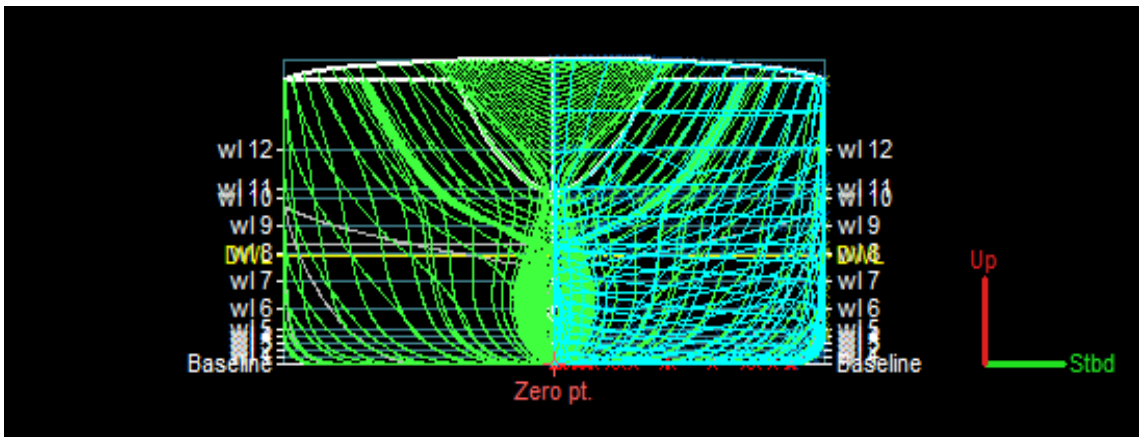
Gambar 4.5. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak isometric pada kondisi *ballast*



Gambar 4.6. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak samping pada kondisi *ballast*



Gambar 4.7. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak atas pada kondisi *ballast*



Gambar 4.8. Permodelan struktur tanker dengan *software Maxsurf* tampak melintang pada kondisi *ballast*

4.1.2. Validasi Permodelan *Maxsurf*

Setelah permodelan menggunakan *maxsurf* dilakukan, maka didapatkan data hidrostatis dari *software* tersebut. Data hidrostatis ini divalidasi agar didapatkan model struktur yang sama dengan keadaan sebenarnya. Validasi model dilakukan dengan membandingkan data hidrostatis yang dihasilkan *software* *Maxsurf* dengan data hidrostatis yang sudah ada. Kriteria yang digunakan sebagai acuan dalam validasi model adalah dari ABS (2012).

Tabel 4.1. Kriteria Validasi Model ABS (2012)

Displacement	2%
Longitudinal center of buoyancy, from AP	1% / 50 cm max
Vertical center of buoyancy	1% / 5 cm max
Transverse center of buoyancy	0.5% of B / 5 cm max
Longitudinal center of flotation, from AP	1% / 50 cm max
Moment to trim 1 cm	2%
Transverse metacentric height	1% / 5 cm max
Longitudinal metacentric height	1% / 50 cm max
Cross curve of stability	5 cm

Tabel 4.2. Validasi permodelan *Maxsurf* dengan data awal kondisi *full load*

Measurement	Data	Maxsurf	Koreksi
Displacement (ton)	141.126	142.177	0,74%
L (m)	256	256	0%
Breadth (m)	43	43	0%
Depth (m)	22	22	0%
Draught (m)	15,5	15,5	0%

Tabel 4.3. Validasi permodelan *Maxsurf* dengan data awal kondisi *ballast*

Measurement	Data	Maxsurf	Koreksi
Displacement (ton)	66.700	67.685	1,48%
L (m)	256	256	0%
Breadth (m)	43	43	0%
Depth (m)	22	22	0%
Draught (m)	7,8	7,8	0%

Telah dijelaskan sebelumnya, permodelan struktur tanker pada *software Maxsurf* ini dilakukan untuk mendapatkan data hidrostatis yang mengacu pada nilai *displacement*. Dari permodelan tersebut didapatkan data hidrostatis yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 untuk kondisi *full load* dan Tabel 4.5. untuk kondisi *ballast*.

Tabel 4.4. Data Hidrosatis Tanker Kondisi *Full Load*

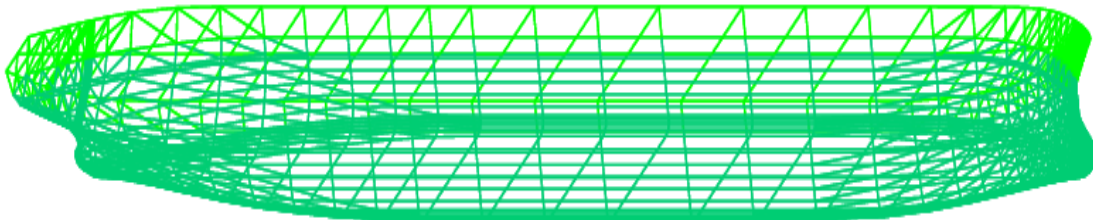
Data	Maxsurf Modeler	Units
<i>Displacement</i>	142.177	t
<i>Volume</i>	138.709,109	m ³
<i>Draft to Baseline</i>	15,5	m
Lwl	252,447	m
WSA	16.237,037	m ²
<i>Waterplane Area</i>	9.872,05	m ²
Cp	0,827	
Cb	0,824	
Cm	0,997	
Cwp	0,909	
LCB	121,625	
LCF	128,182	
KB	8,045	m
KMt	18,115	m
KMI	328,724	m

Tabel 4.5. Data Hidrosatis Tanker Kondisi *Ballast*

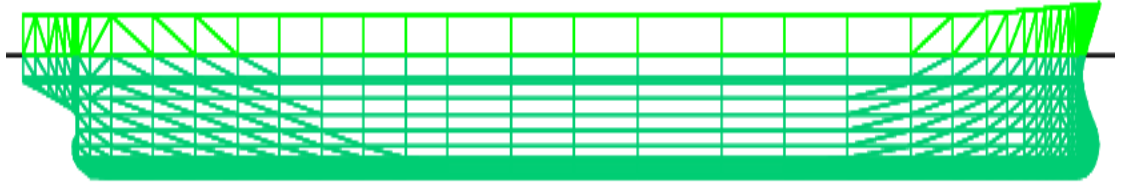
Data	Maxsurf Modeler	Units
<i>Displacement</i>	67.685	t
<i>Volume</i>	66.034,224	m ³
<i>Draft to Baseline</i>	7,8	m
Lwl	241,122	m
WSA	11.867,022	m ²
<i>Waterplane Area</i>	8.969,565	m ²
Cp	0,822	
Cb	0,817	
Cm	0,994	
Cwp	0,865	
LCB	117,81	
LCF	120,512	
KB	4,007	m
KMt	22,905	m
KMI	514,32	m

4.1.3. Permodelan dengan MOSES

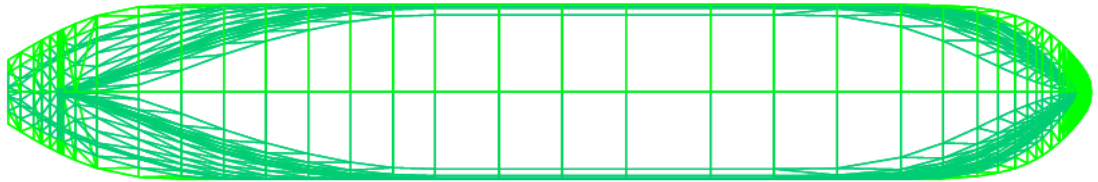
Pada *software* MOSES dilakukan permodelan untuk struktur tanker dan struktur *buoy*. Permodelan dilakukan dalam kondisi terapung bebas yang bertujuan untuk mendapatkan RAO. Hasil dari permodelan struktur tanker pada kondisi *full load* dan *ballast* dapat dilihat pada gambar berikut



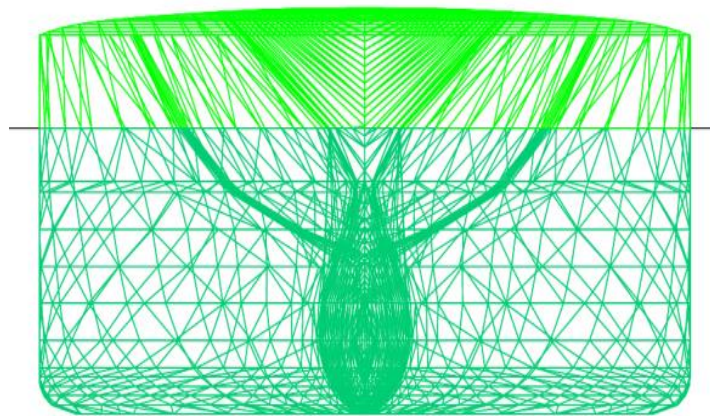
Gambar 4.9. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak isometric pada kondisi *full load*



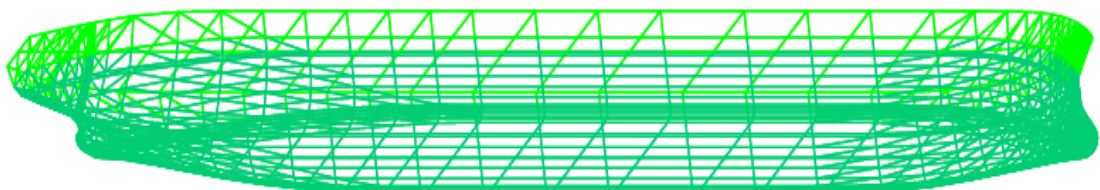
Gambar 4.10. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak samping pada kondisi *full load*



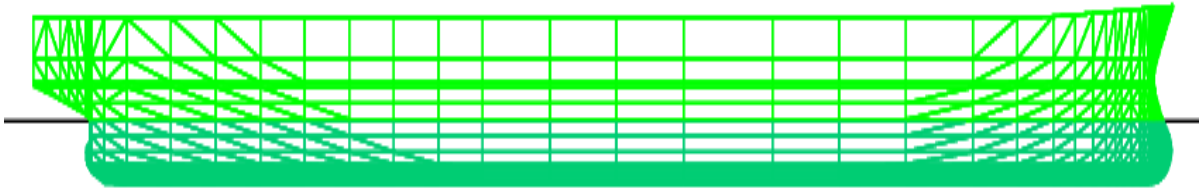
Gambar 4.11. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak atas pada kondisi *full load*



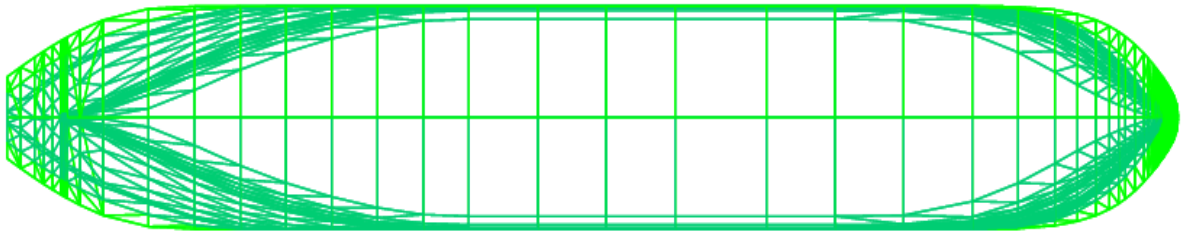
Gambar 4.12. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak melintang pada kondisi *full load*



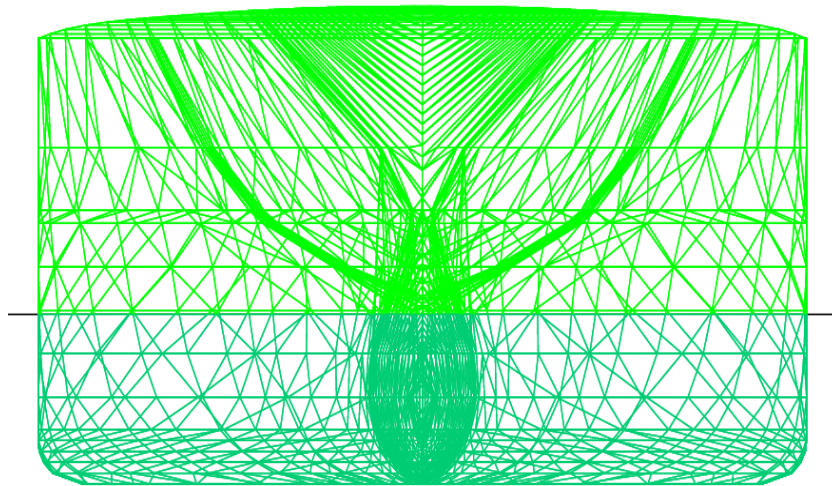
Gambar 4.13. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak isometric pada kondisi *ballast*



Gambar 4.14. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak samping pada kondisi *ballast*

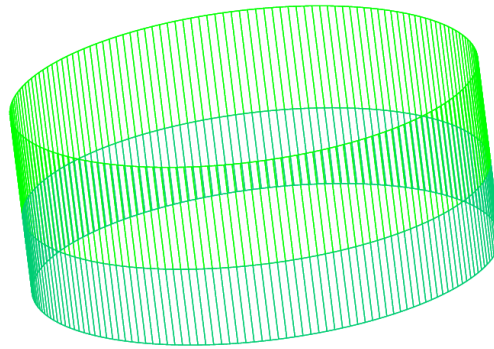


Gambar 4.15. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak atas pada kondisi *ballast*



Gambar 4.16. Permodelan struktur tanker dengan *software* MOSES tampak melintang pada kondisi *ballast*

Sedangkan hasil permodelan untuk struktur *buoy* dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.17. Permodelan struktur *buoy* dengan *software* MOSES tampak isometric

4.1.4. Validasi Permodelan Moses

Dalam mendesain struktur didalam *software*, struktur tersebut memiliki eror, oleh karena itu diperlukan suatu validasi atau perbandingan sebagai tolak ukur. Tujuan dari vaidasi terhadap parameter-parameter dari model yang telah dibuat adalah untuk mengetahui apakah model tersebut layak atau tidak layak untuk dipakai dalam simulasi. Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan hidrostatis yang dihasilkan oleh *software* Moses terhadap *software* Maxsurf yang sudah terlebih dahulu divalidasi dengan data yang tersedia. Kriteria yang digunakan sebagai acuan dalam validasi model ini adalah dari ABS (2012). Berikut merupakan validasi struktur tanker

Tabel 4.6. Validasi permodelan *Maxsurf* dengan Moses pada Tanker Kondisi *Full Load*

Measurement	Moses	Maxsurf	Koreksi
Displacement (ton)	141.817,41	142.177	0,253%
WPA (m ²)	9.860,354	9.872,05	0,118%
KMT (m)	18,11	18,115	0,028%
KML (m)	328,72	328,724	0,001%
BMT (m)	10,06	10,07	0,099%
BML (m)	320,66	320,679	0,006%

Tabel 4.7. Validasi permodelan *Maxsurf* dengan Moses pada Tanker Kondisi *Ballast*

Measurement	Moses	Maxsurf	Koreksi
Displacement (ton)	67.452,5	67.685	0,344%
WPA (m ²)	8.957,242	8.969,565	0,137%
KMT (m)	22,89	22,905	0,065%
KML (m)	514,7	514,32	0,074%
BMT (m)	18,88	18,898	0,095%
BML (m)	510,69	510,313	0,074%

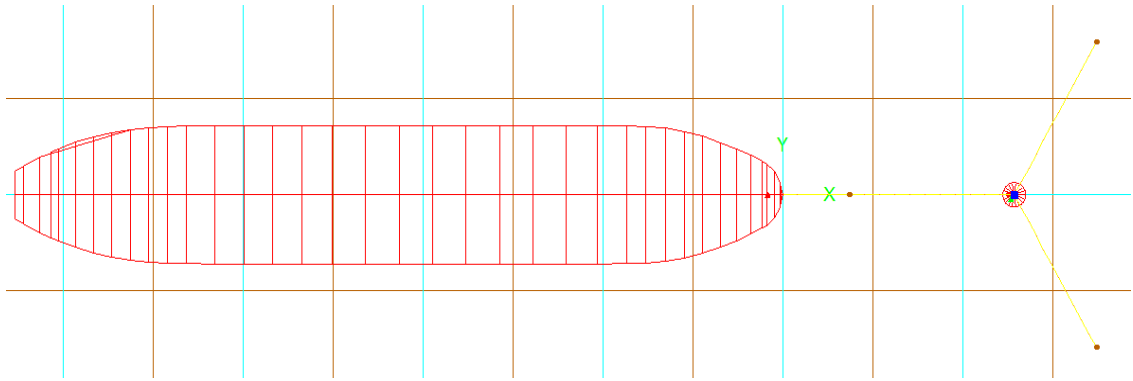
Sedangkan validasi untuk struktur *buoy* ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.8. Validasi permodelan Moses dengan data awal pada struktur *buoy*

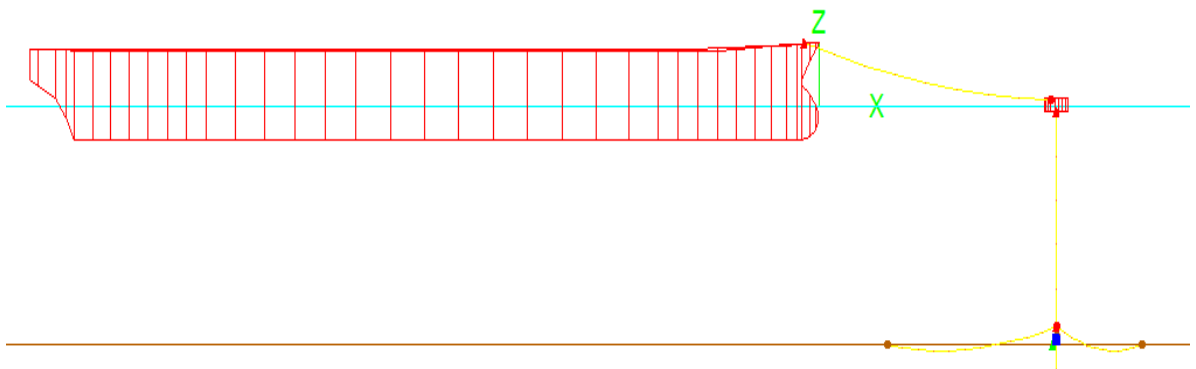
Measurement	Data	Moses	Koreksi	
Displacement (ton)	60,79	60,74	0,1%	
Draft (m)	1,3	1,3	0,0%	
Center Of Grafity (m)	x	0	0,0%	
	y	0	0,0%	
	z	1,45	1,45	0,0%
Radius Of Gyration (m)	x	2,098	2,1	0,1%
	y	2,098	2,1	0,1%
	z	2,693	2,7	0,3%

4.1.5. Permodelan dengan Orcaflex

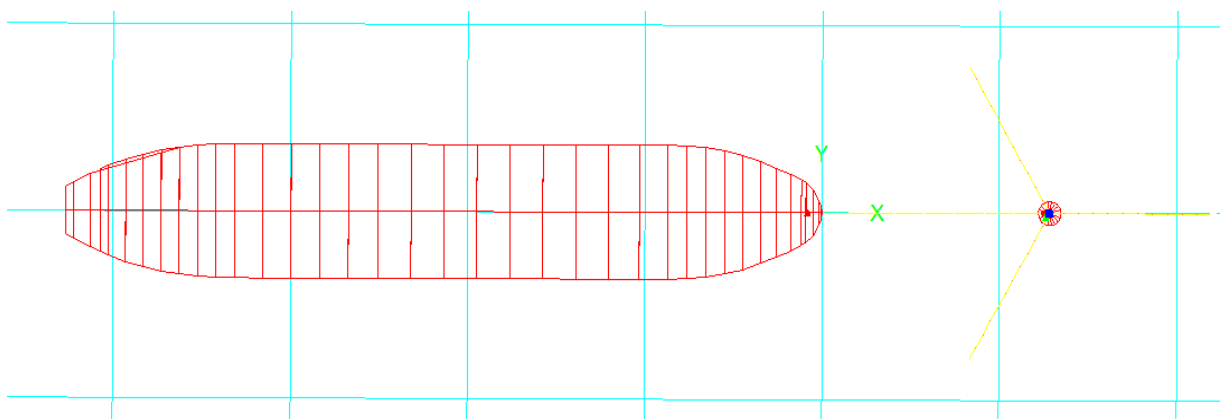
Setelah dilakukan permodelan pada MOSES dan mendapat data hidrostatis dan RAO dari kedua struktur, pengerjaan dilanjutkan pada *software* Orcaflex. Permodelan pada *software* Orcaflex bertujuan untuk memperoleh *tension* maksimum pada tali tambat. Pada permodelan Orcaflex tanker yang ditambatkan pada struktur *buoy* dimodelkan pada dua kondisi, yaitu kondisi *inline* dan *in-between* yang ditunjukkan pada gambar berikut



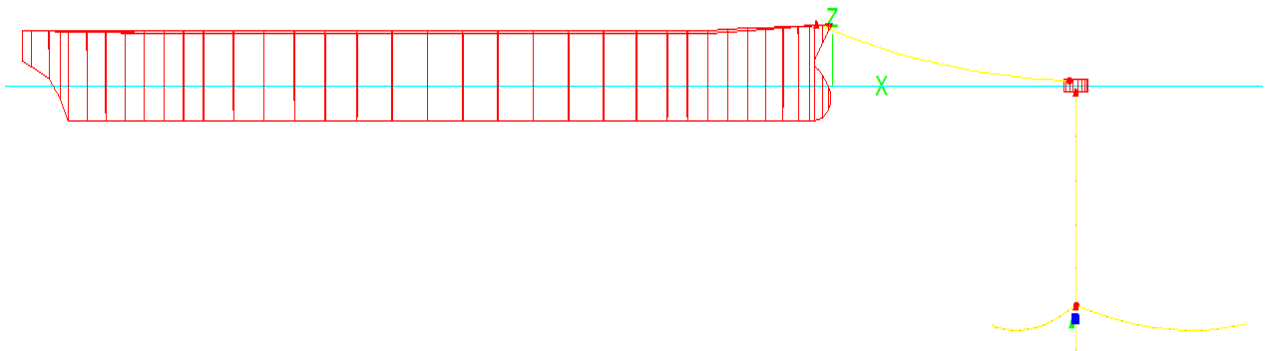
Gambar 4.18 Permodelan *Orcaflex* kondisi *In-between* tampak atas



Gambar 4.19 Permodelan *Orcaflex* kondisi *In-Between* tampak samping



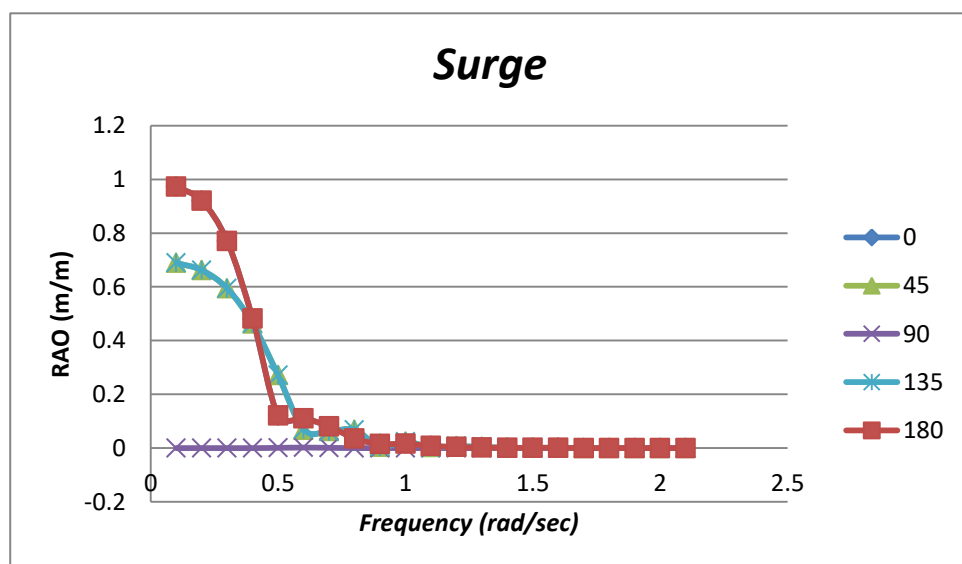
Gambar 4.20 Permodelan *Orcaflex* kondisi *In-line* tampak atas



Gambar 4.21 Permodelan *Orcaflex* kondisi *In-line* tampak samping

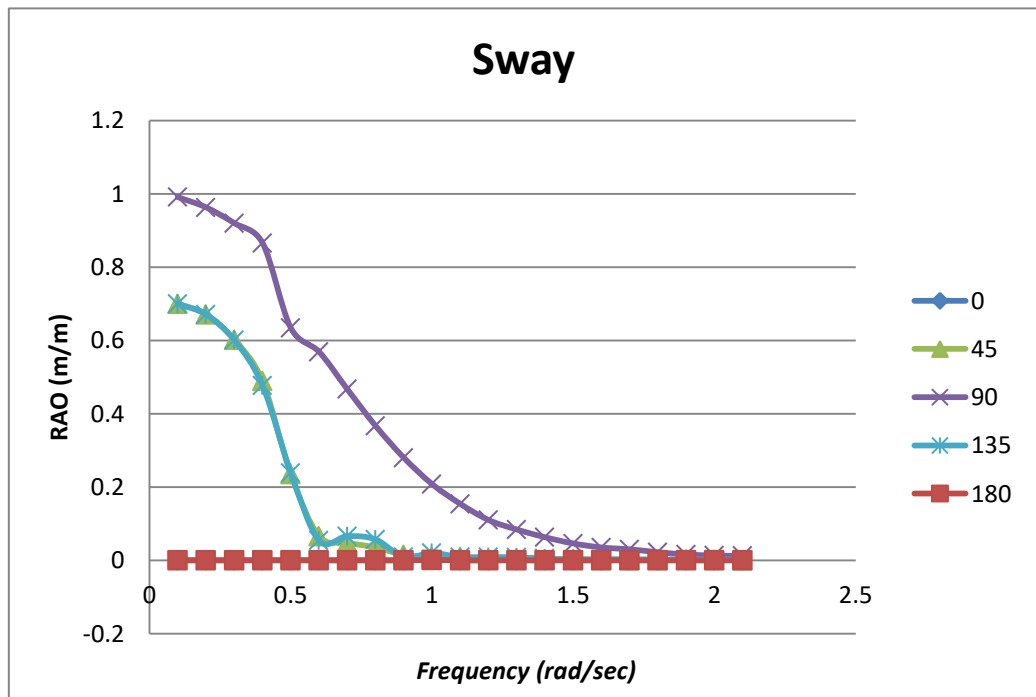
4.2. ANALISA PERILAKU GERAK TANKER PADA GELOMBANG REGULER

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, *motion* dari tanker pada kondisi *full load* maupun pada kondisi *ballast* adalah gerakan pada saat *free floating* pada gelombang regular. Kemudian output yang dihasilkan dari analisis gerakan tersebut adalah grafik *Response Amplitude Operator* (RAO) dengan lima arah pembebanan yaitu 0° , 45° , 90° , 135° dan 180° . Grafik RAO akan menunjukkan karakteristik pergerakan tanker dalam enam derajat kebebasan yaitu *surge*, *sway*, *heave*, *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Grafik fungsi transfer (RAO) pada kondisi *full load* untuk masing masing arah pembebanan dan masing-masing derajat kebebasan dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4.22. RAO gerakan *surge* tanker pada kondisi *full load*

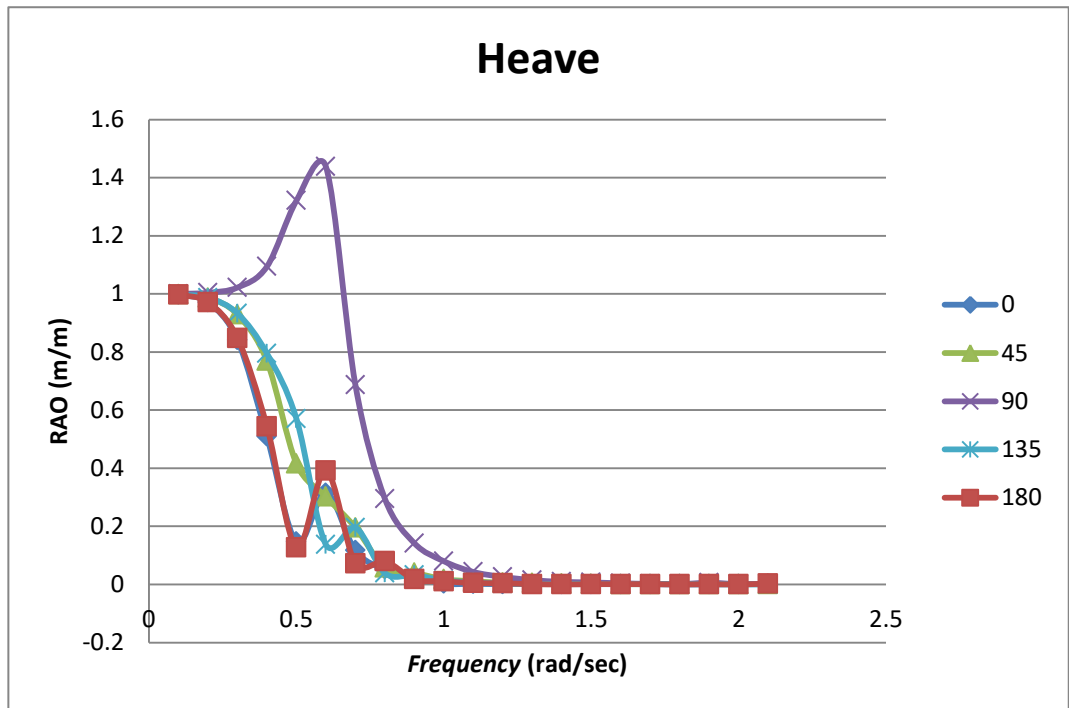
Pada Gambar 4.22. diatas dapat diketahui bahwa gerakan *surge* terbesar terjadi pada arah pembebanan 0° dan 180° . Nilai gerakan *surge* terbesar terjadi pada frekuensi 0.1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.97m/m, kemudian menurun hingga frekuensi sekitar 0.9 rad/s dan mengalami kenaikan lagi pada frekuensi 1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.016 m/m, kemudian terjadi penurunan lagi. Gerakan *surge* juga terjadi pada arah pembebanan 45° dan 135° . Pada frekuensi 0.1 rad/sec, gerakan *surge* yang terjadi menghasilkan nilai 0.689 m/m kemudian menurun hingga frekuensi 0.7 rad/sec dengan nilai 0.063 m/m . dan mengalami kenaikan lagi pada frekuensi 0.8 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.068 m/m, kemudian terjadi penurunan lagi. Sedangkan pada arah pembebanan 90° , gerakan *surge* tidak terjadi.



Gambar 4.23. RAO gerakan *sway* tanker pada kondisi *full load*

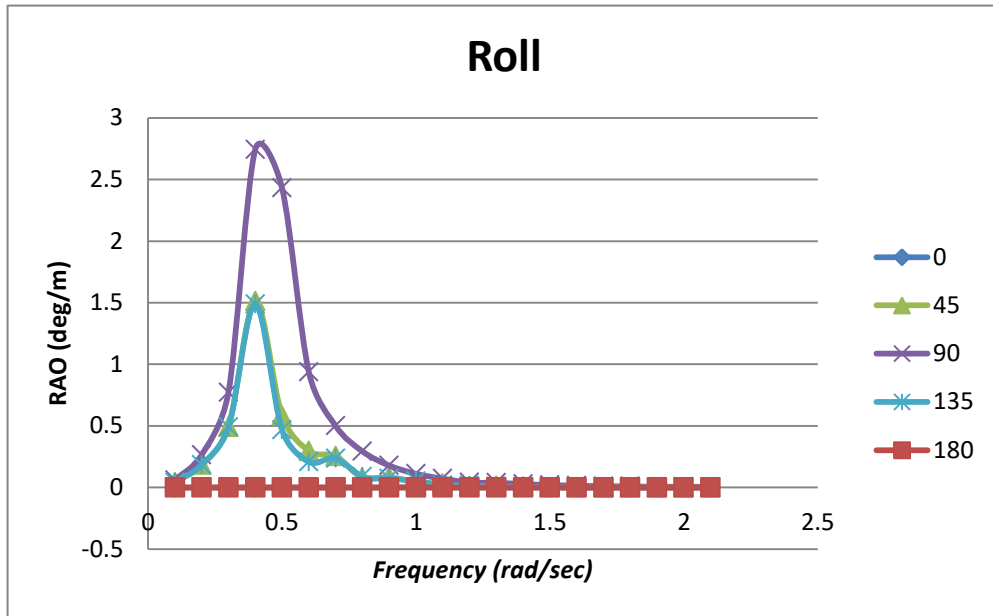
Pada Gambar 4.23. diatas dapat diketahui bahwa gerakan *sway* terbesar terjadi pada arah pembebanan 90° . Nilai gerakan *sway* terbesar terjadi pada frekuensi 0.1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.991m/m, kemudian menurun. Gerakan *sway* juga terjadi pada arah pembebanan 45° dan 135° . Pada frekuensi 0.1 rad/sec, gerakan *sway* yang terjadi menghasilkan nilai 0.689 m/m kemudian menurun hingga frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 0.054 m/m . dan mengalami

kenaikan pada frekuensi 0.7 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.066 m/m, kemudian terjadi penurunan lagi hingga frekuensi 0.9 rad/sec dengan nilai 0.009 m/m . dan mengalami kenaikan pada frekuensi 1 rad/sec dengan nilai 0.02 m/m yang selanjutnya menurun. Sedangkan pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *sway* tidak terjadi.



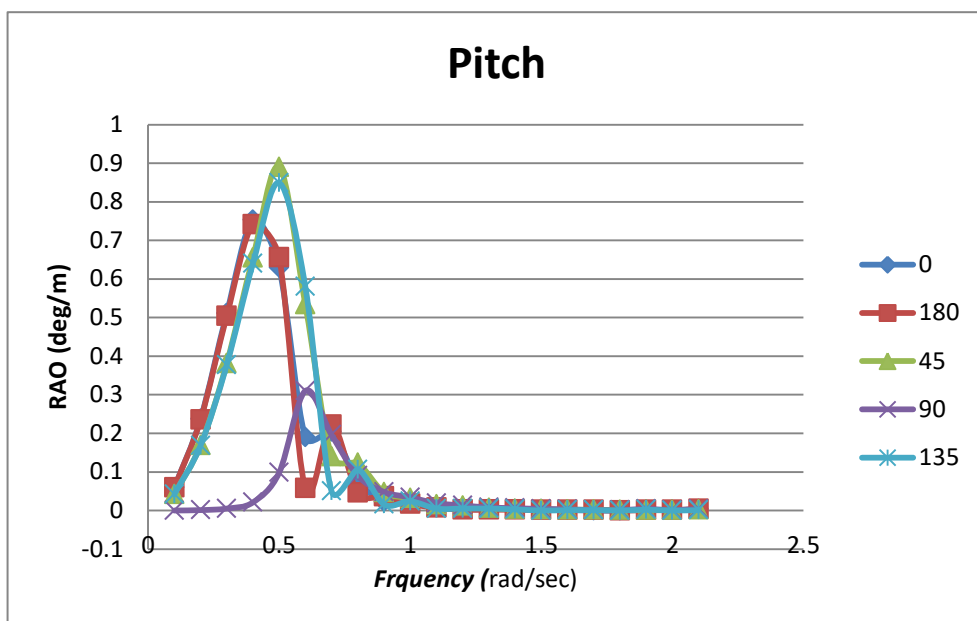
Gambar 4.24. RAO gerakan *heave* tanker pada kondisi *full load*

Pada Gambar 4.24. diatas dapat diketahui bahwa semua gerakan *heave* dari seluruh arah pembebanan memiliki nilai awal 1 m/m pada frekuensi 0.1 rad/sec. Arah pembebanan 90^0 merupakan arah yang memiliki nilai paling besar. Pada arah 90^0 nilai terbesar terjadi pada frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 1.4 m/m, dan kemudian menurun. Untuk arah pembebanan 45^0 dan 135^0 terjadi penurunan dari frekuensi awal sampai frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 0.137 m/m kemudian mengalami kenaikan pada frekuensi 0.7 rad/sec dengan nilai 0.196 m/m dan kemudian menurun. Pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 terjadi penurunan sampai frekuensi 0.5 rad/sec dengan nilai 0.147 m/m. kemudian mengalami kenaikan pada frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 0.315 m/m, setelah itu menurun. Kemudian mengalami kenaikan lagi pada frekuensi 0.8 rad/sec dengan nilai 0.08 m/m, setelah itu menurun.



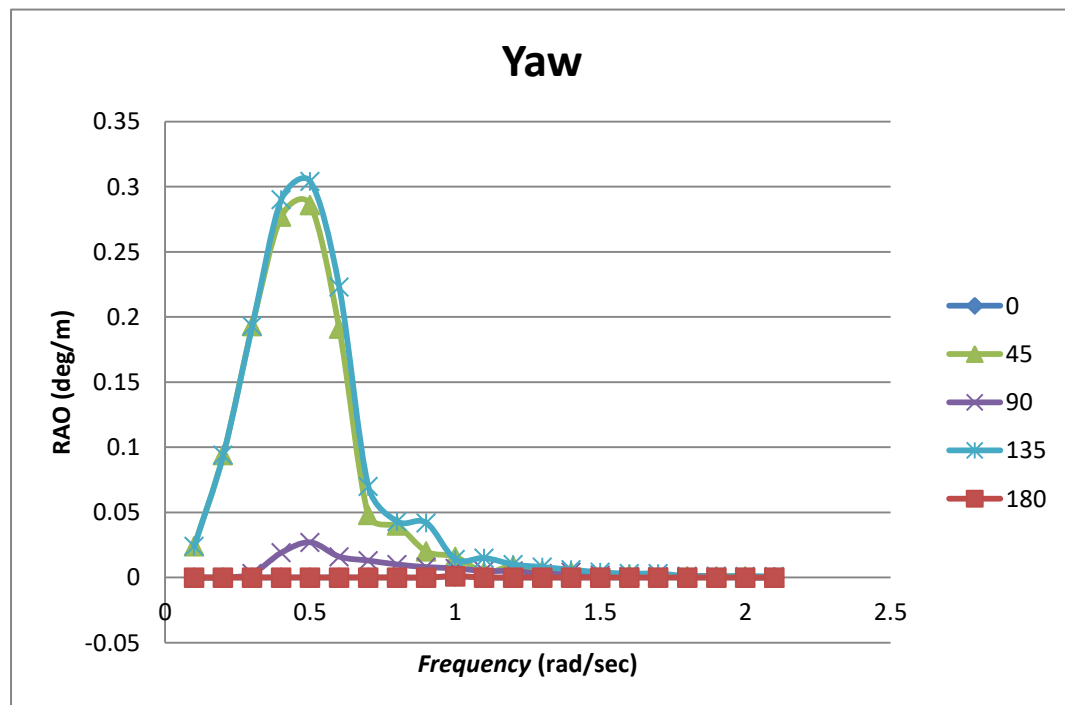
Gambar 4.25. RAO gerakan *roll* tanker pada kondisi *full load*

Pada Gambar 4.25. diatas menunjukkan bahwa gerakan *roll* akan mencapai nilai maksimum untuk semua arah pembebanan saat frekuensi sekitar 0.4 rad/sec. Gerakan *roll* yang paling besar terjadi pada arah pembebanan 90^0 yang bernilai 2.7 deg/m. Untuk arah pembebanan 45^0 dan 135^0 gerakan *roll* memiliki nilai puncak 1.5 deg/m. Sedangkan pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *roll* hampir tidak terjadi sama sekali.



Gambar 4.26. RAO gerakan *pitch* tanker pada kondisi *full load*

Pada Gambar 4.26. diatas menunjukkan bahwa gerakan *pitch* terbesar terjadi pada arah pembebanan 45^0 pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.89 deg/m, yang kemudian menurun. Pada arah pembebanan 135^0 gerakan *pitch* terbesar terjadi pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.84 deg/m kemudian menurun sampai pada frekuensi 0.7 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.05 deg/m dan naik lagi pada frekuensi 0.8 rad/sec dengan nilai 0.106 deg/m yang selanjutnya menurun. Selanjutnya, pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *pitch* terbesar terjadi pada frekuensi 0.4 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.74 deg/m kemudian menurun sampai pada frekuensi 0.6 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.1 deg/m dan naik lagi pada frekuensi 0.7 rad/sec dengan nilai 0.2 deg/m yang selanjutnya menurun. Sedangkan pada arah pembebanan 90^0 gerakan *pitch* terbesar terjadi pada frekuensi 0.6 rad/sec yang menghasilkan nilai hanya 0.3 deg/m setelah itu grafiknya menurun.

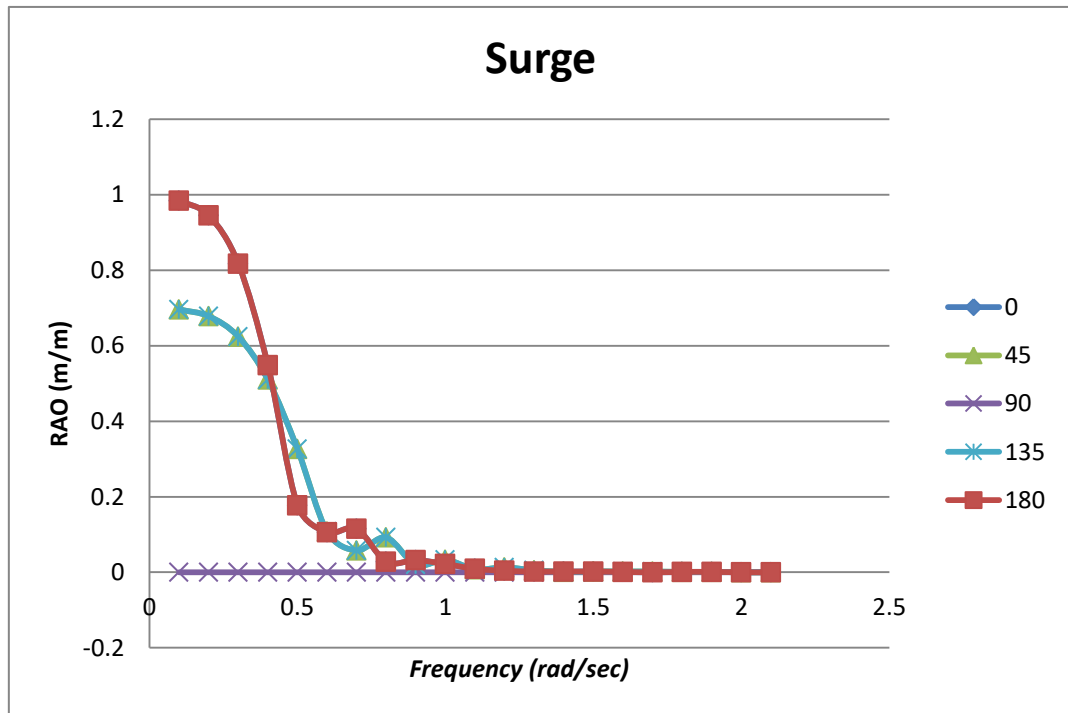


Gambar 4.27. RAO gerakan yaw tanker pada kondisi *full load*

Pada Gambar 4.27. diatas menunjukkan bahwa gerakan *yaw* terbesar terjadi pada arah pembebanan 135^0 pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.3 deg/m, yang kemudian menurun. Pada arah pembebanan 45^0 gerakan *yaw* terbesar terjadi pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.28 deg/m

selanjutnya menurun. Sedangkan pada arah pembebanan 90^0 gerakan *yaw* terbesar terjadi pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai hanya 0.02 deg/m setelah itu grafiknya menurun. Selanjutnya, pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *yaw* hamper tidak terjadi sama sekali.

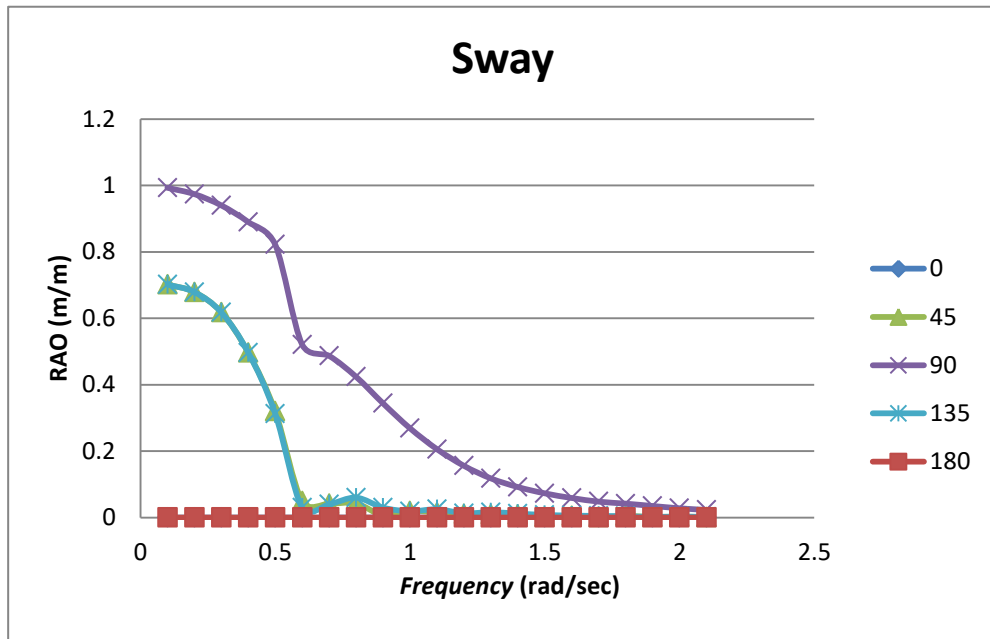
Grafik diatas menjelaskan perilaku tanker pada kondisi *full load*. Sedangkan grafik fungsi transfer (RAO) pada kondisi *ballast* untuk masing masing arah pembebanan dan masing-masing derajat kebebasan dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4.28. RAO gerakan *surge* tanker pada kondisi *ballast*

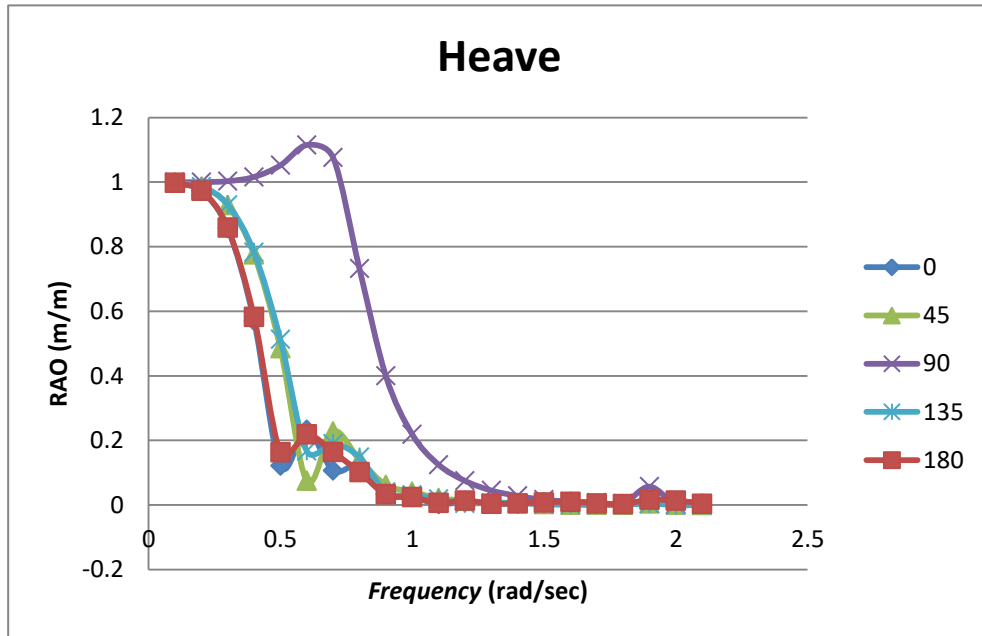
Pada Gambar 4.28. diatas dapat diketahui bahwa gerakan *surge* terbesar terjadi pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 . Nilai gerakan *surge* terbesar terjadi pada frekuensi 0.1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.98 m/m, kemudian menurun hingga frekuensi sekitar 0.8 rad/s dan mengalami kenaikan lagi pada frekuensi 0.9 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.032 m/m, kemudian terjadi penurunan lagi. Gerakan *surge* juga terjadi pada arah pembebanan 45^0 dan 135^0 . Pada frekuensi 0.1 rad/sec, gerakan *surge* yang terjadi menghasilkan nilai 0.696 m/m kemudian menurun hingga frekuensi 0.7 rad/sec dengan nilai 0.058 m/m dan mengalami kenaikan lagi pada frekuensi 0.8 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.092 m/m,

kemudian terjadi penurunan pada frekuensi 0.9 rad/sec dan kenaikan pada frekuensi 1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.03. setelah itu terjadi penurunan. Sedangkan pada arah pembebanan 90^0 , gerakan *surge* tidak terjadi.



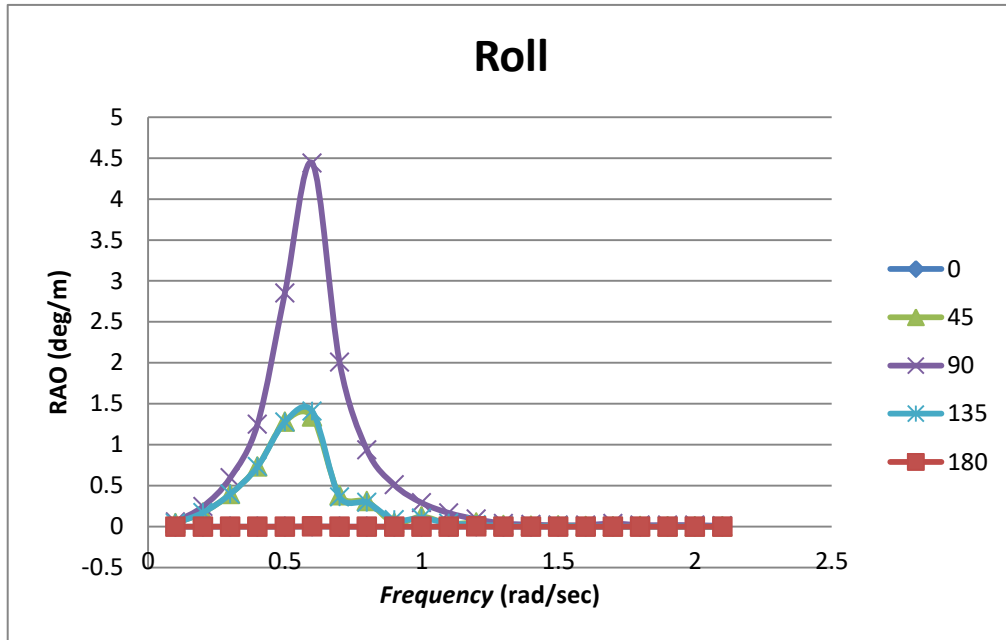
Gambar 4.29. RAO gerakan *sway* tanker pada kondisi *ballast*

Pada Gambar 4.29. diatas dapat diketahui bahwa gerakan *sway* terbesar terjadi pada arah pembebanan 90^0 . Nilai gerakan *sway* terbesar terjadi pada frekuensi 0.1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.99 m/m, kemudian menurun. Gerakan *sway* juga terjadi pada arah pembebanan 45^0 dan 135^0 . Pada frekuensi 0.1 rad/sec, gerakan *sway* yang terjadi menghasilkan nilai 0.7 m/m kemudian menurun hingga frekuensi 0.9 rad/sec dengan nilai 0.007 m/m . dan mengalami kenaikan pada frekuensi 1 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.02 m/m, kemudian terjadi penurunan lagi. Sedangkan pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *sway* tidak terjadi.



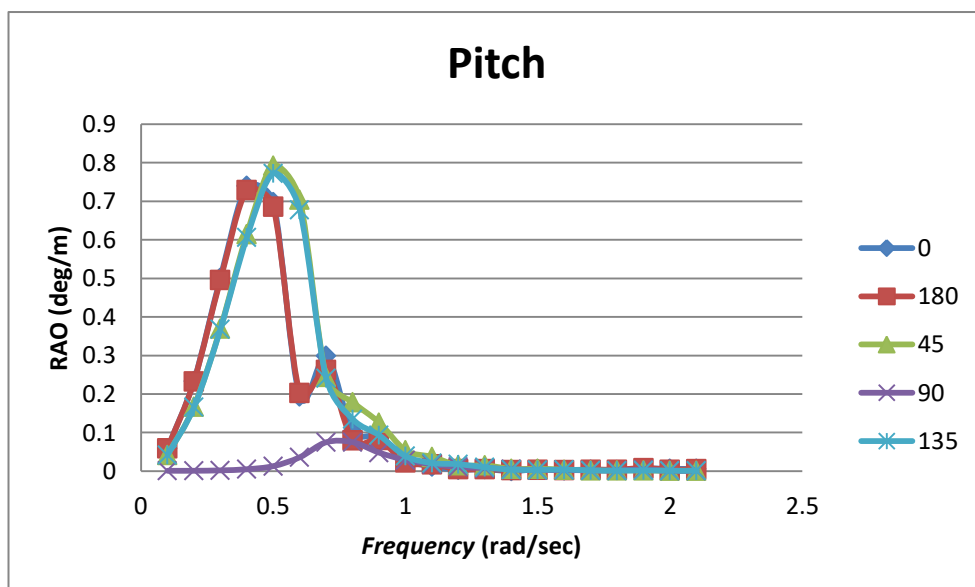
Gambar 4.30. RAO gerakan *heave* tanker pada kondisi *ballast*

Pada Gambar 4.30. diatas dapat diketahui bahwa semua gerakan *heave* dari seluruh arah pembebanan memiliki nilai awal 1 m/m pada frekuensi 0.1 rad/sec. Arah pembebanan 90^0 merupakan arah yang memiliki nilai paling besar. Pada arah pembebanan 90^0 nilai terbesar terjadi pada frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 1.11 m/m, dan kemudian menurun. Untuk arah pembebanan 45^0 dan 135^0 terjadi penurunan dari frekuensi awal sampai frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 0.167 m/m kemudian mengalami kenaikan pada frekuensi 0.7 rad/sec dengan nilai 0.19 m/m dan kemudian menurun. Pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 terjadi penurunan sampai frekuensi 0.5 rad/sec dengan nilai 0.163 m/m. kemudian mengalami kenaikan pada frekuensi 0.6 rad/sec dengan nilai 0.22 m/m, setelah itu menurun. Kemudian mengalami kenaikan lagi pada frekuensi 1.2 rad/sec dengan nilai 0.01 m/m, setelah itu menurun.



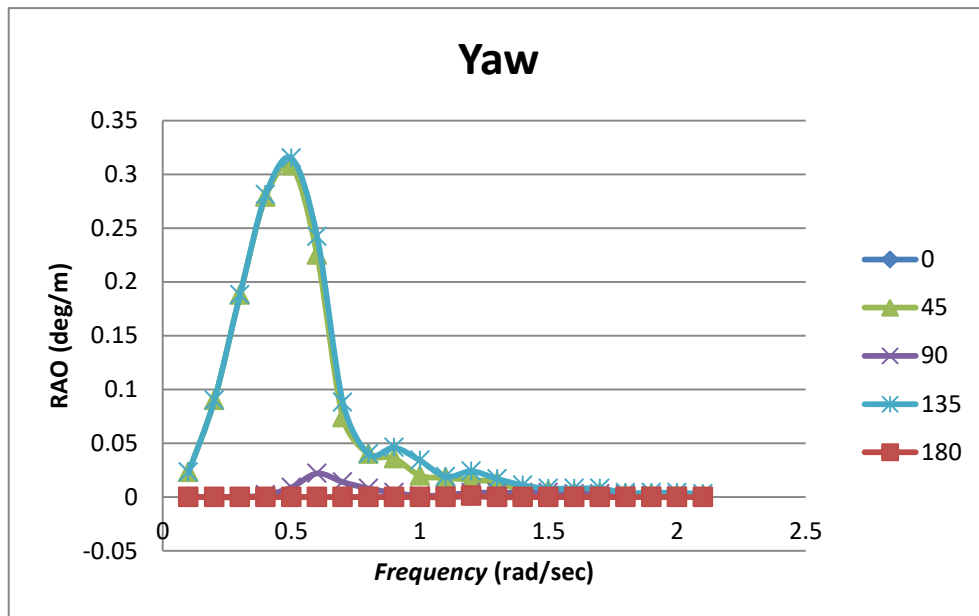
Gambar 4.31. RAO gerakan *roll* tanker pada kondisi *ballast*

Pada Gambar 4.31. diatas menunjukkan bahwa gerakan *roll* akan mencapai nilai maksimum untuk semua arah pembebanan saat frekuensi sekitar 0.6 rad/sec. Gerakan *roll* yang paling besar terjadi pada arah pembebanan 90^0 yang bernilai 4.4 deg/m. Untuk arah pembebanan 45^0 dan 135^0 gerakan *roll* memiliki nilai puncak 1.4 deg/m. Sedangkan pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *roll* hampir tidak terjadi sama sekali.



Gambar 4.32 RAO gerakan *pitch* tanker pada kondisi *ballast*

Pada Gambar 4.32. diatas menunjukkan bahwa gerakan *pitch* terbesar terjadi pada arah pembebanan 45^0 pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.89 deg/m, yang kemudian menurun. Pada arah pembebanan 135^0 gerakan *pitch* terbesar terjadi pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.84 deg/m kemudian menurun sampai pada frekuensi 0.7 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.05 deg/m dan naik lagi pada frekuensi 0.8 rad/sec dengan nilai 0.106 deg/m yang selanjutnya menurun. Selanjutnya, pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *pitch* terbesar terjadi pada frekuensi 0.4 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.74 deg/m kemudian menurun sampai pada frekuensi 0.6 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.1 deg/m dan naik lagi pada frekuensi 0.7 rad/sec dengan nilai 0.2 deg/m yang selanjutnya menurun. Sedangkan pada arah pembebanan 90^0 gerakan *pitch* terbesar terjadi pada frekuensi 0.6 rad/sec yang menghasilkan nilai hanya 0.3 m/m setelah itu grafiknya menurun.



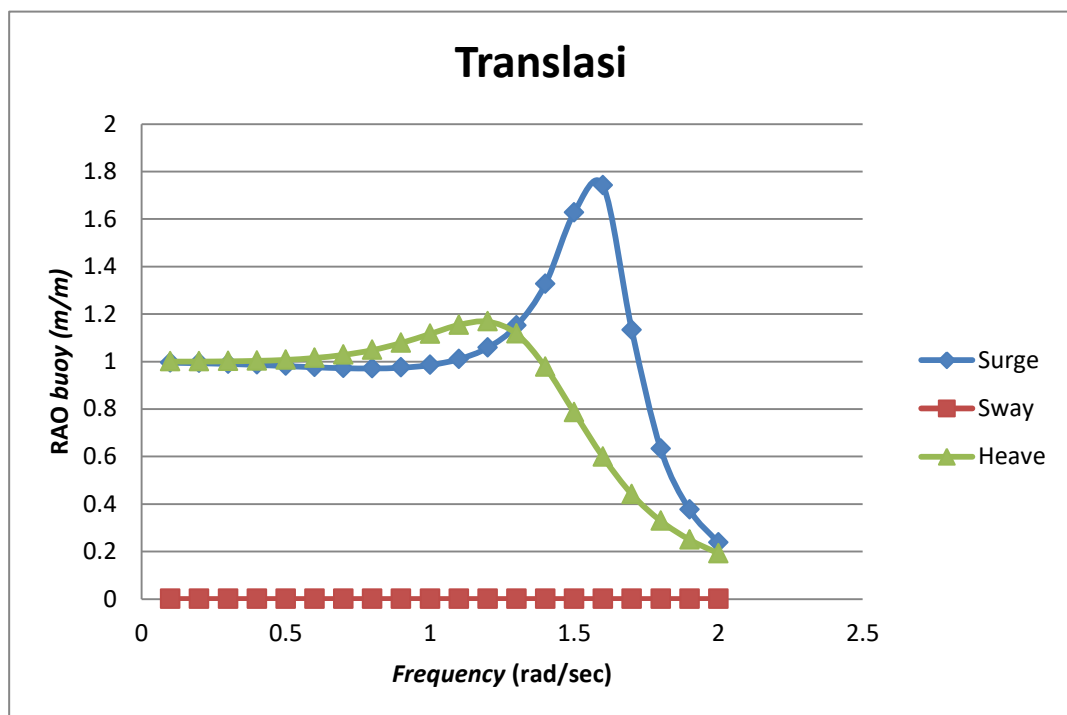
Gambar 4.33. RAO gerakan yaw tanker pada kondisi *full load*

Pada Gambar 4.33. diatas menunjukkan bahwa gerakan yaw terbesar terjadi pada arah pembebanan 135^0 pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.3 deg/m, yang kemudian menurun. Pada arah pembebanan 45^0 gerakan yaw terbesar terjadi pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai 0.28 deg/m selanjutnya menurun. Sedangkan pada arah pembebanan 90^0 gerakan yaw terbesar terjadi pada frekuensi 0.5 rad/sec yang menghasilkan nilai hanya 0.02 deg/m

setelah itu grafiknya menurun. Selanjutnya, pada arah pembebanan 0^0 dan 180^0 gerakan *yaw* hamper tidak terjadi sama sekali.

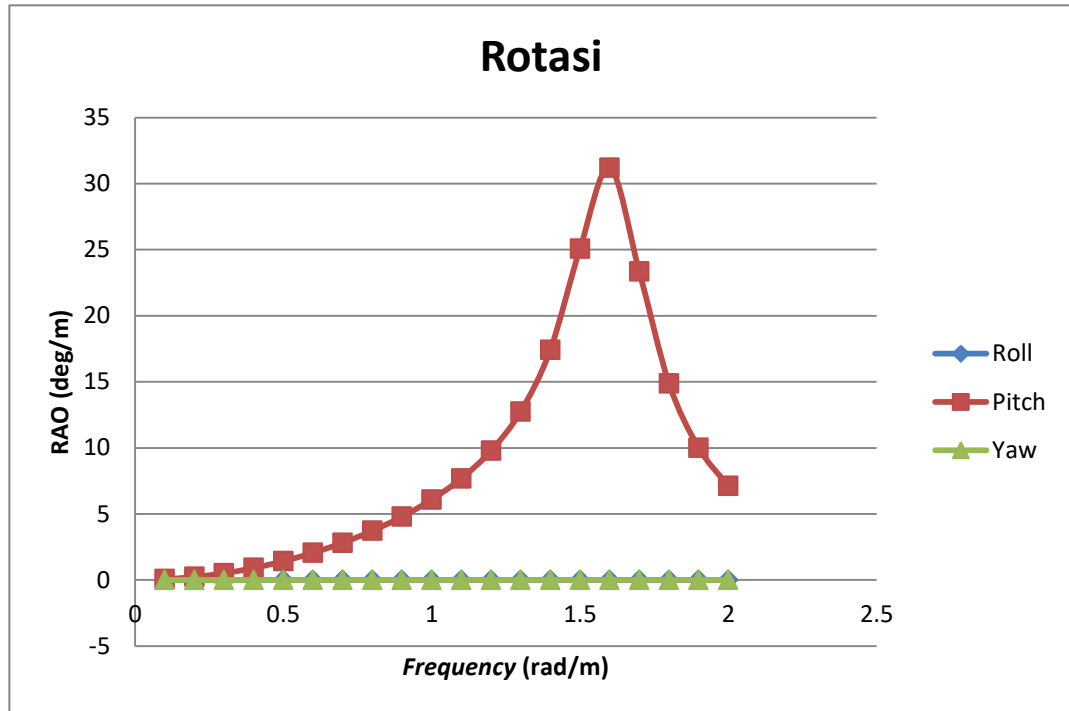
4.3. ANALISA PERILAKU GERAK *BUOY* PADA GELOMBANG REGULER

Perhitungan motion *buoy* dilakukan untuk mendapatkan *Response Amplitude Operator* (RAO) dari *buoy*. Namun, berbeda dengan tanker, arah pembebanan pada struktur *buoy* hanya dilakukan pada arah pembebanan 0^0 hal tersebut dikarenakan struktur *buoy* berbentuk bulat. *Response Amplitude Operator* (RAO) untuk gerakan *surge*, *sway*, *heave*, *roll*, *pitch*, dan *yaw* dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.34. RAO gerakan *translasi* pada struktur *buoy*

Pada Gambar 4.34 diatas menunjukkan bahwa gerakan *surge* memiliki nilai yang paling tinggi, yaitu terjadi pada frekuensi 1.6 rad/sec yang menghasilkan nilai 1.74 m/m. Pada gerakan *heave* nilai yang paling tinggi yaitu terjadi pada frekuensi 1.2 rad/sec dengan nilai 1.17 m/m. Sedangkan untuk gerakan *sway* tidak terjadi pada sudut ini.



Gambar 4.35. RAO gerakan *rotasi* pada struktur *buoy*

Pada Gambar 4.35 diatas menunjukkan bahwa gerakan *pitch* memiliki nilai yang paling tinggi, yaitu terjadi pada frekuensi 1.6 rad/sec yang menghasilkan nilai 31 deg/m. Sedangkan untuk gerakan *roll* dan *yaw* tidak terjadi pada sudut ini.

4.4. ANALISA TENSION PADA SINGLE BUOY MOORING

Analisa *tension* pada pengerjaan tugas akhir ini menggunakan *software* Orcaflex yang nantinya akan didapatkan maksimum *tension* pada *mooring lines* akibat pembebanan angin, gelombang, dan arus. Arah pembebanan yang dilakukan yaitu pada 180^0 untuk kondisi *full load* dan *ballast*. Seluruh simulasi dilakukan selama 10800 s. Kriteria yang digunakan dalam analisa *tension* merupakan kriteria dalam code API RP 2SK. Pada API RP 2 SK dijelaskan bahwa *safety factor* yang harus dihasilkan harus lebih dari 1.67. Sehingga, tegangan maksimum yang diijinkan berdasarkan API RP 2SK adalah minimum breaking load (MBL) dibagi dengan *safety factor*. Berikut merupakan tabel hasil analisis yang dilakukan pada *software* Orcaflex

Tabel. 4.9. Output *Tension* Maksimum *Orcaflex In-Between* Kondisi *Full Load*

Name		End Tension (kN)	End Tension (Ton)	BL (Ton)	MBL (Ton)	SF
Hawser 1	Tanker	390.03	39.76	146	146	3.67
	Buoy	389.95	39.75	146	146	3.67
Hawser 2	Tanker	390.03	39.76	146	146	3.67
	Buoy	389.95	39.75	146	146	3.67
Mooring Chain	Buoy	1600.94	163.19	704.995	643.69	3.94
	Link Plate	1523.61	155.31	704.995	643.69	4.14
Anchor Chain 1	Link Plate	79.48	8.10	892.25	824.27	101.73
	Anchor	83.35	8.50	892.25	824.27	97.01
Anchor Chain 2	Link Plate	432.44	44.08	892.25	824.27	18.70
	Anchor	427.76	43.60	892.25	824.27	18.90
Anchor Chain 3	Link Plate	432.82	44.12	892.25	824.27	18.68
	Anchor	428.21	43.65	892.25	824.27	18.88
Sinker Chain	Link Plate	1985.05	202.35	892.25	824.27	4.07
	Sinker	1986.43	202.49	892.25	824.27	4.07

Berdasarkan Tabel 4.9. diketahui *tension* terbesar terjadi antara *mooring* dan struktur *buoy* pada konfigurasi *In-between* dengan kondisi *full load*. Besarnya maksimum *tension* yang dihasilkan antara *mooring* dengan struktur *buoy* sebesar 163.19 tons yang menghasilkan *safety factor* sebesar 3.94. Sedangkan *tension* yang terjadi antara *hawser* dengan struktur *buoy* sebesar 39.75 ton yang menghasilkan *safety factor* 3.67. Dengan *safety factor* sebesar itu, maka *mooring* tersebut memenuhi kriteria API RP 2 SK

Tabel. 4.10. Output *Tension* Maksimum *Orcaflex In-Between* Kondisi *Ballast*

Name		End Tension (kN)	End Tension (Ton)	BL (Ton)	MBL (Ton)	SF
Hawser 1	Tanker	639.13	65.15	146	146	2.24
	Buoy	639.03	65.14	146	146	2.24
Hawser 2	Tanker	639.13	65.15	146	146	2.24
	Buoy	639.03	65.14	146	146	2.24
Mooring Chain	Buoy	1971.72	200.99	705	643.69	3.20
	Link Plate	1891.07	192.77	705	643.69	3.34
Anchor Chain 1	Link Plate	135.86	13.85	892.25	824.27	59.52
	Anchor	142.07	14.48	892.25	824.27	56.92

Tabel. 4.10. Output *Tension* Maksimum *Orcaflex In-Between* Kondisi *Ballast*
(Lanjutan)

Name		End Tension (kN)	End Tension (Ton)	BL (Ton)	MBL (Ton)	SF
Anchor Chain 2	Link Plate	538.53	54.90	892.25	824.27	15.02
	Anchor	532.42	54.27	892.25	824.27	15.19
Anchor Chain 3	Link Plate	538.91	54.93	892.25	824.27	15.00
	Anchor	532.81	54.31	892.25	824.27	15.18
Sinker Chain	Link Plate	2269.53	231.35	892.25	824.27	3.56
	Sinker	2270.88	231.49	892.25	824.27	3.56
Anchor Chain 2	Link Plate	538.53	54.90	892.25	824.27	15.02
	Anchor	532.42	54.27	892.25	824.27	15.19

Berdasarkan tabel 4.10. diketahui *tension* terbesar terjadi antara *mooring* dan struktur *buoy* dengan maksimum *tension* sebesar 200,99 tons yang menghasilkan *safety factor* sebesar 3.20. Sedangkan *tension* yang terjadi antara hawser dengan struktur *buoy* sebesar 65.14 ton yang menghasilkan *safety factor* 2.24.

Tabel. 4.11. Output *Tension* Maksimum *Orcaflex In-Line* Kondisi *Full Load*

Name		End Tension (kN)	End Tension (Ton)	BL (Ton)	MBL (Ton)	SF
Hawser 1	Tanker	389.54	39.71	146	146	3.68
	Buoy	389.46	39.70	146	146	3.68
Hawser 2	Tanker	389.54	39.71	146	146	3.68
	Buoy	389.46	39.70	146	146	3.68
Mooring Chain	Buoy	1599.78	163.08	705.00	643.69	3.95
	Link Plate	1523.69	155.32	705.00	643.69	4.14
Anchor Chain 1	Link Plate	825.53	84.15	892.25	824.27	9.80
	Anchor	822.18	83.81	892.25	824.27	9.83
Anchor Chain 2	Link Plate	175.73	17.91	892.25	824.27	46.01
	Anchor	167.73	17.10	892.25	824.27	48.21
Anchor Chain 3	Link Plate	175.74	17.91	892.25	824.27	46.01
	Anchor	167.87	17.11	892.25	824.27	48.17
Sinker Chain	Link Plate	1854.79	189.07	892.25	824.27	4.36
	Sinker	1856.24	189.22	892.25	824.27	4.36

Berdasarkan Tabel 4.11. diketahui *tension* terbesar terjadi antara *mooring* dan struktur *buoy* dengan maksimum *tension* sebesar 163.08 tons yang menghasilkan *safety factor* sebesar 3.95. Sedangkan *tension* yang terjadi antara hawser dengan

struktur *buoy* sebesar 39.70 ton yang menghasilkan *safety factor* 3.68. nilai tersebut didapat dari konfigurasi *In-line* pada kondisi *full load*

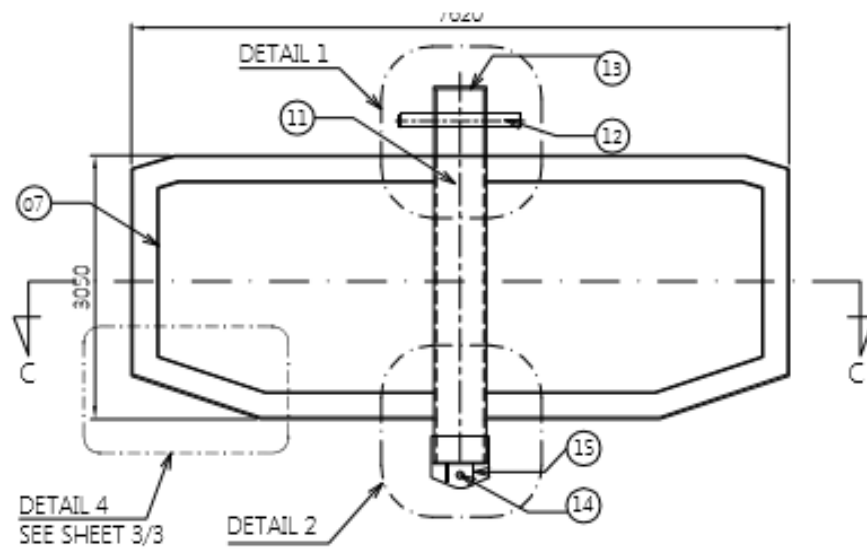
Tabel. 4.12. Output *Tension* Maksimum *Orcaflex In-Line* Kondisi *Ballast*

Name		End Tension (kN)	End Tension (Ton)	BL (Ton)	MBL (Ton)	SF
Hawser 1	Tanker	641.39	65.38	146	146	2.23
	Buoy	641.29	65.37	146	146	2.23
Hawser 2	Tanker	641.39	65.38	146	146	2.23
	Buoy	641.29	65.37	146	146	2.23
Mooring Chain	Buoy	1974.18	201.24	705.00	643.69	3.20
	Link Plate	1893.64	193.03	705.00	643.69	3.33
Anchor Chain 1	Link Plate	1036.66	105.67	892.25	824.27	7.80
	Anchor	1033.60	105.36	892.25	824.27	7.82
Anchor Chain 2	Link Plate	192.64	19.64	892.25	824.27	41.98
	Anchor	183.38	18.69	892.25	824.27	44.09
Anchor Chain 3	Link Plate	192.63	19.64	892.25	824.27	41.98
	Anchor	183.38	18.69	892.25	824.27	44.10
Sinker Chain	Link Plate	2101.80	214.25	892.25	824.27	3.85
	Sinker	2103.24	214.40	892.25	824.27	3.84

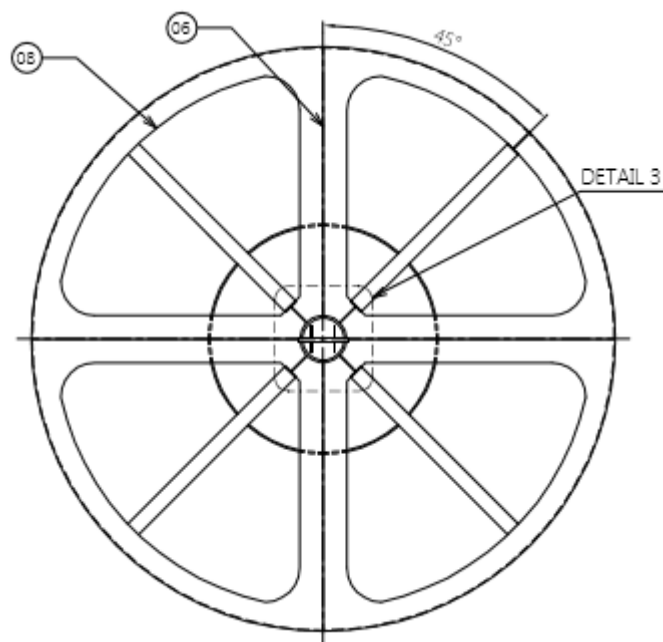
Berdasarkan tabel 4.12. diketahui *tension* terbesar terjadi antara *mooring* dan struktur *buoy* dengan maksimum *tension* sebesar 201.24 tons yang menghasilkan *safety factor* sebesar 3.20. Sedangkan *tension* yang terjadi antara *hawser* dengan struktur *buoy* sebesar 65.37 ton yang menghasilkan *safety factor* 2.23. Dengan *safety factor* sebesar itu, maka *mooring* tersebut memenuhi kriteria API RP 2 SK

4.5. Model Struktur *Buoy*

Sebelum masuk ke analisa lokal kekuatan struktur *buoy* menggunakan *software ANSYS*, pada tahapan awal melakukan permodelan yang sebisa mungkin mewakili keadaan struktur *buoy*. Ukuran dan desain struktur *buoy* dibuat menggunakan *software solidwork* berdasarkan data *General Arrangement* struktur yang sudah didapatkan sebagai berikut :

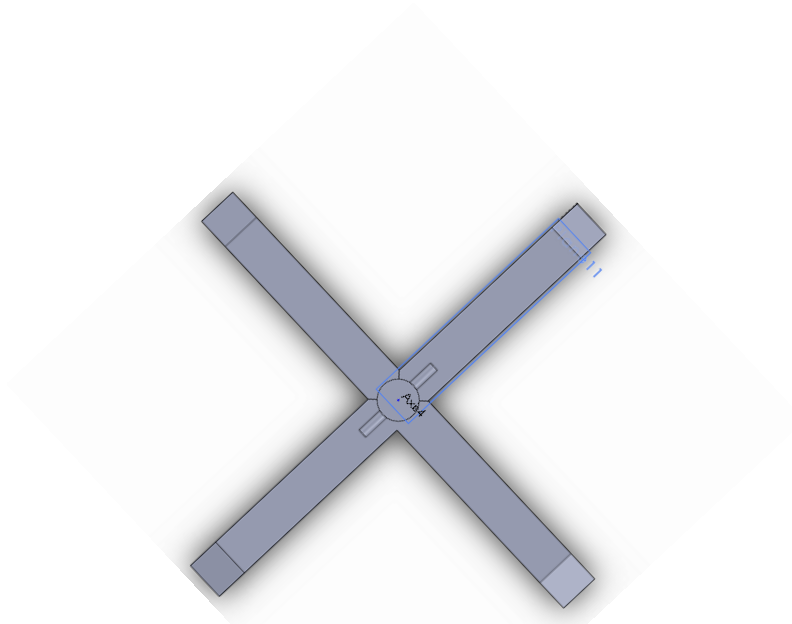


Gambar 4.36. Desain Struktur *Buoy* Tampak Samping

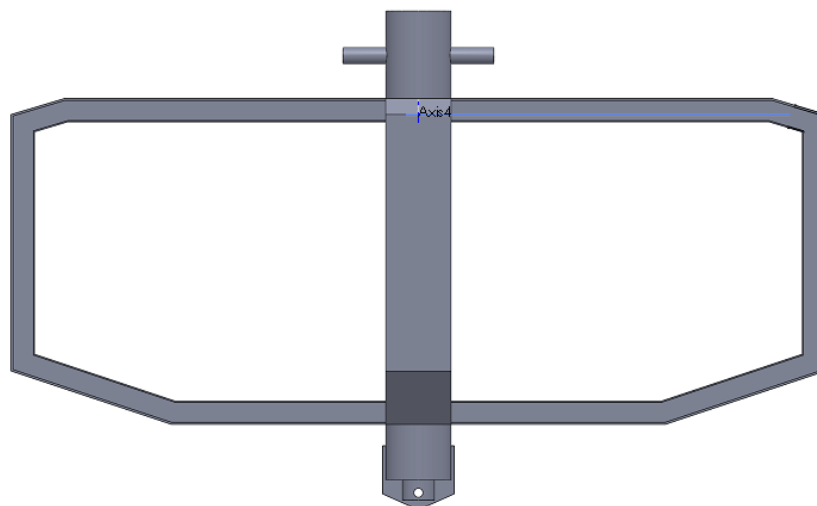


Gambar 4.37. Desain Struktur *Buoy* Tampak Atas

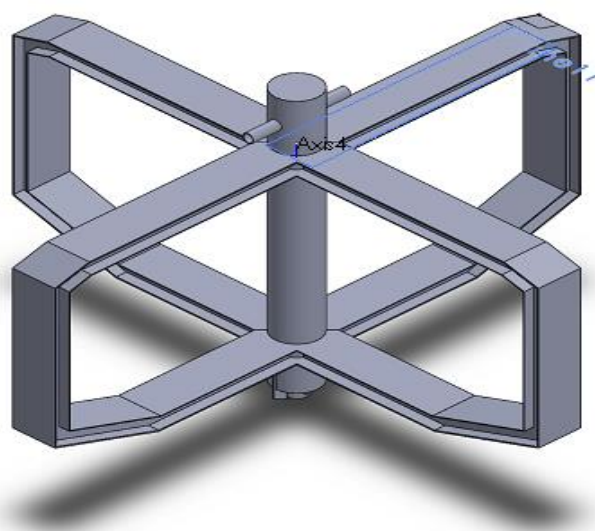
Jenis material konstruksi baja yang digunakan yaitu baja A36 dengan *yield strength* sebesar 36 Ksi. Sehingga dipermodelan struktur *buoy* dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4.38. Permodelan Struktur *Buoy* Tampak Atas



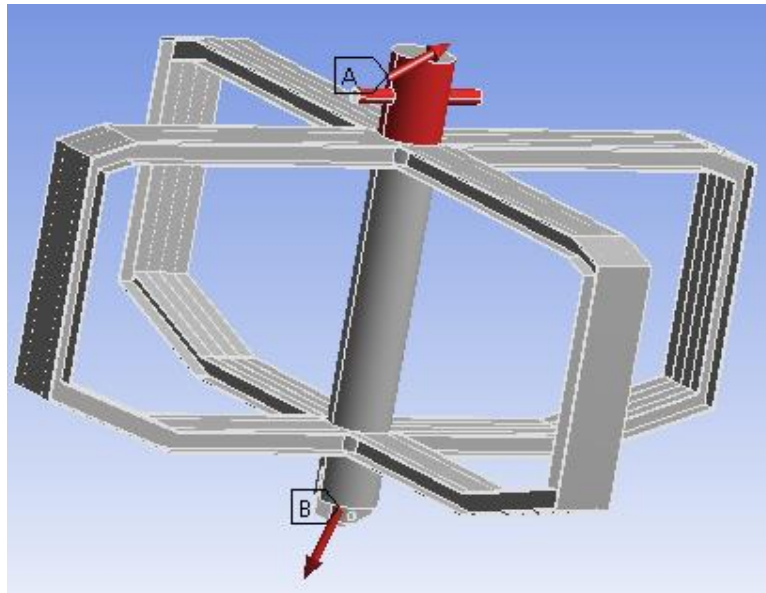
Gambar 4.39. Permodelan Struktur *Buoy* Tampak Depan



Gambar 4.40. Permodelan Struktur *Buoy* Tampak Isometric

4.6. Pembebanan pada *Software ANSYS*

Analisa kekuatan lokal struktur *buoy* dengan menggunakan *software ANSYS* ini menggunakan beban *tension* maksimum yang terjadi. Beban yang diinputkan berupa gaya (*tension*) dari kedua *hawser* yang terdistribusi pada bagian atas struktur *buoy* dan *mooring chain* yang terdistribusi pada bagian bawah struktur *buoy*. Gaya (*tension*) yang diberikan pada model berupa komponen gaya pada sumbu x, y, dan z yang didapat dari hasil output pada *Orcaflex*. Pemberian gaya serta titik tangkap gaya pada struktur *buoy* disajikan dalam gambar berikut:



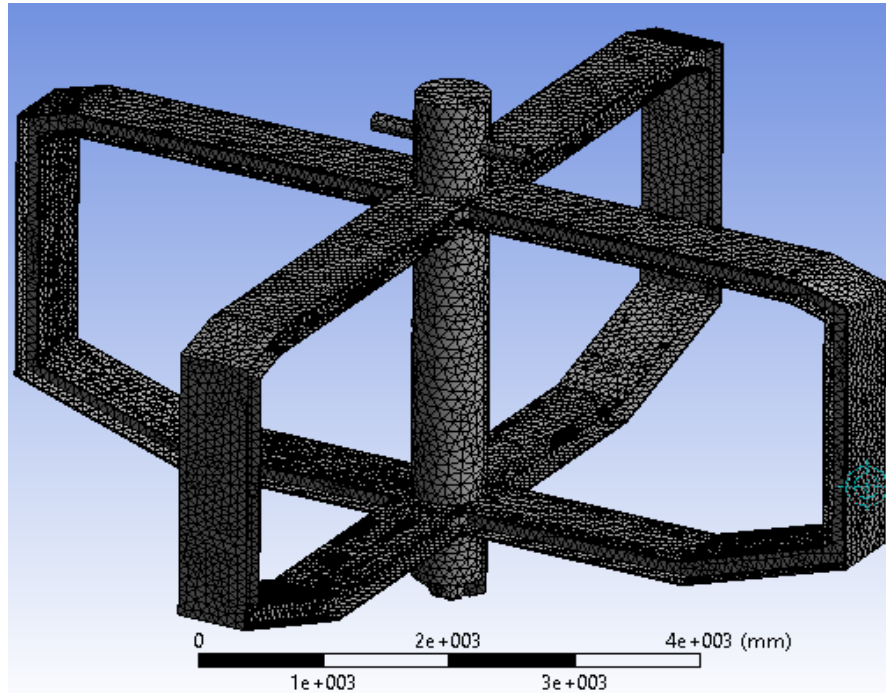
Gambar 4.41. Pembebanan *tension force* pada struktur *buoy*

Pada gambar 4.41 diatas *tension force* yang digunakan merupakan *tension* pada kondisi *ballast* dengan konfigurasi *In-line*. Bagian A memiliki *tension force* sebesar 1282,58 kN yang berasal dari pada *hawser* dan bagian B berasal dari *mooring chain* dengan *tension force* sebesar 1974,18 kN. Dari beban *tension* tersebut nantinya akan diketahui seberapa besar kekuatan struktur *buoy* menahan tegangan.

4.7. Analisa *Meshing Sensitivity*

Mesh sensitivity adalah variasi penentuan ukuran *meshing* yang dilakukan untuk memperoleh nilai tegangan yang konstan dengan input beban yang nilainya sama. Model diberikan *meshing* dengan ukuran yang berbeda-beda untuk memperoleh besarnya tegangan. Perbedaan ukuran *meshing* akan menghasilkan

nilai tegangan yang berbeda. Tegangan yang diperoleh pada tiap pemilihan ukuran *meshing* akan dibandingkan untuk mendapatkan nilai tegangan yang konstan. Hasil *running* dengan kondisi kerapatan *meshing* ditunjukkan pada gambar berikut

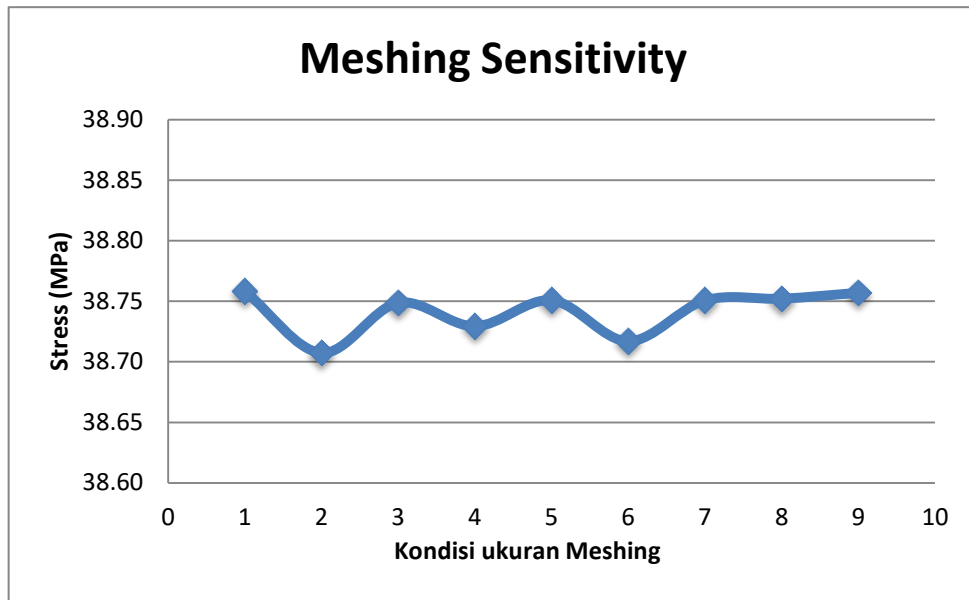


Gambar 4.42. Hasil *Meshing* pada ANSYS

Berdasarkan variasi ukuran *meshing* yang dilakukan, didapatkan tabulasi *meshing* dan besarnya tegangan (*stress*) yang dihasilkan pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.22 sebagai berikut

Tabel. 4.11. Besar tegangan pada tiap variasi ukuran *Meshing*

Kondisi	Ukuran Meshing (in)	Elemen	Tegangan (Mpa)
1	4	180.266	38,76
2	3,9	180.439	38,71
3	3,8	180.582	38,75
4	3,7	181.485	38,73
5	3,6	181.962	38,75
6	3,5	182.550	38,72
7	3,4	183.066	38,75
8	3,3	184.254	38,75
9	3,2	185.227	38,76

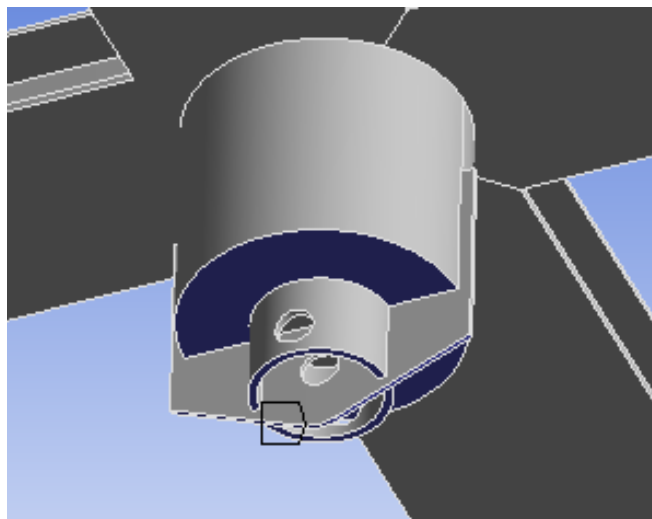


Gambar 4.43. Grafik Hasil *Meshing Sensitivity Analysis*

Berdasarkan Tabel 4.11 dan Grafik 4.43 dapat disimpulkan bahwa struktur *Buoy* dapat dimodelkan dengan baik mulai kondisi 7 dengan ukuran meshing 3,4 inch. Pada kondisi tersebut tegangan yang terjadi sudah tidak mengalami perubahan (konstan).

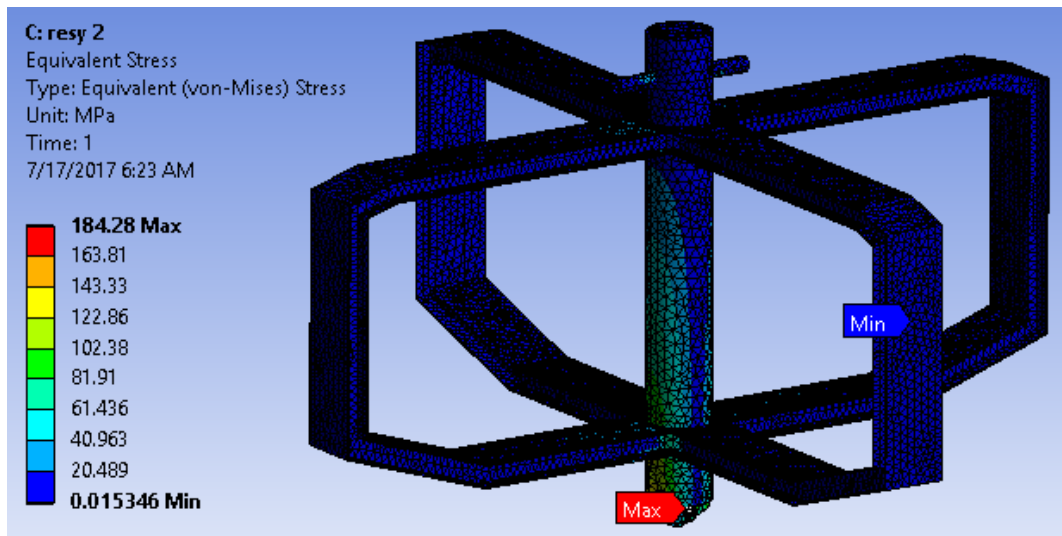
4.8. Analisa Tegangan Struktur *Buoy*

Setelah proses pendefinisian model dan *meshing*, selanjutnya melakukan penentuan *boundary condition* pada struktur *buoy*. Boundary conditionnya dapat dilihat pada gambar berikut :



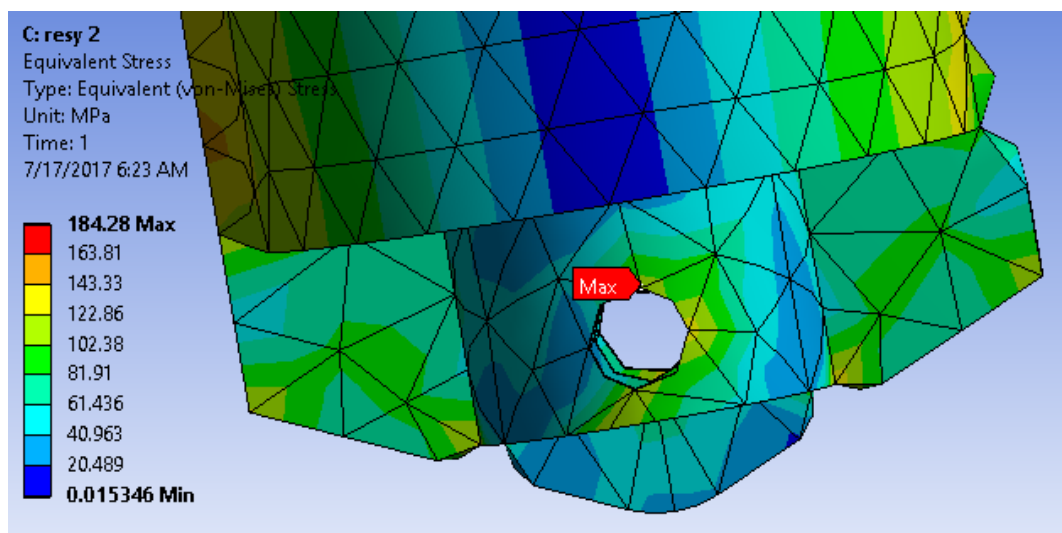
Gambar 4.44. *Boundary condition* pada struktur *buoy*

Setelah melakukan *boundary condition*, langkah terakhir adalah proses *solving* atau *running* model untuk mengetahui besarnya tegangan von mises (*equivalent stress*) serta deformasi yang terjadi. Berikut gambar hasil *running* permodelan untuk analisis tegangan :



Gambar 4.45. Hasil tegangan von Mises pada model struktur *buoy*

Berdasarkan plot gambar hasil *running* diatas, diketahui bahwa tegangan terbesar ada pada daerah sekitar sambungan antara struktur *buoy* bagian bawah dengan *mooring chain* dengan tegangan maksimum 184,28 MPa. Sedangkan tegangan minimum bernilai 0,015 MPa, yang terdapat pada bagian badan struktur. Berikut merupakan detail untuk tegangan terbesar



Gambar 4.46. Letak tegangan von Mises terbesar pada struktur *buoy*

Untuk menilai kemampuan struktur dalam menerima beban, maka perlu digunakan suatu standart atau *code*. Mengacu pada ABS '*Safehull-Dynamic Loading Approach for FPSO system*' yang menganjurkan sebagai berikut:

$$\text{Max. Allowable von mises} \leq 0,9 \text{ Material's Yield Strength}$$

Berdasarkan material yang digunakan, yaitu baja A36 dengan nilai *yield strength* materialnya 250 MPa, sehingga :

$$184,28 \text{ MPa} \leq 0,9 \times 250 \text{ MPa}$$

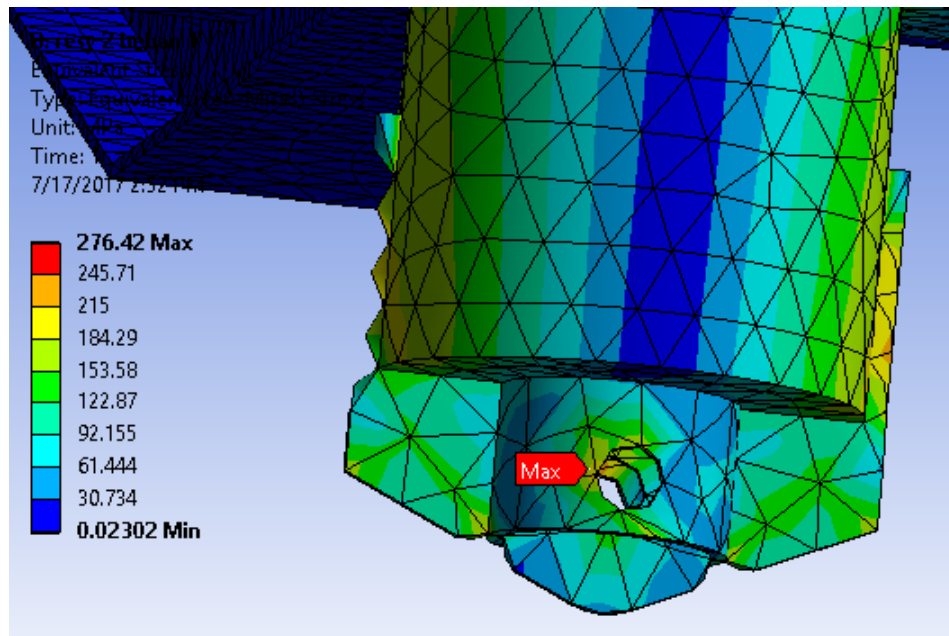
$$184,28 \text{ MPa} \leq 225 \text{ Mpa}$$

Maka dapat dikatakan bahwa tegangan yang terjadi pada struktur *buoy* masih dalam kriteria aman.

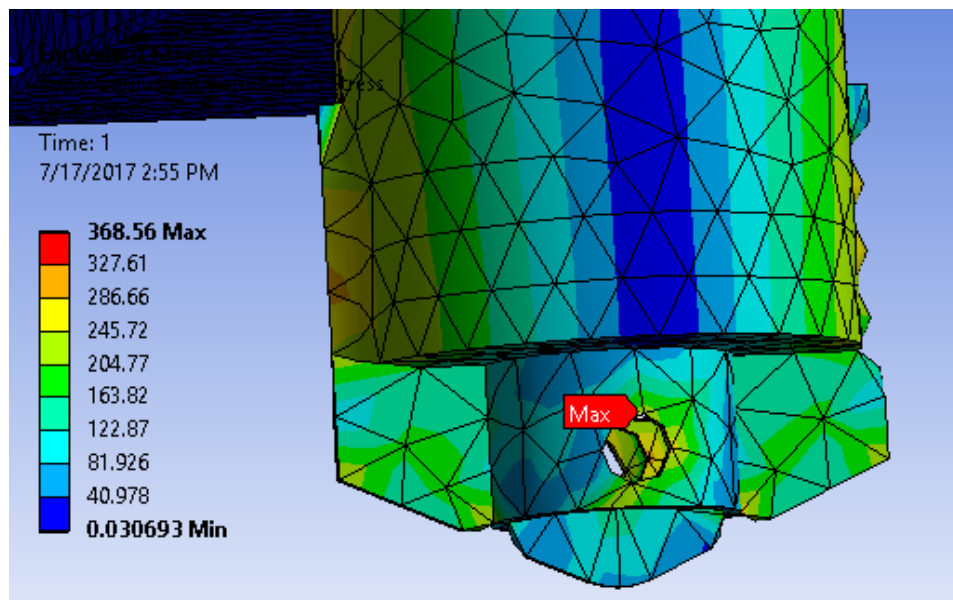
Setelah itu, dilakukan analisa beban yang mampu diterima oleh struktur *buoy* hingga struktur tersebut gagal. Suatu struktur dapat gagal apabila tegangan yang terjadi melebihi *ultimate strength* dari material yang digunakan. Baja A36 mempunyai *ultimate strength* sebesar 450 MPa. Sehingga struktur *buoy* gagal apabila tegangan yang terjadi melebihi 450 MPa. Pembebanan yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan maksimum struktur merupakan pembebanan dari *tension maximum* yang dinaikkan 50% secara berkala. Berikut skenario pembebanannya :

Tabel. 3.3. Skenario Pembebanan

Kondisi Pembebanan		<i>Tension Force</i>	
		<i>Hawser</i> (kN)	<i>Mooring Chain</i> (kN)
Beban Maksimum Awal		1.282,58	1.974,18
Pembebanan 1	50%	1.923,88	2.961,26
Pembebanan 2	100%	2.565,17	3.948,35
Pembebanan 3	150%	3.206,46	4.935,44



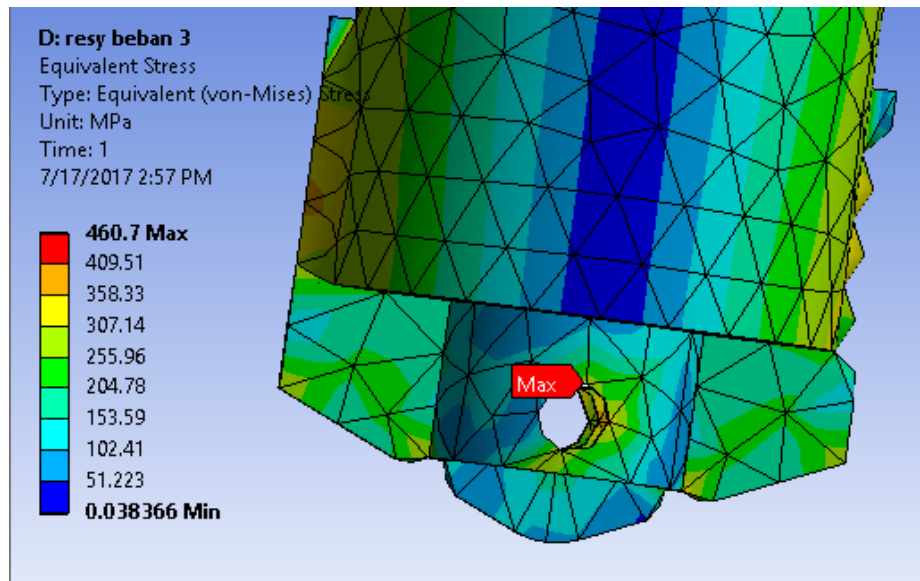
Gambar 4.47. Tegangan pada kondisi pembebanan 1



Gambar 4.48. Tegangan pada kondisi pembebanan 2

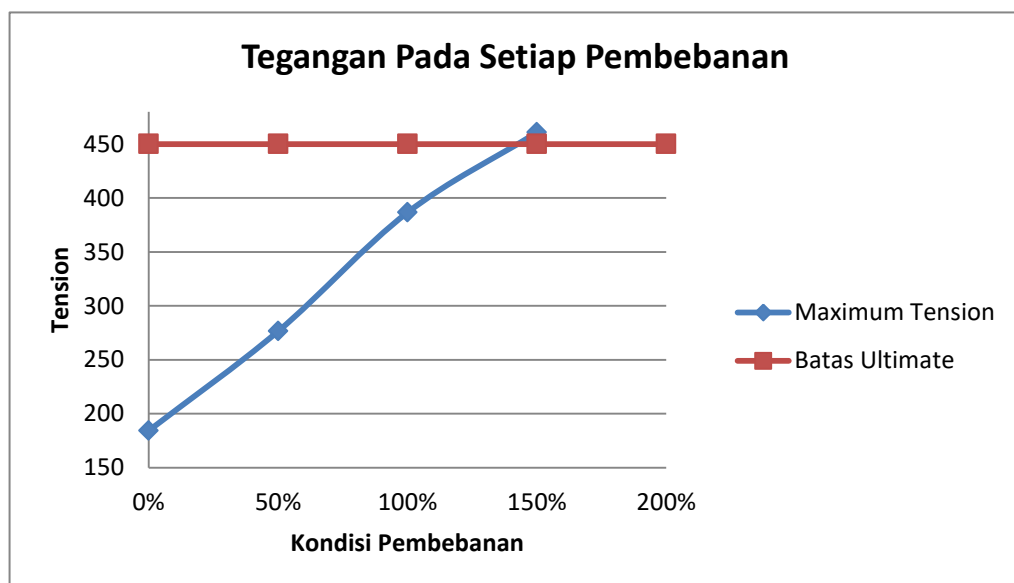
Dari gambar diatas dapat dilihat, pada gambar 4.47. merupakan kondisi pembebanan 1 , dengan kenaikan *tension force* 50% sebesar dengan nilai 1.923,88 kN pada *hawser* dan 2.961,26 kN pada *mooring chain* diperoleh tegangan maksimum yang terjadi sebesar 276,42 Mpa. Gambar 4.48. merupakan kondisi pembebanan 2 dengan kenaikan *tension force* 100% dengan nilai sebesar 2.565,17 kN pada *hawser* dan 3.948,35 kN pada *mooring chain* sehingga diperoleh

tegangan maksimum yang terjadi sebesar 368,56 Mpa. Tegangan yang terjadi pada struktur *buoy* tersebut sudah masuk dalam kriteria tidak aman karena sudah melebihi tegangan yang diijinkan, tetapi struktur belum hancur karena kurang dari *ultimate strength* material.



Gambar 4.49. Tegangan pada kondisi pembebanan 3

Pada pembebanan 3, dengan kenaikan *tension force* 150% sebesar 3.206,46 kN pada *hawser* dan 4.935,44 kN pada *mooring chain* diperoleh tegangan maksimum yang terjadi sebesar 460,7 MPa. Struktur tersebut sudah dikatakan rusak karena melebihi *ultimate strength* material. Berikut merupakan besarnya tegangan pada setiap kondisi pembebanan :



Gambar 4.50. Besar tegangan pada setiap kondisi pembebanan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan dalam Tugas Akhir ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan yang bekerja pada struktur *buoy* berasal dari *tension hawser* dan *tension mooring*. *Tension* terbesar pada rantai tambat terjadi pada konfigurasi *In-line* dan kondisi *ballast* dengan nilai 641,39 kN pada setiap *hawser* dan 1974,18 kN pada *mooring line*. *Safety factor* yang dihasilkan juga telah memenuhi kriteria API RP 2SK 2nd yaitu bernilai 2,23 pada *hawser* dan 3,20 pada *mooring line* ($SF > 1,67$)
2. Tegangan Maksimum yang terjadi sebesar 184,28 MPa yang terjadi pada daerah sekitar sambungan antara struktur *buoy* dengan *mooring chain*. Tegangan maksimum yang terjadi masuk dalam kriteria aman karena tegangan yang terjadi kurang dari presentase tegangan ijin ($\sigma_{ijin} \leq 0,9 \sigma_y$) dari material struktur
3. Beban maksimum yang mampu diterima oleh struktur *buoy* yaitu sebesar 3206,46 kN pada *hawser* dan 4935,44 kN pada *mooring line* Beban tersebut merupakan beban dari *tension force* maksimum yang dinaikkan 150%. Dengan beban tersebut, struktur *buoy* mengalami tegangan sebesar 460,7 MPa. Struktur tersebut sudah dikatakan rusak karena melebihi *ultimate strength* material (450 MPa).

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu ditambahkan analisa *fatigue life* untuk mengetahui umur kelelahan dari struktur *buoy* selama masa beoperasi

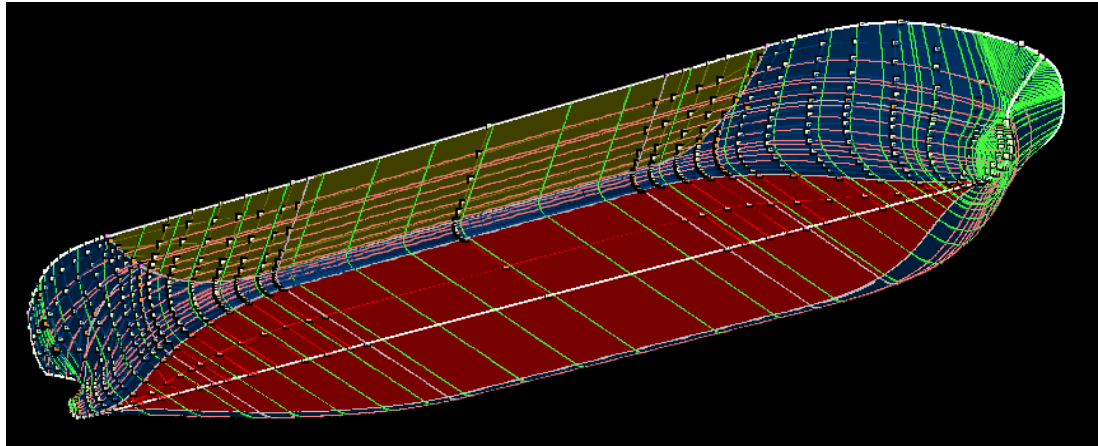
2. Dianjurkan untuk melakukan analisa kondisi *demage Accidental Limit State*
3. Analisa struktur *buoy* dengan mempertimbangkan beban tubrukan kapal
4. Analisa struktur pada badan *buoy*

DAFTAR PUSTAKA

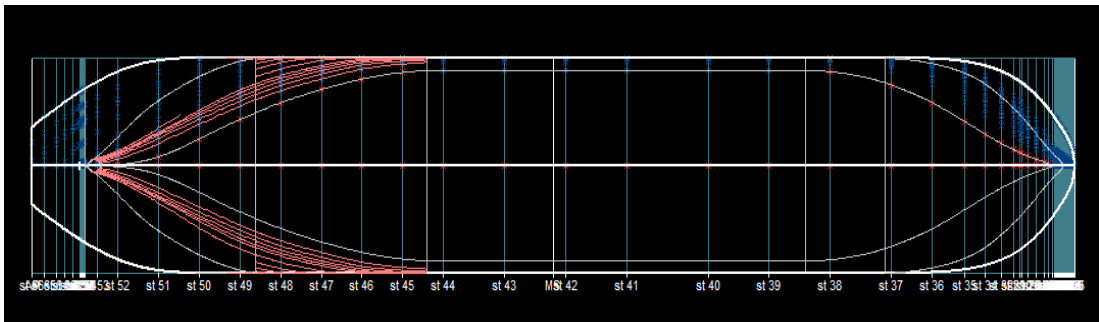
- API RP 2 SK. 2005. *Design and Analysis of Station Keeping System for Floating Structures*. Washington DC: American Petroleum Institute.
- Arifin, *Prediksi Numerik Ketidakstabilan FPSO Tertambat Pada Multi Buoy Akibat Kegagalan Pada Mooring Line*, Indonesian Hydrodynamic Laboratory-BPPT.
- Barltrop, N. & Okan, N., 2000. *FPSO Bow Damage in Step Waves*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Bhattacharyya. R. 1978. *Dynamic of Marine Vehicles*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Djarmiko, E. B. 2012. *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*. Surabaya: ITS Press.
- DNV OS E301. 2008. *Position Mooring*. Washington DC: American Petroleum Institute.
- Faltinsen, O. M. 1990. *Sea Loads on Ships and Offshore Structures*. Melbourne: Cambridge University Press.
- Hasselmann K., et al. 1973. *Measurement of Wind-Wave Growth and Swell Decay During the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP)*
- Indiyono, P., 2003. *Hidrodinamika Bangunan Lepas Pantai*. SIC. Surabaya, Indonesia
- Khurana Sandeep, 1998. *Patents Protect Deepwater Platform Concepts*. Houston
- Kwan, C. T. dan Bruen, F. J. 1991. Mooring Line Dynamics: Comparison of Time Domain, Frequency Domain, and Quasi-Static Analyses. *Offshore Technology Conference*: 6-9 Mei 1991.
- Marvakos, S. A. 1997. *Dynamic Behaviour of Deep Water Mooring Lines with Submerged Buoys*. Computers & Structures.

- Mauliani, D. R. 2015. *Analisis Kekuatan Struktur Global Buoy pada Single Point Mooring FSO Arco Ardjuna*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- OCIMF, 1992, *Mooring Equipment Guidelines*, UK
- Oud, M. A. A. A., 2014, *The Dynamic of Oil Prices and Valuation of Oil Derivatives*, University of Wollongong Thesis Collection.
- Purnawanti, Y. N. 2015. *Analisis Tegangan Lokal Maksimum pada Bollard akibat Modifikasi Sistem Tambat FSO Ladinda*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Soedjono, J. J., 1999, "Diktat Mata kuliah Konstruksi Bangunan Laut II", Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Soegiono, 2009, *Diktat Kuliah Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut*, Jurusan Teknik Kelautan, ITS, Surabaya.
- Soetomo, J., 2010, "Diktat Mata Kuliah Hidrodinamika II, Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

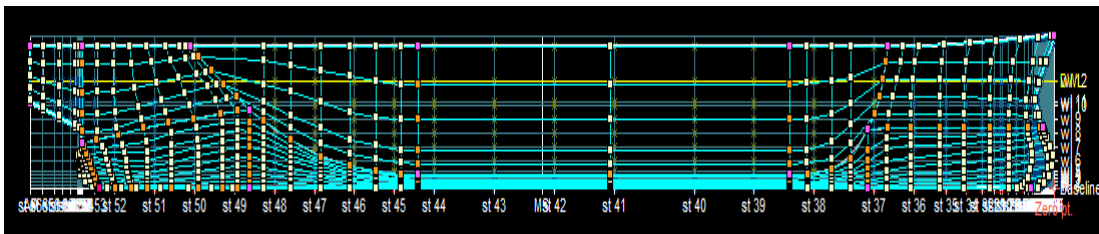
LAMPIRAN A
PERMODELAN PADA MAXSURF



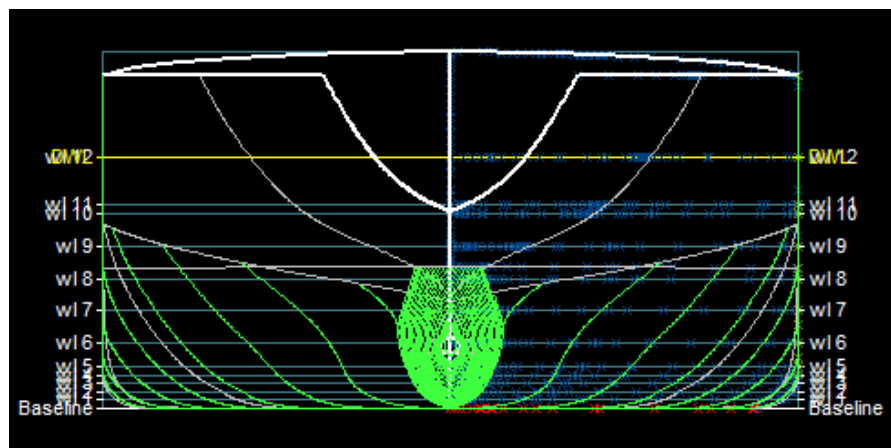
Model Tanker menggunakan perangkat lunak *Maxsurf* tampak *isometrik*



Model Tanker menggunakan perangkat lunak *Maxsurf* tampak atas



Model Tanker menggunakan perangkat lunak *Maxsurf* tampak samping



Model Tanker menggunakan perangkat lunak *Maxsurf* tampak depan

Data Hidrostatik pada kondisi *Full Load*

Measurement	Value	Unit
Displacement	142177	t
Volume (displaced)	138709.1	m ³
Draft Amidships	15.5	m
Immersed depth	15.5	m
WL Length	252.447	m
Beam max extents on WL	43	m
Wetted Area	16237.04	m ²
Max sect. area	664.414	m ²
Waterpl. Area	9872.05	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.827	
Block coeff. (Cb)	0.824	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.997	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.909	
LCB length	121.625	from zero pt. (+ve aft) m
LCF length	128.182	from zero pt. (+ve aft) m
LCB %	48.178	from zero pt. (+ve aft) % Lwl
LCF %	50.776	from zero pt. (+ve aft) % Lwl
KB	8.045	m
KG fluid	0	m
BMt	10.07	m
BML	320.679	m
GMt corrected	18.115	m
GML	328.724	m
KMt	18.115	m
KML	328.724	m
Immersion (TPc)	101.189	tonne/cm
MTc	1825.663	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	44950.22	tonne.m
Length:Beam ratio	5.871	
Beam:Draft ratio	2.774	
Length:Vol ^{0.333} ratio	4.877	
Precision	Highest	213 stations

Data Hidrostatik pada kondisi *Ballast*

Measurement	Value	Unit
Displacement	67685	t
Volume (displaced)	66034.22	m ³
Draft Amidships	7.8	m
Immersed depth	7.8	m
WL Length	241.122	m
Beam max extents on WL	43	m
Wetted Area	11867.02	m ²
Max sect. area	333.314	m ²
Waterpl. Area	8969.565	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.822	
Block coeff. (Cb)	0.817	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.994	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.865	
LCB length	117.81	from zero pt. (+ve aft) m
LCF length	120.512	from zero pt. (+ve aft) m
LCB %	48.859	from zero pt. (+ve aft) % Lwl
LCF %	49.98	from zero pt. (+ve aft) % Lwl
KB	4.007	m
KG fluid	0	m
BMt	18.898	m
BML	510.313	m
GMt corrected	22.905	m
GML	514.32	m
KMt	22.905	m
KML	514.32	m
Immersion (TPc)	91.938	tonne/cm
MTc	1359.835	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	27056.7	tonne.m
Length:Beam ratio	5.607	
Beam:Draft ratio	5.513	
Length:Vol ^{0.333} ratio	5.965	
Precision	Highest	215 stations

LAMPIRAN B
OUTPUT MOSES

out00001
 Rev 07.10.01.11

↑Page 1 Licensee - Bentley Select Licensee

```

*****
*                               *** MOSES ***                               *
*                               -----                               *
*                               May 8, 2017                               *
*                               TUGAS AKHIR BUOY                               *
*                               *****                               *

```

+++ H Y D R O S T A T I C P R O P E R T I E S +++
 =====

For Body BUOY

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

Condition	Displac- /	Center Of Buoyancy	W.P. /	/C. Flotation /	Metacentric Heights								
Draft	Trim	Roll	M-Tons	---X---	---Y---	---Z---	Area	---X---	---Y---	-KMT-	-KML-	-BMT-	-BML-
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.797	-1.62	0.00	99999.99	99999.99	99999.99	99999.99
0.10	0.00	0.00	4.67	0.00	-0.00	0.05	45.594	0.00	-0.00	36.33	36.33	36.28	36.28
0.20	0.00	0.00	9.34	0.00	-0.00	0.10	45.594	0.00	-0.00	18.24	18.24	18.14	18.14
0.30	0.00	0.00	14.02	0.00	-0.00	0.15	45.594	0.00	-0.00	12.24	12.24	12.09	12.09
0.40	0.00	0.00	18.69	0.00	-0.00	0.20	45.594	0.00	-0.00	9.27	9.27	9.07	9.07
0.50	0.00	0.00	23.36	0.00	-0.00	0.25	45.594	0.00	-0.00	7.51	7.51	7.26	7.26
0.60	0.00	0.00	28.03	0.00	-0.00	0.30	45.594	0.00	-0.00	6.35	6.35	6.05	6.05
0.70	0.00	0.00	32.71	0.00	-0.00	0.35	45.594	0.00	-0.00	5.53	5.53	5.18	5.18
0.80	0.00	0.00	37.38	0.00	-0.00	0.40	45.594	0.00	-0.00	4.94	4.94	4.54	4.54
0.90	0.00	0.00	42.05	0.00	-0.00	0.45	45.594	0.00	-0.00	4.48	4.48	4.03	4.03
1.00	0.00	0.00	46.72	0.00	-0.00	0.50	45.594	0.00	-0.00	4.13	4.13	3.63	3.63
1.10	0.00	0.00	51.39	0.00	-0.00	0.55	45.594	0.00	-0.00	3.85	3.85	3.30	3.30
1.20	0.00	0.00	56.07	0.00	-0.00	0.60	45.594	0.00	-0.00	3.62	3.62	3.02	3.02
1.30	0.00	0.00	60.74	0.00	-0.00	0.65	45.594	0.00	-0.00	3.44	3.44	2.79	2.79
1.40	0.00	0.00	65.41	0.00	-0.00	0.70	45.594	0.00	-0.00	3.29	3.29	2.59	2.59

↑Page 2 Licensee - Bentley Select Licensee

```

*****
*                               *** MOSES ***                               *
*                               -----                               *
*                               May 8, 2017                               *
*                               TUGAS AKHIR BUOY                               *
*                               *****                               *

```

+++ H Y D R O S T A T I C C O E F F I C I E N T S +++
 =====

For Body BUOY

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

Wetted Load To Change /--- For KG = KB ----/

/--- Condition ---/			out00001					
Draft	Trim	Roll	Displacement	Surface	Draft 1 MM	Moment To Change .01 Deg		
			-----	-----	-----	--- Heel ---	--- Trim ---	
0.00	0.00	0.00	0.00	22.8	0.02	0.01	0.00	
0.10	0.00	0.00	4.67	48.0	0.05	0.03	0.03	
0.20	0.00	0.00	9.34	50.4	0.05	0.03	0.03	
0.30	0.00	0.00	14.02	52.8	0.05	0.03	0.03	
0.40	0.00	0.00	18.69	55.2	0.05	0.03	0.03	
0.50	0.00	0.00	23.36	57.6	0.05	0.03	0.03	
0.60	0.00	0.00	28.03	60.0	0.05	0.03	0.03	
0.70	0.00	0.00	32.71	62.4	0.05	0.03	0.03	
0.80	0.00	0.00	37.38	64.7	0.05	0.03	0.03	
0.90	0.00	0.00	42.05	67.1	0.05	0.03	0.03	
1.00	0.00	0.00	46.72	69.5	0.05	0.03	0.03	
1.10	0.00	0.00	51.39	71.9	0.05	0.03	0.03	
1.20	0.00	0.00	56.07	74.3	0.05	0.03	0.03	
1.30	0.00	0.00	60.74	76.7	0.05	0.03	0.03	
1.40	0.00	0.00	65.41	79.1	0.05	0.03	0.03	

▲Page 17 Licensee - Bentley Select Licensee Rev 07.10.01.11

 * *** MOSES *** *
 * ----- May 8, 2017 *
 * TUGAS AKHIR BUOY *
 * *
 * Draft = 1.3 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 2.0 Meters *
 * Roll Gy. Radius = 2.1 Meters Pitch Gy. Radius = 2.1 Meters Yaw Gy. Radius = 2.7 Meters *
 * Heading = 0.00 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 +++
 =====

Results are in Body System

Of Point On Body BUOY At X = 0.0 Y = -0.0 Z = 1.5

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
0.1000	62.83	0.995	90	0.000	0	1.000	0	0.000	0	0.056	-87	0.001	-179
0.2000	31.42	0.993	90	0.000	0	1.000	0	0.000	0	0.226	-89	0.000	0
0.3000	20.94	0.990	90	0.000	0	1.001	0	0.000	0	0.508	-89	0.000	0
0.4000	15.71	0.986	90	0.000	0	1.003	0	0.000	0	0.905	-89	0.000	0

out00001													
0.5000	12.57	0.981	90	0.000	0	1.007	0	0.000	0	1.417	-89	0.000	0
0.6000	10.47	0.976	90	0.000	0	1.015	0	0.000	0	2.051	-89	0.000	0
0.7000	8.98	0.972	90	0.000	0	1.028	0	0.000	0	2.812	-89	0.000	0
0.8000	7.85	0.971	90	0.000	0	1.048	-1	0.000	0	3.715	-89	0.000	0
0.9000	6.98	0.974	90	0.000	0	1.078	-2	0.000	0	4.788	-89	0.000	0
1.0000	6.28	0.985	90	0.000	0	1.116	-5	0.000	0	6.080	-90	0.000	0
1.1000	5.71	1.010	89	0.000	0	1.154	-10	0.000	0	7.683	-90	0.000	0
1.2000	5.24	1.058	88	0.000	0	1.168	-18	0.000	0	9.779	-91	0.000	0
1.3000	4.83	1.151	86	0.000	0	1.117	-29	0.000	0	12.748	-94	0.000	0
1.4000	4.49	1.326	80	0.000	0	0.977	-41	0.000	0	17.415	-100	0.000	0
1.5000	4.19	1.627	66	0.000	0	0.786	-50	0.000	0	25.072	-115	0.000	0
1.6000	3.93	1.741	32	0.000	0	0.598	-56	0.000	0	31.191	-149	0.000	0
1.7000	3.70	1.132	0	0.000	0	0.441	-57	0.000	0	23.343	177	0.000	0
1.8000	3.49	0.632	-13	0.000	0	0.329	-55	0.000	0	14.882	163	0.000	0
1.9000	3.31	0.376	-15	0.000	0	0.250	-51	0.000	0	10.012	160	0.000	0
2.0000	3.14	0.237	-12	0.000	0	0.192	-45	0.000	0	7.106	163	0.000	0

Page 18

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     ----- May 8, 2017                          *
*          TUGAS AKHIR BUOY                                                    *
*                                                                              *
* Draft          = 1.3 Meters          Trim Angle      = 0.00 Deg.          GMT          = 2.0 Meters *
* Roll Gy. Radius = 2.1 Meters          Pitch Gy. Radius = 2.1 Meters      Yaw Gy. Radius = 2.7 Meters *
* Heading        = 45.00 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 +++
=====

Results are in Body System

Of Point On Body BUOY At X = 0.0 Y = -0.0 Z = 1.5

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
0.1000	62.83	0.704	90	0.704	90	1.000	0	0.040	90	0.040	-87	0.001	-179
0.2000	31.42	0.702	90	0.702	90	1.000	0	0.159	90	0.160	-88	0.000	0
0.3000	20.94	0.700	90	0.700	90	1.001	0	0.359	90	0.359	-89	0.000	0
0.4000	15.71	0.697	90	0.697	90	1.003	0	0.640	90	0.640	-89	0.000	0
0.5000	12.57	0.694	90	0.693	90	1.007	0	1.002	90	1.002	-89	0.000	0
0.6000	10.47	0.690	90	0.690	90	1.014	0	1.450	90	1.450	-89	0.000	0
0.7000	8.98	0.687	90	0.687	90	1.028	0	1.988	89	1.988	-89	0.000	0

out00001

0.8000	7.85	0.686	90	0.686	90	1.048	-1	2.627	89	2.627	-89	0.000	0
0.9000	6.98	0.688	90	0.688	90	1.078	-2	3.386	89	3.385	-90	0.000	0
1.0000	6.28	0.696	89	0.696	89	1.115	-5	4.299	88	4.296	-90	0.000	0
1.1000	5.71	0.713	89	0.712	88	1.153	-10	5.429	87	5.426	-90	0.000	0
1.2000	5.24	0.747	88	0.737	84	1.167	-18	6.798	81	6.898	-92	0.000	0
1.3000	4.83	0.811	86	0.772	79	1.116	-29	8.510	73	8.977	-94	0.000	0
1.4000	4.49	0.933	80	0.796	68	0.975	-40	10.337	61	12.245	-100	0.000	0
1.5000	4.19	1.143	65	0.764	52	0.783	-50	11.543	43	17.615	-115	0.000	0
1.6000	3.93	1.224	32	0.657	34	0.596	-56	11.469	24	21.915	-149	0.000	0
1.7000	3.70	0.796	0	0.508	17	0.442	-57	10.199	8	16.408	177	0.000	0
1.8000	3.49	0.445	-13	0.357	5	0.331	-55	8.175	-3	10.468	163	0.000	0
1.9000	3.31	0.265	-15	0.240	0	0.252	-51	6.241	-8	7.049	161	0.000	0
2.0000	3.14	0.167	-11	0.162	0	0.193	-45	4.709	-9	5.009	163	0.000	0

Page 19

Licensee - Bentley Select Licensee Rev 07.10.01.11

```

*****
***      MOSES      ***
-----
                                May 8, 2017
*
*      TUGAS AKHIR BUOY
*
*      Draft           = 1.3 Meters      Trim Angle      = 0.00 Deg.      GMT           = 2.0 Meters *
*      Roll Gy. Radius = 2.1 Meters      Pitch Gy. Radius = 2.1 Meters  Yaw Gy. Radius = 2.7 Meters *
*      Heading         = 90.00 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 +++
=====

Results are in Body System

Of Point On Body BUOY At X = 0.0 Y = -0.0 Z = 1.5

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
0.1000	62.83	0.000	0	0.995	90	1.000	0	0.056	90	0.002	0	0.001	-179
0.2000	31.42	0.000	0	0.993	90	1.000	0	0.226	90	0.002	0	0.000	0
0.3000	20.94	0.000	0	0.990	90	1.001	0	0.508	90	0.001	0	0.000	0
0.4000	15.71	0.000	0	0.986	90	1.003	0	0.904	90	0.001	1	0.000	0
0.5000	12.57	0.001	0	0.981	90	1.007	0	1.417	90	0.000	0	0.000	0
0.6000	10.47	0.001	0	0.976	90	1.014	0	2.050	89	0.003	175	0.000	0
0.7000	8.98	0.001	0	0.972	90	1.028	0	2.811	89	0.006	175	0.000	0
0.8000	7.85	0.002	-2	0.970	90	1.048	-1	3.714	89	0.013	174	0.000	0
0.9000	6.98	0.003	-4	0.973	89	1.077	-2	4.787	88	0.024	171	0.000	0
1.0000	6.28	0.004	-9	0.983	89	1.115	-5	6.074	87	0.041	167	0.000	0

out00001													
1.1000	5.71	0.006	-16	1.000	86	1.152	-10	7.593	82	0.069	161	0.000	0
1.2000	5.24	0.009	-27	1.028	83	1.165	-18	9.447	77	0.113	150	0.000	0
1.3000	4.83	0.013	-44	1.055	76	1.113	-29	11.551	68	0.177	135	0.000	0
1.4000	4.49	0.017	-65	1.048	65	0.969	-40	13.489	56	0.264	114	0.000	0
1.5000	4.19	0.022	-93	0.973	51	0.775	-50	14.561	40	0.377	86	0.000	0
1.6000	3.93	0.024	-138	0.825	36	0.590	-55	14.262	24	0.439	43	0.000	0
1.7000	3.70	0.015	-179	0.645	21	0.443	-56	12.812	10	0.301	2	0.000	0
1.8000	3.49	0.008	161	0.472	10	0.334	-54	10.728	0	0.174	-16	0.000	0
1.9000	3.31	0.004	155	0.327	4	0.254	-50	8.417	-5	0.106	-23	0.000	0
2.0000	3.14	0.002	155	0.224	4	0.195	-44	6.471	-6	0.067	-25	0.000	0

Page 20

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                               *** MOSES ***                               *
*                               -----                               *
*                               May 8, 2017                               *
*                               TUGAS AKHIR BUOY                               *
*                               *                               *
* Draft = 1.3 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 2.0 Meters *
* Roll Gy. Radius = 2.1 Meters Pitch Gy. Radius = 2.1 Meters Yaw Gy. Radius = 2.7 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 +++
=====

Results are in Body System

Of Point On Body BUOY At X = 0.0 Y = -0.0 Z = 1.5

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
0.1000	62.83	0.995	-89	0.000	0	1.000	0	0.000	0	0.056	88	0.001	180
0.2000	31.42	0.993	-89	0.000	0	1.000	0	0.000	0	0.226	90	0.000	0
0.3000	20.94	0.990	-89	0.000	0	1.001	0	0.000	0	0.508	90	0.000	0
0.4000	15.71	0.986	-89	0.000	0	1.003	0	0.000	0	0.905	90	0.000	0
0.5000	12.57	0.981	-89	0.000	0	1.007	0	0.000	0	1.418	90	0.000	0
0.6000	10.47	0.976	-89	0.000	0	1.015	0	0.000	0	2.051	90	0.000	0
0.7000	8.98	0.972	-89	0.000	0	1.028	0	0.000	0	2.813	90	0.000	0
0.8000	7.85	0.971	-89	0.000	0	1.048	-1	0.000	0	3.718	90	0.000	0
0.9000	6.98	0.974	-89	0.000	0	1.078	-2	0.000	0	4.796	90	0.000	0
1.0000	6.28	0.986	-89	0.000	0	1.115	-5	0.000	0	6.098	90	0.000	0
1.1000	5.71	1.013	-89	0.000	0	1.152	-10	0.000	0	7.729	90	0.000	0
1.2000	5.24	1.067	-90	0.000	0	1.164	-18	0.000	0	9.889	89	0.000	0
1.3000	4.83	1.168	-92	0.000	0	1.109	-29	0.000	0	12.987	86	0.000	0

						out00001							
1.4000	4.49	1.356	-98	0.000	0	0.962	-41	0.000	0	17.862	80	0.000	0
1.5000	4.19	1.671	-113	0.000	0	0.764	-49	0.000	0	25.800	65	0.000	0
1.6000	3.93	1.792	-146	0.000	0	0.582	-53	0.000	0	32.104	31	0.000	0
1.7000	3.70	1.165	179	0.000	0	0.445	-55	0.000	0	24.004	-2	0.000	0
1.8000	3.49	0.651	166	0.000	0	0.338	-53	0.000	0	15.287	-16	0.000	0
1.9000	3.31	0.388	164	0.000	0	0.257	-50	0.000	0	10.279	-18	0.000	0
2.0000	3.14	0.245	167	0.000	0	0.197	-44	0.000	0	7.295	-16	0.000	0

Page 21

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

Page 1

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```
*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     May 3, 2017                               *
*      RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17                               *
*      TUGAS AKHIR                                                           *
*                                                                              *
*****
```

+++ H Y D R O S T A T I C P R O P E R T I E S +++

=====

For Body AFRAMAX1

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

/-- Condition		---// Displac-		/-- Center Of Buoyancy --/ /			W.P.	/ /C. Flotation /		/---- Metacentric Heights ----/			
Draft	Trim	Roll	M-Tons	---X---	---Y---	---Z---	Area	---X---	---Y---	-KMT-	-KML-	-BMT-	-BML-
0.00	0.00	0.00	0.76	111.85	2.18	0.00	6568.670	116.37	-0.00	99999.99	99999.99	99999.99	99999.99
0.20	0.00	0.00	1388.52	116.27	0.00	0.10	6973.574	116.21	0.00	556.68	99999.99	556.57	99999.99
0.40	0.00	0.00	2858.98	116.23	0.00	0.20	7375.406	116.17	0.00	306.07	7968.84	305.86	7968.64
0.60	0.00	0.00	4404.90	116.22	0.00	0.31	7647.035	116.23	0.00	215.40	5517.73	215.09	5517.42
0.80	0.00	0.00	5986.78	116.23	0.00	0.41	7789.565	116.31	0.00	165.20	4199.16	164.79	4198.75
1.00	0.00	0.00	7597.58	116.26	0.00	0.52	7929.184	116.40	0.00	135.47	3418.83	134.95	3418.32
1.20	0.00	0.00	9232.16	116.29	0.00	0.62	8021.661	116.46	0.00	114.45	2876.48	113.83	2875.86
1.40	0.00	0.00	10885.43	116.32	0.00	0.72	8111.661	116.54	0.00	99.53	2493.11	98.81	2492.39
1.60	0.00	0.00	12556.19	116.36	0.00	0.83	8185.713	116.62	0.00	88.07	2201.64	87.24	2200.82
1.80	0.00	0.00	14239.82	116.39	0.00	0.93	8243.630	116.69	-0.00	78.90	1971.34	77.97	1970.41
2.00	0.00	0.00	15935.02	116.43	0.00	1.03	8298.855	116.78	0.00	71.56	1788.30	70.52	1787.26
2.20	0.00	0.00	17640.02	116.46	0.00	1.14	8339.393	116.83	-0.00	65.41	1633.98	64.28	1632.84
2.40	0.00	0.00	19353.11	116.50	0.00	1.24	8377.557	116.91	0.00	60.28	1506.13	59.04	1504.89
2.60	0.00	0.00	21073.57	116.54	0.00	1.34	8409.986	116.98	0.00	55.92	1396.34	54.57	1395.00
2.80	0.00	0.00	22800.06	116.57	0.00	1.44	8438.076	117.06	-0.00	52.20	1300.81	50.75	1299.36
3.00	0.00	0.00	24532.27	116.61	0.00	1.55	8465.733	117.14	0.00	48.99	1218.50	47.44	1216.95
3.20	0.00	0.00	26270.08	116.65	0.00	1.65	8492.936	117.23	-0.00	46.21	1146.85	44.56	1145.20
3.40	0.00	0.00	28013.42	116.69	0.00	1.75	8519.696	117.31	0.00	43.76	1083.91	42.01	1082.16
3.60	0.00	0.00	29762.22	116.73	0.00	1.86	8545.994	117.40	-0.00	41.60	1028.18	39.74	1026.32
3.80	0.00	0.00	31516.33	116.77	0.00	1.96	8571.835	117.50	-0.00	39.67	978.50	37.72	976.54
4.00	0.00	0.00	33276.21	116.81	0.00	2.06	8597.997	117.59	0.00	37.95	934.15	35.89	932.09
4.20	0.00	0.00	35039.61	116.85	0.00	2.16	8616.210	117.71	-0.00	36.39	891.50	34.23	889.34
4.40	0.00	0.00	36807.39	116.89	0.00	2.27	8635.065	117.82	-0.00	34.98	853.11	32.72	850.84
4.60	0.00	0.00	38579.06	116.94	0.00	2.37	8653.791	117.93	-0.00	33.71	818.22	31.34	815.85
4.80	0.00	0.00	40354.52	116.99	0.00	2.47	8672.447	118.05	-0.00	32.55	786.40	30.08	783.93
5.00	0.00	0.00	42133.81	117.03	0.00	2.57	8691.041	118.17	-0.00	31.49	757.28	28.91	754.70
5.20	0.00	0.00	43916.91	117.08	0.00	2.68	8709.544	118.30	-0.00	30.52	730.52	27.84	727.84
5.40	0.00	0.00	45703.73	117.13	0.00	2.78	8727.953	118.42	-0.00	29.62	705.85	26.84	703.07
5.60	0.00	0.00	47494.44	117.18	0.00	2.88	8746.248	118.55	-0.00	28.80	683.03	25.92	680.15
5.80	0.00	0.00	49288.79	117.23	0.00	2.98	8764.417	118.68	-0.00	28.04	661.87	25.06	658.89

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

6.00	0.00	0.00	51086.88	117.29	0.00	3.09	8782.430	118.81	0.00	27.34	642.19	24.25	639.10
6.20	0.00	0.00	52888.98	117.34	0.00	3.19	8803.499	119.01	0.00	26.70	624.47	23.51	621.28
6.40	0.00	0.00	54695.29	117.40	0.00	3.29	8824.138	119.21	0.00	26.10	607.84	22.81	604.54
6.60	0.00	0.00	56505.88	117.46	0.00	3.39	8844.373	119.41	0.00	25.55	592.19	22.15	588.79
6.80	0.00	0.00	58320.57	117.53	0.00	3.50	8864.203	119.60	0.00	25.03	577.44	21.53	573.94
7.00	0.00	0.00	60139.23	117.59	0.00	3.60	8883.625	119.79	-0.00	24.54	563.51	20.94	559.91
7.20	0.00	0.00	61961.82	117.66	0.00	3.70	8902.642	119.98	-0.00	24.09	550.33	20.39	546.63
7.40	0.00	0.00	63788.32	117.73	-0.00	3.81	8921.253	120.16	-0.00	23.67	537.84	19.86	534.03
7.60	0.00	0.00	65618.59	117.80	-0.00	3.91	8939.451	120.34	-0.00	23.27	525.98	19.36	522.07
7.80	0.00	0.00	67452.50	117.87	0.00	4.01	8957.242	120.52	-0.00	22.89	514.70	18.88	510.69
8.00	0.00	0.00	69290.01	117.94	-0.00	4.12	8974.674	120.69	0.00	22.54	503.98	18.43	499.86
8.20	0.00	0.00	71131.86	118.02	-0.00	4.22	8999.163	120.95	0.00	22.23	494.93	18.01	490.71
8.40	0.00	0.00	72978.68	118.10	0.00	4.32	9023.116	121.19	0.00	21.93	486.26	17.61	481.93
8.60	0.00	0.00	74830.40	118.17	0.00	4.43	9046.643	121.44	0.00	21.66	477.95	17.23	473.53
8.80	0.00	0.00	76686.84	118.26	0.00	4.53	9069.981	121.68	0.00	21.39	470.05	16.86	465.52
9.00	0.00	0.00	78548.06	118.34	0.00	4.63	9093.311	121.92	-0.00	21.15	462.54	16.51	457.91
9.20	0.00	0.00	80414.13	118.43	0.00	4.74	9116.627	122.17	-0.00	20.91	455.40	16.18	450.67
9.40	0.00	0.00	82284.91	118.51	0.00	4.84	9139.981	122.41	-0.00	20.69	448.63	15.85	443.79
9.60	0.00	0.00	84160.52	118.60	0.00	4.94	9163.467	122.67	-0.00	20.48	442.20	15.54	437.26
9.80	0.00	0.00	86040.80	118.70	0.00	5.05	9187.080	122.92	-0.00	20.29	436.10	15.24	431.06

Page 2

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                                     *
*                                     May 3, 2017                               *
* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17                                     *
* TUGAS AKHIR                                                                *
*                                                                              *
*****
    
```

+++ H Y D R O S T A T I C C O E F F I C I E N T S +++

=====

For Body AFRAMAX1

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

/-- Condition --/			Displacement	Wetted Surface	Load To Change Draft 1 MM	/-- For KG = KB ----/	
Draft	Trim	Roll				Moment To Change	Heel
0.00	0.00	0.00	0.76	6568.7	6.73	118.40	3223.85
0.20	0.00	0.00	1388.52	6986.2	7.15	134.88	3595.97
0.40	0.00	0.00	2858.98	7401.4	7.56	152.62	3976.25
0.60	0.00	0.00	4404.90	7696.5	7.84	165.36	4241.79
0.80	0.00	0.00	5986.78	7872.9	7.98	172.19	4387.23
1.00	0.00	0.00	7597.58	8047.2	8.13	178.95	4532.78
1.20	0.00	0.00	9232.16	8187.7	8.22	183.42	4633.92
1.40	0.00	0.00	10885.43	8327.0	8.31	187.72	4735.21
1.60	0.00	0.00	12556.19	8458.1	8.39	191.19	4823.03

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

1.80	0.00	0.00	14239.82	8581.2	8.45	193.78	4897.09
2.00	0.00	0.00	15935.02	8703.4	8.50	196.14	4970.71
2.20	0.00	0.00	17640.02	8819.7	8.55	197.89	5027.13
2.40	0.00	0.00	19353.11	8935.4	8.58	199.42	5083.16
2.60	0.00	0.00	21073.57	9048.7	8.62	200.73	5130.85
2.80	0.00	0.00	22800.06	9159.8	8.65	201.96	5170.63
3.00	0.00	0.00	24532.27	9271.0	8.68	203.14	5210.61
3.20	0.00	0.00	26270.08	9382.3	8.70	204.29	5250.74
3.40	0.00	0.00	28013.42	9493.7	8.73	205.39	5290.97
3.60	0.00	0.00	29762.22	9605.2	8.76	206.44	5331.22
3.80	0.00	0.00	31516.33	9716.7	8.78	207.46	5371.62
4.00	0.00	0.00	33276.21	9830.7	8.81	208.45	5413.36
4.20	0.00	0.00	35039.61	9938.5	8.83	209.31	5438.80
4.40	0.00	0.00	36807.39	10048.5	8.85	210.17	5465.88
4.60	0.00	0.00	38579.06	10158.3	8.87	211.01	5493.40
4.80	0.00	0.00	40354.52	10268.0	8.89	211.82	5521.38
5.00	0.00	0.00	42133.81	10377.5	8.91	212.62	5549.90
5.20	0.00	0.00	43916.91	10486.9	8.92	213.39	5578.88
5.40	0.00	0.00	45703.73	10596.1	8.94	214.13	5608.25
5.60	0.00	0.00	47494.44	10705.2	8.96	214.86	5638.01
5.80	0.00	0.00	49288.79	10814.3	8.98	215.56	5668.08
6.00	0.00	0.00	51086.88	10923.5	9.00	216.23	5698.43
6.20	0.00	0.00	52888.98	11034.9	9.02	217.00	5734.95
6.40	0.00	0.00	54695.29	11146.2	9.04	217.74	5771.05
6.60	0.00	0.00	56505.88	11257.4	9.06	218.46	5806.74
6.80	0.00	0.00	58320.57	11368.4	9.08	219.15	5842.06
7.00	0.00	0.00	60139.23	11479.4	9.10	219.82	5876.96
7.20	0.00	0.00	61961.82	11590.2	9.12	220.47	5911.42
7.40	0.00	0.00	63788.32	11700.9	9.14	221.10	5945.45
7.60	0.00	0.00	65618.59	11811.5	9.16	221.71	5979.05
7.80	0.00	0.00	67452.50	11921.9	9.18	222.29	6012.22
8.00	0.00	0.00	69290.01	12032.3	9.20	222.85	6045.00
8.20	0.00	0.00	71131.86	12147.4	9.22	223.60	6092.10
8.40	0.00	0.00	72978.68	12262.1	9.25	224.33	6138.49
8.60	0.00	0.00	74830.40	12376.6	9.27	225.03	6184.47
8.80	0.00	0.00	76686.84	12491.2	9.29	225.72	6230.67
9.00	0.00	0.00	78548.06	12605.9	9.32	226.38	6277.55
9.20	0.00	0.00	80414.13	12720.8	9.34	227.03	6325.08
9.40	0.00	0.00	82284.91	12836.0	9.37	227.65	6373.42
9.60	0.00	0.00	84160.52	12951.5	9.39	228.25	6422.75
9.80	0.00	0.00	86040.80	13067.3	9.41	228.83	6473.16

Page 3

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

* *** MOSES *** *

* ----- May 3, 2017 *

* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17 *

* TUGAS AKHIR *

* Draft = 7.8 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 12.3 Meters *

* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters Yaw Gy. Radius = 69.7 Meters *

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

* Heading = 0.00 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 +++
 =====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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 /	
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
0.1001	62.80	0.984	97	0.000	0	0.998	7	0.000	0	0.059	-81	0.000	0
0.2001	31.40	0.945	118	0.000	0	0.972	27	0.000	0	0.234	-61	0.000	0
0.3000	20.94	0.817	154	0.000	0	0.857	61	0.000	0	0.501	-27	0.000	0
0.4000	15.71	0.548	-156	0.000	0	0.571	106	0.000	0	0.740	19	0.000	0
0.5000	12.57	0.177	-94	0.000	0	0.122	160	0.000	0	0.698	78	0.000	0
0.6000	10.47	0.106	167	0.000	0	0.233	51	0.002	-141	0.194	160	0.000	0
0.7000	8.98	0.115	-103	0.000	0	0.107	142	0.000	0	0.299	18	0.000	0
0.8000	7.85	0.028	-164	0.000	0	0.122	-6	0.000	0	0.103	159	0.000	0
0.9000	6.98	0.032	-60	0.000	0	0.034	-170	0.000	0	0.091	12	0.000	0
1.0000	6.28	0.022	-92	0.000	0	0.024	44	0.000	0	0.030	-91	0.000	0
1.1000	5.71	0.009	-108	0.000	0	0.003	-7	0.000	0	0.012	-165	0.000	0
1.2000	5.24	0.004	-116	0.000	0	0.009	-62	0.001	94	0.004	169	0.001	-64
1.3001	4.83	0.002	-121	0.000	0	0.005	76	0.000	0	0.005	83	0.000	0
1.4000	4.49	0.002	-113	0.000	0	0.004	-90	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.4999	4.19	0.002	-86	0.000	0	0.008	46	0.000	0	0.005	129	0.000	0
1.6000	3.93	0.001	-38	0.000	0	0.010	-123	0.000	0	0.002	-117	0.000	0
1.7000	3.70	0.000	0	0.000	0	0.004	70	0.000	0	0.004	11	0.000	0
1.7998	3.49	0.001	-123	0.000	0	0.003	-77	0.000	0	0.003	-19	0.000	0
1.9000	3.31	0.001	-10	0.000	0	0.015	129	0.000	0	0.007	-172	0.000	0
1.9997	3.14	0.000	0	0.000	0	0.013	-2	0.000	0	0.006	-51	0.000	0
2.1000	2.99	0.000	0	0.000	0	0.004	54	0.000	0	0.006	134	0.000	0

Page 30

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

 *
 * *** MOSES *** *
 *
 * ----- May 3, 2017 *
 *
 * RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17 *
 * TUGAS AKHIR *
 * Draft = 7.8 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 12.3 Meters *
 * Roll Gy. Radius = 15.5 Meters Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters Yaw Gy. Radius = 69.7 Meters *
 * Heading = 45.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *
 *
 *

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

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

=====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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
0.1001	62.80	0.696	95	0.702	95	0.999	5	0.042	95	0.042	-83	0.023	-174
0.2001	31.40	0.678	110	0.679	109	0.986	19	0.172	110	0.167	-69	0.090	-159
0.3000	20.94	0.624	135	0.618	134	0.929	43	0.397	135	0.370	-45	0.188	-135
0.4000	15.71	0.510	170	0.497	167	0.776	76	0.733	169	0.615	-12	0.279	-101
0.5000	12.57	0.326	-144	0.320	-152	0.485	116	1.281	-153	0.792	28	0.308	-57
0.6000	10.47	0.108	-90	0.049	-134	0.075	167	1.343	158	0.704	75	0.225	0
0.7000	8.98	0.058	158	0.042	-173	0.228	24	0.383	-15	0.244	143	0.074	61
0.8000	7.85	0.092	-129	0.043	-102	0.140	100	0.310	64	0.179	-37	0.040	-28
0.9000	6.98	0.020	-54	0.007	118	0.062	-96	0.046	-145	0.126	82	0.036	79
1.0000	6.28	0.033	-124	0.020	-59	0.041	71	0.122	48	0.054	-100	0.020	-63
1.1000	5.71	0.008	-44	0.016	123	0.021	-95	0.037	-164	0.037	101	0.018	141
1.2000	5.24	0.013	-81	0.011	7	0.014	127	0.049	86	0.015	-38	0.016	-3
1.3001	4.83	0.005	-114	0.010	-115	0.006	22	0.017	-59	0.015	-157	0.014	-114
1.4000	4.49	0.001	-30	0.009	133	0.007	-89	0.009	179	0.006	106	0.006	157
1.4999	4.19	0.002	-27	0.002	83	0.003	-155	0.014	127	0.006	37	0.006	69
1.6000	3.93	0.002	-45	0.005	32	0.001	164	0.008	77	0.004	-16	0.004	19
1.7000	3.70	0.002	-55	0.001	-57	0.001	123	0.004	49	0.002	-48	0.004	1
1.7998	3.49	0.001	-54	0.005	0	0.001	133	0.005	15	0.002	-56	0.003	-32
1.9000	3.31	0.001	-44	0.002	-175	0.005	41	0.003	133	0.002	-14	0.003	7
1.9997	3.14	0.000	0	0.003	36	0.001	176	0.003	57	0.001	-5	0.002	51
2.1000	2.99	0.000	0	0.001	120	0.000	0	0.002	148	0.001	36	0.002	83

Page 31

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                                     *
*                                     May 3, 2017                               *
*                                     RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17      *
*                                     TUGAS AKHIR                                *
* Draft = 7.8 Meters      Trim Angle = 0.00 Deg.      GMT = 12.3 Meters *
* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters      Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters      Yaw Gy. Radius = 69.7 Meters *
* Heading = 90.00 Deg.      Forward Speed = 0.00 Knots      Linearization Based on 1/ 20 *
*
*****

```

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST
 +++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
 =====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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
0.1001	62.80	0.000	0	0.993	90	1.000	0	0.059	90	0.001	-1	0.000	0
0.2001	31.40	0.000	0	0.974	90	1.000	0	0.245	90	0.001	-5	0.000	0
0.3000	20.94	0.000	0	0.940	90	1.003	0	0.595	89	0.002	-8	0.000	0
0.4000	15.71	0.000	0	0.890	90	1.016	0	1.251	88	0.005	-13	0.002	79
0.5000	12.57	0.000	0	0.822	87	1.052	-1	2.851	69	0.013	-28	0.009	53
0.6000	10.47	0.000	0	0.521	88	1.115	-7	4.438	-5	0.036	-57	0.022	-27
0.7000	8.98	0.000	0	0.487	109	1.076	-25	2.008	-56	0.075	-110	0.014	-79
0.8000	7.85	0.000	0	0.424	118	0.732	-45	0.938	-53	0.075	-167	0.008	-88
0.9000	6.98	0.000	0	0.344	129	0.400	-49	0.511	-40	0.048	161	0.004	-94
1.0000	6.28	0.000	0	0.269	145	0.219	-40	0.292	-24	0.029	152	0.001	-115
1.1000	5.71	0.000	0	0.206	165	0.125	-23	0.167	-5	0.018	156	0.002	93
1.2000	5.24	0.000	0	0.156	-170	0.075	-1	0.091	15	0.011	168	0.004	96
1.3001	4.83	0.000	0	0.118	-141	0.045	23	0.039	29	0.008	-171	0.004	103
1.4000	4.49	0.000	0	0.092	-109	0.028	55	0.025	44	0.005	-147	0.004	119
1.4999	4.19	0.000	0	0.073	-73	0.016	83	0.017	26	0.003	-125	0.004	127
1.6000	3.93	0.000	0	0.059	-34	0.011	127	0.020	17	0.003	-92	0.003	150
1.7000	3.70	0.000	0	0.048	4	0.008	163	0.038	24	0.002	-27	0.003	163
1.7998	3.49	0.000	0	0.042	48	0.005	-161	0.019	77	0.002	8	0.002	-173
1.9000	3.31	0.000	0	0.035	91	0.057	16	0.020	121	0.004	-17	0.001	-153
1.9997	3.14	0.000	0	0.028	138	0.003	-58	0.018	152	0.001	101	0.001	-145
2.1000	2.99	0.000	0	0.023	-168	0.002	-19	0.010	-153	0.001	139	0.000	0

Page 32

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     May 3, 2017                               *
*                                     RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17       *
*                                     TUGAS AKHIR                               *
* Draft = 7.8 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 12.3 Meters *
* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters Yaw Gy. Radius = 69.7 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 +++
 =====

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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 /	
Frequency	Period	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.		Ampl.		Ampl.		Ampl.		Ampl.		Ampl.	
0.1001	62.80	0.696	-94	0.702	85	0.999	-4	0.042	85	0.042	84	0.023	-4
0.2001	31.40	0.678	-109	0.679	71	0.986	-19	0.172	70	0.166	69	0.090	-19
0.3000	20.94	0.624	-134	0.618	46	0.930	-43	0.397	45	0.368	44	0.188	-43
0.4000	15.71	0.510	-169	0.497	12	0.783	-78	0.732	8	0.606	7	0.281	-77
0.5000	12.57	0.326	145	0.313	-34	0.513	-121	1.278	-47	0.772	-42	0.315	-120
0.6000	10.47	0.108	92	0.030	-53	0.167	-156	1.409	133	0.678	-106	0.242	-173
0.7000	8.98	0.058	-157	0.040	50	0.190	-118	0.363	-122	0.241	-176	0.088	140
0.8000	7.85	0.092	131	0.060	0	0.148	168	0.296	140	0.135	-132	0.040	-153
0.9000	6.98	0.020	57	0.030	-23	0.040	166	0.083	-1	0.093	166	0.046	178
1.0000	6.28	0.033	126	0.019	11	0.031	147	0.104	172	0.039	169	0.034	170
1.1000	5.71	0.008	46	0.025	-14	0.018	136	0.043	42	0.021	156	0.019	-178
1.2000	5.24	0.013	82	0.013	5	0.005	180	0.023	141	0.018	145	0.024	158
1.3001	4.83	0.005	115	0.016	-20	0.007	125	0.012	31	0.010	156	0.017	164
1.4000	4.49	0.001	32	0.012	-43	0.006	121	0.003	-6	0.004	110	0.011	151
1.4999	4.19	0.002	28	0.008	-46	0.002	95	0.012	42	0.003	128	0.008	138
1.6000	3.93	0.002	46	0.006	-12	0.002	149	0.004	58	0.004	110	0.008	125
1.7000	3.70	0.002	56	0.005	-37	0.000	0	0.003	-17	0.002	113	0.008	127
1.7998	3.49	0.001	56	0.004	-97	0.001	95	0.001	-95	0.001	117	0.004	122
1.9000	3.31	0.001	45	0.002	46	0.004	-27	0.004	73	0.002	38	0.004	131
1.9997	3.14	0.000	0	0.003	-47	0.000	0	0.002	-61	0.001	111	0.004	129
2.1000	2.99	0.000	0	0.002	-93	0.000	0	0.001	-71	0.001	96	0.003	110

Page 33

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                                     *
*                                     May 3, 2017                               *
* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17                                     *
* TUGAS AKHIR                                                                *
* Draft = 7.8 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 12.3 Meters *
* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters Yaw Gy. Radius = 69.7 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 +++

=====

Results are in Body System

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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 /	
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
0.1001	62.80	0.984	-96	0.000	0	0.998	-6	0.000	0	0.059	82	0.000	0
0.2001	31.40	0.945	-117	0.000	0	0.973	-27	0.000	0	0.233	61	0.000	0
0.3000	20.94	0.817	-153	0.000	0	0.859	-62	0.000	0	0.496	25	0.000	0
0.4000	15.71	0.548	157	0.000	0	0.583	-110	0.000	0	0.729	-27	0.000	0
0.5000	12.57	0.177	95	0.000	0	0.163	-159	0.000	0	0.686	-96	0.000	0
0.6000	10.47	0.106	-166	0.000	0	0.219	-103	0.002	73	0.203	-176	0.000	0
0.7000	8.98	0.115	105	0.000	0	0.164	163	0.000	0	0.263	-132	0.000	0
0.8000	7.85	0.028	164	0.000	0	0.102	178	0.000	0	0.080	128	0.000	0
0.9000	6.98	0.032	62	0.000	0	0.033	91	0.000	0	0.081	141	0.000	0
1.0000	6.28	0.022	93	0.000	0	0.024	92	0.000	0	0.023	126	0.000	0
1.1000	5.71	0.009	109	0.000	0	0.007	104	0.000	0	0.018	95	0.000	0
1.2000	5.24	0.004	117	0.000	0	0.014	74	0.001	141	0.005	60	0.001	-52
1.3001	4.83	0.002	122	0.000	0	0.004	-63	0.000	0	0.005	-1	0.000	0
1.4000	4.49	0.002	114	0.000	0	0.005	89	0.000	0	0.003	27	0.000	0
1.4999	4.19	0.002	86	0.000	0	0.008	-47	0.000	0	0.004	-93	0.000	0
1.6000	3.93	0.001	39	0.000	0	0.010	130	0.000	0	0.003	93	0.000	0
1.7000	3.70	0.000	0	0.000	0	0.005	-74	0.000	0	0.004	-7	0.000	0
1.7998	3.49	0.001	124	0.000	0	0.003	98	0.000	0	0.004	8	0.000	0
1.9000	3.31	0.001	11	0.000	0	0.016	-123	0.000	0	0.008	178	0.000	0
1.9997	3.14	0.000	0	0.000	0	0.014	6	0.000	0	0.004	51	0.000	0
2.1000	2.99	0.000	0	0.000	0	0.004	-62	0.000	0	0.005	-132	0.000	0

Page 34

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*** MOSES ***
-----
                    May 3, 2017
*
* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17
* TUGAS AKHIR
* Draft = 7.8 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 12.3 Meters
* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters Yaw Gy. Radius = 69.7 Meters
* Heading = 225.00 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 +++
=====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

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 /	
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
0.1001	62.80	0.696	-94	0.702	-94	0.999	-4	0.042	-94	0.042	84	0.023	175
0.2001	31.40	0.678	-109	0.679	-108	0.986	-19	0.172	-109	0.166	69	0.090	160
0.3000	20.94	0.624	-134	0.618	-133	0.930	-43	0.397	-134	0.368	44	0.188	136
0.4000	15.71	0.510	-169	0.497	-167	0.783	-78	0.732	-171	0.606	7	0.281	102
0.5000	12.57	0.326	145	0.313	145	0.513	-121	1.278	132	0.772	-42	0.315	59
0.6000	10.47	0.108	92	0.030	126	0.167	-156	1.408	-46	0.678	-106	0.242	6
0.7000	8.98	0.058	-157	0.040	-129	0.190	-118	0.364	57	0.240	-176	0.088	-39
0.8000	7.85	0.092	131	0.060	-179	0.147	168	0.297	-39	0.135	-132	0.041	26
0.9000	6.98	0.020	57	0.030	156	0.040	166	0.083	178	0.093	166	0.046	-1
1.0000	6.28	0.033	126	0.019	-168	0.030	147	0.104	-7	0.039	169	0.034	-9
1.1000	5.71	0.008	46	0.025	165	0.018	136	0.044	-137	0.021	157	0.019	1
1.2000	5.24	0.013	82	0.013	-176	0.006	180	0.025	-39	0.017	145	0.024	-20
1.3001	4.83	0.005	115	0.016	158	0.007	125	0.012	-149	0.010	156	0.017	-14
1.4000	4.49	0.001	32	0.012	136	0.006	119	0.003	173	0.004	108	0.011	-29
1.4999	4.19	0.002	28	0.008	133	0.002	97	0.012	-137	0.003	131	0.008	-41
1.6000	3.93	0.002	46	0.006	169	0.002	149	0.004	-122	0.004	112	0.008	-52
1.7000	3.70	0.002	56	0.005	142	0.000	0	0.003	161	0.002	114	0.008	-52
1.7998	3.49	0.001	56	0.004	82	0.001	96	0.001	86	0.001	118	0.004	-57
1.9000	3.31	0.001	45	0.002	-132	0.004	-27	0.004	-111	0.002	38	0.004	-48
1.9997	3.14	0.000	0	0.003	132	0.000	0	0.002	118	0.001	111	0.004	-49
2.1000	2.99	0.000	0	0.002	86	0.000	0	0.001	107	0.001	97	0.003	-69

Page 35

```

Licensee - Bentley Select Licensee          Rev 07.10.01.11
*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     May 3, 2017                               *
*
* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17
* TUGAS AKHIR
* Draft = 7.8 Meters      Trim Angle = 0.00 Deg.      GMT = 12.3 Meters *
* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters      Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters      Yaw Gy. Radius = 69.7 Meters *
* Heading = 270.00 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 +++
=====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

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
0.1001	62.80	0.000	0	0.993	-89	1.000	0	0.059	-89	0.001	-1	0.000	0
0.2001	31.40	0.000	0	0.974	-89	1.000	0	0.245	-89	0.001	-5	0.000	0
0.3000	20.94	0.000	0	0.940	-89	1.003	0	0.595	-90	0.002	-8	0.000	0
0.4000	15.71	0.000	0	0.890	-89	1.016	0	1.251	-91	0.005	-13	0.002	-101
0.5000	12.57	0.000	0	0.822	-92	1.053	-1	2.852	-109	0.013	-28	0.009	-126
0.6000	10.47	0.000	0	0.521	-91	1.115	-8	4.440	174	0.036	-58	0.022	152
0.7000	8.98	0.000	0	0.487	-70	1.075	-25	2.012	123	0.074	-110	0.014	100
0.8000	7.85	0.000	0	0.425	-61	0.732	-45	0.940	126	0.075	-167	0.008	90
0.9000	6.98	0.000	0	0.344	-50	0.400	-49	0.513	139	0.048	161	0.004	84
1.0000	6.28	0.000	0	0.269	-34	0.218	-40	0.293	155	0.029	152	0.001	62
1.1000	5.71	0.000	0	0.206	-14	0.125	-23	0.167	174	0.018	156	0.002	-85
1.2000	5.24	0.000	0	0.156	9	0.074	-1	0.091	-165	0.011	168	0.003	-84
1.3001	4.83	0.000	0	0.118	38	0.045	23	0.039	-150	0.008	-170	0.004	-76
1.4000	4.49	0.000	0	0.092	70	0.027	55	0.025	-135	0.005	-146	0.004	-59
1.4999	4.19	0.000	0	0.073	106	0.016	83	0.017	-152	0.003	-123	0.004	-51
1.6000	3.93	0.000	0	0.059	145	0.011	127	0.020	-161	0.004	-91	0.003	-29
1.7000	3.70	0.000	0	0.048	-175	0.007	161	0.038	-155	0.002	-27	0.003	-16
1.7998	3.49	0.000	0	0.042	-131	0.005	-161	0.019	-103	0.002	7	0.002	6
1.9000	3.31	0.000	0	0.034	-86	0.057	16	0.019	-78	0.004	-18	0.001	29
1.9997	3.14	0.000	0	0.028	-41	0.003	-58	0.018	-27	0.001	102	0.001	36
2.1000	2.99	0.000	0	0.023	11	0.002	-16	0.010	26	0.001	137	0.000	0

Page 36

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                                     *
*                                     May 3, 2017                               *
* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17                                       *
* TUGAS AKHIR                                                                    *
* Draft = 7.8 Meters      Trim Angle = 0.00 Deg.      GMT = 12.3 Meters *
* Roll Gy. Radius = 15.5 Meters      Pitch Gy. Radius = 69.7 Meters *
* Heading = 315.00 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 +++
=====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 117.9 Y = 0.0 Z = 10.6

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 /

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER BALLAST

-----		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
0.1001	62.80	0.696	95	0.702	-84	0.999	5	0.042	-84	0.042	-83	0.023	5
0.2001	31.40	0.678	110	0.679	-70	0.986	19	0.172	-69	0.167	-69	0.090	20
0.3000	20.94	0.624	135	0.618	-45	0.929	43	0.397	-44	0.370	-45	0.188	44
0.4000	15.71	0.510	170	0.497	-12	0.776	76	0.733	-10	0.615	-12	0.279	78
0.5000	12.57	0.326	-144	0.320	27	0.485	116	1.281	26	0.792	28	0.308	122
0.6000	10.47	0.108	-90	0.049	45	0.074	167	1.343	-21	0.704	75	0.225	179
0.7000	8.98	0.058	158	0.042	6	0.228	24	0.384	165	0.244	143	0.074	-118
0.8000	7.85	0.092	-129	0.043	77	0.140	100	0.310	-115	0.179	-37	0.040	151
0.9000	6.98	0.020	-54	0.007	-61	0.062	-96	0.046	34	0.126	82	0.036	-100
1.0000	6.28	0.033	-124	0.020	120	0.041	71	0.123	-131	0.054	-100	0.020	116
1.1000	5.71	0.008	-44	0.016	-56	0.021	-95	0.037	15	0.038	101	0.018	-38
1.2000	5.24	0.013	-81	0.011	-174	0.014	127	0.050	-90	0.016	-38	0.016	176
1.3001	4.83	0.005	-114	0.010	64	0.006	23	0.017	120	0.015	-157	0.014	66
1.4000	4.49	0.001	-30	0.009	-46	0.007	-88	0.009	0	0.006	105	0.006	-21
1.4999	4.19	0.002	-27	0.002	-96	0.003	-155	0.014	-52	0.006	36	0.006	-110
1.6000	3.93	0.002	-45	0.005	-148	0.001	164	0.008	-101	0.004	-16	0.004	-157
1.7000	3.70	0.002	-55	0.001	121	0.001	123	0.004	-130	0.002	-48	0.004	-178
1.7998	3.49	0.001	-54	0.005	-179	0.001	132	0.005	-164	0.002	-56	0.003	147
1.9000	3.31	0.001	-44	0.002	4	0.005	42	0.003	-56	0.002	-14	0.003	-171
1.9997	3.14	0.000	0	0.003	-144	0.001	175	0.003	-122	0.001	-6	0.002	-128
2.1000	2.99	0.000	0	0.001	-59	0.000	0	0.002	-31	0.001	34	0.002	-96

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER FULL LOAD

Page 1

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```
*****
*                                     *** MOSES ***                               *
*                                     -----                               *
*                                     May 3, 2017                               *
*                                     RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17       *
*                                     TUGAS AKHIR                               *
*                                     *****                               *
*****
```

+++ H Y D R O S T A T I C P R O P E R T I E S +++
=====

For Body AFRAMAX1

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

Draft	Condition Trim	Roll	Displac- / M-Tons	Center Of Buoyancy			W.P. / Area	/ C. Flotation		Metacentric Heights			
				---X---	---Y---	---Z---		---X---	---Y---	-KMT-	-KML-	-BMT-	-BML-
0.00	0.00	0.00	0.76	111.85	2.18	0.00	6568.670	116.37	-0.00	99999.99	99999.99	99999.99	99999.99
0.50	0.00	0.00	3624.98	116.22	0.00	0.26	7574.678	116.20	0.00	256.19	6590.00	255.94	6589.75
1.00	0.00	0.00	7597.58	116.26	0.00	0.52	7929.184	116.40	0.00	135.47	3418.83	134.95	3418.32
1.50	0.00	0.00	11718.91	116.34	0.00	0.77	8155.740	116.59	0.00	93.58	2340.68	92.80	2339.90
2.00	0.00	0.00	15935.02	116.43	0.00	1.03	8298.855	116.78	0.00	71.56	1788.30	70.53	1787.26
2.50	0.00	0.00	20212.51	116.52	0.00	1.29	8395.765	116.95	0.00	58.01	1450.09	56.72	1448.80
3.00	0.00	0.00	24532.27	116.61	0.00	1.55	8465.733	117.14	0.00	48.99	1218.50	47.44	1216.95
3.50	0.00	0.00	28887.11	116.71	0.00	1.80	8532.905	117.36	0.00	42.65	1055.23	40.84	1053.43
4.00	0.00	0.00	33276.20	116.81	0.00	2.06	8597.997	117.59	0.00	37.95	934.15	35.89	932.09
4.50	0.00	0.00	37692.76	116.92	0.00	2.32	8644.442	117.88	-0.00	34.33	835.26	32.01	832.94
5.00	0.00	0.00	42133.78	117.03	0.00	2.57	8691.039	118.17	-0.00	31.49	757.28	28.91	754.71
5.50	0.00	0.00	46598.59	117.16	0.00	2.83	8737.119	118.48	-0.00	29.20	694.22	26.37	691.39
6.00	0.00	0.00	51086.86	117.29	0.00	3.09	8782.450	118.81	-0.00	27.34	642.19	24.25	639.11
6.50	0.00	0.00	55600.03	117.43	0.00	3.34	8834.307	119.31	0.00	25.82	599.89	22.48	596.55
7.00	0.00	0.00	60139.22	117.59	0.00	3.60	8883.625	119.79	-0.00	24.54	563.51	20.94	559.91
7.50	0.00	0.00	64702.99	117.76	0.00	3.86	8930.402	120.25	-0.00	23.46	531.83	19.61	527.98
8.00	0.00	0.00	69289.99	117.94	-0.00	4.12	8974.674	120.69	0.00	22.54	503.98	18.43	499.86
8.50	0.00	0.00	73903.94	118.13	0.00	4.37	9034.926	121.31	0.00	21.79	482.06	17.42	477.69
9.00	0.00	0.00	78547.99	118.34	0.00	4.63	9093.311	121.92	0.00	21.15	462.54	16.51	457.91
9.50	0.00	0.00	83222.02	118.56	0.00	4.89	9151.708	122.54	-0.00	20.59	445.37	15.69	440.48
10.00	0.00	0.00	87926.25	118.79	0.00	5.15	9210.782	123.18	-0.00	20.10	430.31	14.95	425.15
10.50	0.00	0.00	92662.80	119.03	0.00	5.41	9278.339	123.82	0.00	19.72	417.47	14.31	412.06
11.00	0.00	0.00	97434.15	119.28	0.00	5.67	9346.380	124.48	0.00	19.39	406.10	13.72	400.42
11.50	0.00	0.00	102240.48	119.54	0.00	5.94	9415.226	125.16	0.00	19.11	396.03	13.17	390.10
12.00	0.00	0.00	107082.26	119.81	0.00	6.20	9484.938	125.87	-0.00	18.86	387.12	12.66	380.92
12.50	0.00	0.00	111959.84	120.09	0.00	6.46	9552.041	126.43	-0.00	18.67	378.32	12.21	371.86
13.00	0.00	0.00	116868.77	120.36	0.00	6.73	9608.714	126.79	-0.00	18.52	368.93	11.79	362.20
13.50	0.00	0.00	121805.80	120.63	0.00	6.99	9663.108	127.09	-0.00	18.39	359.99	11.40	353.00
14.00	0.00	0.00	126770.34	120.89	0.00	7.26	9715.401	127.38	0.00	18.29	351.53	11.03	344.28
14.50	0.00	0.00	131761.22	121.14	0.00	7.52	9765.615	127.66	0.00	18.21	343.52	10.69	336.00

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER FULL LOAD

15.00	0.00	0.00	136777.19	121.38	0.00	7.79	9813.896	127.92	0.00	18.15	335.93	10.36	328.14
15.50	0.00	0.00	141817.41	121.62	0.00	8.05	9860.354	128.16	-0.00	18.11	328.72	10.06	320.66
16.00	0.00	0.00	146880.50	121.85	0.00	8.32	9902.530	128.23	0.00	18.09	321.51	9.78	313.19
16.50	0.00	0.00	151964.56	122.06	0.00	8.58	9944.094	128.28	0.00	18.09	314.73	9.51	306.15
17.00	0.00	0.00	157070.17	122.26	0.00	8.85	9985.079	128.33	0.00	18.11	308.35	9.26	299.51
17.50	0.00	0.00	162196.58	122.46	0.00	9.11	10025.503	128.38	0.00	18.14	302.34	9.02	293.23
18.00	0.00	0.00	167343.81	122.64	0.00	9.38	10065.409	128.42	0.00	18.18	296.67	8.80	287.29
18.50	0.00	0.00	172511.09	122.81	0.00	9.64	10104.823	128.45	0.00	18.23	291.31	8.59	281.67
19.00	0.00	0.00	177698.53	122.98	0.00	9.91	10143.775	128.47	0.00	18.30	286.24	8.39	276.33
19.50	0.00	0.00	182905.14	123.13	0.00	10.18	10182.306	128.48	0.00	18.37	281.44	8.19	271.26
20.00	0.00	0.00	188132.05	123.28	0.00	10.44	10220.463	128.48	0.00	18.45	276.89	8.01	266.45
20.50	0.00	0.00	193378.81	123.42	0.00	10.71	10258.310	128.48	0.00	18.55	272.58	7.84	261.88
21.00	0.00	0.00	194027.02	123.22	0.00	10.74	537.468	12.76	0.00	10.98	10.82	0.24	0.07
21.50	0.00	0.00	194208.38	123.11	0.00	10.75	188.926	6.46	0.00	10.79	10.76	0.04	0.01
22.00	0.00	0.00	194249.58	123.09	0.00	10.75	0.004	0.00	0.00	10.75	10.75	-0.00	-0.00
22.50	0.00	0.00	194249.55	123.09	0.00	10.75	-0.000	0.00	0.00	10.75	10.75	0.00	-0.00
23.00	0.00	0.00	194249.59	123.09	0.00	10.75	-0.000	0.00	0.00	10.75	10.75	-0.00	-0.00
23.50	0.00	0.00	194249.67	123.09	0.00	10.75	-0.000	0.00	0.00	10.75	10.75	-0.00	-0.00
24.00	0.00	0.00	194249.70	123.09	0.00	10.75	-0.000	0.00	0.00	10.75	10.75	-0.00	-0.00
24.50	0.00	0.00	194249.42	123.09	0.00	10.75	-0.000	0.00	0.00	10.75	10.75	0.00	-0.00

Page 2

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

```

*****
*                                     *** MOSES ***                             *
*                                     -----                                     *
*                                     May 3, 2017                               *
* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17                                     *
* TUGAS AKHIR                                                                *
*                                                                              *
*****

```

+++ H Y D R O S T A T I C C O E F F I C I E N T S +++
=====

For Body AFRAMAX1

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

/-- Condition --/			Displacement	Wetted Surface	Load To Change Draft 1 MM	/-- For KG = KB ----/	
Draft	Trim	Roll				Moment To Change	Heel
0.00	0.00	0.00	0.76	6568.7	6.73	118.40	3223.85
0.50	0.00	0.00	3624.98	7607.6	7.76	161.93	4169.20
1.00	0.00	0.00	7597.58	8047.2	8.13	178.95	4532.78
1.50	0.00	0.00	11718.91	8396.1	8.36	189.81	4785.89
2.00	0.00	0.00	15935.02	8703.4	8.50	196.14	4970.72
2.50	0.00	0.00	20212.51	8993.2	8.60	200.10	5110.99
3.00	0.00	0.00	24532.27	9271.0	8.68	203.14	5210.61
3.50	0.00	0.00	28887.11	9549.4	8.74	205.92	5311.11
4.00	0.00	0.00	33276.20	9830.7	8.81	208.45	5413.36

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER FULL LOAD

4.50	0.00	0.00	37692.76	10103.4	8.86	210.59	5479.61
5.00	0.00	0.00	42133.78	10377.5	8.91	212.62	5549.90
5.50	0.00	0.00	46598.59	10650.7	8.95	214.50	5623.08
6.00	0.00	0.00	51086.86	10923.4	9.00	216.23	5698.49
6.50	0.00	0.00	55600.03	11201.8	9.05	218.10	5788.94
7.00	0.00	0.00	60139.22	11479.4	9.10	219.82	5876.95
7.50	0.00	0.00	64702.99	11756.2	9.15	221.41	5962.32
8.00	0.00	0.00	69289.99	12032.3	9.20	222.85	6045.00
8.50	0.00	0.00	73903.94	12319.4	9.26	224.68	6161.52
9.00	0.00	0.00	78547.99	12605.9	9.32	226.38	6277.54
9.50	0.00	0.00	83222.02	12893.7	9.38	227.95	6397.94
10.00	0.00	0.00	87926.25	13183.6	9.44	229.40	6524.43
10.50	0.00	0.00	92662.80	13476.0	9.51	231.37	6664.06
11.00	0.00	0.00	97434.15	13771.2	9.58	233.24	6809.36
11.50	0.00	0.00	102240.48	14069.3	9.65	235.01	6961.01
12.00	0.00	0.00	107082.26	14370.6	9.72	236.69	7119.17
12.50	0.00	0.00	111959.84	14667.0	9.79	238.64	7266.38
13.00	0.00	0.00	116868.77	14954.5	9.85	240.46	7387.99
13.50	0.00	0.00	121805.80	15239.8	9.90	242.28	7504.43
14.00	0.00	0.00	126770.34	15524.4	9.96	244.05	7617.38
14.50	0.00	0.00	131761.22	15808.4	10.01	245.76	7726.91
15.00	0.00	0.00	136777.19	16091.8	10.06	247.40	7833.44
15.50	0.00	0.00	141817.41	16374.6	10.10	248.98	7937.02
16.00	0.00	0.00	146880.50	16653.7	10.15	250.61	8028.78
16.50	0.00	0.00	151964.56	16933.3	10.19	252.22	8119.93
17.00	0.00	0.00	157070.17	17213.4	10.23	253.82	8210.65
17.50	0.00	0.00	162196.58	17494.0	10.27	255.41	8300.96
18.00	0.00	0.00	167343.81	17775.2	10.31	256.97	8390.92
18.50	0.00	0.00	172511.09	18057.0	10.35	258.53	8480.63
19.00	0.00	0.00	177698.53	18339.3	10.39	260.07	8570.18
19.50	0.00	0.00	182905.14	18622.3	10.43	261.59	8659.57
20.00	0.00	0.00	188132.05	18905.9	10.47	263.10	8748.97
20.50	0.00	0.00	193378.81	19190.2	10.51	264.59	8838.56
21.00	0.00	0.00	194027.02	28983.6	0.55	7.99	2.53
21.50	0.00	0.00	194208.38	29376.7	0.19	1.43	0.23
22.00	0.00	0.00	194249.58	29589.6	0.00	-0.00	-0.00
22.50	0.00	0.00	194249.55	29589.6	-0.00	0.00	-0.00
23.00	0.00	0.00	194249.59	29589.6	-0.00	-0.00	-0.00
23.50	0.00	0.00	194249.67	29589.6	-0.00	-0.00	-0.00
24.00	0.00	0.00	194249.70	29589.6	-0.00	-0.00	-0.00
24.50	0.00	0.00	194249.42	29589.6	-0.00	0.00	-0.00

Page 3

3

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

* *** MOSES *** *

* ----- May 3, 2017 *

* RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17 *

* TUGAS AKHIR *

* Draft = 15.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.4 Meters *

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER FULL LOAD

* Roll Gy. Radius = 16.2 Meters Pitch Gy. Radius = 72.7 Meters Yaw Gy. Radius = 72.7 Meters *
 * Heading = 0.00 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 +++
 =====

Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 121.6 Y = 0.0 Z = 11.7

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 /	
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
0.1001	62.80	0.973	97	0.000	0	0.998	7	0.000	0	0.059	-81	0.000	0
0.2001	31.40	0.920	119	0.000	0	0.971	28	0.000	0	0.237	-59	0.000	0
0.3000	20.94	0.770	155	0.000	0	0.841	61	0.000	0	0.511	-24	0.000	0
0.4000	15.71	0.481	-153	0.000	0	0.509	101	0.000	0	0.753	23	0.000	0
0.5000	12.57	0.120	-90	0.000	0	0.147	42	0.000	0	0.629	76	0.000	0
0.6000	10.47	0.111	174	0.000	0	0.315	27	0.000	0	0.190	-87	0.000	0
0.7000	8.98	0.081	-96	0.000	0	0.117	-143	0.000	0	0.204	2	0.000	0
0.8000	7.85	0.037	-154	0.000	0	0.052	-3	0.000	0	0.079	-132	0.000	0
0.9000	6.98	0.015	-61	0.000	0	0.028	-93	0.000	0	0.022	67	0.000	0
1.0000	6.28	0.016	-80	0.001	118	0.003	168	0.001	-70	0.019	-28	0.001	113
1.1000	5.71	0.008	-91	0.000	0	0.002	158	0.000	0	0.010	-39	0.000	0
1.2000	5.24	0.004	-90	0.000	0	0.001	-50	0.000	0	0.007	-33	0.000	0
1.3001	4.83	0.002	-84	0.000	0	0.002	116	0.000	0	0.005	-7	0.000	0
1.4000	4.49	0.001	-73	0.000	0	0.001	-145	0.000	0	0.003	13	0.000	0
1.4999	4.19	0.001	-57	0.000	0	0.001	-8	0.000	0	0.003	75	0.000	0
1.6000	3.93	0.001	-35	0.000	0	0.001	-85	0.000	0	0.001	-177	0.000	0
1.7000	3.70	0.000	0	0.000	0	0.001	71	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.7998	3.49	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.9000	3.31	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	149	0.000	0
1.9997	3.14	0.000	0	0.000	0	0.001	47	0.000	0	0.001	-81	0.000	0
2.1000	2.99	0.000	0	0.000	0	0.002	162	0.000	0	0.003	-12	0.000	0

Page 12

Licensee - Bentley Select Licensee

Rev 07.10.01.11

* ** MOSES ** *
 * ----- *
 * May 3, 2017 *
 * RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR AFRAMAX17 *
 * TUGAS AKHIR *
 * Draft = 15.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.4 Meters *
 * Roll Gy. Radius = 16.2 Meters Pitch Gy. Radius = 72.7 Meters Yaw Gy. Radius = 72.7 Meters *
 * Heading = 180.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *

18. LAMPIRAN B MOSES TANKER FULL LOAD

*

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

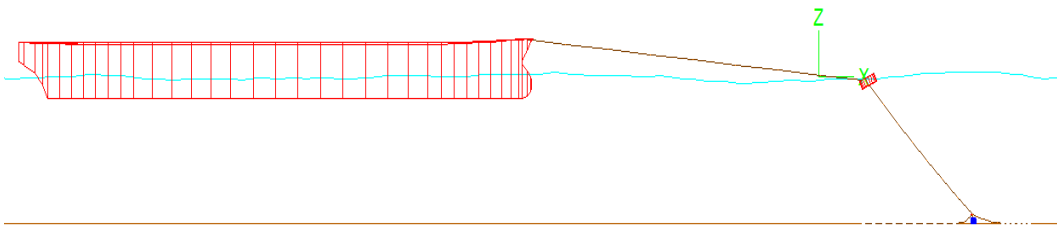
Results are in Body System

Of Point On Body AFRAMAX1 At X = 121.6 Y = 0.0 Z = 11.7

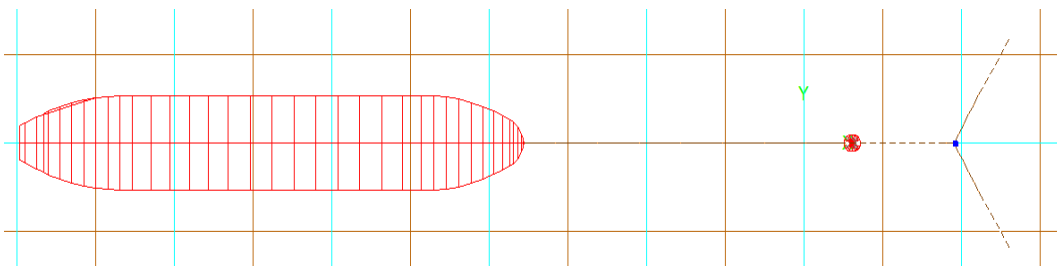
Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

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
0.1001	62.80	0.973	-96	0.000	0	0.998	-6	0.000	0	0.059	82	0.000	0
0.2001	31.40	0.920	-118	0.000	0	0.971	-28	0.000	0	0.235	59	0.000	0
0.3000	20.94	0.770	-154	0.000	0	0.848	-64	0.000	0	0.504	19	0.000	0
0.4000	15.71	0.482	154	0.000	0	0.544	-115	0.000	0	0.741	-40	0.000	0
0.5000	12.57	0.121	93	0.000	0	0.127	-138	0.000	0	0.656	-126	0.000	0
0.6000	10.47	0.111	-173	0.000	0	0.392	-152	0.000	0	0.058	53	0.000	0
0.7000	8.98	0.081	99	0.000	0	0.072	13	0.000	0	0.222	163	0.000	0
0.8000	7.85	0.036	156	0.000	0	0.080	122	0.000	0	0.046	-98	0.000	0
0.9000	6.98	0.015	62	0.000	0	0.018	-159	0.000	0	0.036	80	0.000	0
1.0000	6.28	0.016	82	0.001	127	0.011	44	0.001	-62	0.017	147	0.001	123
1.1000	5.71	0.008	93	0.000	0	0.005	81	0.000	0	0.007	143	0.000	0
1.2000	5.24	0.004	92	0.000	0	0.004	70	0.000	0	0.002	74	0.000	0
1.3001	4.83	0.002	85	0.000	0	0.001	-54	0.000	0	0.002	77	0.000	0
1.4000	4.49	0.001	75	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.002	81	0.000	0
1.4999	4.19	0.001	59	0.000	0	0.001	-45	0.000	0	0.001	68	0.000	0
1.6000	3.93	0.001	36	0.000	0	0.001	132	0.000	0	0.001	39	0.000	0
1.7000	3.70	0.000	0	0.000	0	0.001	-67	0.000	0	0.001	25	0.000	0
1.7998	3.49	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.9000	3.31	0.000	0	0.000	0	0.001	-98	0.000	0	0.001	143	0.000	0
1.9997	3.14	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	-45	0.000	0
2.1000	2.99	0.000	0	0.000	0	0.003	92	0.000	0	0.004	-87	0.000	0

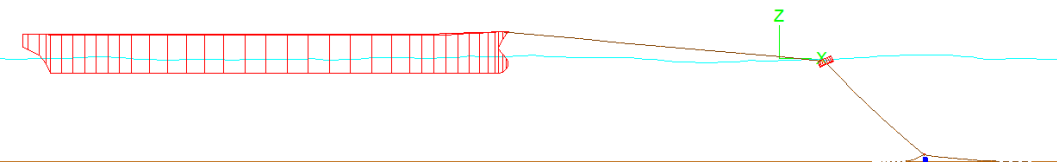
LAMPIRAN C
OUTPUT ORCAFLEX



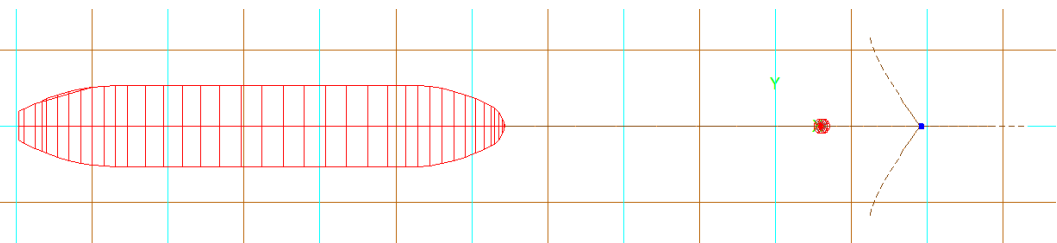
Model menggunakan perangkat lunak *Orcaflex* konfigurasi *In-Between* tampak samping



Model menggunakan perangkat lunak *Orcaflex* konfigurasi *In-Between* tampak atas



Model menggunakan perangkat lunak *Orcaflex* konfigurasi *In-Line* tampak samping



Model menggunakan perangkat lunak *Orcaflex* konfigurasi *In-Line* tampak atas

Output Orcaflex Pada Tanker Konfigurasi In-Line Kondisi Full Load

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
-93.85	0.07	-15.58	0.00	0.04	0.00

Loads in Global Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Connections	393.63	-0.16	-22.12	3.47	8550.84	0.80
Applied	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Hydrodynamic drag	-80.51	0.44	0.00	-3.57	-654.28	-53.65
Wind drag	-96.85	0.00	0.00	-0.06	-1823.73	-0.57
Wave drift	-264.56	-0.32	-486.26	7.04	-121558.46	83.62
Added Mass & Damping	2377.76	11.73	-5726.19	-328.12	1316696.62	-3455.21
Hydrostatic stiffness	0.00	0.00	-208.61	56.00	-370547.71	0
Wave load RAOs	-5723.13	-11.86	6539.71	346.46	-928125.20	3432.27
Total	-3393.66	-0.16	96.52	81.23	-97461.91	7.25

Loads in Local Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	x	y	z	x	y	z
Connections	393.65	-0.16	-21.87	3.60	8550.84	0.82
Applied	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrodynamic drag	-80.51	0.44	-0.05	-3.55	-654.27	-53.65
Wind drag	-96.85	0.00	-0.06	-0.08	-1823.73	-0.58
Wave drift	-264.26	-0.31	-486.43	5.06	-121558.46	83.32
Added Mass & Damping	2381.37	11.71	-5724.69	-305.01	1316696.63	-3452.17
Hydrostatic stiffness	0.13	0.00	-208.61	50.12	-370547.71	-0.88
Wave load RAOs	-5727.26	-11.78	6536.09	329.55	-928125.22	3430.19
Total	-3393.72	-0.11	94.38	79.67	-97461.91	7.06

Connections							
Connection to	Vessel End					Maximum Tension Segment	
	Total Force (kN)	Vertical Force (kN)	Total Force Declination (deg)	Total Force (kN)	Uplift Angle (deg)	Segment Number	Segment Tension (kN)
Hawser 1 End A	197.13	11.06	93.22	196.98	~	A	197.13
Hawser 2 End A	197.13	11.06	93.22	196.98	~	A	197.13

Output Orcaflex Pada Buoy Konfigurasi In-Line Kondisi Full Load

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
26.21	0.02	-2.14	0.00	-14.18	-0.05

Output Orcaflex Pada *Hawser 1* Konfigurasi *In-Line* Kondisi *Full Load*

End A	
Total Force (kN)	197.13
End Tension (kN)	197.13
End Shear Force (kN)	0.10
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	93.15
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	93.22
End Force Ez-angle (deg)	93.18
End Force Exy-angle (deg)	359.98

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	197.13	196.82	-0.08	-10.94	196.82	-0.08	-11.06
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	196.98
End Tension (kN)	196.98
End Shear Force (kN)	0.09
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	106.98

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	92.78
End Force Ez-angle (deg)	106.95
End Force Exy-angle (deg)	0.02

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	196.98	188.42	0.08	-57.44	196.75	-0.08	-9.54
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-98.83	0.07	6.42	359.98	93.19	0.02
2	10	-83.53	0.07	5.57	359.98	93.16	0.02
3	20	-68.23	0.06	4.73	359.98	93.10	0.02
4	30	-52.92	0.05	3.91	359.98	93.04	0.02
5	40	-37.62	0.05	3.11	359.98	92.98	0.02
6	50	-22.31	0.04	2.32	359.98	92.93	0.02
7	60	-7.01	0.04	1.54	359.98	92.87	0.02
8	70	8.30	0.03	0.78	359.98	92.82	0.02
B	80	23.60	0.02	0.03	359.98	92.80	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-91.18	0.07	5.99	359.98	93.19	0.02
2	15	-75.88	0.06	5.15	359.98	93.13	0.02
3	25	-60.57	0.06	4.32	359.98	93.07	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-45.27	0.05	3.51	359.98	93.01	0.02
5	45	-29.96	0.04	2.71	359.98	92.95	0.02
6	55	-14.66	0.04	1.93	359.98	92.90	0.02
7	65	0.65	0.03	1.16	359.98	92.85	0.02
8	75	15.95	0.03	0.40	359.98	92.80	0.02

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	197.12	0	19367.36	5.2E-05	0	197.12	110772.85	
2	15	197.11	0	9759.40	1.0E-04	0	197.11	110767.02	
3	25	197.10	0	9729.41	1.0E-04	0	197.10	110759.53	
4	35	197.08	0	9822.05	1.0E-04	0	197.08	110750.47	
5	45	197.06	0	10432.03	9.6E-05	0	197.06	110739.93	
6	55	197.04	0	10988.72	9.1E-05	0	197.04	110727.99	
7	65	197.02	0	11443.30	8.7E-05	0	197.02	110714.76	
8	75	196.99	0	23595.43	4.2E-05	0	196.99	110700.32	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-2E-08	-5E-05	0	0
2	15	0	0	-3E-08	-1E-04	0	0
3	25	0	0	-8E-09	-1E-04	0	0
4	35	0	0	-1E-08	-1E-04	0	0
5	45	0	0	-5E-09	-1E-04	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components		
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)	
6	55	0	0	-2.1E-09	-9.1E-05	0	0	
7	65	0	0	-2.3E-08	-8.7E-05	0	0	
8	75	0	0	-1.6E-08	-4.2E-05	0	0	

Output Orcaflex Pada *Hawser 2* Konfigurasi *In-Line* Kondisi *Full Load*

End A	
Total Force (kN)	197.13
End Tension (kN)	197.13
End Shear Force (kN)	0.10
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	93.15
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	93.22
End Force Ez-angle (deg)	93.18
End Force Exy-angle (deg)	359.98

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	197.13	196.82	-0.08	-10.94	196.82	-0.08	-11.06
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	196.98
End Tension (kN)	196.98
End Shear Force (kN)	0.09
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	106.98

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	92.78
End Force Ez-angle (deg)	106.95
End Force Exy-angle (deg)	0.02

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	196.98	188.42	0.08	-57.44	196.75	-0.08	-9.54
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-98.83	0.07	6.42	359.98	93.19	0.02
2	10	-83.53	0.07	5.57	359.98	93.16	0.02
3	20	-68.23	0.06	4.73	359.98	93.10	0.02
4	30	-52.92	0.05	3.91	359.98	93.04	0.02
5	40	-37.62	0.05	3.11	359.98	92.98	0.02
6	50	-22.31	0.04	2.32	359.98	92.93	0.02
7	60	-7.01	0.04	1.54	359.98	92.87	0.02
8	70	8.30	0.03	0.78	359.98	92.82	0.02
B	80	23.60	0.02	0.03	359.98	92.80	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-91.18	0.07	5.99	359.98	93.19	0.02
2	15	-75.88	0.06	5.15	359.98	93.13	0.02
3	25	-60.57	0.06	4.32	359.98	93.07	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-45.27	0.05	3.51	359.98	93.01	0.02
5	45	-29.96	0.04	2.71	359.98	92.95	0.02
6	55	-14.66	0.04	1.93	359.98	92.90	0.02
7	65	0.65	0.03	1.16	359.98	92.85	0.02
8	75	15.95	0.03	0.40	359.98	92.80	0.02

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	197.12	0	19367.36	5.2E-05	0	197.12	110772.85	
2	15	197.11	0	9759.40	1.0E-04	0	197.11	110767.02	
3	25	197.10	0	9729.41	1.0E-04	0	197.10	110759.53	
4	35	197.08	0	9822.05	1.0E-04	0	197.08	110750.47	
5	45	197.06	0	10432.03	9.6E-05	0	197.06	110739.93	
6	55	197.04	0	10988.72	9.1E-05	0	197.04	110727.99	
7	65	197.02	0	11443.30	8.7E-05	0	197.02	110714.76	
8	75	196.99	0	23595.43	4.2E-05	0	196.99	110700.32	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-2E-08	-5E-05	0	0
2	15	0	0	-3E-08	-1E-04	0	0
3	25	0	0	-8E-09	-1E-04	0	0
4	35	0	0	-1E-08	-1E-04	0	0
5	45	0	0	-5E-09	-1E-04	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components		
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)	
6	55	0	0	-2.1E-09	-9.1E-05	0	0	
7	65	0	0	-2.3E-08	-8.7E-05	0	0	
8	75	0	0	-1.6E-08	-4.2E-05	0	0	

Output Orcaflex Pada Mooring Chain Konfigurasi In-Line Kondisi Full Load

End A	
Total Force (kN)	537.98
End Tension (kN)	537.94
End Shear Force (kN)	6.83
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	153.84
End Force Azimuth (deg)	359.97
End Force Declination (deg)	140.39
End Force Ez-angle (deg)	154.57
End Force Exy-angle (deg)	0.01

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	537.98	231.04	0.06	-485.85	343.00	-0.16	-414.46
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

End B	
Total Force (kN)	452.07
End Tension (kN)	451.98
End Shear Force (kN)	8.90
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	126.74

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	125.97
End Force Ez-angle (deg)	125.62
End Force Exy-angle (deg)	359.61

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	452.07	367.49	-2.49	-263.27	365.85	-0.14	-265.55
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	26.21	0.02	-2.14	359.97	139.66	-0.01
2	10	32.69	0.02	-9.76	359.97	138.82	-0.01
3	20	39.39	0.02	-17.20	359.97	137.02	-0.01
4	30	46.33	0.01	-24.40	359.98	134.99	-0.01
5	40	53.54	0.01	-31.34	359.98	132.81	-0.01
6	50	61.01	0.01	-38.00	359.98	130.52	-0.01
7	60	68.75	0.00	-44.34	359.98	128.22	-0.01
B	70	76.73	0.00	-50.37	359.98	127.10	-0.01

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	29.45	0.02	-5.95	359.97	139.66	-0.01
2	15	36.04	0.02	-13.48	359.97	137.98	-0.01
3	25	42.86	0.01	-20.80	359.97	136.06	-0.01
4	35	49.94	0.01	-27.87	359.98	133.92	-0.01

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
5	45	57.27	0.01	-34.67	359.98	131.70	-0.01
6	55	64.88	0.00	-41.17	359.98	129.34	-0.01
7	65	72.74	0.00	-47.36	359.98	127.10	-0.01

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)
1	5	531.04	0.00	679.95	0.00	0.00	529.36	18928.31
2	15	517.52	0.00	317.77	0.00	0.00	513.72	18446.41
3	25	504.41	0.00	282.15	0.00	0.00	498.55	17979.30
4	35	491.87	0.00	263.31	0.00	0.00	484.01	17532.22
5	45	479.84	0.00	250.49	0.00	0.00	470.06	17103.38
6	55	468.47	0.00	248.96	0.00	0.00	456.86	16698.25
7	65	457.39	0.00	511.69	0.00	0.00	444.04	16303.32

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-2E-07	-1E-03	0	0
2	15	0	0	-3E-07	-3E-03	0	0
3	25	0	0	-4E-07	-4E-03	0	0
4	35	0	0	-3E-07	-4E-03	0	0
5	45	0	0	-3E-07	-4E-03	0	0
6	55	0	0	-2E-07	-4E-03	0	0
7	65	0	0	-2E-08	-2E-03	0	0

Output Orcaflex Pada Tanker Konfigurasi In-Between Kondisi Ballast

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
-142.35	0.08	-7.80	0.00	-0.01	0.00

Loads in Global Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Connections	831.0	-0.3	-76.9	6.6	17897.2	2.3
Applied	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hydrodynamic drag	-38.0	0.3	0.0	-1.2	-151.5	-37.1
Wind drag	-209.8	0.0	0.0	-0.3	-3131.0	3.7
Wave drift	-38.3	-0.1	-111.6	2.5	-25001.9	16.8
Added Mass & Damping	911.8	0.3	-23018.5	887.5	-6553136.8	414.4
Hydrostatic stiffness	0.0	0.0	1118.8	-673.1	228136.9	0.0
Wave load RAOs	-1998.1	-1.1	22253.2	-304.6	6369389.4	-212.4
Total	-541.3	-0.8	165.0	-82.7	34002.3	187.8

Loads in Local Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	x	y	z	x	y	z
Connections	831.0	-0.3	-77.1	7.4	17897.2	1.7
Applied	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hydrodynamic drag	-38.0	0.3	0.0	-1.3	-151.5	-37.1
Wind drag	-209.8	0.0	0.0	-0.4	-3131.0	3.8
Wave drift	-38.3	-0.1	-111.6	1.4	-25001.9	17.8
Added Mass & Damping	907.3	-0.6	-23018.7	576.3	-6553136.8	652.6
Hydrostatic stiffness	0.2	0.0	1118.8	-662.3	228136.9	-8.2
Wave load RAOs	-1993.7	-0.2	22253.6	-2.1	6369389.4	-444.0
Total	-541.3	-0.8	165.1	-81.0	34002.3	186.5

Connections							
Connection to	Vessel End					Maximum Tension Segment	
	Total Force (kN)	Vertical Force (kN)	Total Force Declination (deg)	Total Force (kN)	Uplift Angle (deg)	Number	Segment Tension (kN)
Hawser 1 End A	417.3	38.5	95.3	417.2	~	A	417.3
Hawser 2 End A	417.3	38.5	95.3	417.2	~	A	417.3

Output Orcaflex Pada Buoy Konfigurasi In-Between Kondisi Ballast

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
25.07	0.02	-2.88	-0.01	-23.08	-0.02

Output Orcaflex Pada Hawser 1 Konfigurasi In-Between Kondisi Ballast

End A	
Total Force (kN)	417.3
End Tension (kN)	417.3
End Shear Force (kN)	0.1
Total Moment (kN.m)	0.0
End Bend Moment (kN.m)	0.0
End Torque (kN.m)	0.0
End Curvature (rad/m)	0.0
End Ez-angle (deg)	95.3
End Force Azimuth (deg)	360.0
End Force Declination (deg)	95.3
End Force Ez-angle (deg)	95.3
End Force Exy-angle (deg)	360.0

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	417.3	415.5	-0.2	-38.5	415.5	-0.1	-38.5
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	417.2
End Tension (kN)	417.2
End Shear Force (kN)	0.1
Total Moment (kN.m)	0.0
End Bend Moment (kN.m)	0.0
End Torque (kN.m)	0.0
End Curvature (rad/m)	0.0
End Ez-angle (deg)	118.2

End B	
End Force Azimuth (deg)	360.0
End Force Declination (deg)	95.1
End Force Ez-angle (deg)	118.1
End Force Exy-angle (deg)	360.0

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	417.2	367.9	0.0	-196.8	415.6	-0.1	-36.8
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-147.35	0.08	14.20	359.98	95.27	0.03
2	10	-126.17	0.08	12.25	359.98	95.26	0.03
3	20	-104.98	0.07	10.30	359.98	95.23	0.03
4	30	-83.79	0.06	8.37	359.98	95.20	0.03
5	40	-62.61	0.05	6.44	359.98	95.17	0.03
6	50	-41.42	0.04	4.53	359.98	95.15	0.03
7	60	-20.23	0.04	2.63	359.98	95.12	0.03
8	70	0.96	0.03	0.73	359.98	95.09	0.03
B	80	22.15	0.02	-1.15	359.98	95.07	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-136.76	0.08	13.22	359.98	95.27	0.03
2	15	-115.57	0.07	11.27	359.98	95.25	0.03
3	25	-94.39	0.06	9.33	359.98	95.22	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-73.20	0.06	7.40	359.98	95.19	0.03
5	45	-52.01	0.05	5.48	359.98	95.16	0.03
6	55	-30.82	0.04	3.58	359.98	95.13	0.03
7	65	-9.63	0.03	1.68	359.98	95.10	0.03
8	75	11.56	0.03	-0.21	359.98	95.07	0.03

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)
1	5	417.29	0.00	40884.84	0.00	0.00	417.29	234494.09
2	15	417.27	0.00	20424.90	0.00	0.00	417.27	234486.28
3	25	417.26	0.00	20498.77	0.00	0.00	417.26	234478.63
4	35	417.25	0.00	20317.18	0.00	0.00	417.25	234471.15
5	45	417.23	0.00	19728.71	0.00	0.00	417.23	234463.83
6	55	417.22	0.00	19157.94	0.00	0.00	417.22	234456.64
7	65	417.21	0.00	19092.53	0.00	0.00	417.21	234449.55
8	75	417.20	0.00	38566.24	0.00	0.00	417.19	234442.51

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-1.43E-08	-2.45E-05	0	0
2	15	0	0	-2.94E-08	-4.90E-05	0	0
3	25	0	0	-2.95E-08	-4.88E-05	0	0
4	35	0	0	-3.02E-08	-4.92E-05	0	0
5	45	0	0	-3.19E-08	-5.07E-05	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
6	55	0	0	-3.07E-08	-5.22E-05	0	0
7	65	0	0	-2.88E-08	-5.24E-05	0	0
8	75	0	0	-1.42E-08	-2.59E-05	0	0

Output Orcaflex Pada Hawser 2 Konfigurasi In-Between Kondisi Ballast

End A	
Total Force (kN)	417.3
End Tension (kN)	417.3
End Shear Force (kN)	0.1
Total Moment (kN.m)	0.0
End Bend Moment (kN.m)	0.0
End Torque (kN.m)	0.0
End Curvature (rad/m)	0.0
End Ez-angle (deg)	95.3
End Force Azimuth (deg)	360.0
End Force Declination (deg)	95.3
End Force Ez-angle (deg)	95.3
End Force Exy-angle (deg)	360.0

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	417.3	415.5	-0.2	-38.5	415.5	-0.1	-38.5
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	417.2
End Tension (kN)	417.2
End Shear Force (kN)	0.1
Total Moment (kN.m)	0.0
End Bend Moment (kN.m)	0.0
End Torque (kN.m)	0.0
End Curvature (rad/m)	0.0
End Ez-angle (deg)	118.2

End B	
End Force Azimuth (deg)	360.0
End Force Declination (deg)	95.1
End Force Ez-angle (deg)	118.1
End Force Exy-angle (deg)	360.0

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	417.2	367.9	0.0	-196.8	415.6	-0.1	-36.8
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-147.35	0.08	14.20	359.98	95.27	0.03
2	10	-126.17	0.08	12.25	359.98	95.26	0.03
3	20	-104.98	0.07	10.30	359.98	95.23	0.03
4	30	-83.79	0.06	8.37	359.98	95.20	0.03
5	40	-62.61	0.05	6.44	359.98	95.17	0.03
6	50	-41.42	0.04	4.53	359.98	95.15	0.03
7	60	-20.23	0.04	2.63	359.98	95.12	0.03
8	70	0.96	0.03	0.73	359.98	95.09	0.03
B	80	22.15	0.02	-1.15	359.98	95.07	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-136.76	0.08	13.22	359.98	95.27	0.03
2	15	-115.57	0.07	11.27	359.98	95.25	0.03
3	25	-94.39	0.06	9.33	359.98	95.22	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-73.20	0.06	7.40	359.98	95.19	0.03
5	45	-52.01	0.05	5.48	359.98	95.16	0.03
6	55	-30.82	0.04	3.58	359.98	95.13	0.03
7	65	-9.63	0.03	1.68	359.98	95.10	0.03
8	75	11.56	0.03	-0.21	359.98	95.07	0.03

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)
1	5	417.29	0.00	40884.84	0.00	0.00	417.29	234494.09
2	15	417.27	0.00	20424.90	0.00	0.00	417.27	234486.28
3	25	417.26	0.00	20498.77	0.00	0.00	417.26	234478.63
4	35	417.25	0.00	20317.18	0.00	0.00	417.25	234471.15
5	45	417.23	0.00	19728.71	0.00	0.00	417.23	234463.83
6	55	417.22	0.00	19157.94	0.00	0.00	417.22	234456.64
7	65	417.21	0.00	19092.53	0.00	0.00	417.21	234449.55
8	75	417.20	0.00	38566.24	0.00	0.00	417.19	234442.51

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-1.43E-08	-2.45E-05	0	0
2	15	0	0	-2.94E-08	-4.90E-05	0	0
3	25	0	0	-2.95E-08	-4.88E-05	0	0
4	35	0	0	-3.02E-08	-4.92E-05	0	0
5	45	0	0	-3.19E-08	-5.07E-05	0	0

6	55	0	0	-3.07E-08	-5.22E-05	0	0
7	65	0	0	-2.88E-08	-5.24E-05	0	0
8	75	0	0	-1.42E-08	-2.59E-05	0	0

Output Orcaflex Pada Mooring Chain Konfigurasi In-Between Kondisi Ballast

End A	
Total Force (kN)	1128.54
End Tension (kN)	1128.52
End Shear Force (kN)	7.33
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	158.75
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	136.04
End Force Ez-angle (deg)	159.12
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	1128.54	402.27	-0.10	-1054.414	783.41	-0.32	-812.329
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

End B	
Total Force (kN)	1043.08
End Tension (kN)	1043.04
End Shear Force (kN)	8.69
Total Moment (kN.m)	0
End Bend Moment (kN.m)	0
End Torque (kN.m)	0
End Curvature (rad/m)	0
End Ez-angle (deg)	130.07

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	129.15
End Force Ez-angle (deg)	129.60
End Force Exy-angle (deg)	359.93

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	1043.08	803.76	-1.04	-664.82	808.96	-0.33	-658.485
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	25.07	0.02	-2.88	359.98	135.67	0.02
2	10	32.06	0.02	-10.04	359.98	135.26	0.02
3	20	39.16	0.02	-17.11	359.98	134.39	0.02
4	30	46.37	0.01	-24.05	359.98	133.41	0.02
5	40	53.71	0.01	-30.87	359.98	132.33	0.02
6	50	61.17	0.01	-37.54	359.98	131.21	0.02
7	60	68.77	0.00	-44.06	359.98	130.13	0.02
B	70	76.48	0.00	-50.44	359.98	129.62	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	28.56	0.02	-6.46	359.98	135.67	0.02
2	15	35.61	0.02	-13.58	359.98	134.85	0.02
3	25	42.77	0.01	-20.58	359.98	133.93	0.02
4	35	50.04	0.01	-27.46	359.98	132.88	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
5	45	57.44	0.01	-34.20	359.98	131.78	0.02
6	55	64.9698276	0.0048249	-40.79609	359.9762498	130.6363116	0.020843
7	65	72.6239838	0.0016602	-47.24823	359.9763699	129.6227595	0.02092

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	1121.93742	0	1412.4462	0.000707992	0	1120.115	39990.3444	
2	15	1109.04966	0	660.90358	0.00151308	0	1105.221	39530.9728	
3	25	1096.43686	0	581.6473	0.001719255	0	1090.633	39081.4021	
4	35	1084.17063	0	533.63958	0.001873924	0	1076.427	38644.1845	
5	45	1072.16642	0	509.64782	0.001962139	0	1062.522	38216.3066	
6	55	1060.5203	0	529.9774	0.001886873	0	1049.016	37801.192	
7	65	1048.83581	0	1130.5936	0.000884491	0	1035.512	37384.71	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-1.93E-07	-0.000707992	0	0
2	15	0	0	-4.41E-07	-0.00151308	0	0
3	25	0	0	-5.83E-07	-0.001719255	0	0
4	35	0	0	-7.12E-07	-0.001873924	0	0
5	45	0	0	-8.36E-07	-0.001962139	0	0
6	55	0	0	-8.61E-07	-0.001886873	0	0
7	65	0	0	-4.02E-07	-0.000884491	0	0

Output Orcaflex Pada Tanker Konfigurasi In-Between Kondisi Full Load

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
-93.90	0.07	-15.58	0.00	0.04	0.00

Loads in Global Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Connections	393.39	-0.16	-22.19	3.60	8545.10	0.82
Applied	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrodynamic drag	-80.64	0.43	0.00	-3.53	-655.35	-52.99
Wind drag	-96.87	0.00	0.00	-0.05	-1824.05	-0.54
Wave drift	-265.42	-0.32	-487.45	6.93	-121878.44	83.90
Added Mass & Damping	2379.96	11.72	-5683.42	-326.01	1319317.11	-3450.50
Hydrostatic stiffness	0.00	0.00	-256.92	54.78	-375526.31	0.00
Wave load RAOs	-5727.11	-11.84	6545.62	345.36	-925596.77	3426.61
Total	-3396.70	-0.16	95.65	81.08	-97618.71	7.30

Loads in Local Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	x	y	z	x	y	z
Connections	393.40	-0.17	-21.94	3.73	8545.10	0.85
Applied	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrodynamic drag	-80.64	0.44	-0.05	-3.51	-655.35	-52.99
Wind drag	-96.87	0.00	-0.06	-0.08	-1824.05	-0.55
Wave drift	-265.12	-0.31	-487.62	5.02	-121878.45	83.61
Added Mass & Damping	2383.54	11.70	-5681.92	-303.76	1319317.13	-3447.52
Hydrostatic stiffness	0.16	0.00	-256.92	49.07	-375526.32	-0.87
Wave load RAOs	-5731.23	-11.76	6542.01	329.12	-925596.78	3424.59
Total	-3396.76	-0.11	93.51	79.59	-97618.71	7.11

Connections							
Connection to	Vessel End					Maximum Tension Segment	
	Total Force (kN)	Vertical Force (kN)	Total Force Declination (deg)	Total Force (kN)	Uplift Angle (deg)	Segment Number	Segment Tension (kN)
Hawser 1 End A	197.01	11.09	93.23	196.85	~	A	197.01
Hawser 2 End A	197.01	11.09	93.23	196.85	~	A	197.01

Output Orcaflex Pada Buoy Konfigurasi In-Between Kondisi Full Load

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
26.107	0.021	-2.195	-0.005	-13.552	-0.018

Output Orcaflex Pada Hawser 1 Konfigurasi In-Between Kondisi Full Load

End A	
Total Force (kN)	197.01
End Tension (kN)	197.01
End Shear Force (kN)	0.10
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	93.16
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	93.23
End Force Ez-angle (deg)	93.19
End Force Exy-angle (deg)	359.98

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	197.01	196.70	-0.08	-10.97	196.69	-0.08	-11.09
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	196.85
End Tension (kN)	196.85
End Shear Force (kN)	0.09
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	106.36

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	92.79
End Force Ez-angle (deg)	106.34
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	196.85	188.90	-0.02	-55.38	196.62	-0.08	-9.57
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-98.89	0.07	6.42	359.98	93.20	0.02
2	10	-83.59	0.07	5.57	359.98	93.17	0.02
3	20	-68.29	0.06	4.73	359.98	93.11	0.02
4	30	-52.99	0.05	3.90	359.98	93.05	0.02
5	40	-37.69	0.05	3.09	359.98	93.00	0.02
6	50	-22.38	0.04	2.30	359.98	92.95	0.02
7	60	-7.08	0.03	1.52	359.98	92.89	0.02
8	70	8.22	0.03	0.75	359.98	92.84	0.02
B	80	23.52	0.02	0.00	359.98	92.81	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-91.24	0.07	5.99	359.98	93.20	0.02
2	15	-75.94	0.06	5.15	359.98	93.14	0.02
3	25	-60.64	0.06	4.31	359.98	93.08	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-45.34	0.05	3.50	359.98	93.03	0.02
5	45	-30.03	0.04	2.70	359.98	92.97	0.02
6	55	-14.73	0.04	1.91	359.98	92.92	0.02
7	65	0.57	0.03	1.13	359.98	92.87	0.02
8	75	15.87	0.02	0.38	359.98	92.81	0.02

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	197.00	0	19403.96	5.2E-05	0	197.00	110704.82	
2	15	196.99	0	9747.05	1.0E-04	0	196.99	110698.96	
3	25	196.98	0	10151.84	9.9E-05	0	196.98	110691.40	
4	35	196.96	0	10703.58	9.3E-05	0	196.96	110682.14	
5	45	196.94	0	10554.59	9.5E-05	0	196.94	110671.18	
6	55	196.92	0	10502.99	9.5E-05	0	196.92	110658.58	
7	65	196.89	0	10749.62	9.3E-05	0	196.89	110644.41	
8	75	196.87	0	21468.78	4.7E-05	0	196.87	110628.72	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-2.13E-08	-5.15E-05	0	0
2	15	0	0	-2.95E-08	-0.000102595	0	0
3	25	0	0	-1.91E-08	-9.85E-05	0	0
4	35	0	0	-2.63E-08	-9.34E-05	0	0
5	45	0	0	-3.52E-08	-9.47E-05	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
6	55	0	0	-3.31E-08	-9.52E-05	0	0
7	65	0	0	-2.89E-08	-9.30E-05	0	0
8	75	0	0	-1.54E-08	-4.66E-05	0	0

Output Orcaflex Pada Hawser 2 Konfigurasi In-Between Kondisi Full Load

End A	
Total Force (kN)	197.01
End Tension (kN)	197.01
End Shear Force (kN)	0.10
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	93.16
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	93.23
End Force Ez-angle (deg)	93.19
End Force Exy-angle (deg)	359.98

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	197.01	196.70	-0.08	-10.97	196.69	-0.08	-11.09
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	196.85
End Tension (kN)	196.85
End Shear Force (kN)	0.09
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	106.36

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	92.79
End Force Ez-angle (deg)	106.34
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	196.85	188.90	-0.02	-55.38	196.62	-0.08	-9.57
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-98.89	0.07	6.42	359.98	93.20	0.02
2	10	-83.59	0.07	5.57	359.98	93.17	0.02
3	20	-68.29	0.06	4.73	359.98	93.11	0.02
4	30	-52.99	0.05	3.90	359.98	93.05	0.02
5	40	-37.69	0.05	3.09	359.98	93.00	0.02
6	50	-22.38	0.04	2.30	359.98	92.95	0.02
7	60	-7.08	0.03	1.52	359.98	92.89	0.02
8	70	8.22	0.03	0.75	359.98	92.84	0.02
B	80	23.52	0.02	0.00	359.98	92.81	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-91.24	0.07	5.99	359.98	93.20	0.02
2	15	-75.94	0.06	5.15	359.98	93.14	0.02
3	25	-60.64	0.06	4.31	359.98	93.08	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-45.34	0.05	3.50	359.98	93.03	0.02
5	45	-30.03	0.04	2.70	359.98	92.97	0.02
6	55	-14.73	0.04	1.91	359.98	92.92	0.02
7	65	0.57	0.03	1.13	359.98	92.87	0.02
8	75	15.87	0.02	0.38	359.98	92.81	0.02

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	197.00	0	19403.96	5.2E-05	0	197.00	110704.82	
2	15	196.99	0	9747.05	1.0E-04	0	196.99	110698.96	
3	25	196.98	0	10151.84	9.9E-05	0	196.98	110691.40	
4	35	196.96	0	10703.58	9.3E-05	0	196.96	110682.14	
5	45	196.94	0	10554.59	9.5E-05	0	196.94	110671.18	
6	55	196.92	0	10502.99	9.5E-05	0	196.92	110658.58	
7	65	196.89	0	10749.62	9.3E-05	0	196.89	110644.41	
8	75	196.87	0	21468.78	4.7E-05	0	196.87	110628.72	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-2.13E-08	-5.15E-05	0	0
2	15	0	0	-2.95E-08	-0.000102595	0	0
3	25	0	0	-1.91E-08	-9.85E-05	0	0
4	35	0	0	-2.63E-08	-9.34E-05	0	0
5	45	0	0	-3.52E-08	-9.47E-05	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components		
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)	
6	55	0	0	-3.31E-08	-9.52E-05	0	0	
7	65	0	0	-2.89E-08	-9.30E-05	0	0	
8	75	0	0	-1.54E-08	-4.66E-05	0	0	

Output Orcaflex Pada Mooring Chain Konfigurasi In-Between Kondisi Full Load

End A	
Total Force (kN)	555.41
End Tension (kN)	555.36
End Shear Force (kN)	7.56
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	153.09
End Force Azimuth (deg)	359.97
End Force Declination (deg)	140.31
End Force Ez-angle (deg)	153.87
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	555.41	244.64	-0.04	-498.63	354.67	-0.16	-427.42
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

End B	
Total Force (kN)	468.23
End Tension (kN)	468.15
End Shear Force (kN)	8.79
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	135.93

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	126.20
End Force Ez-angle (deg)	134.86
End Force Exy-angle (deg)	1.97

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	468.23	331.73	11.42	-330.25	377.83	-0.14	-276.56
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	26.11	0.02	-2.19	359.97	139.53	0.01
2	10	32.60	0.02	-9.81	359.98	138.66	0.01
3	20	39.32	0.01	-17.22	359.98	136.83	0.01
4	30	46.29	0.01	-24.40	359.98	134.83	0.01
5	40	53.51	0.01	-31.32	359.98	132.72	0.01
6	50	60.99	0.01	-37.97	359.98	130.52	0.01
7	60	68.72	0.00	-44.32	359.98	128.34	0.02
B	70	76.68	0.00	-50.38	359.98	127.28	0.02

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	29.35	0.02	-6.00	359.97	139.53	0.01
2	15	35.96	0.02	-13.51	359.98	137.79	0.01
3	25	42.81	0.01	-20.81	359.98	135.87	0.01
4	35	49.90	0.01	-27.86	359.98	133.78	0.01

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
5	45	57.25	0.01	-34.65	359.98	131.65	0.01
6	55	64.85	0.00	-41.15	359.98	129.39	0.02
7	65	72.70	0.00	-47.35	359.98	127.28	0.02

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)
1	5	548.36	0	658.52	0.00	0	546.67	19545.90
2	15	534.68	0	313.04	0.00	0	530.87	19058.05
3	25	521.43	0	285.60	0.00	0	515.56	18585.79
4	35	508.75	0	271.27	0.00	0	500.89	18133.74
5	45	496.56	0	261.12	0.00	0	486.79	17699.35
6	55	485.01	0	262.16	0.00	0	473.40	17287.56
7	65	473.69	0	541.79	0.00	0	460.34	16884.22

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-6.49E-07	-0.001518559	0	0
2	15	0	0	-1.39E-06	-0.003194499	0	0
3	25	0	0	-1.58E-06	-0.003501346	0	0
4	35	0	0	-1.68E-06	-0.003686391	0	0
5	45	0	0	-1.73E-06	-0.003829664	0	0
6	55	0	0	-1.62E-06	-0.003814418	0	0
7	65	0	0	-7.26E-07	-0.001845738	0	0

Output Orcaflex Pada Tanker Konfigurasi In-Line Kondisi Ballast

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
-142.6387849	0.0838658	-7.79756653	0.002090387	-0.01145085	0.002749745

Loads in Global Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Connections	834.90138	-0.2989784	-76.94575049	6.65746658	17981.92856	2.366861
Applied	0	0	0	0	0	0
Hydrodynamic drag	-37.96277	0.313886233	0	-1.25128958	-151.336422	-37.2183
Wind drag	-209.7637	0.02022373	0	-0.30185092	-3130.84526	3.763093
Wave drift	-37.25942	-0.07358417	-110.4036134	2.49319842	-24680.5987	16.28005
Added Mass & Damping	888.02439	0.26201896	-23008.01255	894.58861	-6566995.9	427.9114
Hydrostatic stiffness	0	0	1133.117732	-675.631155	232987.822	0
Wave load RAOs	-1963.166	-1.06696688	22227.65564	-309.381902	6378504.799	-227.809
Total	-525.2258	-0.84340052	165.4114627	-82.826923	34515.87339	185.2937

Loads in Local Axes Directions						
Source	Force (kN)			Moment (kN.m)		
	x	y	z	x	y	z
Connections	834.89	-0.34	-77.11	7.52	17981.93	1.71
Applied	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrodynamic drag	-37.96	0.32	0.01	-1.27	-151.34	-37.21
Wind drag	-209.76	0.03	0.04	-0.45	-3130.85	3.88
Wave drift	-37.28	-0.08	-110.40	1.31	-24680.60	17.18
Added Mass & Damping	883.43	-0.62	-23008.19	579.51	-6566995.9	667.39
Hydrostatic stiffness	0.23	0.04	1133.12	-664.45	232987.85	-8.37
Wave load RAOs	-1958.72	-0.16	22228.05	-3.31	6378504.79	-460.52
Total	-525.19	-0.81	165.52	-81.13	34515.88	184.05

Connections							
Connection to	Vessel End					Maximum Tension Segment	
	Total Force (kN)	Vertical Force (kN)	Total Force Declination (deg)	Total Force (kN)	Uplift Angle (deg)	Segment Number	Segment Tension (kN)
Hawser 1 End A	419.22	38.47	95.27	419.12	~	A	419.22
Hawser 2 End A	419.22	38.47	95.27	419.12	~	A	419.22

Output Orcaflex Pada Buoy Konfigurasi In-Line Kondisi Ballast

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
25.18	0.02	-2.89	-0.01	-22.64	-0.02

Output Orcaflex Pada Hawser 1 Konfigurasi In-Line Kondisi Ballast

End A	
Total Force (kN)	419.22
End Tension (kN)	419.22
End Shear Force (kN)	0.10
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	95.26
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	95.27
End Force Ez-angle (deg)	95.28
End Force Exy-angle (deg)	359.98

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	419.22	417.44	-0.17	-38.56	417.45	-0.15	-38.47
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	419.12
End Tension (kN)	419.12
End Shear Force (kN)	0.08
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	117.70

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	95.04
End Force Ez-angle (deg)	117.69
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	419.12	371.14	-0.04	-194.74	417.50	-0.15	-36.85
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-147.64	0.08	14.20	359.98	95.25	0.03
2	10	-126.40	0.08	12.25	359.98	95.24	0.03
3	20	-105.16	0.07	10.31	359.98	95.21	0.03
4	30	-83.93	0.06	8.38	359.98	95.18	0.03
5	40	-62.68	0.05	6.45	359.98	95.16	0.03
6	50	-41.44	0.04	4.54	359.98	95.13	0.03
7	60	-20.20	0.04	2.64	359.98	95.10	0.03
8	70	1.04	0.03	0.75	359.98	95.07	0.03
B	80	22.28	0.02	-1.13	359.98	95.05	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-137.02	0.08	13.23	359.98	95.25	0.03
2	15	-115.78	0.07	11.28	359.98	95.22	0.03
3	25	-94.54	0.06	9.34	359.98	95.20	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-73.30	0.06	7.41	359.98	95.17	0.03
5	45	-52.06	0.05	5.50	359.98	95.14	0.03
6	55	-30.82	0.04	3.59	359.98	95.11	0.03
7	65	-9.58	0.03	1.70	359.98	95.08	0.03
8	75	11.66	0.03	-0.19	359.98	95.05	0.03

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	419.21	0	41484.266	2.41E-05	0	419.21	235575.826	
2	15	419.20	0	20783.87	4.81E-05	0	419.20	235567.974	
3	25	419.18	0	20802.049	4.81E-05	0	419.18	235560.2	
4	35	419.17	0	20580.903	4.86E-05	0	419.17	235552.488	
5	45	419.16	0	20351.515	4.91E-05	0	419.16	235544.817	
6	55	419.14	0	19998.61	5.00E-05	0	419.14	235537.156	
7	65	419.13	0	19721.515	5.07E-05	0	419.13	235529.457	
8	75	419.12	0	39504.295	2.53E-05	0	419.11	235521.668	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-1.25E-08	-2.41E-05	0	0
2	15	0	0	-2.44E-08	-4.81E-05	0	0
3	25	0	0	-2.48E-08	-4.81E-05	0	0
4	35	0	0	-2.67E-08	-4.86E-05	0	0
5	45	0	0	-2.64E-08	-4.91E-05	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
6	55	0	0	-2.51E-08	-5.00E-05	0	0
7	65	0	0	-2.48E-08	-5.07E-05	0	0
8	75	0	0	-1.24E-08	-2.53E-05	0	0

Output Orcaflex Pada Hawser 2 Konfigurasi In-Line Kondisi Ballast

End A	
Total Force (kN)	419.22
End Tension (kN)	419.22
End Shear Force (kN)	0.10
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	95.26
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	95.27
End Force Ez-angle (deg)	95.28
End Force Exy-angle (deg)	359.98

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	419.22	417.44	-0.17	-38.56	417.45	-0.15	-38.47
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

End B	
Total Force (kN)	419.12
End Tension (kN)	419.12
End Shear Force (kN)	0.08
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	117.70

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	95.04
End Force Ez-angle (deg)	117.69
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	419.12	371.14	-0.04	-194.74	417.50	-0.15	-36.85
Moment (kN.m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	-147.64	0.08	14.20	359.98	95.25	0.03
2	10	-126.40	0.08	12.25	359.98	95.24	0.03
3	20	-105.16	0.07	10.31	359.98	95.21	0.03
4	30	-83.93	0.06	8.38	359.98	95.18	0.03
5	40	-62.68	0.05	6.45	359.98	95.16	0.03
6	50	-41.44	0.04	4.54	359.98	95.13	0.03
7	60	-20.20	0.04	2.64	359.98	95.10	0.03
8	70	1.04	0.03	0.75	359.98	95.07	0.03
B	80	22.28	0.02	-1.13	359.98	95.05	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	-137.02	0.08	13.23	359.98	95.25	0.03
2	15	-115.78	0.07	11.28	359.98	95.22	0.03
3	25	-94.54	0.06	9.34	359.98	95.20	0.03

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
4	35	-73.30	0.06	7.41	359.98	95.17	0.03
5	45	-52.06	0.05	5.50	359.98	95.14	0.03
6	55	-30.82	0.04	3.59	359.98	95.11	0.03
7	65	-9.58	0.03	1.70	359.98	95.08	0.03
8	75	11.66	0.03	-0.19	359.98	95.05	0.03

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact									
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)	
1	5	419.21	0	41484.266	2.41E-05	0	419.21	235575.826	
2	15	419.20	0	20783.87	4.81E-05	0	419.20	235567.974	
3	25	419.18	0	20802.049	4.81E-05	0	419.18	235560.2	
4	35	419.17	0	20580.903	4.86E-05	0	419.17	235552.488	
5	45	419.16	0	20351.515	4.91E-05	0	419.16	235544.817	
6	55	419.14	0	19998.61	5.00E-05	0	419.14	235537.156	
7	65	419.13	0	19721.515	5.07E-05	0	419.13	235529.457	
8	75	419.12	0	39504.295	2.53E-05	0	419.11	235521.668	

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-1.25E-08	-2.41E-05	0	0
2	15	0	0	-2.44E-08	-4.81E-05	0	0
3	25	0	0	-2.48E-08	-4.81E-05	0	0
4	35	0	0	-2.67E-08	-4.86E-05	0	0
5	45	0	0	-2.64E-08	-4.91E-05	0	0

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
6	55	0	0	-2.51E-08	-5.00E-05	0	0
7	65	0	0	-2.48E-08	-5.07E-05	0	0
8	75	0	0	-1.24E-08	-2.53E-05	0	0

Output Orcaflex Pada Mooring Chain Konfigurasi In-Line Kondisi Ballast

End A	
Total Force (kN)	1142.24
End Tension (kN)	1142.22
End Shear Force (kN)	7.25
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	158.21
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	135.93
End Force Ez-angle (deg)	158.57
End Force Exy-angle (deg)	359.99

End A components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	1142.24	417.31	-0.06	-1063.281	794.48	-0.33	-820.678
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

End B	
Total Force (kN)	1057.36
End Tension (kN)	1057.32
End Shear Force (kN)	8.79
Total Moment (kN.m)	0.00
End Bend Moment (kN.m)	0.00
End Torque (kN.m)	0.00
End Curvature (rad/m)	0.00
End Ez-angle (deg)	129.89

End B	
End Force Azimuth (deg)	359.98
End Force Declination (deg)	129.11
End Force Ez-angle (deg)	129.44
End Force Exy-angle (deg)	11.62

End B components							
Load	Magnitude	End Axes			Global Axes		
		Ex	Ey	Ez	GX	GY	GZ
Force (kN)	1057.36	799.91	164.42	-671.65	820.41	-0.33	-667.03
Moment (kN.m)	0	0	0	0	0	0	0

Node Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Node	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
A	0	25.18	0.02	-2.89	359.98	135.57	0.01
2	10	32.19	0.02	-10.03	359.98	135.17	0.01
3	20	39.30	0.02	-17.09	359.98	134.31	0.01
4	30	46.52	0.01	-24.02	359.98	133.34	0.01
5	40	53.86	0.01	-30.83	359.98	132.29	0.01
6	50	61.33	0.01	-37.49	359.98	131.17	0.01
7	60	68.93	0.00	-44.01	359.98	130.10	0.01
B	70	76.65	0.00	-50.39	359.98	129.59	0.01

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
1	5	28.69	0.02	-6.46	359.98	135.57	0.01
2	15	35.75	0.02	-13.56	359.98	134.77	0.01
3	25	42.91	0.01	-20.55	359.98	133.86	0.01
4	35	50.19	0.01	-27.42	359.98	132.83	0.01

Segment Positions and Orientations; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimuth (deg)	Declination (deg)	Gamma (deg)
5	45	57.60	0.01	-34.16	359.98	131.74	0.01
6	55	65.13	0.00	-40.75	359.98	130.60	0.01
7	65	72.79	0.00	-47.20	359.98	129.59	0.01

Mid-Segment Loads; * indicates seabed contact								
Segment	Arc Length (m)	Effective Tension (kN)	Shear Force (kN)	Bend Radius (m)	Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)	Wall Tension (kN)	Max von Mises Stress (Mpa)
1	5	1135.70	0.00	1434.38	0.00	0.00	1133.88	40480.87
2	15	1122.92	0.00	670.36	0.00	0.00	1119.10	40025.51
3	25	1110.41	0.00	591.21	0.00	0.00	1104.62	39579.57
4	35	1098.24	0.00	542.75	0.00	0.00	1090.50	39145.56
5	45	1086.31	0.00	514.56	0.00	0.00	1076.68	38720.40
6	55	1074.73	0.00	531.62	0.00	0.00	1063.23	38307.53
7	65	1063.10	0.00	1132.25	0.00	0.00	1049.78	37892.97

Segment Load Components; * indicates seabed contact							
Segment	Arc Length (m)	Shear Components		Curvature Components		Bend Moment Components	
		x (kN)	y (kN)	x (rad/m)	y (rad/m)	x (kN.m)	y (kN.m)
1	5	0	0	-1.07E-07	-0.000697167	0	0
2	15	0	0	-2.83E-07	-0.001491726	0	0
3	25	0	0	-3.32E-07	-0.001691457	0	0
4	35	0	0	-3.06E-07	-0.001842457	0	0
5	45	0	0	-3.68E-07	-0.001943411	0	0
6	55	0	0	-3.50E-07	-0.001881047	0	0
7	65	0	0	-1.32E-07	-0.000883195	0	0

BIODATA PENULIS



Resy Agatya dilahirkan di Blitar, 17 Oktober 1995. Merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis mengenyam semua jenjang pendidikan formalnya di kota Blitar. Menyelesaikan pendidikan dasarnya di SDN Kepanjen Lor 1 Blitar, lalu SMP Negeri 2 Blitar, dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Blitar. Pada tahun 2013, penulis diterima di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama menjalani masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti pelatihan LKMM Pra-TD dan juga berbagai seminar dan pelatihan, baik yang diadakan oleh institut, fakultas, maupun jurusan. Selain itu, penulis aktif menjadi panitia dalam acara yang diselenggarakan jurusan, fakultas, maupun intitut. Penulis telah melaksanakan program mata kuliah Kerja Praktek di PT. Pelindo Marine Service Surabaya. Di akhir masa kuliahnya, penulis mengambil tema tugas akhir mengenai kekuatan yang mampu diterima oleh struktur *buoy mooring*.