



TUGAS AKHIR (MO 184804)

STUDI PERANCANGAN *CATENARY MOORING SYSTEM* PADA KERAMBA JARING APUNG OCEAN FARM ITS (OFITS)

Aulia Pramestya Sulaksono

NRP. 04311640000036

DOSEN PEMBIMBING:

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2020



FINAL PROJECT (MO 184804)

**DESIGN STUDY OF CATENARY MOORING SYSTEM
FOR OFFSHORE AQUACULTURE : OCEAN FARM
ITS (OFITS)**

Aulia Pramestya Sulaksono

NRP. 04311640000036

SUPERVISORS :

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERANCANGAN *CATENARY MOORING SYSTEM* PADA
KERAMBA JARING APUNG OCEAN FARM ITS (OFITS)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:



Aulia Pramestya Sulaksono
NRP. 04311640000036

Disetujui oleh :

1. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. (Pembimbing 1)


.....
Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T. (Pembimbing 2)


.....
3. Sylvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Penguji 1)


.....
4. Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T. (Penguji 2)


.....
5. Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. (Penguji 3)


.....

Surabaya, Agustus 2020

STUDI PERANCANGAN *CATENARY MOORING SYSTEM* PADA KERAMBA JARING APUNG OCEAN FARM ITS (OFITS)

Nama : Aulia Pramestya Sulaksono
NRP : 0431164000036
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Eng.Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.
Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Dalam Tugas Akhir ini, penulis merancang dan menganalisis *catenary mooring system* untuk struktur *offshore aquaculture* Ocean Farm ITS yang akan diinstalasi di Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. Penelitian ini dimulai dengan menghitung stabilitas struktur untuk menentukan posisi titik COG (*Centre of Gravity*), COB (*Centre of Buoyancy*), dan COF (*Centre of Flotation*). Selanjutnya menghitung kekakuan hidrostatis struktur untuk gerakan *heave*, *roll*, dan *pitch* untuk menghitung periode natural struktur secara manual. Dari hasil perhitungan, didapatkan periode natural struktur untuk gerakan *Heave* sebesar 6.52 detik, *Roll* sebesar 4.47 detik, dan *Pitch* sebesar 4.53 detik. Selanjutnya menghitung gaya lingkungan untuk penentuan properti *mooring system* baik *mooring line*, *mooring buoy*, maupun *anchor*. Setelah itu memodelkan struktur Ocean Farm ITS dan sistem tambat dengan konfigurasi *rectangular grid* pada *software* OrcaFlex untuk analisis dinamis kondisi *intact* dan *damage*. Dari hasil perhitungan dan simulasi, didapatkan spesifikasi *mooring line 2* yaitu Nylon 26 mm, *mooring buoy* ukuran diameter 1.7 m, tinggi 1.3 m, dengan kapasitas maksimum 3 ton, serta *anchor* jenis Bruce Twin Shank yang memiliki *holding capacity* 93.4 kN dengan *weight in air* 0.7 ton. Untuk analisis pengaruh perubahan panjang *mooring line*, didapatkan bahwa semakin panjang *mooring line* maka nilai *tension* maksimum akan semakin kecil. Kemudian, semakin panjang *mooring line* maka *offset* maksimum akan semakin besar. Berdasarkan hasil analisis didapatkan variasi 85 m yang sesuai untuk struktur Ocean Farm ITS.

Kata kunci — *Offshore Aquaculture*, Periode Natural, *Catenary Mooring System*, *Offset Struktur*, *Mooring Tension*

DESIGN STUDY OF CATENARY MOORING SYSTEM FOR OFFSHORE AQUACULTURE: OCEAN FARM ITS (OFITS)

Name : Aulia Pramestya Sulaksono
NRP : 04311640000036
Departement : Ocean Engineering
Faculty of Marine Technology, ITS
Supervisors : Dr. Eng.Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.
Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T.

ABSTRACT

In this Final Project, the author designs and analyzes a catenary mooring system for the Ocean Farm ITS offshore aquaculture structure that will be installed on Sendang Biru Beach, Malang, East Java. This research begins by calculating the stability of the structure to determine the position of COG (Center of Gravity), COB (Center of Buoyancy), and COF (Center of Flotation) points. And then the author calculates the hydrostatic stiffness of the structure for the heave, roll, and pitch movements to calculate the natural periods of the structure manually. From the calculation results, the natural period structure for the Heave movement is 6.52 s, Roll is 4.47 s, and Pitch is 4.52 s. Next, calculate the environmental force to determine the properties of the mooring system, either the mooring line, the mooring buoy, or the anchor. After that, modeling the Ocean Farm ITS structure and its mooring system (rectangular grid) in OrcaFlex software for dynamic analysis of intact and damage conditions. From the calculation and simulation results, the author get the mooring line 2 specification is Nylon 26 mm, mooring buoy diameter 1.7 m, height 1.3 m, with maximum capacity is 3 tons, and anchor type Bruce Twin Shank which has holding capacity is 93.4 kN and weight in air is 0.7 tons. To analyze the effect of variation the length of the mooring line, the author get that the longer the mooring line, the maximum tension will be smaller. Then, the longer the mooring line, the maximum offset will be greater. Based on the analysis results, 85 m variation that is suitable for the structure of OFITS.

Key words — *Offshore Aquaculture, Natural Period, Catenary Mooring System, Structure Offset, Mooring Tension*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaykum wa rahmatu Ilahi wa barakatuh

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, bimbingan, ilmu, serta senantiasa memberi pertolongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebaik-baiknya.

Tugas Akhir ini berjudul “Studi Perancangan *Catenary Mooring System* pada Keramba Jaring Apung Ocean Farm ITS (OFITS)”. Penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi S-1 di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Secara singkat, Tugas Akhir ini membahas mengenai proses perancangan sistem tambat Keramba Jaring Apung Lepas Pantai Ocean Farm ITS. Dimulai dari perhitungan komponen gaya, pemodelan struktur dan sistem tambat, hingga pada simulasi dinamis dari sistem tersebut untuk beberapa kondisi riil di lapangan nantinya. Besar harapan penulis, melalui Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan pembaca yang lebih kompleks mengenai perkembangan aplikasi lepas pantai, studi hidrodinamika, perancangan sistem tambat, dan studi operasi kelautan lebih lanjut khususnya mengenai keramba jaring apung lepas pantai.

Laporan Tugas Akhir ini sangat jauh dari kata sempurna dan penulis sangat menyadari akan banyaknya kekurangan tersebut. Oleh karena itu, penulis sangat berharap dan terbuka dengan segala bentuk kritik maupun saran untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman yang lebih baik lagi bagi penulis dan peneliti selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap melalui Tugas Akhir ini dapat memberikan kebermanfaatan terhadap perkembangan teknologi kelautan di berbagai aspek khususnya bidang kelautan dan perikanan Republik Indonesia.

Wassalamu'alaykum wa rahmatu Ilahi wa barakatuh

Karanganyar, 22 Juli 2020

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Melalui Laporan Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang membantu penulis baik secara moril maupun materiil selama menempuh pendidikan hingga pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini diantaranya, adalah:

1. Papa (Alm. Eko Agus Sulaksono) di Surga yang telah menyayangi dan mendidik penulis.
2. Mama (Anggraini Asyiyah) dan Kakak (Adi Nugroho Sulaksono) yang selalu memberikan do'a dan semangat tanpa henti, serta selalu membantu penulis untuk terus bangkit meski terpuruk berkali-kali.
3. Keluarga besar Bapak Agus Mulyanto, Kemenristekdikti, IKA-ITS, dan *American Bureau of Shipping* yang telah memberikan bantuan untuk pendidikan penulis selama ini.
4. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. dan Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan ilmu dan pengalaman serta membimbing penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
5. Ibu Wimala Lalitya Dhanistha, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan doa, semangat, dan bimbingan selama berkuliah.
6. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D., Ibu Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T., Bapak Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc., Bapak Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Ir. Imam Rochani, M.Sc., Bapak Ir. Handyanu, M.Sc., Ph.D., Bapak Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D., Bapak Ir. Murdjito, M.Sc.Eng., dan Bapak Ir. Mas Murtedjo selaku dosen penguji penulis selama periode sidang Tugas Akhir yang memberikan banyak ilmu, saran, nasehat, dan pengalaman kepada penulis.
7. Kepala dan Teknisi Laboratorium Hidrodinamika Bangunan Laut dan Laboratorium Komputasi dan Pemodelan Numerik, Departemen Teknik Kelautan, FTK ITS yang telah memberikan izin dalam penggunaan fasilitas laboratorium untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Fajar Rachmadiarto, S.T. selaku pembimbing Kerja Praktik yang mengajarkan penulis tentang *software* Orcaflex dengan sabar.

9. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir *Ocean Farm* ITS, yaitu Imas Aulia Faujia, Moch. Agus Nuriel, dan Alyssa Safira Aswan yang telah berusaha, berjuang, berdiskusi, menangis, dan tertawa bersama dalam penelitian ini.
10. Imas, Asa, Herin, Lutfi, Silvy, Anit, dan Inaya yang merupakan sahabat sesurpris yang selalu memberikan motivasi, semangat, keceriaan, dan senantiasa membantu penulis.
11. Almh. Rosita Fitri Maisyaroh di Surga, sahabat penulis yang berjuang bersama dan senantiasa memberikan semangat untuk penulis selama berkuliah hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Anggota grup “Apa Ya” yang selalu kompak untuk saling membantu menyelesaikan Tugas Akhir.
13. Tin, Ami, Faza, Zain, Nadira, Bekti, Nya-Nya, dan Elia sebagai sahabat penulis yang selalu membersamai penulis menempuh pendidikan dan mengerjakan Tugas Akhir.
14. Nugie, Rafli, Rico, dan Tasya sebagai teman kuliah penulis yang sudah memberikan ilmu dan waktunya untuk berdiskusi.
15. Teman-Teman Teknik Kelautan Angkatan 2016 ADHIWAMASTYA yang selalu saling membantu dan memberi semangat.
16. Adik tingkat dan kakak tingkat yang senantiasa memberikan semangat untuk penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
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 Keramba (<i>Cages</i>)	6
2.2.2 Ocean Farm ITS (OFITS)	7
2.2.3 Jaring (<i>Nets</i>)	8
2.2.4 Konsep Pembebanan	8
2.2.5 Tambatan (<i>Mooring</i>)	9
2.2.6 <i>Mooring Line</i> dan <i>Mooring Grid</i>	11
2.2.7 <i>Offset</i> pada Struktur KJA	13
2.2.8 Kekakuan Struktur	14
2.2.9 Frekuensi Natural Struktur.....	15
2.2.10 Teori Dasar Bangunan Terapung	16

2.2.11	<i>Time Domain Analysis</i>	20
2.2.12	<i>Software</i> Pemodelan	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	23
3.2	Uraian Prosedur Penelitian	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Data Ocean Farm ITS	29
4.1.1	Data lingkungan.....	29
4.1.2	<i>General Arrangement</i> Struktur Ocean Farm ITS	37
4.1.3	Data Hotel.....	39
4.1.4	Data Jaring dan Ikan yang Akan Dibudidaya.....	40
4.2	Pemodelan 2D Struktur di <i>Software</i> AutoCAD	41
4.3	Perhitungan Beban-Beban	42
4.4	Perhitungan Draft dan Stabilitas	42
4.5	Pemodelan 3D Struktur Ocean Farm ITS di <i>Software</i> Orca Flex.....	47
4.5.1	Asumsi – Asumsi yang Digunakan dalam Pemodelan.....	47
4.5.2	Konversi <i>Wshape</i> dan <i>Lshape</i> Menjadi Tubular.....	48
4.5.3	Hasil Pemodelan OFITS pada <i>Software</i> OrcaFlex	50
4.6	Validasi Sarat dengan Data Awal	55
4.7	Perhitungan Kekakuan dan Periode Natural	56
4.7.1	Perhitungan Kekakuan <i>Heave</i>	57
4.7.2	Perhitungan Kekakuan <i>Roll</i> dan <i>Pitch</i>	58
4.7.3	Periode Natural <i>Heave</i>	59
4.5.1	Periode Natural <i>Roll</i>	59
4.5.2	Periode Natural <i>Pitch</i>	60
4.8	Penentuan Komponen Sistem <i>Mooring</i>	60
4.8.1	Pemilihan <i>Mooring Grid</i>	60
4.8.2	Perhitungan <i>Environmental Load</i>	61
4.8.3	Penentuan Properti <i>Mooring</i>	63
4.8.4	Penentuan Variasi Panjang <i>Mooring Line</i>	64
4.8.5	Perhitungan Kapasitas <i>Buoy</i>	65
4.8.6	Perhitungan Kapasitas <i>Anchor</i> (I).....	67

4.9	Pemodelan Sistem <i>Mooring</i> OFITS	69
4.9.1	Pemodelan Sistem <i>Mooring</i> di AutoCad	69
4.9.2	Pemodelan Sistem <i>Mooring</i> di OrcaFlex	71
4.10	Simulasi Dinamis Ocean Farm ITS	72
4.10.1	Hasil Iterasi-I Ocean Farm ITS	77
4.10.2	Hasil Iterasi-II Ocean Farm ITS.....	80
4.10.3	Hasil Iterasi-III Ocean Farm ITS	93
4.10.4	Hasil Iterasi-IV Ocean Farm ITS	105
4.10.5	Hasil Iterasi-V Ocean Farm ITS	108
4.10.6	Pembahasan Hasil Iterasi-I.....	121
4.10.7	Pembahasan Hasil Iterasi-II	125
4.10.8	Pembahasan Hasil Iterasi-III.....	128
4.10.9	Pembahasan Hasil Iterasi-IV	130
4.10.10	Pembahasan Hasil Iterasi-V	132
4.11	Perhitungan Kapasitas Anchor (II).....	135
BAB V PENUTUP.....		137
5.1	Kesimpulan.....	137
5.2	Saran.....	139
DAFTAR PUSTAKA		141
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A GAMBAR TEKNIK OFITS		
LAMPIRAN B PERHITUNGAN BERAT STRUKTUR DAN COG		
LAMPIRAN C PERHITUNGAN COB		
LAMPIRAN D PERHITUNGAN BM		
LAMPIRAN E PERHITUNGAN MTO STRUKTUR OFITS		
LAMPIRAN F PERHITUNGAN MOMEN INERSIA STRUKTUR		
LAMPIRAN G PERHITUNGAN MOMEN INERSIA MASSA TAMBAH		
LAMPIRAN H PERHITUNGAN GAYA LINGKUNGAN		

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Keramba Berdasarkan Jenis Operasi (Olivares, 2003)	6
Gambar 2.2 Tampak Isometrik Desain Ocean Farm-ITS	7
Gambar 2.3 Peta Lokasi Sendang Biru, Malang, Jawa Timur	7
Gambar 2. 4 <i>Catenary Mooring System</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Taut Leg Mooring System</i>	10
Gambar 2. 6 <i>Tension Leg Mooring System</i>	11
Gambar 2. 7 Skema Komponen <i>Mooring System</i>	12
Gambar 2. 8 Derajat kebebasan pada bangunan laut terapung (Faltinsen, 1990) .	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Prosedur Pengerjaan Tugas Akhir	25
Gambar 4. 1 Grafik Korelasi Hs dan Distribusi Kumulatifnya.....	31
Gambar 4. 2 Grafik Korelasi Tavg dan Distribusi Kumulatifnya.....	31
Gambar 4. 3 Grafik Korelasi WS dan Distribusi Kumulatifnya	34
Gambar 4. 4 Grafik Korelasi Cs dan Distribusi Kumulatifnya.....	36
Gambar 4. 5 GA Struktur dan <i>Floater</i> Tampak Samping.....	37
Gambar 4. 6 Tampak Atas <i>Railing</i> pada Struktur <i>Top Deck</i>	37
Gambar 4. 7 GA <i>Buoyancy Frame</i> dan <i>Floater</i>	38
Gambar 4. 8 GA <i>Top Deck</i> Tampak Atas	38
Gambar 4. 9 GA <i>Lower Deck</i> Tampak Atas	39
Gambar 4. 10 <i>Layout</i> Hotel Ocean Farm ITS	39
Gambar 4. 11 Jaring untuk Ocean Farm ITS (Mulyadi, et al., 2019)	40
Gambar 4. 12 Ikan Budidaya untuk Ocean Farm ITS (Ariviana, 2017).....	40
Gambar 4. 13 <i>Top Deck</i> dan <i>Lower Deck</i> Tampak Atas pada AutoCAD.....	41
Gambar 4. 14 Model Struktur OFITS Tampak Samping di AutoCAD	41
Gambar 4. 15 Model <i>Buoyancy Frame</i> di AutoCAD	41
Gambar 4. 16 Letak Titik Acuan CoG dan CoB Ocean Farm ITS	42
Gambar 4. 17 Posisi Titik Stabilitas pada sarat 1.6m	46
Gambar 4. 18 Sambungan Member Struktur Ocean Farm ITS.....	47
Gambar 4. 19 Perubahan Model Jaring pada Orcaflex	48
Gambar 4. 20 Member P200 dengan Bentuk Wshape 100Bx50x5x7	48
Gambar 4. 21 Hasil Pemodelan <i>Top Deck</i> pada OrcaFlex.....	50
Gambar 4. 22 Hasil Pemodelan <i>Lower Deck</i> pada OrcaFlex.....	51

Gambar 4. 23 Hasil Pemodelan <i>Ball Joint</i> pada OrcaFlex	52
Gambar 4. 24 Hasil Pemodelan <i>Floater</i> pada OrcaFlex.....	52
Gambar 4. 25 Hasil Pemodelan Beban-Beban Struktur OFITS pada OrcaFlex....	53
Gambar 4. 26 Hasil Pemodelan Struktur OFITS pada OrcaFlex	53
Gambar 4. 27 Bagaian Struktur OFITS yang Tercelup (Tampak Bawah)	54
Gambar 4. 28 Posisi Model Struktur pada Kondisi Setimbang.....	56
Gambar 4. 29 Gambar Konfigurasi Perhitungan Luas Bidang Garis Air.....	57
Gambar 4. 30 Layout <i>Mooring Grid</i> yang Digunakan	61
Gambar 4. 31 Potongan Struktur dalam Perhitungan Gaya Arus dan Gelombang	62
Gambar 4. 32 Ilustrasi <i>Catenary Mooring</i> (Faltinsen, 1990)	65
Gambar 4. 33 Ilustrasi Perhitungan Gaya pada Buoy	66
Gambar 4. 34 Bahan dan Ukuran <i>Mooring Buoy</i>	67
Gambar 4. 35 <i>Anchor</i> Jenis Flipper Delta	69
Gambar 4. 36 Konfigurasi Sistem <i>Mooring</i> Variasi 85 m (AutoCad)	70
Gambar 4. 37 Konfigurasi Sistem <i>Mooring</i> Variasi 95 m (AutoCad)	70
Gambar 4. 38 Konfigurasi Sistem <i>Mooring</i> Variasi 105 m (AutoCad)	70
Gambar 4. 39 Pemodelan Sistem <i>Mooring</i> di OrcaFlex.....	71
Gambar 4. 40 Detail Bagian Sistem <i>Mooring</i> pada OrcaFlex.....	72
Gambar 4. 41 Skema Gelombang Kondisi Operasi selama 3 Jam	73
Gambar 4. 42 Skema Gelombang Kondisi Operasi selama 500 detik	73
Gambar 4. 43 Skema Gelombang Kondisi Badai selama 3 Jam	74
Gambar 4. 44 Skema Gelombang Kondisi Badai selama 500 detik.....	74
Gambar 4. 45 Pembagian <i>Stage</i> pada Simulasi Dinamis.....	75
Gambar 4. 46 Arah Pembebanan Struktur pada Sudut 0° dan 45°.....	75
Gambar 4. 47 Model Jaring dan Konfigurasi <i>Mooring</i> pada Iterasi-I.....	77
Gambar 4. 48 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan (Iterasi-I).....	78
Gambar 4. 49 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z (Iterasi -I)	78
Gambar 4. 50 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X (Iterasi -I).....	78
Gambar 4. 51 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y (Iterasi -I).....	79
Gambar 4. 52 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z (Iterasi -I)	79
Gambar 4. 53 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum (Iterasi -I).....	79
Gambar 4. 54 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 60m-0° (Iterasi-II)	80

Gambar 4. 55 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 70m-0° (Iterasi -II)	81
Gambar 4. 56 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 80m-0° (Iterasi -II)	81
Gambar 4. 57 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 60m-0° (Iterasi-II)	82
Gambar 4. 58 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 70m-0° (Iterasi-II)	82
Gambar 4. 59 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 80m-0° (Iterasi-II)	82
Gambar 4. 60 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 60m-0° (Iterasi-II).....	83
Gambar 4. 61 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 70m-0° (Iterasi-II).....	83
Gambar 4. 62 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 80m-0° (Iterasi-II).....	83
Gambar 4. 63 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 60m-0° (Iterasi-II).....	84
Gambar 4. 64 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 70m-0° (Iterasi-II).....	84
Gambar 4. 65 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 80m-0° (Iterasi-II).....	84
Gambar 4. 66 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 60m-0° (Iterasi-II)	85
Gambar 4. 67 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 70m-0° (Iterasi-II)	85
Gambar 4. 68 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 80m-0° (Iterasi-II)	85
Gambar 4. 69 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 60m-0° (Iterasi-II).....	86
Gambar 4. 70 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 70m-0° (Iterasi-II).....	86
Gambar 4. 71 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 80m-0° (Iterasi-II).....	86
Gambar 4. 72 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 60m-45° (Iterasi-II)	87
Gambar 4. 73 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 70m-45° (Iterasi-II)	87
Gambar 4. 74 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 80m-45° (Iterasi-II)	87
Gambar 4. 75 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 60m-45° (Iterasi-II)	88
Gambar 4. 76 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 70m-45° (Iterasi-II)	88
Gambar 4. 77 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 80m-45° (Iterasi-II)	88
Gambar 4. 78 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 60m-45° (Iterasi-II).....	89
Gambar 4. 79 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 70m-45° (Iterasi-II).....	89
Gambar 4. 80 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 80m-45° (Iterasi-II).....	89
Gambar 4. 81 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 60m-45° (Iterasi-II).....	90
Gambar 4. 82 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 70m-45° (Iterasi-II).....	90
Gambar 4. 83 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 80m-45° (Iterasi-II).....	90
Gambar 4. 84 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 60m-45° (Iterasi-II)	91
Gambar 4. 85 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 70m-45° (Iterasi-II)	91
Gambar 4. 86 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 80m-45° (Iterasi-II)	91

Gambar 4. 87 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 60m-45° (Iterasi-II).....	92
Gambar 4. 88 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 70m-45° (Iterasi-II).....	92
Gambar 4. 89 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 80m-45° (Iterasi-II).....	92
Gambar 4. 90 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 85m-0° (Iterasi-III).....	93
Gambar 4. 91 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 95m-0° (Iterasi-III).....	93
Gambar 4. 92 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 105m-0° (Iterasi-III).....	94
Gambar 4. 93 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-III).....	94
Gambar 4. 94 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-III).....	94
Gambar 4. 95 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-III).....	95
Gambar 4. 96 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 85m-0° (Iterasi-III).....	95
Gambar 4. 97 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 95m-0° (Iterasi-III).....	95
Gambar 4. 98 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 105m-0° (Iterasi-III).....	96
Gambar 4. 99 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 85m-0° (Iterasi-III).....	96
Gambar 4. 100 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 95m-0° (Iterasi-III).....	96
Gambar 4. 101 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 105m-0° (Iterasi-III).....	97
Gambar 4. 102 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-III).....	97
Gambar 4. 103 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-III).....	97
Gambar 4. 104 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-III).....	98
Gambar 4. 105 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 85m-0° (Iterasi-III).....	98
Gambar 4. 106 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 95m-0° (Iterasi-III).....	98
Gambar 4. 107 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 105m-0° (Iterasi-III).....	99
Gambar 4. 108 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 85m-45° (Iterasi-III).....	99
Gambar 4. 109 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 95m-45° (Iterasi-III).....	99
Gambar 4. 110 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 105m-45° (Iterasi-III).....	100
Gambar 4. 111 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-III).....	100
Gambar 4. 112 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-III).....	100
Gambar 4. 113 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-III).....	101
Gambar 4. 114 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 85m-45° (Iterasi-III).....	101
Gambar 4. 115 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 95m-45° (Iterasi-III).....	101
Gambar 4. 116 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 105m-45° (Iterasi-III).....	102
Gambar 4. 117 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 85m-45° (Iterasi-III).....	102
Gambar 4. 118 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 95m-45° (Iterasi-III).....	102

Gambar 4. 119 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 105m-45° (Iterasi-III)	103
Gambar 4. 120 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-III)...	103
Gambar 4. 121 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-III)...	103
Gambar 4. 122 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-III).	104
Gambar 4. 123 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 85m-45° (Iterasi-III) .	104
Gambar 4. 124 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 95m-45° (Iterasi-III) .	104
Gambar 4. 125 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 105m-45° (Iterasi-III)	105
Gambar 4. 126 Pemodelan Variasi <i>Buoy</i> pada Iterasi-IV	106
Gambar 4. 127 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan (Iterasi-IV).....	106
Gambar 4. 128 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z (Iterasi-IV)	107
Gambar 4. 129 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X (Iterasi-IV)	107
Gambar 4. 130 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y (Iterasi-IV)	107
Gambar 4. 131 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z (Iterasi-IV).....	108
Gambar 4. 132 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum (Iterasi-IV)	108
Gambar 4. 133 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 85m-0° (Iterasi-V).....	109
Gambar 4. 134 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 95m-0° (Iterasi-V).....	109
Gambar 4. 135 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 105m-0° (Iterasi-V).....	109
Gambar 4. 136 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-V)	110
Gambar 4. 137 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-V)	110
Gambar 4. 138 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-V)	110
Gambar 4. 139 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 85m-0° (Iterasi-V)	111
Gambar 4. 140 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 95m-0° (Iterasi-V)	111
Gambar 4. 141 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 105m-0° (Iterasi-V) ...	111
Gambar 4. 142 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 85m-0° (Iterasi-V)	112
Gambar 4. 143 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 95m-0° (Iterasi-V)	112
Gambar 4. 144 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 105m-0° (Iterasi-V) ...	112
Gambar 4. 145 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-V).....	113
Gambar 4. 146 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-V).....	113
Gambar 4. 147 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-V)....	113
Gambar 4. 148 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 85m-0° (Iterasi-V)	114
Gambar 4. 149 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 95m-0° (Iterasi-V)	114
Gambar 4. 150 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 105m-0° (Iterasi-V) ..	114

Gambar 4. 151 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 85m-45° (Iterasi-V)	115
Gambar 4. 152 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 95m-45° (Iterasi-V)	115
Gambar 4. 153 Grafik Nilai <i>Offset</i> Resultan Variasi 105m-45° (Iterasi-V)	115
Gambar 4. 154 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-V).....	116
Gambar 4. 155 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-V).....	116
Gambar 4. 156 Grafik Nilai <i>Offset</i> Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-V).....	116
Gambar 4. 157 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 85m-45° (Iterasi-V)....	117
Gambar 4. 158 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 95m-45° (Iterasi-V)....	117
Gambar 4. 159 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. X Variasi 105m-45° (Iterasi-V)..	117
Gambar 4. 160 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 85m-45° (Iterasi-V)....	118
Gambar 4. 161 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 95m-45° (Iterasi-V)....	118
Gambar 4. 162 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Y Variasi 105m-45° (Iterasi-V)..	118
Gambar 4. 163 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-V)	119
Gambar 4. 164 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-V)	119
Gambar 4. 165 Grafik Nilai <i>Offset</i> Rotasi Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-V) ..	119
Gambar 4. 166 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 85m-45° (Iterasi-V)...	120
Gambar 4. 167 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 95m-45° (Iterasi-V)...	120
Gambar 4. 168 Grafik Nilai <i>Tension</i> Maksimum Variasi 105m-45° (Iterasi-V).	120
Gambar 4. 169 Diagram Perbandingan <i>Offset</i> Resultan (Iterasi-I)	121
Gambar 4. 170 Diagram Perbandingan <i>Offset Heave</i> (Iterasi-I)	121
Gambar 4. 171 Diagram Perbandingan <i>Offset Roll</i> (Iterasi-I).....	122
Gambar 4. 172 Diagram Perbandingan <i>Offset Pitch</i> (Iterasi-I).....	122
Gambar 4. 173 Visualisasi Respon <i>Pitch</i> Model 1 dan Model 2 (Iterasi-I)	123
Gambar 4. 174 Diagram Perbandingan <i>Offset Yaw</i> (Iterasi-I).....	124
Gambar 4. 175 Diagram Perbandingan <i>Maximum Tension</i> (Iterasi-I)	124
Gambar 4. 176 Diagram Perbandingan <i>Offset</i> Resultan (Iterasi-II)	125
Gambar 4. 177 Diagram Perbandingan <i>Offset Heave</i> (Iterasi-II).....	125
Gambar 4. 178 Diagram Perbandingan <i>Maximum Tension</i> (Iterasi-II).....	126
Gambar 4. 179 Diagram Perbandingan <i>Offset</i> Resultan (Iterasi-III).....	128
Gambar 4. 180 Diagram Perbandingan <i>Offset Heave</i> (Iterasi-III).....	128
Gambar 4. 181 Diagram Perbandingan <i>Maximum Tension</i> (Iterasi-III).....	129
Gambar 4. 182 Diagram Perbandingan <i>Offset</i> Resultan (Iterasi-IV).....	130

Gambar 4. 183 Diagram Perbandingan <i>Offset Heave</i> (Iterasi-IV).....	131
Gambar 4. 184 Diagram Perbandingan <i>Maximum Tension</i> (Iterasi-IV).....	131
Gambar 4. 185 Diagram Perbandingan <i>Offset Resultan</i> (Iterasi-V)	132
Gambar 4. 186 Diagram Perbandingan <i>Offset Heave</i> (Iterasi-V)	132
Gambar 4. 187 Diagram Perbandingan <i>Offset Roll</i> (Iterasi-V).....	133
Gambar 4. 188 Diagram Perbandingan <i>Offset Pitch</i> (Iterasi-V).....	133
Gambar 4. 189 Diagram Perbandingan <i>Offset Yaw</i> (Iterasi-V).....	134
Gambar 4. 190 Diagram Perbandingan <i>Maximum Tension</i> (Iterasi-V)	134
Gambar 4. 191 <i>Anchor</i> Jenis Bruce Twin Shank	136

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Keramba Berdasarkan Karakteristik Tekniknya.....	6
Tabel 2. 2 <i>Grid System</i> pada Keramba.....	11
Tabel 2. 3 Keterangan Komponen Gambar Skema <i>Mooring System</i>	12
Tabel 2. 4 <i>Tension Limit</i> dan <i>Safety Factor</i> API RP 2SK.....	13
Tabel 4. 1 Data Lingkungan Sendang Biru, Malang.....	29
Tabel 4. 2 Data Distribusi Hs dan Tavg Tiap Interval dan Kumulatifnya	30
Tabel 4. 3 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif Hs.....	30
Tabel 4. 4 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif Tavg	30
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Hs dengan Distribusi Weibull	32
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Tavg dengan Distribusi Weibull	32
Tabel 4. 7 Data Distribusi Ws Tiap Arah, Interval, dan Kumulatifnya	33
Tabel 4. 8 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif WS	33
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan WS dengan Distribusi Weibull.....	34
Tabel 4. 10 Data Distribusi Cs Tiap Arah, Interval, dan Kumulatifnya	35
Tabel 4. 11 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif Cs	35
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Cs dengan Distribusi Weibull	36
Tabel 4. 13 Desain Basis Data Lingkungan Perairan Sendang Biru, Malang.....	36
Tabel 4. 14 Beban yang Bekerja pada Struktur	42
Tabel 4. 15 Perhitungan CoG Ocean Farm ITS	43
Tabel 4. 16 Tabulasi Perhitungan Draft Struktur.....	43
Tabel 4. 17 Perhitungan CoB Ocean Farm ITS (Sarat 1.6 m)	44
Tabel 4. 18 Perhitungan BM Ocean Farm ITS (Sarat 1.6 m)	44
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan <i>Material Take Off</i>	49
Tabel 4. 20 Nilai Cd dan Ca Bagian yang Tercelup	54
Tabel 4. 21 Perbandingan Massa di Excel dan OrcaFlex	55
Tabel 4. 22 Tabulasi Validasi Sarat	56
Tabel 4. 23 Komponen Perhitungan Kekakuan Heave	57
Tabel 4. 24 Tabulasi Komponen Perhitungan Frekuensi Natural	58
Tabel 4. 25 Bagian-Bagian <i>Mooring System</i>	61
Tabel 4. 26 Spesifikasi <i>Mooring Line</i>	64
Tabel 4. 27 Variasi Panjang <i>Mooring Line</i>	65

Tabel 4. 28 Perhitungan Kapasitas <i>Buoy</i>	66
Tabel 4. 29 Perhitungan Ukuran <i>Buoy</i>	67
Tabel 4. 30 <i>Safety Factor</i> Tiap Jenis <i>Anchor</i>	67
Tabel 4. 31 Jenis dan Kualitas <i>Anchor</i> Sesuai Tipe Tanah	68
Tabel 4. 32 Nilai Efisiensi Tiap Jenis <i>Anchor</i> pada Tiap Tipe Tanah	68
Tabel 4. 33 Properti <i>Mooring</i> pada Iterasi I dan II.....	80
Tabel 4. 34 Properti <i>Mooring</i> pada Iterasi-III	93
Tabel 4. 35 Properti <i>Mooring</i> pada Iterasi-IV	105
Tabel 4. 36 Variasi <i>Buoy</i> pada Iterasi-IV	105
Tabel 4. 37 Properti <i>Mooring</i> pada Iterasi-V	108
Tabel 4. 38 Perbandingan <i>Offset</i> dan <i>Tension</i> Kondisi <i>Damage</i> (Iterasi-II)	126

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, permintaan suplai komoditas perikanan semakin meningkat di pasar dunia. Namun, hal tersebut tak diimbangi dengan pengelolaan perikanan yang baik, sehingga mendorong maraknya kegiatan *overfishing*. Pada 2015 tercatat pemenuhan 33.1% stok perikanan laut dunia dihasilkan dari kegiatan *overfishing* (FAO, 2018). Maka, untuk mengembalikan dan memperbaiki kondisi perikanan laut akibat *overfishing*, perlu adanya upaya budidaya perikanan laut di Indonesia. Berbicara tentang budidaya perikanan laut, pada tahun 2017 Indonesia memiliki potensi luas areal budidaya laut mencapai 12.123.383 Ha, dengan tingkat pemanfaatan hanya 325.825 Ha atau setara 2.7% saja (KKP, 2017). Sehingga perlu dilakukan pengoptimalan areal budidaya perikanan laut guna meningkatkan produksi perikanan laut dan ketahanan pangan Indonesia.

Kini mulai dikembangkan perikanan modern yang beralih pada sistem peternakan ikan terbuka (keramba jaring apung) di lepas pantai, atau sering dikenal dengan *offshore aquaculture*. Teknologi ini telah dikembangkan di beberapa negara maju, seperti Norwegia, Jepang, dan Amerika. Banyak kelebihan yang dimiliki *offshore aquaculture*, antara lain: kualitas air yang lebih baik, ketersediaan lokasi yang lebih banyak, dan potensi ekonomi yang lebih tinggi. Selain itu, kelebihan lain yaitu dapat mengurangi penangkapan ikan yang berlebihan, mengurangi pencemaran lingkungan pesisir, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat nelayan pesisir (Aziz, 2015).

Penelitian terkait *offshore aquaculture* juga tengah dilakukan oleh Pusat Studi Kelautan di Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pada 2017, telah dihasilkan konsep desain struktur untuk budidaya ikan tuna dan hotel terapung untuk wisata bahari yang diberi nama “Ocean Farm ITS” (Mulyadi, et al., 2019). Sebagai *offshore aquaculture*, Ocean Farm ITS harus memiliki kemampuan dalam mengantisipasi gerakan akibat gelombang, arus, dan angin. Maka perlu adanya sistem tambat untuk menjaga struktur tetap berada di posisinya dengan kondisi yang baik.

Penelitian dalam perancangan sistem tambat dan analisis olah gerak struktur keramba jaring apung model *Sea Station* untuk laut lepas Indonesia pernah dilakukan (Adi, 2017). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, terdapat salah satu konfigurasi *mooring layout* yang menghasilkan *mooring tension* dan *offset* paling kecil yaitu tipe *rectangular array*. Selain itu, penelitian serupa pada model *Collar Cage* untuk laut lepas Indonesia juga telah dilakukan (Putri, 2018). Senada dengan penelitian *offshore aquaculture* tersebut, penelitian mengenai pembuatan konsep inovasi desain Ocean Farm ITS, baik strukturnya maupun sistem tambatnya juga pernah dilakukan (Athoillah, 2018). Akan tetapi, model ini telah mengalami banyak perubahan seiring dengan penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh LPPM ITS. Sehingga, belum ada penelitian tentang perancangan sistem tambat untuk analisis *tension* tali tambat dan *offset* struktur Ocean Farm ITS yang terbaru.

Dalam desainya, Ocean Farm ITS ini diaplikasikan untuk budidaya perikanan pada kedalaman 20 m serta memiliki hotel untuk wisata bahari. Sehingga perlu dipertimbangkan faktor keamanan dan kenyamanan didalamnya. Terdapat salah satu jenis sistem tambat yang belum diteliti dan dianalisis untuk diaplikasikan pada Ocean Farm ITS model terbaru, yaitu *catenary mooring system* dengan konfigurasi *rectangular array*. Oleh karena itu, perancangan *catenary mooring system* pada Ocean Farm ITS ini dirasa perlu untuk dikaji lebih mendalam.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana konfigurasi *catenary mooring system* yang sesuai untuk struktur Ocean Farm ITS?
2. Bagaimana pengaruh perubahan panjang *mooring line* terhadap *tension* maksimum *mooring line* pada kondisi *intact* dan *damage*?
3. Bagaimana pengaruh perubahan panjang *mooring line* terhadap *offset* maksimum struktur KJA Ocean Farm ITS pada kondisi *intact* dan *damage*?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui konfigurasi *catenary mooring system* yang sesuai untuk struktur Ocean Farm ITS.
2. Mengetahui pengaruh perubahan panjang *mooring line* terhadap *tension* maksimum *mooring line* pada kondisi *intact* dan *damage*.
3. Mengetahui pengaruh perubahan panjang *mooring line* terhadap *offset* maksimum struktur KJA Ocean Farm ITS pada kondisi *intact* dan *damage*.

1.4 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diperoleh desain serta konfigurasi struktur dan sistem tambat Ocean Farm ITS. Variasi analisis sistem tambat yang diterapkan juga diharapkan dapat menjadi gambaran awal bagi mahasiswa dalam merancang sebuah sistem tambat untuk struktur *offshore aquaculture*. Lebih dari pada itu, dengan adanya Proposal Tugas Akhir ini diharapkan juga dapat menjadi suatu rekomendasi pemasangan sistem tambat pada *offshore aquaculture* untuk pembudidayaan ikan dan wisata bahari di wilayah Laut Selatan Jawa.

1.5 Batasan Masalah

1. Struktur Ocean Farm ITS dimodelkan di perairan Sendang Biru, Malang, Jawa Timur dengan beban lingkungan *collinear* pada arah 0° dan 45° .
2. Beban dinamis akibat adanya ikan dalam struktur tidak diperhitungkan.
3. Konfigurasi *mooring grid* yang dianalisis yaitu tipe *Rectangular Array*.
4. Permukaan dasar laut diasumsikan rata dan jangkar dianggap mampu menahan semua beban.
5. *Marine Growth* pada *mooring line* diabaikan.
6. Pemodelan Struktur Ocean Farm ITS disederhanakan dan dianggap kuat menahan beban yang dihasilkan sistem tambat.
7. Analisis dinamis menggunakan simulasi *time domain*.
8. Analisis *mooring* dilakukan pada kondisi *intact* dan *damage* dengan mengacu pada *code* API RP 2SK.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

- Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dipaparkan hal-hal apa saja yang melatarbelakangi penelitian, permasalahan apa saja yang akan dibahas, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini, batasan-batasan masalah yang diterapkan, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini.

- Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Pada bab ini berisi dasar-dasar teori serta berbagai macam persamaan yang digunakan selama proses pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini.

- Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dipaparkan tentang tahapan dan metode yang digunakan untuk mengerjakan penelitian pada tugas akhir ini.

- Bab IV Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini dibahas bagaimana tahapan-tahapan pengerjaan yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Juga dilakukan analisis dan pembahasan data-data hasil / *output* perhitungan, perancangan, pemodelan hingga simulasi.

- Bab V Penutup

Pada bab ini disimpulkan hasil dari analisis, serta saran-saran yang perlu diberikan untuk penelitian selanjutnya. Bab ini juga bertujuan untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan pada Bab I.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Akuakultur merupakan kata yang berasal dari Bahasa Inggris yaitu *aquaculture* (*aqua* = perairan, *culture* = budidaya). Akuakultur didefinisikan sebagai upaya produksi biota atau organisme perairan dengan teknik membuat kondisi lingkungan yang mirip dengan habitat asli organisme yang dibudidayakan tersebut (Bardach, et al., 1972). Pengertian lain terkait akuakultur yaitu kegiatan memproduksi biota (organisme) akuatik (air) untuk mendapatkan keuntungan (Effendi, 2004). Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, maka dapat pula diartikan bahwa akuakultur merupakan budidaya organisme air baik hewan maupun tumbuhan dalam kondisi terkendali atau semi-terkendali pada suatu sistem yang dikontrol oleh manusia, yang dibuat sedemikian rupa agar menyerupai habitat asli biota air yang akan dibudidaya untuk memperoleh keuntungan.

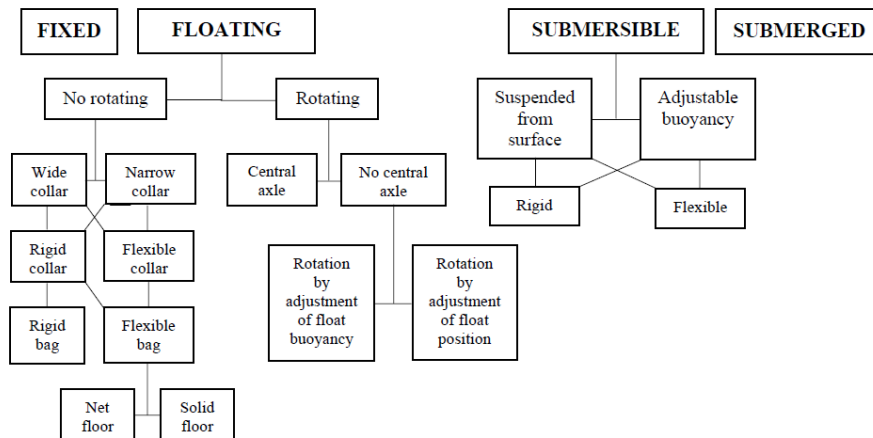
Aquaculture telah berkembang pesat dalam beberapa dekade, pengaplikasiannya pun tidak hanya sebatas di danau, sungai, ataupun tepi pantai, namun juga telah merambah ke lepas pantai atau lebih dikenal dengan *offshore aquaculture* (Halwart, et al., 2007). *Offshore aquaculture* menjadi perhatian penting untuk ketahanan pangan yang bersumber dari laut. Beberapa negara maju telah mengembangkan teknologi ini, bahkan Norwegia dan Amerika telah mengalami perkembangan yang pesat dan bersiap untuk menjadikannya komersil (Suyuthi, 2006).

Bangunan *offshore aquaculture* termasuk kedalam bangunan lepas pantai terapung. Umumnya bangunan lepas pantai terapung memerlukan peralatan mekanik seperti tali, kabel, dan rantai yang dihubungkan dengan dasar laut sebagai sistem tambat. Untuk anjungan tipe ini, yang utama adalah mobilitas dan kemampuannya mengantisipasi gerakan akibat gelombang dan arus laut (Djarmiko, et al., 2003). Dalam merancang sistem tambat pada bangunan apung lepas pantai, diperlukan rekomendasi dari aturan internasional seperti *code* dan *standard*. Beberapa aturan yang dapat dijadikan acuan untuk menganalisis kekuatan sistem tambat adalah DNVGL GL OS-E301 dan API RP 2SK.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Keramba (Cages)

Di beberapa negara, perkembangan keramba jarring apung telah banyak terjadi, mulai generasi konvensional hingga pada dewasa ini banyak inovasi dari desain keramba tersebut. Berbagai jenis *offshore cage* pun telah banyak dikembangkan. Jenis-jenis struktur *offshore cage* berdasarkan sifatnya dibagi menjadi tiga kategori operasional utama yaitu *floating*, *semi-submersible*, dan *submersible*, dengan dua jenis mekanik yang terdiri dari *flexible* dan *rigid*. Secara singkat klasifikasi keramba akuakultur lepas pantai berdasarkan operasinya, karakteristik teknisnya, serta penjelasan singkat tiap keramba dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Tabel 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Klasifikasi Keramba Berdasarkan Jenis Operasi (Olivares, 2003)

Tabel 2.1 Klasifikasi Keramba Berdasarkan Karakteristik Teknisnya

Way of operating	Surface; Submerged.
Place of operating	Marine; Estuarine; Freshwater.
Means of support	Fixed to bottom (usually via pilings) Floating (buoyancy)
Type of structure	Rigid (usually structure and mesh) Flexible (usually mesh only)
Access for servicing	Cat walked No catwalks (usually boat/barge serviced)
Operating parameters	Biomass loading (intensive-extensive) Species and Feeding practices (fed/unfed) (hand/auto)
Environmental severity	Sheltered / exposed / open water

Sumber : (Olivares, 2003)

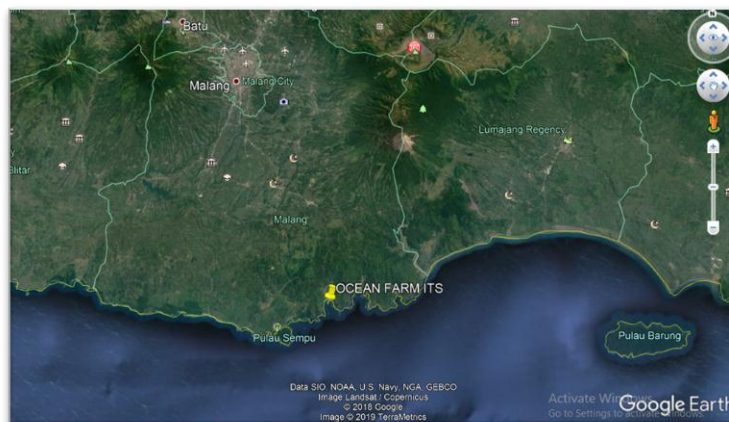
2.2.2 Ocean Farm ITS (OFITS)

Ocean Farm ITS seperti terlihat pada Gambar 2.2 merupakan suatu model *offshore aquaculture* yang dikembangkan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui Pusat Studi Kelautan LPPM-ITS sejak tahun 2017. Pada awal perancangannya, beberapa jenis KJA lepas pantai yang sudah dikembangkan di dunia dipilih untuk dianalisis terlebih dahulu, yaitu *Seastation*, *Farm Ocean* dan *Collar Cage*. Perilaku KJA lepas pantai eksisting ini dipakai sebagai pembandingan (*benchmarking*) desain inovasi Ocean Farm ITS. Struktur direncanakan untuk diaplikasikan di daerah perairan Sendang Biru, Malang, Jawa Timur (Gambar 2.3.). Dalam desainnya, Ocean Farm ITS mempertimbangkan komoditas lokal, ketersediaan bahan, kondisi lingkungan, serta nilai tambah yang dapat

memberi banyak manfaat untuk masyarakat di lokasi tersebut (Mulyadi, et al., 2019).



Gambar 2.2 Tampak Isometrik Desain Ocean Farm-ITS
(Mulyadi, et al., 2019)



Gambar 2.3 Peta Lokasi Sendang Biru, Malang, Jawa Timur

2.2.3 Jaring (*Nets*)

Bahan-bahan untuk jaring (*net*) yang digunakan pada *offshore aquaculture* sangatlah beragam. Nylon merupakan material jaring yang paling sering digunakan. Selain itu, terdapat beberapa jenis bahan lain seperti PET (*Polyethylene terephthalate*) dan Dyneema. Adanya badai dan predator perlu juga menjadi perhatian dalam perancangan sistem jaring. Maka, tembaga dan *Stainless steel* kerap digunakan untuk memberi perlindungan terhadap kerusakan akibat badai dan predator, serta mempertahankan bentuk jaring dari arus yang cukup kencang. Mempertahankan bentuk keramba merupakan hal yang penting karena ini akan berdampak pada kapasitas ikan di dalam keramba (Baskara, 2017).

2.2.4 Konsep Pembebanan

Dalam menentukan kemampuan struktur lepas pantai, struktur akan dipengaruhi beban yang terjadi pada bangunan tersebut. Terdapat empat beban yang harus dipertimbangkan dalam perancangan bangunan lepas pantai yaitu: (Soedjono, 1999)

- a. Beban mati (*Dead load*) merupakan semua beban yang berasal dari berat struktur yang tetap dan tidak dipindahkan, termasuk unsur tambahan yang telah menjadi satu kesatuan dengan struktur.
- b. Beban hidup (*Live load*) merupakan beban yang terjadi selama struktur melakukan fungsinya dan tidak berubah dari mode operasi satu ke mode operasi lainnya atau semua beban tidak tetap, kecuali beban angin, beban gempa, dan pengaruh khusus lainnya meskipun berpindah-pindah, beban hidup masih dapat diperhitungkan berdasarkan perhitungan sistematis.
- c. Beban kecelakaan (*Accidental load*) merupakan beban yang tidak terduga sebelumnya pada bangunan lepas pantai. Beban kecelakaan biasanya terjadi karena putusannya tali tambat (*mooring*), putusannya tali kontrol, tabrakan dengan kapal, dan lain-lain.
- d. Beban Lingkungan (*Environmental load*) merupakan beban yang terjadi karena adanya pengaruh lingkungan dimana struktur dioperasikan. Beban lingkungan yang terjadi pada struktur akuakultur ini adalah gelombang, angin, dan arus. Pemodelan pembebanan lingkungan pada suatu bangunan

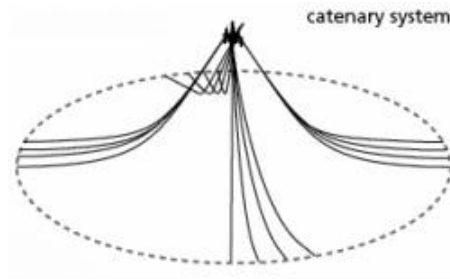
apung idelnya dilakukan selama kurun waktu 3 jam (DNV GL OS 301, 2015).

2.2.5 Tambatan (*Mooring*)

Sistem tambat sangat penting untuk mempertahankan struktur terapung dari gerakan yang diakibatkan oleh eksitasi beban lingkungan. Terdapat tiga jenis sistem tambat yang digunakan untuk struktur bangunan apung, yaitu *single point mooring*, *spread mooring*, dan *dynamic positioning* (API RP 2SK, 2005). *Single point mooring* kerap digunakan untuk bangunan apung berbentuk kapal, sedangkan *spread mooring* banyak digunakan untuk bangunan apung jenis *semisubmersible* dan *spar*. Untuk jenis *dynamic positioning*, dapat digunakan baik untuk kapal maupun *semisubmersible*. *Spread mooring* sendiri dibedakan menjadi tiga tipe yaitu:

2.2.5.1 *Catenary Mooring*

Catenary mooring merupakan sistem tambat yang terdiri atas tali tambat berbentuk kurva *catenary*. Sistem tambat ini dapat digunakan pada kondisi perairan dangkal menuju dalam, namun umumnya digunakan pada perairan dangkal. *Catenary mooring* ini penambat yang didesain untuk tertanam di dasar laut (Gambar 2.4). Pada sistem tambat ini gaya pengembali dilakukan oleh berat dari *mooring lines*. Akibat gravitasi pada *catenaries* antara *floating unit* dan dasar permukaan laut, maka tipe ini akan memberikan jenis tali yang menggantung sehingga panjangnya akan melebihi kedalaman laut dan titik jangkar pada sistem tambat ini akan terkena gaya horizontal. Tegangan yang dihasilkan dari *catenary mooring line* ini sangatlah kecil jika dibandingkan dengan penambat lainnya. Jika tegangan yang terjadi lebih kecil, maka penambat tidak akan mudah putus, sehingga *catenary mooring line* bisa digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama jika di bandingkan dengan penambat lainnya. *Catenary mooring line* memiliki kelemahan yaitu untuk mendesain tali tambatnya dibutuhkan tali yang lebih panjang sehingga berpengaruh pada analisis biayanya.

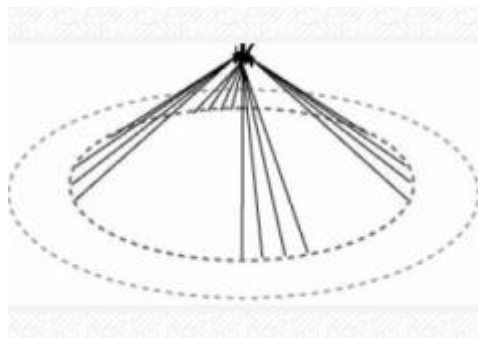


Gambar 2. 4 *Catenary Mooring System*

(Sumber: <http://abc-moorings.weebly.com/>, diakses pada 20 September 2019)

2.2.5.2 *Taut Leg Mooring System*

Taut leg mooring merupakan sistem tambat yang di gunakan pada kondisi laut dalam (Gambar 2.5). Pada sistem ini *pre-tensioned mooring lines* dibentuk antara bangunan apung dan dasar laut sekitar 30-40 derajat kemiringan. Titik jangkar pada sistem ini harus dapat bertahan pada gaya vertikal maupun horizontal. Gaya pengembali pada sistem ini diberikan oleh elastisitas pada tali tambatnya.

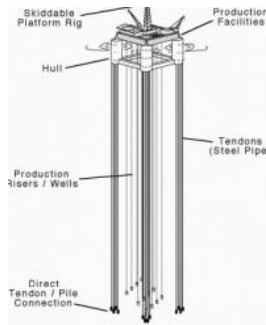


Gambar 2. 5 *Taut Leg Mooring System*

(Sumber: <http://abc-moorings.weebly.com/>, diakses pada 20 September 2019)

2.2.5.3 *Tension Leg Mooring System*

Sistem tambat ini terdiri dari kaki tubular berbahan baja (Gambar 2.6). Kaki tersebut terdiri dari beberapa baja tubular yang biasa disebut sebagai *tendon*. Tingginya tegangan pada kakinya maka membatasi pergerakan secara horizontal, dan karena kekakuan yang cukup tinggi maka gerakan *heave*, *roll* dan *pitch* diabaikan.



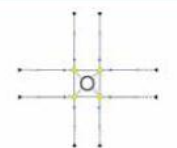
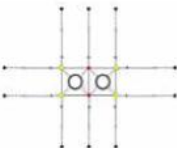
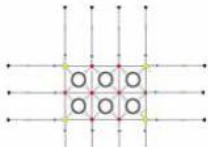
Gambar 2. 6 *Tension Leg Mooring System*

(Sumber: <http://abc-moorings.weebly.com/>, diakses pada 20 September 2019)

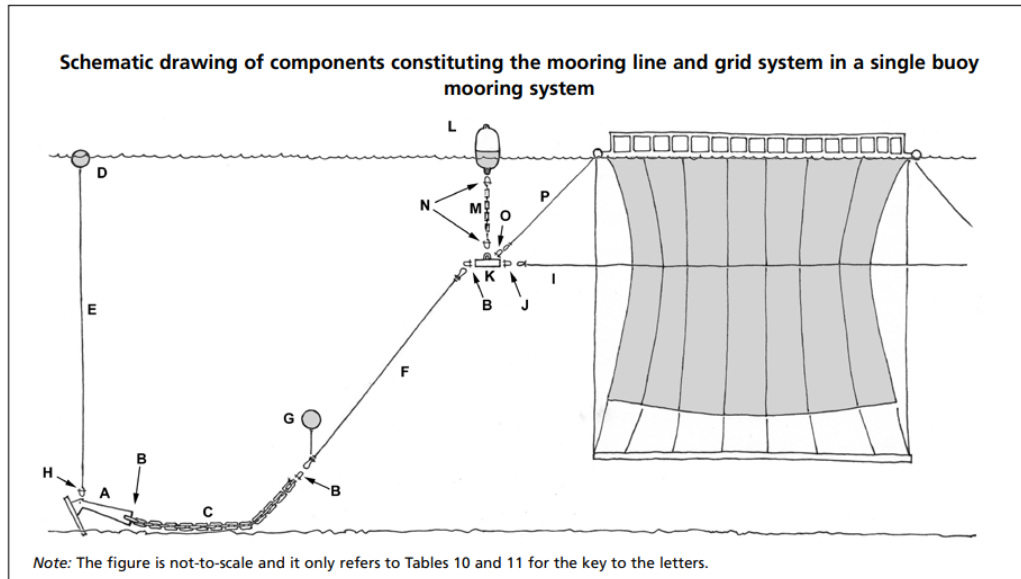
2.2.6 *Mooring Line dan Mooring Grid*

Pada pemodelan *catenary mooring system* untuk Ocean Farm ITS pada tugas akhir ini mengacu pada perhitungan di buku *Sea Loads on Ships and Offshore Structures* yang ditulis oleh Faltinsen (1990). Selanjutnya pada perancangan sistem tambat untuk keramba jaring apung, *grid* jenis *rectangular* merupakan yang banyak digunakan. Perbedaan jumlah keramba turut menentukan perbedaan *mooring grid* dan jumlah *mooring line* (Tabel 2.2). Terdapat suatu gambar skema dari komponen *mooring line* dan *grid system* untuk keramba jaring apung dari bahan HDPE (Gambar 2.7) dengan keterangan tiap bagiannya pada Tabel 2.3 yang dapat digunakan sebagai referensi dalam perancangan sistem tambat untuk keramba jaring apung (Cardia, et al., 2015).

Tabel 2. 2 *Grid System* pada Keramba

Farm module	No. cages	No. mooring lines	No. mooring lines/cage
	1	8	8
	2	10	5
	6	14	2.33

(Sumber: (Cardia, et al., 2015))



Gambar 2. 7 Skema Komponen *Mooring System*

(Sumber: (Cardia, et al., 2015))

Tabel 2. 3 Keterangan Komponen Gambar Skema *Mooring System*

Mooring system components	Quantity	Reference (Figure 21)
Anchor: 800 kg embedment type (sand or mud ground)	1	A
Shackle: bow-type with bolt and pin rated for 12.5 tonnes SWL ¹	3	B
Ground chain: diameter 38–42 mm. Total weight approx. 1 tonne	1	C
Anchor marker buoy: 10 litre buoyancy	1	D
Anchor marker line (crown line, or tripping line): polysteel rope of 37 m length and 36 mm diameter	1	E
Mooring rope: polysteel rope of diameter 48 mm, 3–4 strands, length 100 m. Also splicing, steel thimble and oval ring #22 mm at one end	1	F
Deep water buoy: 10 litre buoyancy	1	G
Shackle: bow-type with bolt and pin rated for 8.5 tonnes SWL	1	H

Grid system component (3 × 2 cages)	Quantity	Reference (Figure 21)
Grid rope: polysteel rope of diameter 48 mm, 3–4 strands, length 40 m. Also splicing, steel thimble and oval ring #22 mm at one end	17	I
Shackle: bow-type with bolt and pin rated for 8.5 tonnes SWL ¹	34	J
Corner plates or ring: section diameter 28 mm	12	K
Mooring buoy: 950 litre buoyancy	12	L
Buoy chain: diameter 16 mm, length 3 m	12	M
Shackle: bow-type with bolt and pin rated for 4.75 tonnes SWL	24	N
Connections to cage	Quantity	Reference (Figure 21)
Shackle: bow-type with bolt and pin rated for 6 tons SWL	24	O
Bridle: polysteel rope of diameter 36 mm, 3–4 strands, length 10 m. Also splicing, steel thimble and oval ring #16 mm at one end	48	P

(Sumber: (Cardia, et al., 2015))

2.2.6.1 Tension Tali Tambat

Gerakan pada keramba jaring apung karena pengaruh beban lingkungan menyebabkan adanya tarikan pada tali tambat. *Tension* maksimum dapat dihitung pada saat struktur mengalami *offset* maksimum (API RP 2P, 1987). Tak hanya itu, mengetahui batas aman dari desain sistem tambat pada suatu struktur merupakan hal yang penting. Pengecekan tersebut salah satunya didasarkan pada nilai *tension* yang dihasilkan oleh masing-masing tali tambat. Nilai *tension* pada tali tambat harus sesuai dengan kriteria/batasan yang memenuhi *tension limit* (yang merupakan nilai persentase dari MBL) atau didapat dari nilai *safety factor*. Kriteria *safety factor* tersebut harus berdasar pada suatu *standard*, dan pada tugas akhir ini *safety factor* yang digunakan mengacu pada standard API RP 2SK (2005), yakni seperti pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Tension Limit dan Safety Factor API RP 2SK

	Analysis Method	Tension Limit (Percent of MBS)	Equivalent Factor of Safety
Intact	Quasi-static	50	2.0
Intact	Dynamic	60	1.67
Damaged	Quasi-static	70	1.43
Damaged	Dynamic	80	1.25

Dalam analisis perilaku sistem tambat harus digunakan pendekatan dinamis (DNV GL OS 301, 2015). Maka, pada tugas akhir ini *safety factor* yang digunakan untuk analisis kondisi *intact* dan *damage* mengacu pada *dynamic analysis method*. Persamaan *safety factor* seperti pada Persamaan 2.1 berikut: (API RP 2SK, 2005)

$$Safety\ Factor = \frac{Minimum\ Breaking\ Load}{Maximum\ Tension} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.2.7 Offset pada Struktur KJA

Offset adalah perpindahan posisi dari posisi awal *platform* dengan jarak sejauh x meter setelah terkena gelombang dan merupakan salah satu bentuk respon dari platform pada saat mendapat beban lingkungan. Perpindahan ini akan terjadi sejauh kemampuan dari *mooring line*, karena pergerakan horizontal pada *mooring* pada dasarnya memiliki korelasi terhadap perubahan *tension* pada *mooring line*.

2.2.8 Kekakuan Struktur

Dalam menghitung kekakuan gerakan *rolling* dan *pitching* perlu diketahui nilai tinggi metacenter (*GM*) yang didapat dari jari-jari *metacenter* (*BM*) suatu struktur. Untuk mencari nilai jari-jari *metacenter* (*BM*) dapat menggunakan rumus seperti pada Persamaan 2.2 hingga Persamaan 2.4 berikut: (Patel, et al., 1991)

$$BM_y = \frac{I_{yy} + I_{ay}}{V} - \frac{\sum_i(L_{bi} \cdot V_i)}{V} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$BM_x = \frac{I_{xx} + I_{ax}}{V} - \frac{\sum_i(L_{bi} \cdot V_i)}{V} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$I_{ay} = WPA \times D \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan :

I_{xx} : Inersia bidang garis air (m^4)

I_{ay} : Luasan bidang garis air (*WPA*) dikali dengan jarak kuadrat (m^4)

L_{bi} : Jarak titik *buoyancy* ke *keel* (m)

V_i : Volume member yang tercelup (m^3)

D : Jarak titik pusat luas terhadap titik pusat struktur (m)

V : Volume *displacement* total (m^3)

I_{ax} : Inersia luas penampang terhadap titik *CoB*

Selanjutnya, untuk menghitung kekakuan pada mode gerakan *heave*, *roll*, dan *pitch* digunakan rumus seperti pada Persamaan 2.5 hingga Persamaan 2.11 sebagai berikut: (Bhattacharya, 1972)

a. *Forced Damped Heaving*

$$m\ddot{z} + b\dot{z} + kz = F \cos \omega t \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

m : Massa (massa struktur + massa tambah)

b : *Damping factor*

k : Kekakuan

Rumus k ,

$$k_{Heave} = \gamma S = \gamma A_{wp} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$k_{Heave} = \rho \cdot g \cdot A_{wp} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan:

γ : *Specific gravity*

A_{wp} : Total luas bidang garis air

b. *Forced Rolling/Pitching Motion*

Untuk *pitch*, node xx diganti dengan yy

$$m\ddot{\theta} + b_{\dot{\theta}} + k\theta = M \cos \omega t \dots\dots\dots (2.8)$$

$$I_{xx}\ddot{\theta} + b_{\dot{\theta}} + (\Delta \times GM) = M \cos \omega t \dots\dots\dots (2.9)$$

$$K_{Roll,pitch} = \Delta \times GM \dots\dots\dots (2.10)$$

$$GM = BM + KB - KG \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan:

m : Massa (massa struktur + massa tambah) (ton)

I_{xx} : Inersia *rolling* (m^4)

b : *Damping factor*

k : Kekakuan

Δ : Berat *displacement* (ton)

GM : Tinggi metasenter (m)

2.2.9 Frekuensi Natural Struktur

Dalam tugas akhir ini, penulis akan menghitung frekuensi natural struktur untuk mengetahui prediksi frekuensi dimana struktur akan memberikan respon yang maksimum. Persamaan 2.12 hingga Persamaan 2.14 berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung frekuensi natural struktur.

a. Frekuensi Natural *Heave*

$$\omega_{n\ heave} = \sqrt{\frac{K_{Heave}}{M_{Tercelup} + M_A}} \dots\dots\dots (2.12)$$

b. Frekuensi Natural *Roll*

$$\omega_{n\ roll} = \sqrt{\frac{K_{Roll}}{I_{Tercelup} + I_A}} \dots\dots\dots (2.13)$$

c. Frekuensi Natural *Pitch*

$$\omega_{n\ pitch} = \sqrt{\frac{K_{Pitch}}{I_{Tercelup} + I_A}} \dots\dots\dots (2.14)$$

dengan:

k_{Heave} : Kekakuan *Heave*

- k_{Roll} : Kekakuan *Roll*
- k_{Pitch} : Kekakuan *Pitch*
- $M_{Tercelup}$: Massa (displacement) bagian yang tercelup
- M_A : Massa tambah bagian yang tercelup
- $I_{Tercelup}$: Inersia massa bagian yang tercelup
- I_A : Inersia massa tambah bagian yang tercelup

2.2.10 Teori Dasar Bangunan Terapung

2.2.10.1 Hukum Archimedes

Sebagai salah satu struktur lepas pantai terapung, maka keramba jaring apung Ocean Farm ITS harus memiliki gaya angkat keatas yang dapat membuat struktur terapung sebagian di permukaan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Gaya angkat benda ketika berada di dalam air disebut dengan Gaya Archimedes (Munson, et al., 2002). Hukum Archimedes merupakan prinsip dasar dari seluruh struktur terapung. Hukum ini menyatakan bahwa ketika sebuah benda tercelup seluruhnya atau sebagian di dalam zat cair, maka zat cair akan memberikan gaya ke atas (gaya apung) pada benda, sedangkan besarnya gaya keatas (gaya apung) sama dengan berat zat cair yang dipindahkan. Berdasarkan hukum Archimedes, sebuah benda akan mengapung jika massa jenis benda tersebut lebih kecil dari massa jenis zat cair. Besarnya Gaya Archimedes dapat dirumuskan pada Persamaan 2.15 sebagai berikut: (Serway, et al., 2004)

$$F_A = \rho_A \cdot V_A \cdot g \dots\dots\dots (2.15)$$

dengan,

- F_A : Gaya keatas yang dialami benda (N)
- ρ_A : Massa jenis zat cair yang didesak benda (kg/m^3)
- V_A : Volume zat cair yang didesak benda (m^3)
- g : Percepatan gravitasi (9.8 m/s^2)

2.2.10.2 Environmental Load

Beban lingkungan merupakan faktor utama yang mempengaruhi pergerakan suatu struktur terapung. Gaya lingkungan terdiri atas gaya angin, gaya arus, dan gaya akibat gelombang laut (OCIMF, 2010). Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing gaya:

- a. Gaya Angin

Gaya yang ditimbulkan akibat beban lingkungan berupa angin dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.16 berikut: (OCIMF, 2010)

$$F_{xw} = \frac{1}{2} \times C_{xw} \times \rho_w \times V_w^2 \times A_w \dots\dots\dots (2.16)$$

dengan,

F_{xw} : Gaya angina (kN)

C_{xw} : Koefisien bentuk

ρ_w : Massa jenis angin (ton/m³)

V_w : Kecepatan angin (m/s)

A_w : Luas penampang bagian yang terkena angin (m²)

b. Gaya Arus

Gaya yang ditimbulkan akibat beban lingkungan berupa arus dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.17 berikut: (OCIMF, 2010)

$$F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho \times V_c^2 \times A_c \dots\dots\dots (2.17)$$

dengan,

F_{xc} : Gaya arus (kN)

C_{xc} : Koefisien bentuk

ρ : Massa jenis air laut (ton/m³)

V_c : Kecepatan arus (m/s)

A_c : Luas penampang bagian yang terkena arus (m²)

c. Gaya Gelombang

Menurut Morison (1950), secara umum gaya gelombang pada bangunan laut terpancang dapat dibagi menjadi tiga komponen yaitu gaya tekanan dinamik, gaya percepatan, dan gaya hambatan. Persamaan Morisson mengasumsikan bahwa gaya gelombang terdiri dari gaya inersia dan gaya *drag* (hambatan) yang dijumlahkan secara linier.

Gaya tekanan dinamik merupakan gaya yang ditimbulkan oleh perubahan tekanan hidrodinamik di bawah permukaan gelombang yang bergerak. Dengan mengasumsikan bahwa keberadaan benda tidak menimbulkan gangguan pada aliran partikel air di bawah gelombang, atau disebut juga Gaya Froude-Krylov, dimana persamaan gayanya adalah seperti pada Persamaan 2.18 dan Persamaan 2.19 berikut:

$$F_{Px} = \rho a_x A_S \text{ (gaya/satuan panjang) } \dots\dots\dots (2.18)$$

$$F_{Pz} = \rho a_z A_S \text{ (gaya/satuan panjang) } \dots\dots\dots (2.19)$$

dengan,

A_S = Luas penampang benda (m^2)

a_x = Percepatan partikel horisontal pada pusat penampang benda (m/s^2)

a_z = Percepatan partikel vertikal pada pusat penampang benda (m/s^2)

Gaya percepatan merupakan gaya yang timbul dari perubahan tekanan akibat pengaruh perubahan percepatan partikel gelombang oleh gangguan dari benda dalam medan aliran propagasi gelombang. Gaya ini ekuivalen dengan hasil kali antara percepatan dengan massa tambah. Dimana persamaan gayanya adalah seperti pada Persamaan 2.20 dan Persamaan 2.21 berikut:

$$F_{Ax} = \rho C_M a_x A_S \text{ (gaya/satuan panjang) } \dots\dots\dots (2.20)$$

$$F_{Az} = \rho C_M a_z A_S \text{ (gaya/satuan panjang) } \dots\dots\dots (2.21)$$

C_{Mx} : Koefisien massa tambah pada mode osilasi horisontal

C_{Mz} : Koefisien massa tambah pada mode osilasi vertikal

Gaya yang merupakan penjumlahan dari gaya tekanan dan gaya percepatan adalah Gaya Inersia, yang dapat dilihat pada Persamaan 2.22 dan Persamaan 2.23 berikut:

$$F_{Ix} = F_{Px} + F_{Ax} = \rho a_x (1 + C_{Mx}) A_S \dots\dots\dots (2.22)$$

$$F_{Iz} = F_{Pz} + F_{Az} = \rho a_z (1 + C_{Mz}) A_S \dots\dots\dots (2.23)$$

2.2.10.3 Olah Gerak Bangunan Laut Terapung Akibat Eksitasi Gelombang

Struktur yang terapung yang bergerak di atas permukaan laut mengalami gerakan osilasi. Pada dasarnya gerakan osilasi bangunan yang terapung di laut terdiri dari 6 macam gerakan yaitu 3 gerakan translasi dan 3 gerakan rotasional dalam 3 arah sumbu gerakan. Enam macam gerakan osilasi yaitu: (Djarmiko, 2012)

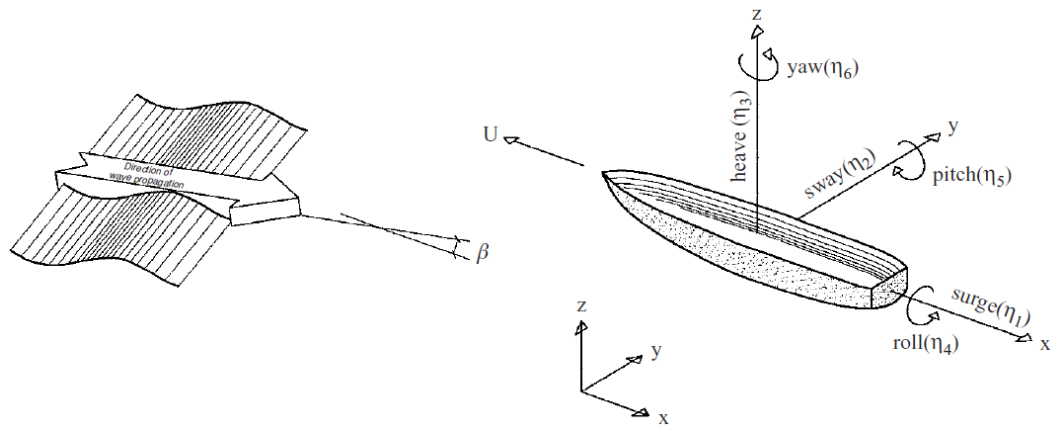
a. Gerakan Translasi

- *Surge*, gerakan transversal arah sumbu x
- *Heave*, gerakan transversal arah sumbu y
- *Sway*, gerakan transversal arah sumbu z

b. Gerakan Rotasional

- *Roll*, gerakan rotasi arah x
- *Pitch*, gerakan rotasi arah z
- *Yaw*, gerakan rotasi arah y.

Definisi gerakan osilasi bangunan yang terapung di laut dalam enam derajat kebebasan dapat direpresentasikan dengan Gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2. 8 Derajat kebebasan pada bangunan laut terapung (Faltinsen, 1990)

2.2.10.4 Spektrum Gelombang

Proses menganalisis suatu rekaman gelombang menjadi kurva spektrum energi $S_z(\omega)$ dilakukan dengan mentransformasikan rekaman gelombang acak dalam domain waktu menjadi kurva spektra energi gelombang dalam domain frekuensi. Transformasi ini dilakukan dengan menggunakan algoritma deret Fourier yang telah dikembangkan sehingga transformasi secara numerik dapat dilakukan dengan cepat.

Umumnya persamaan spektra didasarkan pada suatu atau beberapa parameter seperti; tinggi gelombang, periode gelombang, dan sebagainya sebagai fungsi perubahan frekuensi. Terdapat beberapa formulasi spektra gelombang, antara lain:

1. Bretschneider 1959
2. Bretschneider 1969
3. Pierson-Moskowitz 1964
4. ISSC 1964
5. JONSWAP

6. ITTC/ISSC 1975

7. Wang 1991

Dalam melakukan perancangan, lebih baik mencari informasi tentang karakteristik gelombang atau spektra gelombang di perairan dimana bangunan laut akan dioperasikan. Akan tetapi, bila data terbatas, data yang ada dapat dijadikan bandingan untuk memilih formulasi spektra yang sesuai (Djatkiko, 2012).

Pada tugas akhir ini digunakan formulasi spektra JONSWAP seperti yang terlihat pada Persamaan 2.24 sebagai berikut: (Djatkiko, 2012)

$$S_{\zeta}(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left\{ -1.25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right\} \gamma \exp \left\{ -\frac{(\omega - \omega_0)^2}{2\pi\omega_0^2} \right\} \dots\dots\dots (2.24)$$

dengan,

$$\alpha = 0.076(X_0)^{-0.22}$$

$$X_0 = \frac{gX}{U_w^2}$$

X : Panjang *fetch*

U_w : Kecepatan angin

α : 0.0081 jika X tidak diketahui

γ : Parameter ketinggian atau *peakedness parameter*, yang harganya dapat bervariasi antara 1.0 sampai dengan 7.0. Untuk Laut Utara mempunyai harga 3.3

τ : Parameter bentuk atau *shape parameter*

$$\tau = 0.07 \text{ jika } \omega \leq \omega_0$$

$$\tau = 0.09 \text{ jika } \omega > \omega_0$$

$$\omega_0 = 2\pi \left(\frac{g}{U_w} \right) (X_0)^{-0.33}$$

2.2.11 Time Domain Analysis

Metode *time domain analysis* didasarkan pada pendekatan yang menggunakan prosedur integrasi waktu dan menghasilkan *time history response* berdasarkan fungsi waktu $x(t)$. Metode analisis *time domain* umumnya seperti program komputer dapat digunakan untuk menganalisis semua situasi tali tambat dibawah pengaruh dinamika frekuensi gelombang. Namun, metode ini membutuhkan proses yang lebih kompleks dan waktu yang lama (membutuhkan

simulasi *time history*). *Time history* memberikan hasil *tension* maksimum, beban jangkar, dan lain-lain (Mahanani, 2017). Keuntungan metode ini dibandingkan *frequency domain* adalah semua tipe *non-linear* (matrik sistem dan beban-beban eksternal) dapat dimodelkan dengan lebih tepat. Sedangkan kerugiannya adalah membutuhkan waktu perhitungan yang lebih lama. Menurut DNV OS E301 (2015), minimal simulasi *time domain* adalah selama 3 jam.

2.2.12 Software Pemodelan

2.2.12.1 AutoCAD

AutoCAD adalah *software* yang digunakan untuk memodelkan atau menggambar dalam bentuk 2 dimensi maupun 3 dimensi yang dikembangkan oleh Autodesk. Pada tugas akhir ini, AutoCad digunakan untuk memodelkan struktur dan sistem tambat sehingga dapat diperoleh koordinat-koordinat dari pemodelan tersebut. Koordinat-koordinat inilah yang kemudian akan digunakan dalam pemodelan di *software* selanjutnya, yaitu OrcaFlex.

2.2.12.2 Orcaflex

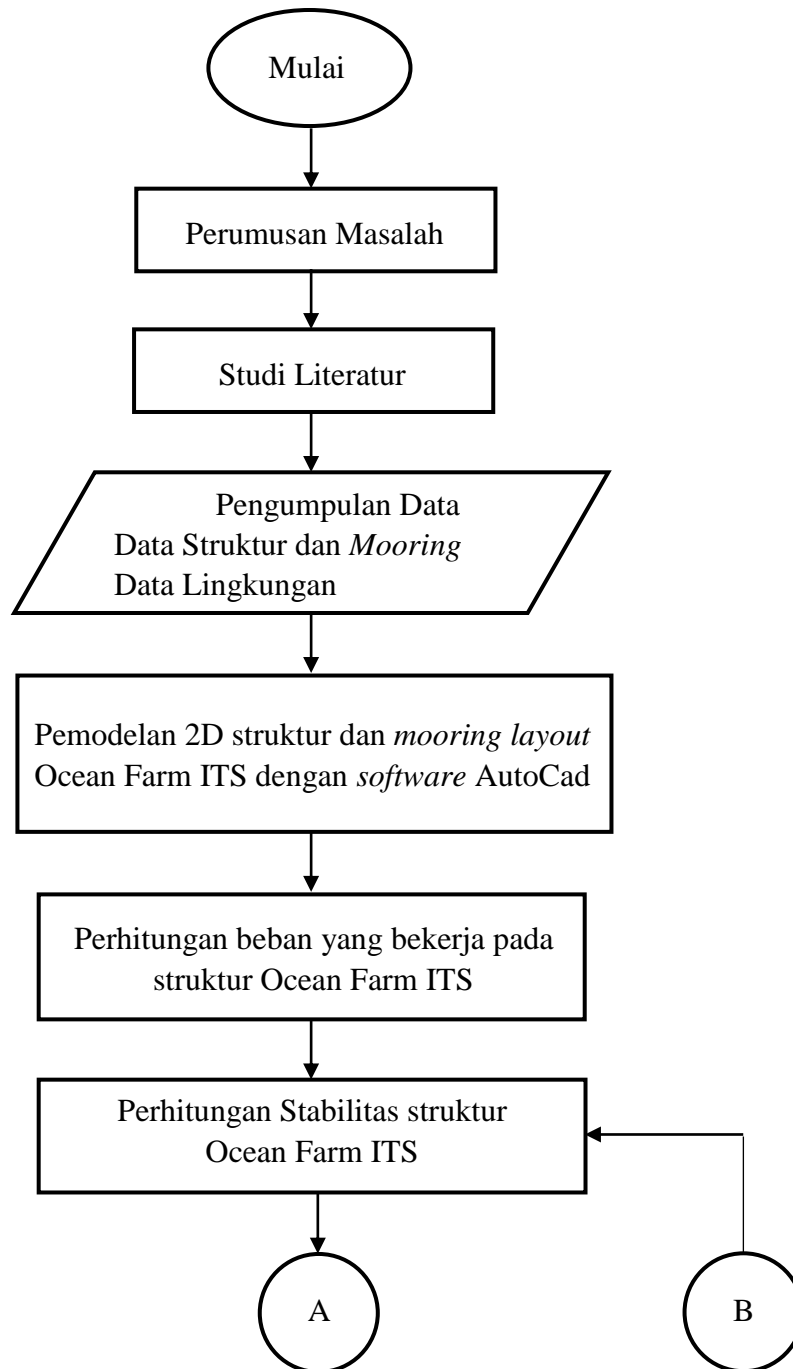
Orcaflex adalah program dinamika kelautan yang dikembangkan oleh Orcina untuk analisis statis dan dinamis dari berbagai sistem lepas pantai, termasuk semua jenis *marine raiser* (*rigid* dan *flexible*), analisis global, *mooring*, dan instalasi. Pada pengerjaan tugas akhir ini dibantu menggunakan *software* orcaflex. Pada *software* ini di-*input*-kan beban lingkungan seperti periode gelombang, tinggi gelombang, arus, angin, dan kedalaman laut. Tidak lupa juga meng-*input*-kan variasi perubahan ukuran *floater* dan *mooring line* yang sudah ditentukan. *Output* dari *software* ini berupa *tension* maksimum pada *mooring line* dan *offset* maksimum dari struktur Ocean Farm ITS.

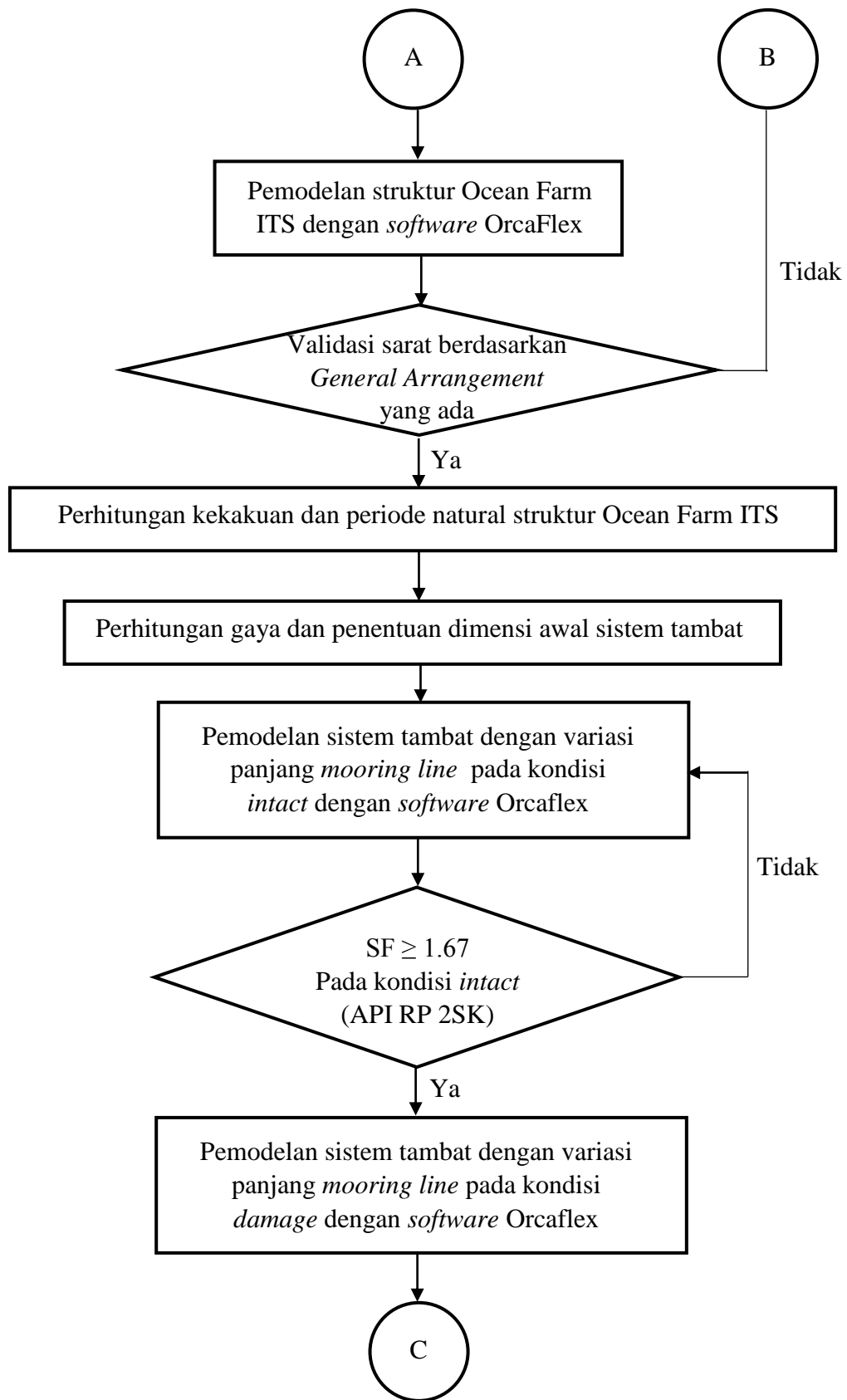
Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

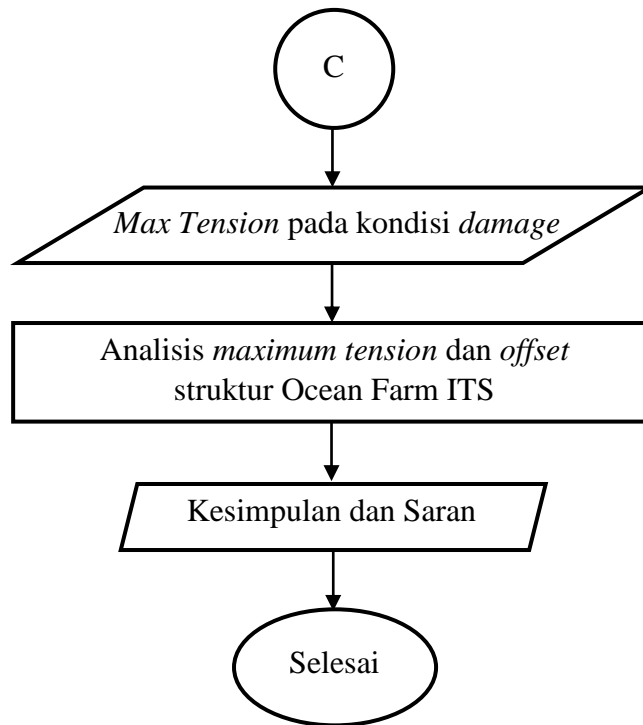
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Gambar 3.1 berikut merupakan diagram alir prosedur penelitian yang digunakan untuk memudahkan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.







Gambar 3. 1 Diagram Alir Prosedur Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Uraian Prosedur Penelitian

3.2.1. Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan tahap pertama dalam pengerjaan Tugas Akhir. Pada tahap ini dilakukan penggalian latar belakang yang akan diangkat hingga dapat merumuskan permasalahan-permasalahan yang akan diteliti dan diselesaikan. Dilakukan pula penentuan batasan masalah dari permasalahan yang akan diteliti dan diselesaikan.

3.2.2. Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahap untuk mencari literatur atau informasi terkait permasalahan yang akan diteliti. Pengumpulan literatur dan informasi dapat melalui buku, *code*, *paper*, *report*, dan juga jurnal.

3.2.3. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap dimana informasi terkait objek yang akan diteliti didapatkan, seperti data struktur, data *mooring*, dan data lingkungan. Data struktur yang digunakan merupakan data dari perancangan model Ocean Farm ITS (OFITS). Data *mooring* yang digunakan mengacu pada referensi Food and Agriculture Organization (FAO) yang disesuaikan

dengan katalog Balmoral. Sedangkan, data lingkungan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data terkait kondisi lingkungan di perairan Sendang Biru, Malang, Jawa Timur berupa data kedalaman, gelombang, angin, dan arus dalam mendesain dan mensimulasikan struktur *offshore aquaculture*. Data lingkungan ini didapatkann dari BMKG Perak Surabaya.

3.2.4. Pemodelan Ocean Farm ITS dengan *software* AutoCad

Tahap ini merupakan tahap pemodelan 2D struktur Ocean Farm ITS (OFITS) dengan mengacu pada data struktur yang telah didapatkan untuk mendapatkan koordinat tiap bagian struktur. Koordinat-koordinat tersebut selanjutnya digunakan untuk memodelkan struktur Ocean Farm ITS pada *software* Orca Flex.

3.2.5. Perhitungan Beban

Tahap ini merupakan tahap untuk menghitung beban-beban apa saja yang bekerja pada struktur. Untuk struktur Ocean FarmITS (OFITS) terdapat beberapa beban yang berkontribusi antara lain beban struktur itu sendiri, beban jaring, beban hidup, dan juga beban lingkungan.

3.2.6. Perhitungan Stabilitas

Pada tahap ini dilakukan perhitungan stabilitas struktur untuk mengetahui letak *Centre of Gravity* (CoG), *Centre of Buoyancy* (CoB), *Centre of Flootation* (CoF) , jari-jari Metacenter (BM), dan tinggi Metacenter (GM), dari struktur Ocean Farm ITS sesuai dengan model pada *general arrangement* yang telah didapatkan diawal.

3.2.7. Pemodelan Struktur Ocean FarmITS dengan *Software* Orca Flex

Tahap ini merupakan tahap pemodelan Ocean FarmITS (OFITS) berdasarkan batasan masalah yang telah ditentukan di awal, koordinat yang telah dibuat di AutoCad, dan data-data lain yang telah diperoleh. Pemodelan dilakukan menggunakan *software* Orcaflex. Pada tahap ini dilakukan juga konversi dimensi *frame* struktur bentuk Wshape dan Lshape menjadi Tubular. Hal ini dilakukan karena pada *software* OrcaFlex, *frame* struktur dengan bentuk Wshape dan Lshape tidak dapat dimodelkan.

3.2.8. Validasi sarat model dengan data

Pada tahap ini dilakukan *running statis* dari struktur Ocean FarmITS (OFITS) untuk dapat mengetahui posisi saratnya. Sehingga apabila posisi sarat tidak sesuai data awal maka kembali pada tahap perhitungan stabilitas untuk dikoreksi kembali perhitungannya dan dimodelkan kembali.

3.2.9. Perhitungan Kekakuan dan Periode Natural Struktur

Tahap ini merupakan tahap untuk menghitung periode natural dari struktur Ocean Farm ITS. Nilai periode natural tersebut sangat penting untuk mengetahui prediksi periode dimana struktur akan berpotensi mengalami resonansi. Sedangkan untuk mendapatkan nilai periode natural perlu dihitung dulu nilai kekakuannya.

3.2.10. Perhitungan Gaya dan Penentuan Dimensi Sistem Tambat

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan gaya lingkungan yang mengenai struktur. Setelah itu ditentukan jenis dan ukuran material semua komponen dalam sistem tambat. Pemodelannya mengacu pada referensi model sistem tambat untuk akuakultur pada A Field Handbook - HDPE Cage dari Food and Agriculture Organization (FAO) dan mencari detail spesifikasinya sesuai pada katalog Balmoral.

3.2.11. Pemodelan Sistem Tambat pada Kondisi *Intact*

Setelah memodelkan struktur di Orcaflex dan menentukan material untuk sistem tambat yang akan digunakan, dilakukan pemodelan *catenary mooring system* dengan *mooring layout* jenis *rectangular array* yang telah ditentukan pada kondisi *intact* menggunakan *software* Autocad dan dilanjutkan dengan *software* Orcaflex. Pada tahap inilah dilakukan pemodelan variasi panjang *mooring line*.

3.2.12. Analisis *Tension* Maksimum dan *Offset* pada Kondisi *Intact*

Tahap ini merupakan tahap menganalisis *tension* maksimum tali tambat dan *offset* struktur Ocean Farm ITS (OFITS) pada kondisi *intact* dengan mengacu pada *code* API RP 2SK. Apabila *tension* maksimum tali tambat dan *offset* maksimum struktur melebihi ketentuan, maka perlu kembali pada tahap pemodelan sistem tambat Ocean FarmITS (OFITS) pada kondisi *intact*.

3.2.13. Pemodelan Sistem Tambat pada Kondisi *Damage*

Setelah mendapatkan hasil yang memenuhi ketentuan pada analisis kondisi *intact*, dilakukan pemodelan *catenary mooring system* dengan tetap menggunakan *mooring layout* jenis *rectangular array* pada kondisi *damage* menggunakan *software* Orcaflex.

3.2.14. Analisis *Tension* Maksimum dan *Offset* pada kondisi *damage*

Tahap ini merupakan tahap dimana dihasilkan *tension* maksimum tali tambat dan *offset* struktur Ocean Farm ITS (OFITS) pada kondisi *damage*. Hasil ini selanjutnya dicek nilainya dengan mengacu pada *code* API RP 2SK.

3.2.15. Analisis *Tension* Maksimum dan *Offset* Ocean Farm ITS

Tahap ini merupakan tahap menganalisis *tension* maksimum tali tambat dan *offset* struktur Ocean Farm ITS (OFITS) baik pada kondisi *intact* maupun *damage*. Analisis ini digunakan untuk dapat menentukan variasi panjang *mooring line* yang sesuai.

3.2.16. Kesimpulan dan Saran

Membuat kesimpulan dan saran merupakan tahap yang dilakukan setelah semua tahap sebelumnya selesai dilakukan. Hal ini dilakukan untuk membantu penulis selanjutnya yang akan mengembangkan penelitian ini.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Ocean Farm ITS

Berikut ini merupakan data-data terkait Ocean Farm ITS yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini:

4.1.1 Data lingkungan

Data lingkungan yang digunakan merupakan data dari lokasi Pantai Malang Selatan dengan koordinat latitude S 8°39'11.67" dan longitude E 112°77'52.00". Data lingkungan ini didapatkan dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Perak I Surabaya seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data Lingkungan Sendang Biru, Malang

No	Date	WindDir	WindSpd (knot)	CuDir	CuSpd (cm/s)	Wave Dir	Hs (m)	Ptot (s)
1	12/31/2009	WSW	3.94	WNW	10.51	S	0.61	3.86
2	12/31/2009	WSW	4.12	WNW	10.12	S	0.61	3.86
3	12/31/2009	WSW	4.3	WNW	9.74	S	0.61	3.86
4	12/31/2009	WSW	4.48	WNW	9.35	S	0.61	3.87
5	12/31/2009	WSW	4.66	WNW	8.97	S	0.6	3.87
6	12/31/2009	WSW	4.84	WNW	8.59	S	0.6	3.87
7	12/31/2009	WSW	5.02	WNW	8.21	S	0.6	3.87
8	12/31/2009	WSW	4.56	WNW	9.1	S	0.6	3.88
9	12/31/2009	WSW	4.11	WNW	9.98	S	0.6	3.89
10	12/31/2009	WSW	3.65	WNW	10.87	S	0.6	3.89
11	12/31/2009	WSW	3.19	WNW	11.76	S	0.6	3.9
12	12/31/2009	W	2.74	WNW	12.65	S	0.6	3.91
13	12/31/2009	W	2.29	WNW	13.53	S	0.6	3.92
14	12/31/2009	W	1.84	WNW	13.82	S	0.6	3.93
15	12/31/2009	W	1.4	WNW	14.11	S	0.61	3.95
16	12/31/2009	W	0.98	WNW	14.4	S	0.61	3.97
17	12/31/2009	WNW	0.62	WNW	14.7	S	0.62	3.99
18	12/31/2009	NNW	0.47	WNW	14.99	S	0.62	4.01
19	1/1/2010	NNE	0.7	WNW	15.28	S	0.63	4.03
20	1/1/2010	N	0.68	WNW	14.69	S	0.63	4.06
21	1/1/2010	N	0.74	WNW	14.1	S	0.64	4.08
22	1/1/2010	NNW	0.86	WNW	13.51	S	0.65	4.11
23	1/1/2010	NW	1.02	WNW	12.93	S	0.65	4.14
24	1/1/2010	NW	1.21	WNW	12.34	S	0.66	4.16
25	1/1/2010	NW	1.41	WNW	11.75	S	0.66	4.19
...

Data diatas kemudian akan diolah sesuai dengan kebutuhan analisis yang akan dilakukan. Pada tugas akhir ini, terdapat tiga analisis yaitu *intact*-operasi, *intact*-badai, dan *damage*. Dimana *intact* disimulasikan pada kondisi operasi dan badai, serta *damage* disimulasikan pada kondisi badai. Sehingga, untuk analisis kondisi operasi dibutuhkan data tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode maksimum (Tp) pada kala ulang satu tahunan. Sedangkan, untuk analisis kondisi badai dibutuhkan data tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode maksimum (Tp) pada kala ulang seratus tahunan (Djatkiko, 2012).

Berikut ini merupakan pengolahan data lingkungan di perairan Sendang Biru, Malang:

a. Tinggi Gelombang Signifikan dan Puncak Periode Gelombang

Dilakukan pengelompokan gelombang berdasarkan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode rata-rata gelombangnya (T_{avg}) tiap-tiap interval dan kumulatifnya seperti pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Data Distribusi H_s dan T_{avg} Tiap Interval dan Kumulatifnya

H_s (m)	T_{avg} (sec)				Jml. Kejadian	Kumulatif
	3.30 - 4.40	4.41 - 5.51	5.52 - 6.62	6.63 - 7.73		
0.15 - 0.55	8449	1217	56	0	9722	9722
0.56 - 0.96	33460	22507	255	2	56224	65946
0.97 - 1.37	1504	16874	368	10	18756	84702
1.38 - 1.78	0	1786	491	42	2319	87021
1.79 - 2.19	0	8	225	23	256	87277
Jml. Kejadian	43413	42392	1395	77	87277	
Kumulatif	43413	85805	87200	87277		
Total Kumulatif + 0.5						87277.5

Pada pengolahan data tinggi gelombang signifikan dan periode rata-rata gelombang ini, direkomendasikan untuk menambah jumlah total kejadian gelombang sebesar 0.5 menjadi 87,277.5 kejadian (Djarmiko, 2012). Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kejadian gelombang-gelombang signifikan di atas 2.19 m dan kejadian periode rata-rata gelombang di atas 7.73 s. Selanjutnya dilakukan perhitungan komponen peluang kumulatif untuk gelombang signifikan (H_s) pada Tabel 4.3 dan periode rata-rata gelombang (T_{avg}) pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

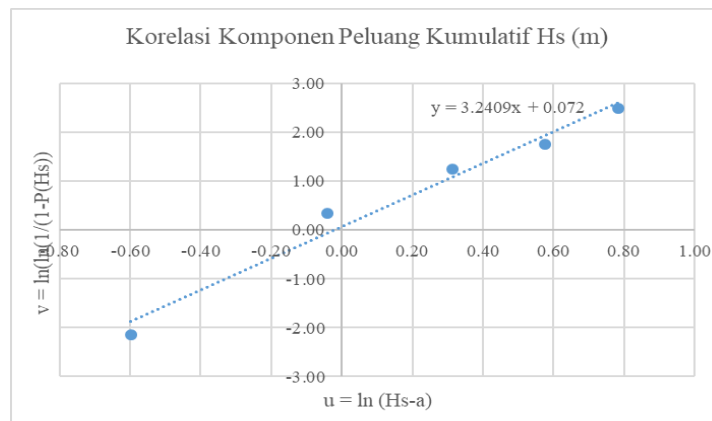
Tabel 4. 3 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif H_s

H_s (m)	P (H_s)	$\ln(H_s - a)$	$\ln(\ln(1/(1-P(H_s))))$
0.55	0.11	-0.60	-2.14
0.96	0.76	-0.04	0.34
1.37	0.97	0.31	1.26
1.78	1.00	0.58	1.76
2.19	1.00	0.78	2.49

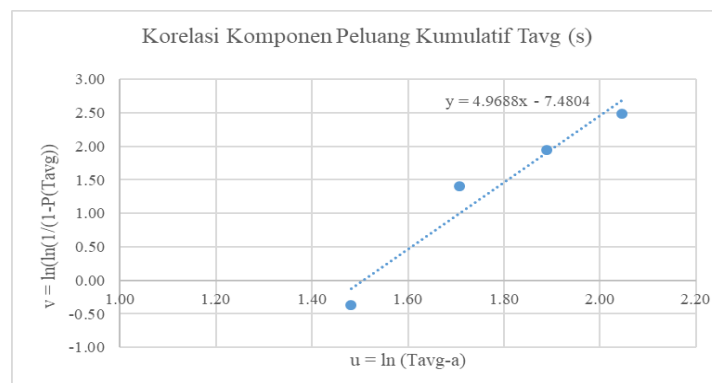
Tabel 4. 4 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif T_{avg}

T_{avg} (sec)	P (T_{avg})	$\ln(T_{avg} - a)$	$\ln(\ln(1/(1-P(T_{avg}))))$
4.40	0.50	1.48	-0.37
5.51	0.98	1.71	1.41
6.62	1.00	1.89	1.95
7.73	1.00	2.05	2.49

Nilai peluang pada kolom (2) di Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 didapatkan dengan membagi jumlah kejadian kumulatif yang terjadi pada interval tertentu dengan total kejadian yang telah ditambah 0.5 menjadi 87,277.5 sebagai antisipasi. Setelah mendapatkan hasil perhitungan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, dapat dibuat grafik persebaran data pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 yang menunjukkan hubungan antara parameter dalam kolom (3) sebagai absis dan kolom (4) sebagai ordinat dari Tabel 4.3 dan Tabel 4.4. Dari persebaran data pada grafik tersebut dapat dilakukan regresi atau perkiraan persamaan garis trendline persebaran data untuk memprediksi tinggi gelombang signifikan dan periode rata-rata gelombang dalam kurun waktu tertentu. Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut merupakan grafik persebaran datanya:



Gambar 4. 1 Grafik Korelasi Hs dan Distribusi Kumulatifnya



Gambar 4. 2 Grafik Korelasi Tavg dan Distribusi Kumulatifnya

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa persamaan *trendline*-nya adalah $y = 3.2409x + 0.072$ dengan sumbu-x nya adalah $\ln(Hs - a)$ dan sumbu-y nya $\ln[\ln\{1/1-P(Hs)\}]$. Sedangkan untuk Gambar 4.2 menunjukkan persamaan *trendline*-nya adalah $y = 4.9688x - 7.4804$ dengan sumbu-x nya adalah $\ln(Tavg - a)$

dan sumbu-y nya $\ln[\ln\{1/1-P(Tavg)\}]$. Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 berikut ini merupakan hasil perhitungan prediksi tinggi gelombang signifikan dan periode puncak gelombang untuk kurun waktu 1 tahunan, 10 tahunan, dan 100-tahunan:

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Hs dengan Distribusi Weibull

Kurun Waktu (tahun)	Py (Hs)	$\ln(\ln(1/(1-P(Hs))))$	$\ln (Hs-a)$	Hs (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.99966	2.077	0.619	1.856
10	0.99997	2.330	0.697	2.007
100	1.00000	2.532	0.759	2.137

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Tavg dengan Distribusi Weibull

Kurun Waktu (tahun)	Py (Tavg)	$\ln(\ln(1/(1-P(Tavg))))$	$\ln (Tavg-a)$	Tavg (s)	Tp (s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	0.99966	2.077	1.923	6.845	7.602
10	0.99997	2.330	1.974	7.203	8.000
100	1.00000	2.532	2.015	7.502	8.332

Berikut ini merupakan keterangan pada tabulasi perhitungan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 diatas:

- Kolom (1) menunjukkan kurun waktu tahun tertentu yang ini dicari nilai variabelnya.
 - Kolom (2) merupakan peluang kejadian dalam kurun waktu panjang yang didapatkan dari Persamaan 4.1 berikut ini: (Djatkiko, 2012)
- $$P_{LT} (Hs) = P_{LT} (Tavg) = 1 - \frac{T_{storm}(hours)}{T_{LT}(years) \times 365(days) \times 24(hours)} \dots\dots\dots (4.1)$$
- T_{LT} merupakan kurun waktu panjang (dalam tahun) kejadian gelombang dan T_{storm} merupakan durasi badai. Menurut Ochi (1978) durasi badai besar bertiup kurang lebih selama 3 jam.
 - Kolom (3) dihitung berdasarkan perhitungan dari kolom (2).
 - Kolom (4) didapatkan dari pembacaan *trendline* dengan menggunakan persamaan garis yang didapatkan kedua grafik tersebut dengan x merupakan hasil yang dimasukkan ke dalam kolom (4)
 - Kolom (5) merupakan hasil akhir berupa tinggi gelombang signifikan yang diperoleh dari inversi kolom (4) yaitu $(Hs - a) = e^{(\ln(Hs - a))}$, diman a = 0.0m maka $Hs - a = Hs$ dan begitu pula untuk periode rata-rata gelombang.

- Kolom (6) merupakan hasil konversi nilai periode rata-rata gelombang menjadi puncak periode gelombang dengan menggunakan Persamaan 4.2 berikut ini: (DNV RP H103, 2011)

$$\frac{T_{avg}}{T_p} = 0.7303 + 0.04936\gamma - 0.006556\gamma^2 + 0.0003610\gamma^3 \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana, nilai $\gamma = 2.5$

Penentuan nilai γ didasarkan pada sejumlah kajian yang menyatakan bahwa nilai γ untuk perairan Indonesia berkisar 2.0 sampai 2.5 (Djatkiko, 2012).

b. Kecepatan Angin

Untuk mendapatkan kecepatan angin pada kurun waktu panjang, langkah yang perlu dilakukan relatif sama dengan penentuan tinggi gelombang signifikan dan puncak periode gelombang yang sebelumnya telah dilakukan. Pertama, dilakukan pengelompokan *Wind Speed* (Ws) tiap-tiap arah dan kumulatifnya seperti pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Data Distribusi Ws Tiap Arah, Interval, dan Kumulatifnya

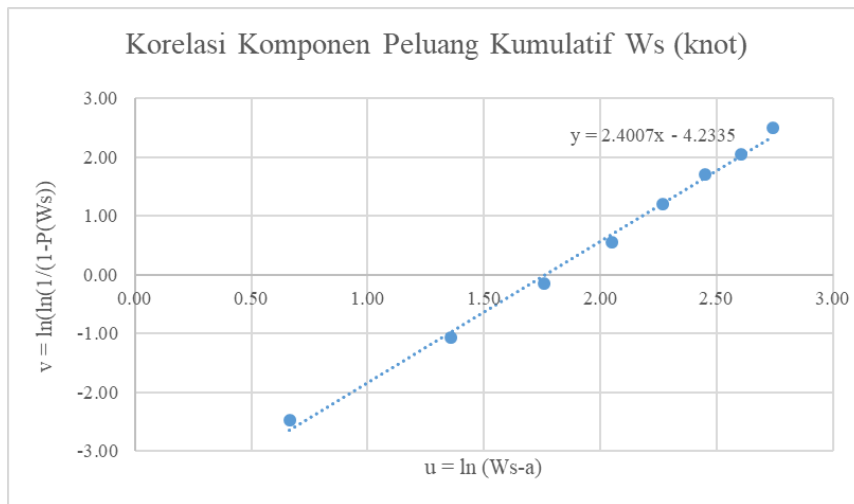
Wind Direction	Ws (knot)								Jml. Kejadian	Kumulatif
	0.010-1.946	1.947-3.883	3.884-5.819	5.820-7.755	7.756-9.691	9.692-11.628	11.629-13.564	13.565-15.500		
N	270	336	147	149	6	0	0	0	908	908
NNE	286	465	195	59	44	0	0	0	1049	1957
NE	490	635	241	38	0	0	0	0	1404	3361
ENE	458	1014	877	125	5	0	0	0	2479	5840
E	448	1629	2535	994	353	14	0	0	5973	11813
SEE	493	2244	5209	5224	2903	733	45	0	16851	28664
SE	537	2175	5567	8531	5906	1338	64	3	24121	52785
SSE	580	1756	2554	2532	1052	146	0	0	8620	61405
S	447	1201	1275	495	48	0	0	0	3466	64871
SSW	583	1363	976	357	29	0	0	0	3308	68179
SW	603	1500	1063	387	27	1	0	0	3581	71760
WSW	574	1539	1507	624	175	37	17	0	4473	76233
W	418	1043	1289	815	735	340	130	24	4794	81027
WNW	271	650	847	821	607	159	37	12	3404	84431
NW	294	345	479	393	123	41	12	0	1687	86118
NNW	340	372	316	72	51	8	0	0	1159	87277
Jml. Kejadian	7092	18267	25077	21616	12064	2817	305	39	87277	
Kumulatif	7092	25359	50436	72052	84116	86933	87238	87277		
Total Kumulatif + 0.5										
87277.5										

Selanjutnya dilakukan perhitungan komponen peluang kumulatif untuk kecepatan angin (Ws) seperti pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif WS

Ws (knot)	P (Ws)	ln (Ws - a)	ln(ln(1/(1-P(Ws))))
1.946	0.08	0.67	-2.47
3.883	0.29	1.36	-1.07
5.819	0.58	1.76	-0.15
7.755	0.83	2.05	0.56
9.691	0.96	2.27	1.20
11.628	1.00	2.45	1.71
13.564	1.00	2.61	2.04
15.500	1.00	2.74	2.49

Nilai peluang pada kolom (2) didapatkan dengan membagi jumlah kejadian kumulatif yang terjadi pada interval tertentu dengan total kejadian yang telah ditambah 0.5 menjadi 87,277.5 sebagai antisipasi bila terjadi kecepatan angin lebih dari 15.500 knot. Setelah mendapatkan hasil perhitungan pada Tabel 4.8, dapat dibuat grafik persebaran data pada Gambar 4.3 yang menunjukkan hubungan antara parameter dalam kolom (3) sebagai absis dan kolom (4) sebagai ordinat dari Tabel 4.8. Dari persebaran data pada grafik tersebut dapat dilakukan regresi atau perkiraan persamaan garis *trendline* persebaran data untuk memprediksi kecepatan angin dalam kurun waktu tertentu. Gambar 4.3 berikut merupakan grafik persebaran datanya:



Gambar 4. 3 Grafik Korelasi WS dan Distribusi Kumulatifnya

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa persamaan *trendline*-nya adalah $y = 2.4007x + 4.2335$ dengan sumbu-x nya adalah $\ln(\text{WS} - a)$ dan sumbu-y nya adalah $\ln[\ln\{1/1-P(\text{WS})\}]$. Tabel 4.9 berikut ini merupakan hasil perhitungan prediksi kecepatan angin untuk kurun waktu 1-tahunan, 10-tahunan, dan 100-tahunan:

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan WS dengan Distribusi Weibull

Kurun Waktu (tahun)	Py (Ws)	$\ln(\ln(1/(1-P(Ws))))$	$\ln(Ws-a)$	Ws (knot)	Ws (m/s)
1	0.99966	2.077	2.629	13.854	7.121
10	0.99997	2.330	2.734	15.397	7.914
100	1.00000	2.532	2.818	16.749	8.609

c. Kecepatan Arus

Untuk mendapatkan kecepatan arus pada kurun waktu panjang, langkah yang perlu dilakukan relatif sama dengan penentuan tinggi gelombang signifikan, puncak periode gelombang, dan kecepatan angin yang sebelumnya telah dilakukan. Pertama, dilakukan pengelompokan *Current Speed* (Cs) tiap-tiap arah dan kumulatifnya seperti pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4. 10 Data Distribusi Cs Tiap Arah, Interval, dan Kumulatifnya

Current Direction	Cs (cm/s)								Jml. Kejadian	Kumulatif
	0.00 - 18.00	18.01 - 36.01	36.02 - 54.02	54.03 - 72.03	72.04 - 90.04	90.05 - 108.05	108.06 - 126.06	126.07 - 144.07		
N	416	1	0	0	0	0	0	0	417	417
NNE	349	0	0	0	0	0	0	0	349	766
NE	475	7	0	0	0	0	0	0	482	1248
ENE	900	47	3	1	2	0	0	0	953	2201
E	6424	702	300	566	106	81	30	8	8217	10418
SEE	3799	537	267	280	47	10	8	0	4948	15366
SE	503	4	0	0	0	0	0	0	507	15873
SSE	260	1	0	0	0	0	0	0	261	16134
S	229	0	0	0	0	0	0	0	229	16363
SSW	254	3	1	0	0	0	0	0	258	16621
SW	389	9	0	0	0	0	0	0	398	17019
WSW	971	18	0	0	0	0	0	0	989	18008
W	15061	5163	1947	477	162	75	0	0	22885	40893
WNW	29127	10294	3598	857	188	56	5	0	44125	85018
NW	1569	34	11	0	0	0	0	0	1614	86632
NNW	640	5	0	0	0	0	0	0	645	87277
Jml. Kejadian	61366	16825	6127	2181	505	222	43	8	87277	
Kumulatif	61366	78191	84318	86499	87004	87226	87269	87277		
Total Kumulatif + 0.5										
87277.5										

Selanjutnya dilakukan perhitungan komponen peluang kumulatif untuk kecepatan arus (Cs) seperti pada Tabel 4.11 berikut:

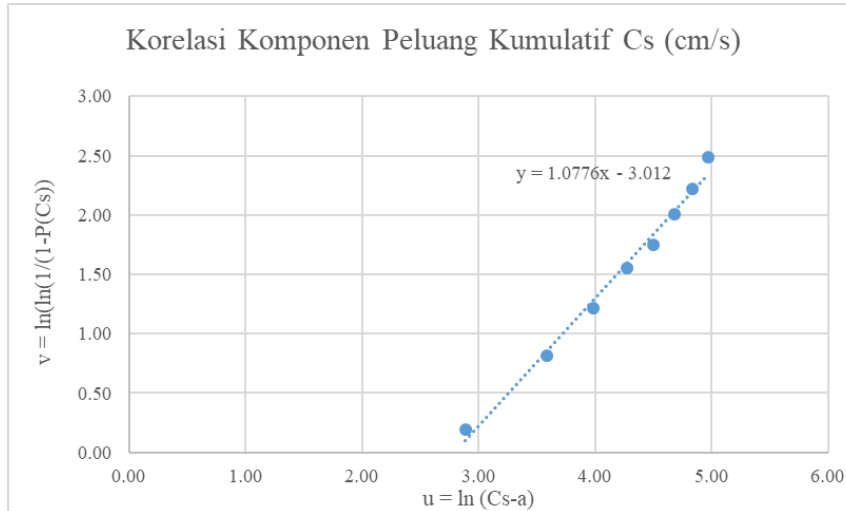
Tabel 4. 11 Perhitungan Komponen Peluang Kumulatif Cs

Cs (cm/s)	P (Cs)	ln (Cs - a)	ln(ln(1/(1-P(Cs))))
18.00	0.70	2.89	0.19
36.01	0.90	3.58	0.82
54.02	0.97	3.99	1.22
72.03	0.99	4.28	1.55
90.04	1.00	4.50	1.75
108.05	1.00	4.68	2.01
126.06	1.00	4.84	2.22
144.07	1.00	4.97	2.49

Nilai peluang pada kolom (2) didapatkan dengan membagi jumlah kejadian kumulatif yang terjadi pada interval tertentu dengan total kejadian yang telah ditambah 0.5 menjadi 87,277.5 sebagai antisipasi bila terjadi kecepatan arus lebih dari 144.07 cm/s.

Setelah mendapatkan hasil perhitungan pada Tabel 4.11, dapat dibuat grafik persebaran data pada Gambar 4.4 yang menunjukkan hubungan antara parameter dalam kolom (3) sebagai absis dan kolom (4) sebagai ordinat dari Tabel

4.11. Dari persebaran data pada grafik tersebut dapat dilakukan regresi atau perkiraan persamaan garis *trendline* persebaran data untuk memprediksi kecepatan arus dalam kurun waktu tertentu. Gambar 4.4 berikut merupakan grafik persebaran datanya:



Gambar 4. 4 Grafik Korelasi Cs dan Distribusi Kumulatifnya

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa persamaan *trendline*-nya adalah $y = 1.0776x - 3.012$ dengan sumbu-x nya adalah $\ln(Cs - a)$ dan sumbu-y nya adalah $\ln[\ln\{1/1-P(Cs)\}]$. Tabel 4.12 berikut ini merupakan hasil perhitungan prediksi kecepatan arus untuk kurun waktu 1 tahunan, 10 tahunan, dan 100-tahunan:

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Cs dengan Distribusi Weibull

Kurun Waktu (tahun)	Py (Cs)	$\ln(\ln(1/(1-P(Cs))))$	$\ln(Cs-a)$	Cs (cm/s)	Cs (m/s)
1	0.99966	2.077	4.722	112.438	1.124375
10	0.99997	2.330	4.958	142.262	1.422622
100	1.00000	2.532	5.145	171.606	1.716057

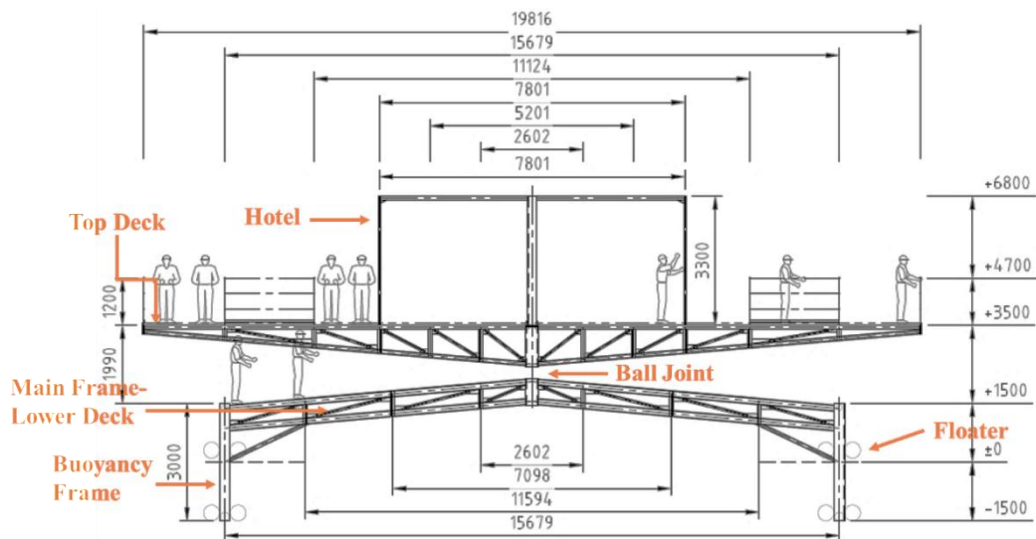
Dari pengolahan data lingkungan dengan cara yang telah dijelaskan sebelumnya maka diperoleh *environmental design basis* untuk analisis tersebut seperti pada Tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Desain Basis Data Lingkungan Perairan Sendang Biru, Malang

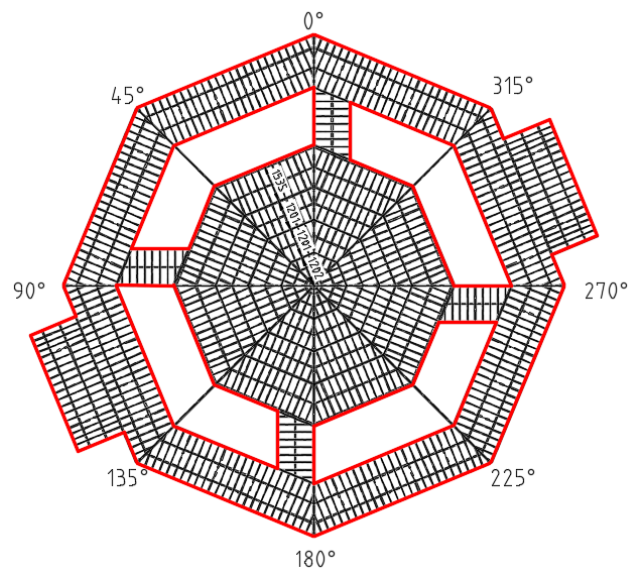
Parameter	1 Tahunan	100 Tahunan
Hs (m)	1.86	2.14
Tp (s)	7.60	8.33
Kec Angin (m/s)	7.12	8.61
Kec Arus (m/s)	1.12	1.72
Peakedness Parameter (γ)	2.5	2.5

4.1.2 General Arrangement Struktur Ocean Farm ITS

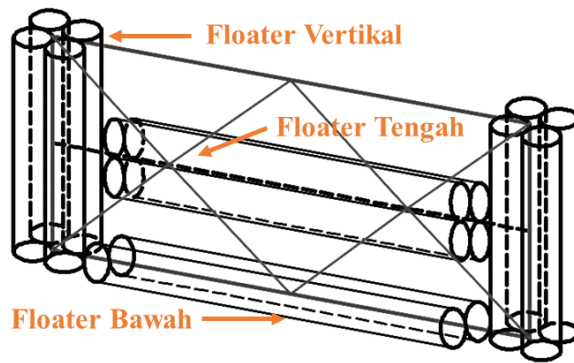
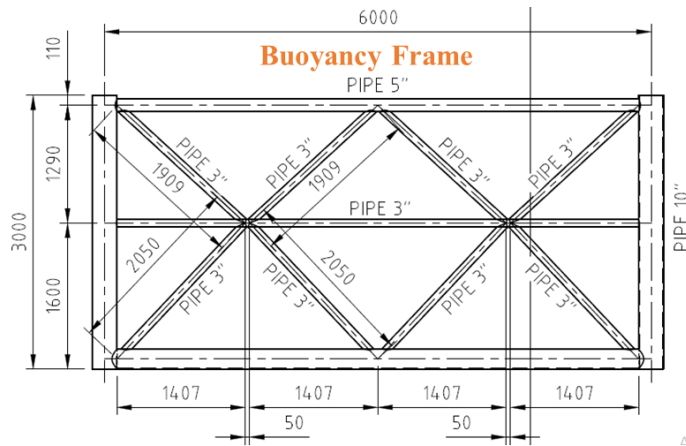
Ocean Farm ITS merupakan suatu *offshore aquaculture* yang didesain tak seperti *aquaculture* kebanyakan. Terdapat keunikan pada model Ocean Farm ITS ini, yaitu salah satunya adanya hotel diatas struktur keramba jaring apung ini. Selain itu, Ocean Farm ITS terdiri dari beberapa komponen utama yaitu; Hotel, *Top Deck*, *Lower Deck* (yang terdiri atas *Main Frame* dan *Buoyancy Frame*), *Ball Joint*, serta *Floater*. Gambar 4.5 hingga Gambar 4.9 berikut ini merupakan *General Arrangement* dari tiap-tiap bagian dari struktur Ocean Farm ITS:



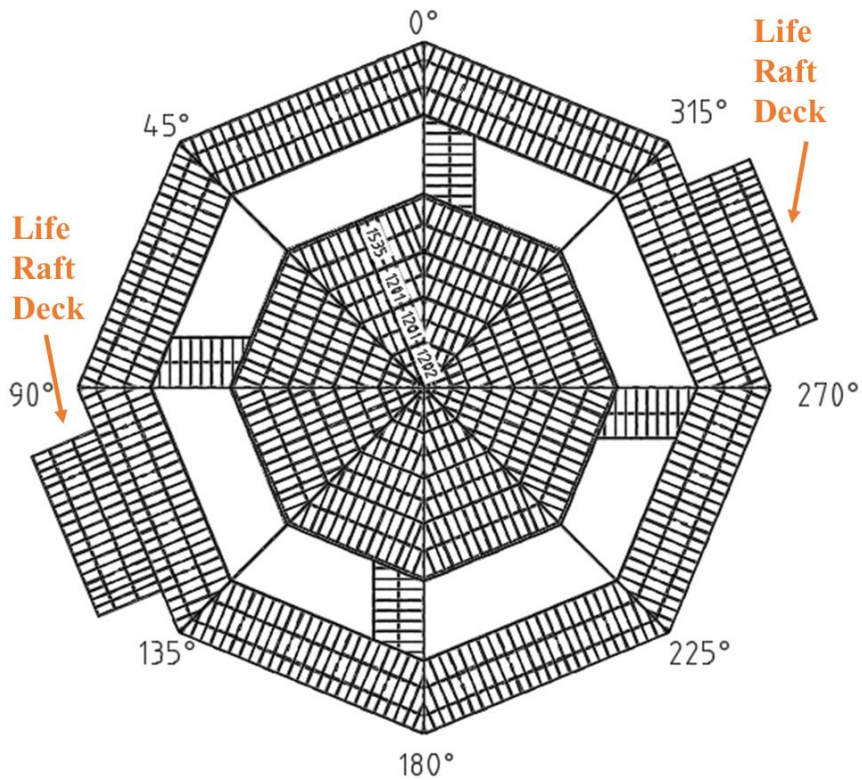
Gambar 4.5 GA Struktur dan Floater Tampak Samping



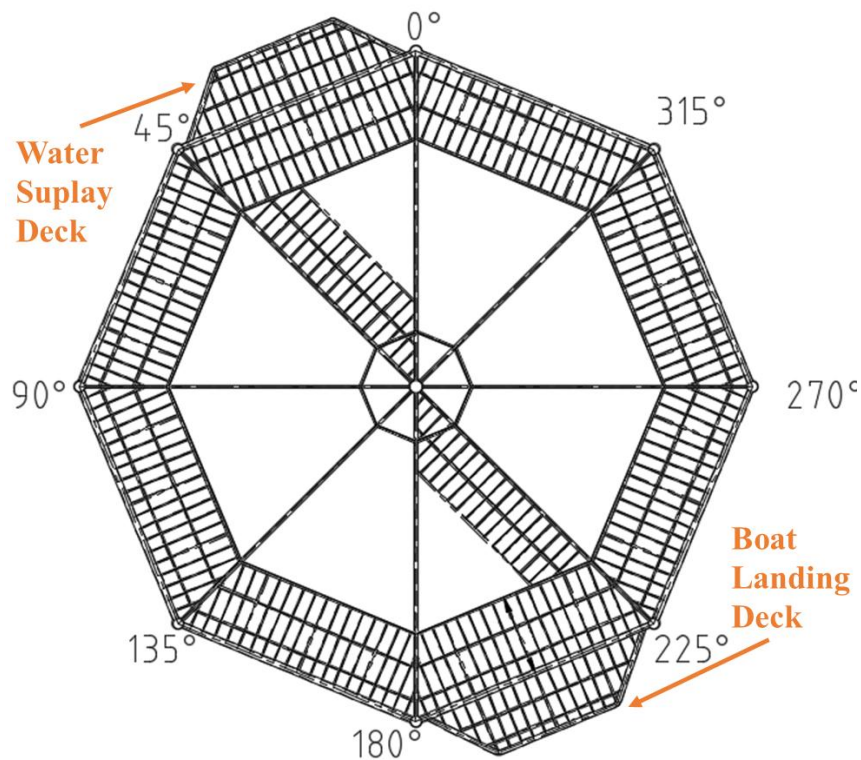
Gambar 4.6 Tampak Atas Railing pada Struktur Top Deck



Gambar 4. 7 GA Buoyancy Frame dan Floater

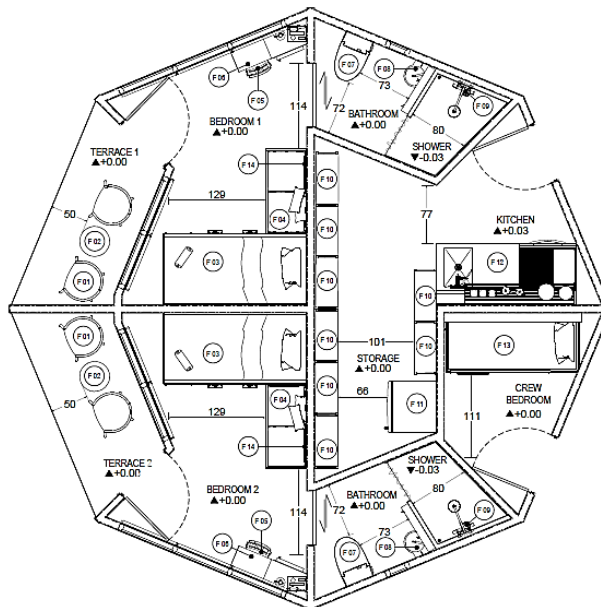


Gambar 4. 8 GA Top Deck Tampak Atas



Gambar 4. 9 GA Lower Deck Tampak Atas

4.1.3 Data Hotel



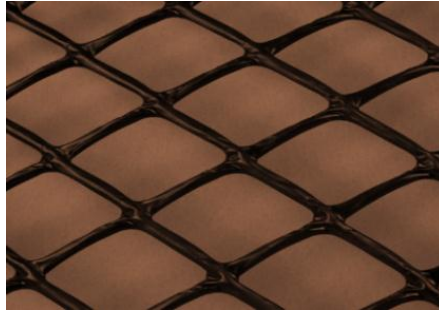
Gambar 4. 10 Layout Hotel Ocean Farm ITS

Gambar 4.10 diatas merupakan *general arrangement hotel*. Hotel ini terdiri atas *furniture-furniture, wall panel*, dan atap yang menjadikan total massa hotel ini adalah 3 ton.

4.1.4 Data Jaring dan Ikan yang Akan Dibudidaya

Berikut ini merupakan data jaring (Gambar 4.11) yang digunakan serta ikan (Gambar 4.12) yang akan dibudidayakan pada Ocean Farm ITS:

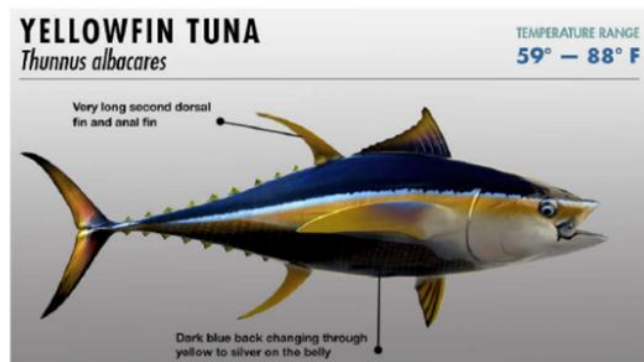
a. *Black Polyethylene Mesh*



Gambar 4. 11 Jaring untuk Ocean Farm ITS (Mulyadi, et al., 2019)

Hole Size (in)	: 1.25 x 1.25
Thickness (in)	: 0.14
Size (m)	: 6 x 5 untuk 8 sisi
Total Weight	: 380 kg
Pemasangan	: Atas, Samping, Bawah

b. *Yellow-Fin Tuna*

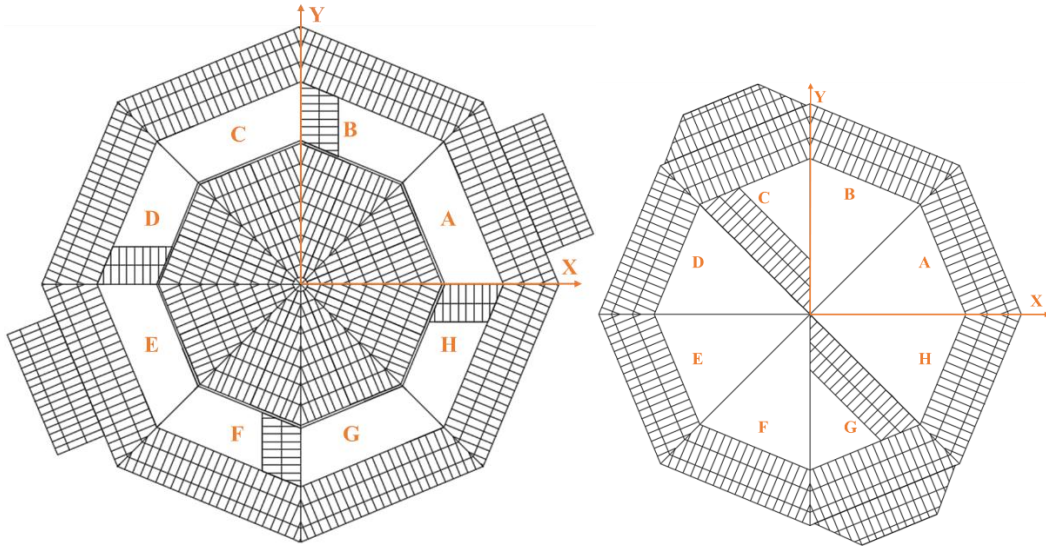


Gambar 4. 12 Ikan Budidaya untuk Ocean Farm ITS (Ariviana, 2017)

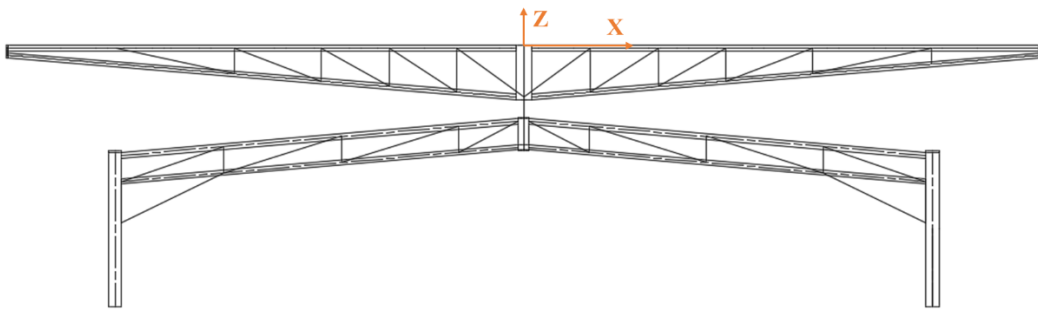
Berat Total (asumsi)	: 200 kg
Dimensi Ikan	: (siap panen)
Panjang	: 1-2 m
Lebar	: 0.4 m
Tinggi	: 0.8 m

4.2 Pemodelan 2D Struktur di *Software* AutoCAD

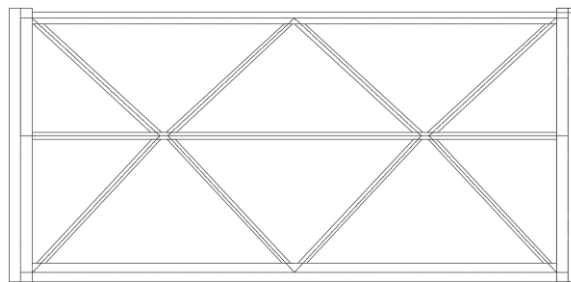
Pemodelan di *software* Autocad digunakan untuk menghitung stabilitas, mendapatkan koordinat tiap bagian struktur untuk dimodelkan di OrcaFlex, serta merancang *mooring layout* yang nantinya akan digunakan. Gambar 4.13 hingga Gambar 4.15 berikut merupakan hasil pemodelan 2D struktur Ocean Farm ITS pada *software* AutoCAD:



Gambar 4. 13 *Top Deck* dan *Lower Deck* Tampak Atas pada AutoCAD



Gambar 4. 14 Model Struktur OFITS Tampak Samping di AutoCAD



Gambar 4. 15 Model *Buoyancy Frame* di AutoCAD

4.3 Perhitungan Beban-Beban

Dalam pemodelan Ocean Farm ITS terdapat beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Beban-beban tersebut telah diuraikan pada Tabel 4.14 berikut:

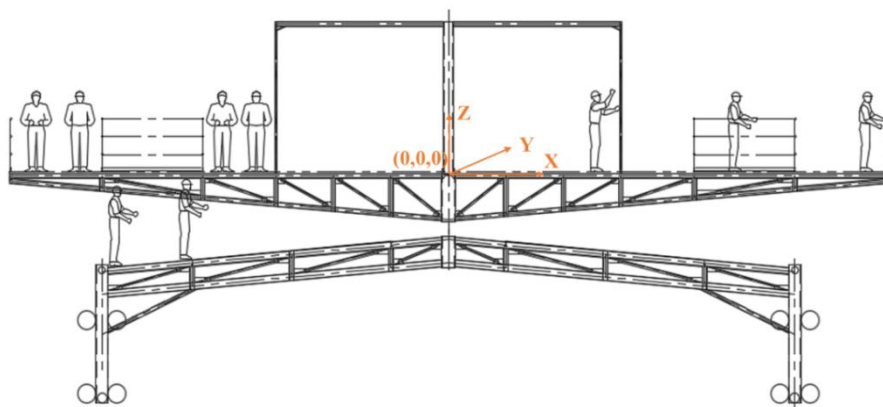
Tabel 4. 14 Beban yang Bekerja pada Struktur

No	Nama Bagian	Massa (ton)
1	Jaring	0.380
2	Sinker	0.450
3	Manusia	1.000
4	Ikan	0.200
5	Hotel	3.003
Total Beban		5.033

Terdapat beberapa asumsi dalam pembebanan ini, yaitu; beban manusia diasumsikan berasal dari jumlah 10 orang dengan massa total masing-masing sebesar 100 kg. Sedangkan, massa ikan didasarkan pada masing-masing orang tersebut dapat mengakomodasi sekitar 20 kg ikan. Selanjutnya, untuk massa hotel didasarkan pada perhitungan struktur dan *furniture* yang ada di dalam hotel tersebut.

4.4 Perhitungan Draft dan Stabilitas

Perhitungan letak *Centre of Gravity* (CoG), *Centre of Buoyancy* (CoB), *Centre of Flootation* (CoF), jari-jari Metacenter (BM), dan tinggi Metacenter (GM) dilakukan sesuai dengan model Ocean Farm ITS yang sebelumnya telah dimodelkan di AutoCad. Selain itu, disesuaikan juga dengan data massa masing-masing bagian yang telah didapatkan. Acuan letak titik CoG dan CoB ini adalah titik pusat dari lantai bagian *Top Deck*, seperti pada Gambar 4.16 berikut:



Gambar 4. 16 Letak Titik Acuan CoG dan CoB Ocean Farm ITS

Letak *Centre of Gravity* (CoG) didapatkan dengan terlebih dahulu mencari massa dan momen (sesuai titik berat) dari bagian yang akan dicari nilai CoGnya. Kemudian akan didapatkan nilai CoG dengan Persamaan 4.3 sebagai berikut:

$$a = \frac{\text{Momen } a \text{ (kg.m)}}{\text{Massa (kg)}} \dots\dots\dots (4.3)$$

dengan a : titik berat sumbu x, y, atau z. Tabel 4.15 berikut merupakan ringkasan hasil perhitungan CoG.

Tabel 4. 15 Perhitungan CoG Ocean Farm ITS

COG Ocean Farm ITS									
No	Nama Bagian	Massa (ton)	Momen X (ton.m)	Momen Y (ton.m)	Momen Z (ton.m)	X (m)	Y (m)	Z(m)	
1	Top Deck	6.12	0.00	0.00	-0.55	0.00	0.00	-0.09	
2	Connector	0.35	0.00	0.00	-0.41	0.00	0.00	-1.18	
3	Railing	1.54	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.60	
4	Lower Deck	4.46	0.00	0.00	-8.97	0.00	0.00	-2.01	
5	Boat Landing	0.50	0.00	0.00	-1.25	0.00	0.00	-2.52	
6	Buoyancy Frame	3.94	0.00	0.00	-15.05	0.00	0.00	-3.82	
7	Floater	5.35	0.00	0.00	-20.73	0.00	0.00	-3.88	
8	Furniture Hotel	2.58	2.75	-0.10	2.54	1.06	-0.04	0.98	
9	Jaring	0.83	0.00	0.00	-6.07	0.00	0.00	-7.31	
10	Atap Hotel	0.42	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	3.20	
11	Plate Joint	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		31.08	2.75	-0.10	-48.23				
Titik COG							0.09	0.00	-1.55

Selanjutnya, dilakukan perhitungan *draft* struktur secara manual dengan beberapa kali iterasi untuk mengetahui seberapa banyak struktur yang tercelup. Hasil iterasi *draft* struktur dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut:

Tabel 4. 16 Tabulasi Perhitungan Draft Struktur

Sarat (cm)	Volume (m ³)	Displacement (ton)
20	7.37	7.56
30	11.01	11.29
40	14.12	14.47
50	15.31	15.70
60	15.79	16.19
70	16.27	16.67
80	16.74	17.16
90	17.22	17.65
100	17.70	18.14
110	18.17	18.63
120	18.65	19.11
130	19.30	19.78
140	22.50	23.07
150	26.98	27.66
160	32.06	32.89
170	36.10	37.01

Berikut adalah perhitungan *draft* struktur :

$$\Delta = \nabla \times 1.025$$

$$\Delta = 32.08 \text{ m}^3 \times 1.025 \text{ ton/m}^3$$

$$\Delta = 32.89 \text{ ton}$$

Sedangkan letak *Centre of Buoyancy* (CoB) didapatkan dengan terlebih dahulu mencari volume bagian yang tercelup dan momen *displacement* (sesuai titik volume) dari bagian yang akan dicari nilai CoBnya. Kemudian akan didapatkan nilai CoB dengan Persamaan 4.4 berikut:

$$b = \frac{\text{Momen displacement } b \text{ (m}^4\text{)}}{\text{Volume displacement (m}^3\text{)}} \dots \dots \dots (4.4)$$

dengan b : titik buoyancy pada sumbu x, y, atau z. Ringkasan hasil perhitungan CoB adalah seperti pada Tabel 4.17 berikut:

Tabel 4. 17 Perhitungan CoB Ocean Farm ITS (Sarat 1.6 m)

COB Ocean Farm ITS								
No	Deskripsi	Vol (m3)	MV X (m)	MV Y (m)	MV Z (m)	X (m)	Y (m)	Z(m)
1	Floater	29.46	0.00	0.00	-123.89	0.00	0.00	-4.21
2	Buoyancy Frame	2.63	0.00	0.00	-11.06	0.00	0.00	-4.21
Koordinat COB		32.08	0.00	0.00	-135.0	0.0	0.0	-4.2
Displacement (ton)		32.89						
Cadangan Disp. (ton)		0.61						

Dapat diketahui bahwa struktur memiliki total *displacement* 32.08 m³ atau sama dengan 32.89 ton sedangkan massa total yang harus ditanggung yaitu 32.28 ton (massa pada Tabel 4.15 ditambah dengan *live load* sebesar 1 ton dan massa ikan 200kg). Sehingga didapatkan cadangan *displacement* sebesar 0.61 ton. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mencari jari-jari Metacenter (BM) dari struktur Ocean Farm ITS. Jari-jari Metacenter (BM) dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.5 dan 4.6 berikut: (Patel, et al., 1991)

$$BM_x = \frac{I_{xx} + I_{ax}}{V} - \frac{\sum L_{bi} V_i}{V} \dots \dots \dots (4.5)$$

$$I_{ax} = WPA \times D^2 \dots \dots \dots (4.6)$$

Sehingga, didapatkan hasil perhitungan BM pada sarat 1.6 m seperti pada Tabel 4.18 berikut:

Tabel 4. 18 Perhitungan BM Ocean Farm ITS (Sarat 1.6 m)

Σ inersia Luas (Ixx)	Σ WPA.D ² (Iax)	Σ l _{bi} .V _i (m ⁴)	Vol Disp	Titik BM
88.15	2878.66	24.51	32.08	91.7

*Detail tabulasi perhitungan stabilitas sarat 1.6m terdapat pada Lampiran B, C, dan D

Maka, didapatkan nilai $KB = 0.79$ m dan $KG = 3.45$ m. Selain itu dapat diperoleh pula nilai tinggi Metacenter (GM) dengan Persamaan 4.7 berikut ini:

$$GM = BM + KB - KG \dots\dots\dots (4.7)$$

$$GM = 91.7 + 0.79 - 3.45 = 89.05 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan nilai GM adalah 89.05 m. Selanjutnya, karena letak CoG yang tidak tepat ditengah, maka dihitunglah kemiringan struktur Ocean Farm ITS. Kemiringan stuktur dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.8 berikut ini:

$$\tan \theta = \frac{w \times d}{W \times GM_L} \dots\dots\dots (4.8)$$

dimana,

w : Massa benda yang dipindahkan (ton)

d : Jarak benda yang dipindahkan (m)

W : Massa keseluruhan struktur (ton)

GM : Tinggi metacenter (m)

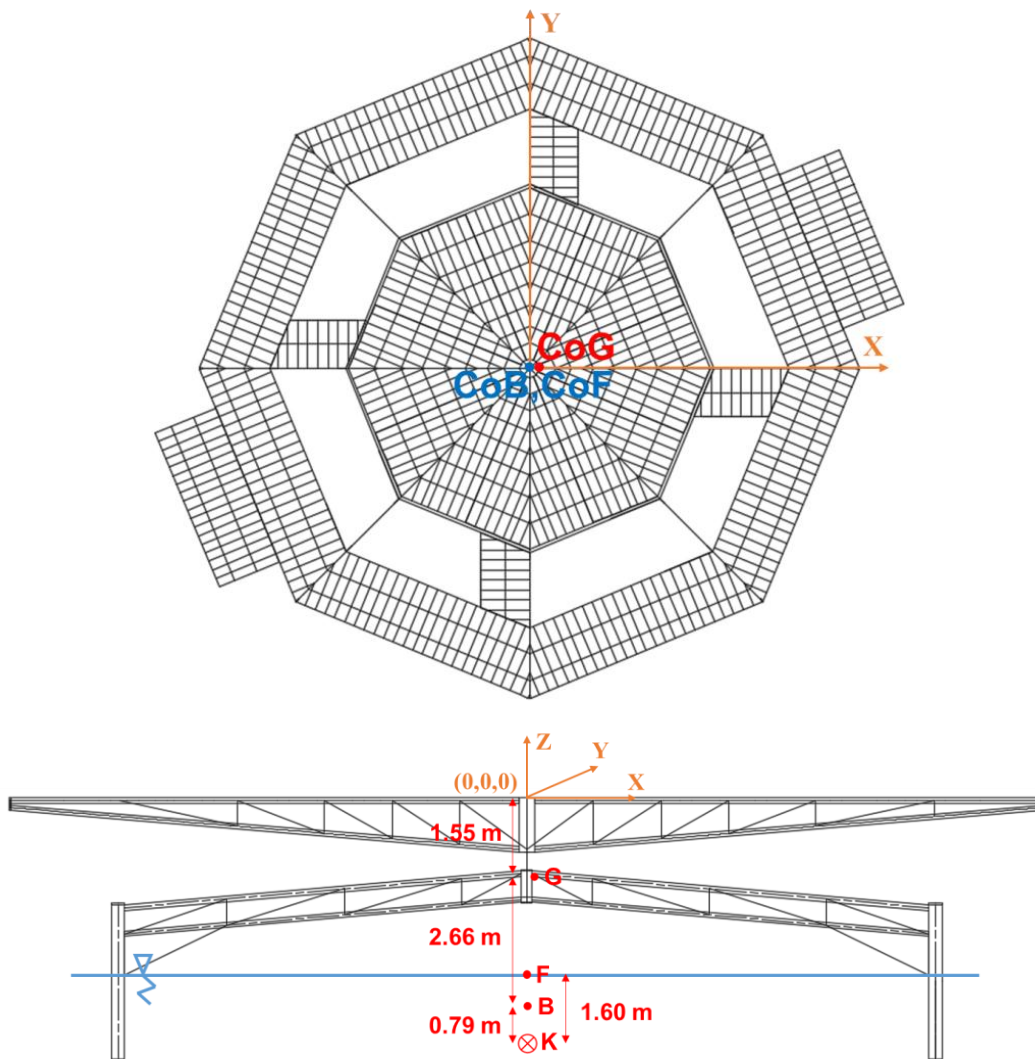
Karena bentuk struktur Ocean Farm ITS simetris, maka CoG awal struktur diasumsikan tepat ditengah, selanjutnya ditambahkan beban hotel yang letaknya sesuai jarak CoG hotel tersebut. Sehingga dengan cara ini dapat mengetahui sudut kemiringan struktur apung seperti berikut:

$$\tan \theta = \frac{2.58 \text{ ton} \times 1.06 \text{ m}}{31.08 \text{ ton} \times 89.05 \text{ m}}$$

$$\tan \theta = 0.00099$$

$$\theta = 0.05 \text{ derajat}$$

Karena struktur hanya miring 0.05 derajat akibat massa hotel, maka letak titik *Centre of Floatation* (CoF) diasumsikan terdapat pada koordinat (0,0,sarat air). Maka didapatkan letak stabilitas pada Ocean Farm ITS tersebut seperti pada Gambar 4.17 berikut:



Gambar 4. 17 Posisi Titik Stabilitas pada sarat 1.6m

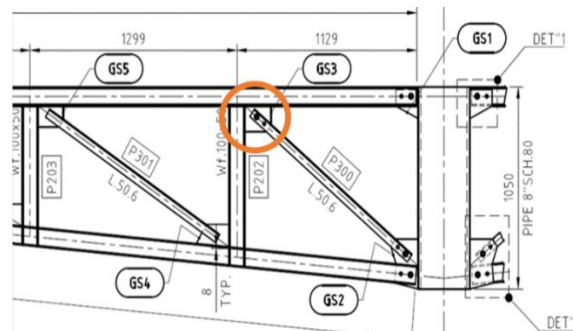
Setelah menghitung stabilitas struktur Ocean Farm ITS, selanjutnya model ini akan dimodelkan di OrcaFlex untuk kemudian dilakukan validasi sarat.

4.5 Pemodelan 3D Struktur Ocean Farm ITS di *Software Orca Flex*

4.5.1 Asumsi – Asumsi yang Digunakan dalam Pemodelan

Terdapat beberapa asumsi yang digunakan dalam pemodelan Struktur Ocean Farm ITS pada *software OrcaFlex*, asumsi-asumsi tersebut antara lain:

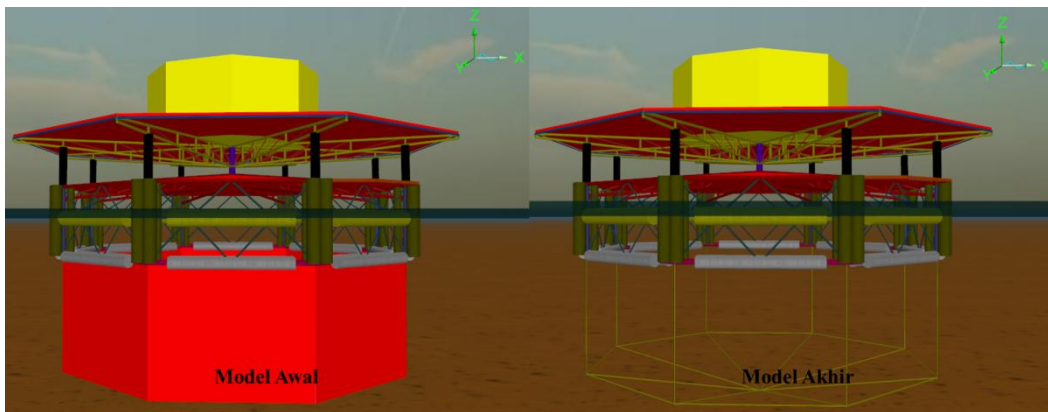
- Frame* struktur yang berbentuk *Wshape* dan *Lshape* diubah menjadi *Tubular* dengan mengacu pada nilai massanya di udara. Hal ini dilakukan karena pada *software OrcaFlex*, *frame* struktur dengan bentuk *Wshape* dan *Lshape* tidak dapat dimodelkan.
- Penghubung antara bagian struktur Top Deck dan Lower Deck, seperti terlihat pada Gambar 4.5, merupakan *ball joint* yang dapat berputar. Akan tetapi dalam pemodelan di *Orcaflex* ini, bagian penghubung (*Connector*) tersebut dimodelkan menjadi tubular dengan mengacu pada nilai massanya di udara.
- Sistem *railing*, lantai *deck*, *sinker*, *spring*, *plat joint*, hotel (*furniture*, dinding, dan atap), ikan, serta manusia dimodelkan sebagai beban.
- Offset* member tidak diperhitungkan pada tiap sambungannya, seperti pada Gambar 4.18 berikut:



Gambar 4. 18 Sambungan Member Struktur Ocean Farm ITS

- Life raft deck* dan plat penyambung tiap member, seperti terlihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.18 tidak dimodelkan.
- Memodelkan *floaters* dengan mengacu pada besarnya *displacement* dan massanya di udara dari data awal.
- Permukaan dasar laut diasumsikan rata dan jangkar dianggap mampu menahan semua beban.
- Beban jaring dan sinker mulanya dimodelkan menggunakan *6D buoy* dengan memasukkan nilai massa, koefisien *added mass*, dan koefisien *drag* untuk

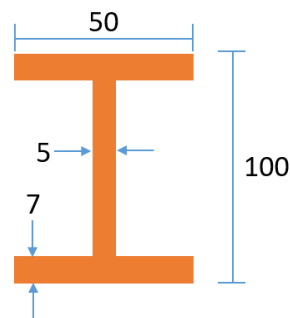
jaring. Akan tetapi setelah dilakukan analisis, ternyata model jaring dengan menggunakan 6D *buoy* menangkap gaya yang besar dari beban lingkungan. Hal ini disebabkan karena bentuk 6D *buoy* yang solid sehingga terjadi interaksi fluida yang besar antara beban lingkungan dan *rigid structure* 6D *buoy* tersebut. Secara lebih lanjut, hal ini akan dibahas pada sub bab 4.10.6. Maka, selanjutnya jaring dimodelkan kembali dengan properti tali *nylon* dan 3D *buoy* sedemikian rupa, sehingga total massa di udaranya sama dengan total massa jaring serta sinker seperti pada Gambar 4.19 berikut::



Gambar 4. 19 Perubahan Model Jaring pada Orcaflex

4.5.2 Konversi *Wshape* dan *Lshape* Menjadi Tubular

Seperti yang telah disinggung dalam asumsi-asumsi pemodelan, bahwa bagian *frame* struktur yang berupa *Wshape* dan *Lshape* tidak dapat dimodelkan pada *software* Orcaflex. Maka dilakukan perhitungan *Material Take Off (MTO)*, dimana bagian *frame* tersebut diubah bentuknya menjadi tubular dengan tetap mengacu pada massanya di udara. Contoh perhitungan yang dilakukan pada bentuk *Wshape* (Gambar 4.20) adalah seperti berikut:



Gambar 4. 20 Member P200 dengan Bentuk *Wshape* 100Bx50x5x7

Dari data awal (*dapat dilihat pada Lampiran E), didapatkan nilai massanya 90.940 kg, panjangnya 9.733 m, dan kg/m = 9.343. Setelah itu, data awal tersebut digunakan untuk menghitung luasan penampang dengan Persamaan 4.8 sebagai berikut:

$$Luas = \frac{kg/m}{\rho} \dots\dots\dots (4.8)$$

dengan $\rho = 7,850 \text{ kg/m}^3$ (baja)

$$Luas = \frac{9.343}{7.850} = 0.00119 \text{ m}^2$$

Nilai hasil dari perhitungan luas tersebut disamadengankan dengan rumus luas penampang Tubular dimana *outside radius* (OR) diasumsikan sama dengan setengah tinggi *Wshape* yaitu 0.05 m, sehingga didapat *wall thickness* (WT) tubular dan *inside radius* (IR) dengan Persamaan 4.9 dan Persamaan 4.10 sebagai berikut:

$$Luas = \pi(OR^2 - IR^2) \dots\dots\dots (4.9)$$

$$IR = \sqrt{OR^2 - \frac{Luas}{\pi}} \dots\dots\dots (4.10)$$

$$IR = \sqrt{0.05^2 - \frac{0.00119}{3.14}}$$

$$IR = 0.046 \text{ m}$$

$$WT = OR - IR = 0.05 - 0.046 = 0.004 \text{ m}$$

Maka didapatkan properti tubular dengan dimensi ukuran *outside diameter* (OD) adalah 100 mm dan *wall thickness* (WT) adalah 4 mm dengan deskripsi OD100WT4. Tabel 4.19 berikut ini merupakan hasil pengubahan properti *frame* bentuk *Wshape* dan *Lshape* menjadi Tubular:

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan *Material Take Off*

Kode	Deskripsi	
	Data Awal	Model
P200	Wf.100x50x5x7	OD100WT4
P300	L.50X50X6	OD50WT4
P400	U 75x40	OD75WT4
P100	L.30x30x3	OD30WT2
P902	Wf.150x75x5x7	OD150WT3
P903	Pipe 2 1/2"	OD64WT5
P904	Pipe 10"	OD254WT7
P905	Pipe 5"	OD127WT5

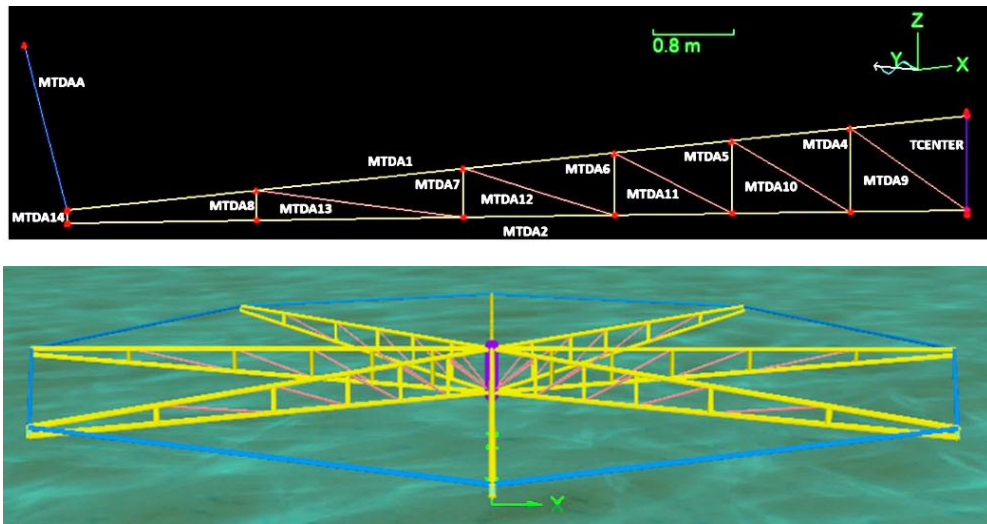
Kode	Deskripsi	
	Data Awal	Model
P906	Pipe 8"	OD203WT6
P907	Pipe 3"	OD76WT5
P901	Pipe 12" sch.80	OD305WT18
P500	Pipe 1 1/4"	OD32WT5
P503	Pipe 1"	OD25WT5
Ball Joint	-	OD305WT45
BVA 1,2	HDPE 16"	HDPE.OD498WT16
BVA 3,4	HDPE 16"	HDPE.OD288WT16
BTA	HDPE 16"	HDPE.OD635WT16
BBA	HDPE 16"	HDPE.OD449WT16

*Detail perhitungan konversi *frame* terdapat pada Lampiran E

4.5.3 Hasil Pemodelan OFITS pada *Software OrcaFlex*

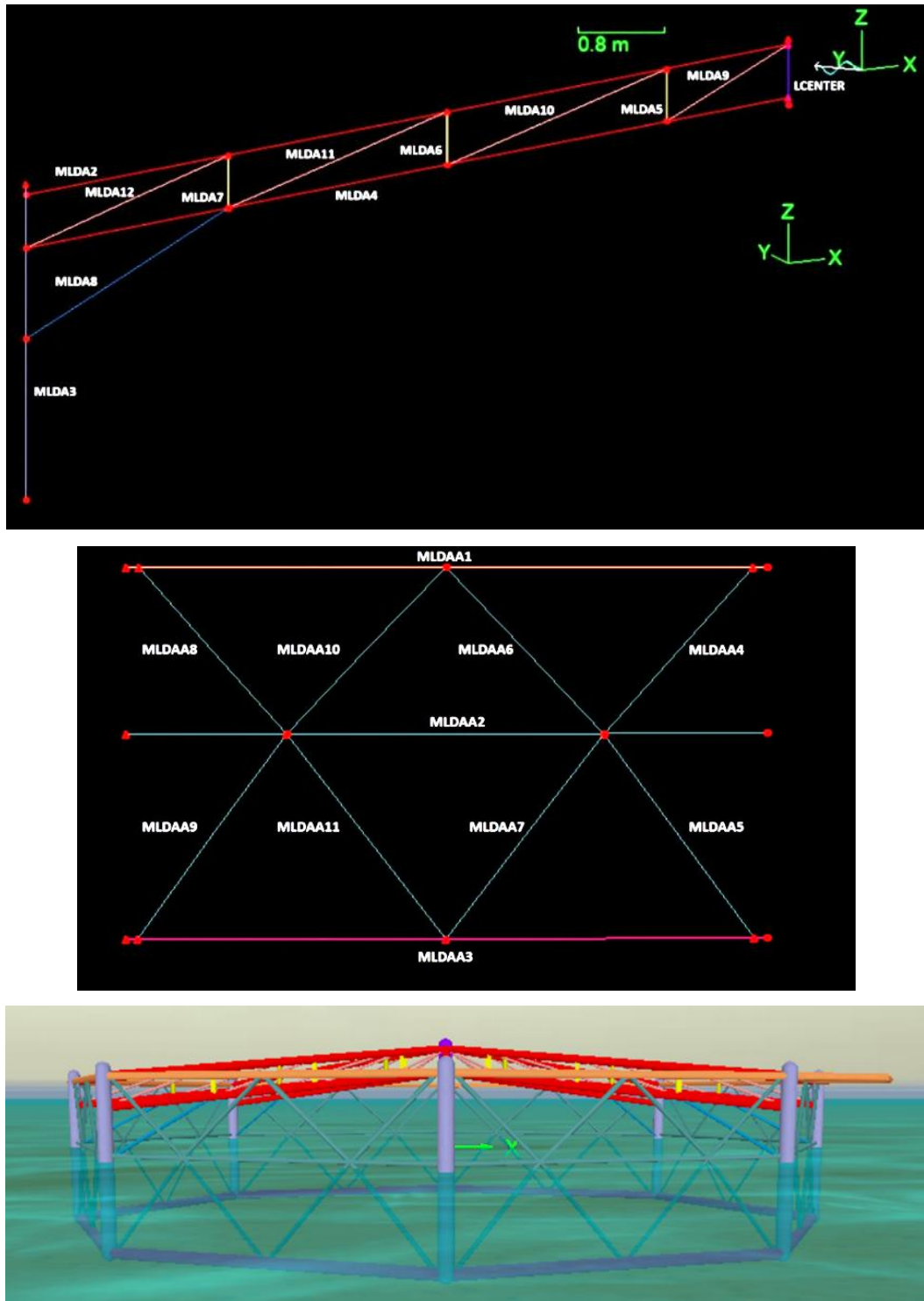
Setelah melakukan pemodelan struktur Ocean Farm ITS pada *software* AutoCad, menentukan asumsi pemodelan, dan mengkonversi properti *frame*, maka dilakukan pemodelan pada OrcaFlex. Hasil pemodelan struktur OFITS pada OrcaFlex dapat dilihat pada Gambar 4.21 hingga Gambar 4.24 berikut ini:

a. Pemodelan *Top Deck*



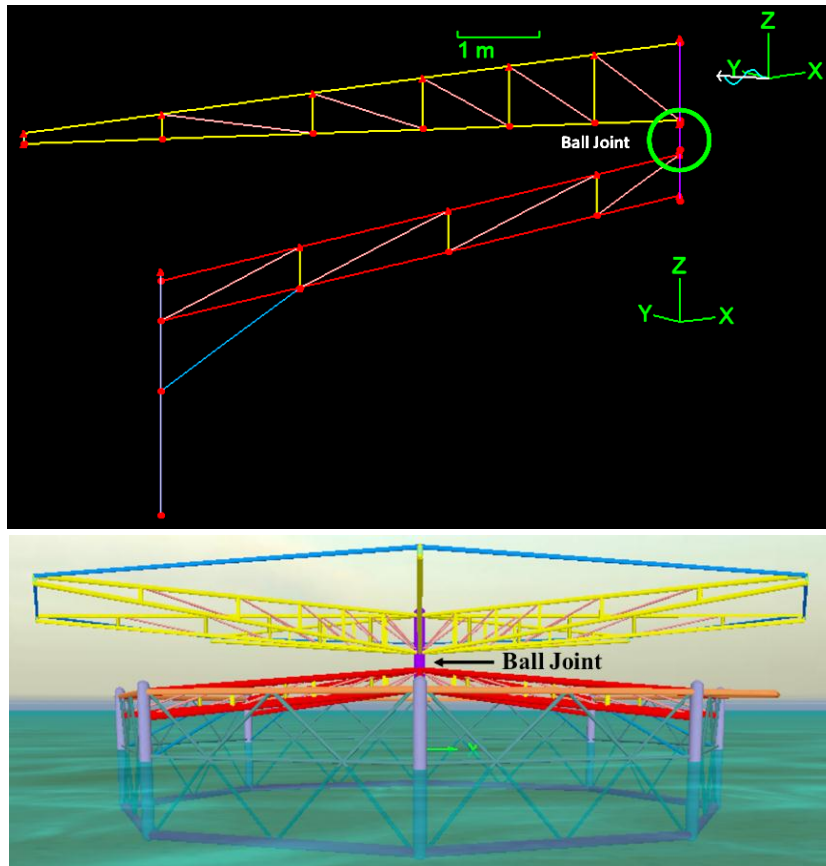
Gambar 4. 21 Hasil Pemodelan *Top Deck* pada OrcaFlex

b. Pemodelan *Lower Deck*



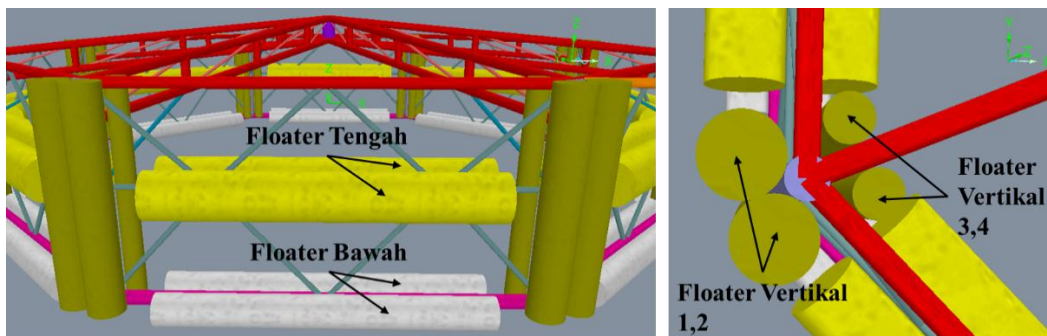
Gambar 4. 22 Hasil Pemodelan *Lower Deck* pada OrcaFlex

c. Pemodelan *Ball Joint*



Gambar 4. 23 Hasil Pemodelan *Ball Joint* pada OrcaFlex

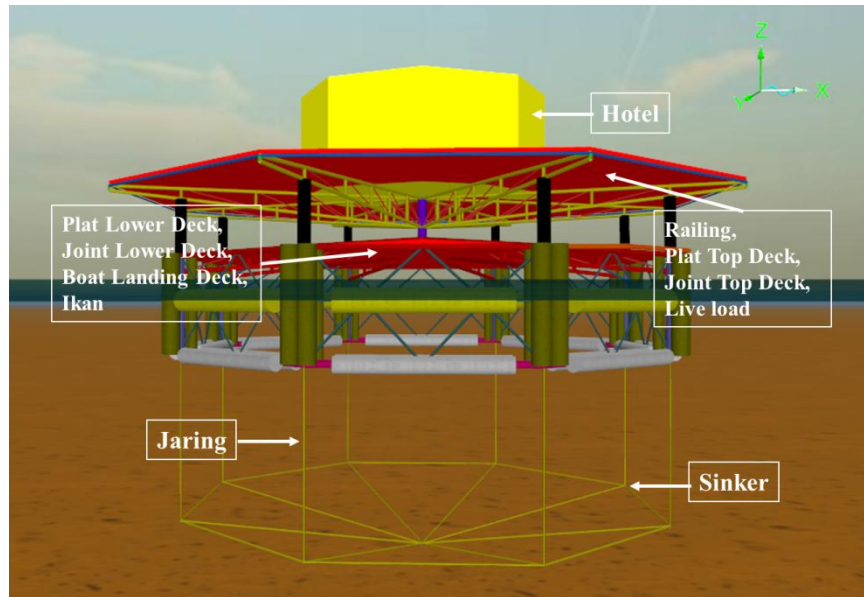
d. Pemodelan *Floater*



Gambar 4. 24 Hasil Pemodelan *Floater* pada OrcaFlex

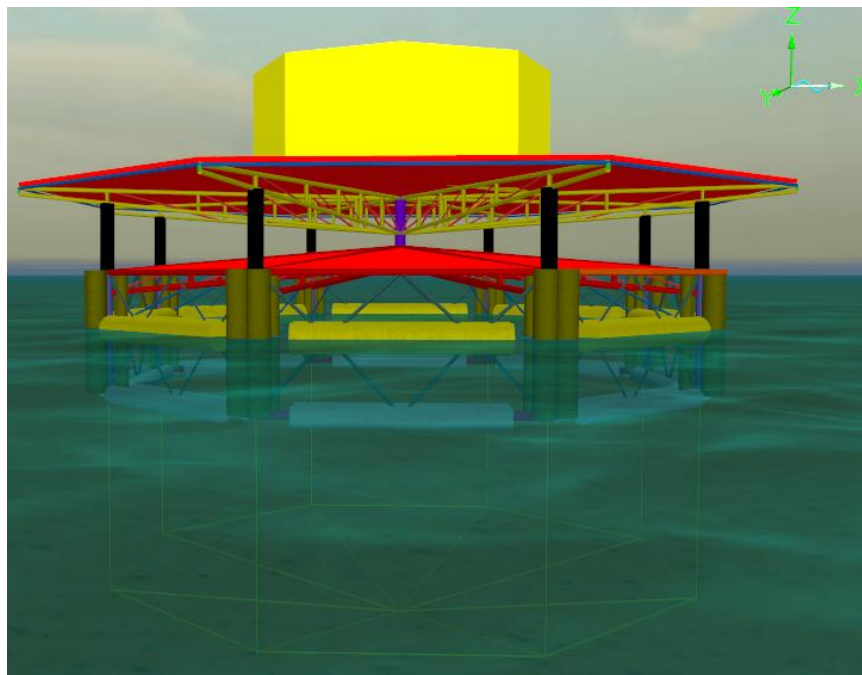
e. Pemodelan Beban-Beban

Beban-beban yang dimodelkan sesuai dengan beban-beban yang sebelumnya telah ditentukan diawal (Tabel 4.14 dan Tabel 4.15). Maka, hasil pemodelan beban-beban tersebut adalah seperti pada Gambar 4.23 berikut:



Gambar 4. 25 Hasil Pemodelan Beban-Beban Struktur OFITS pada OrcaFlex

Setelah semua bagian dimodelkan, maka didapatkan model struktur Ocean Farm ITS pada OrcaFlex secara lengkap seperti pada Gambar 4.26 berikut:



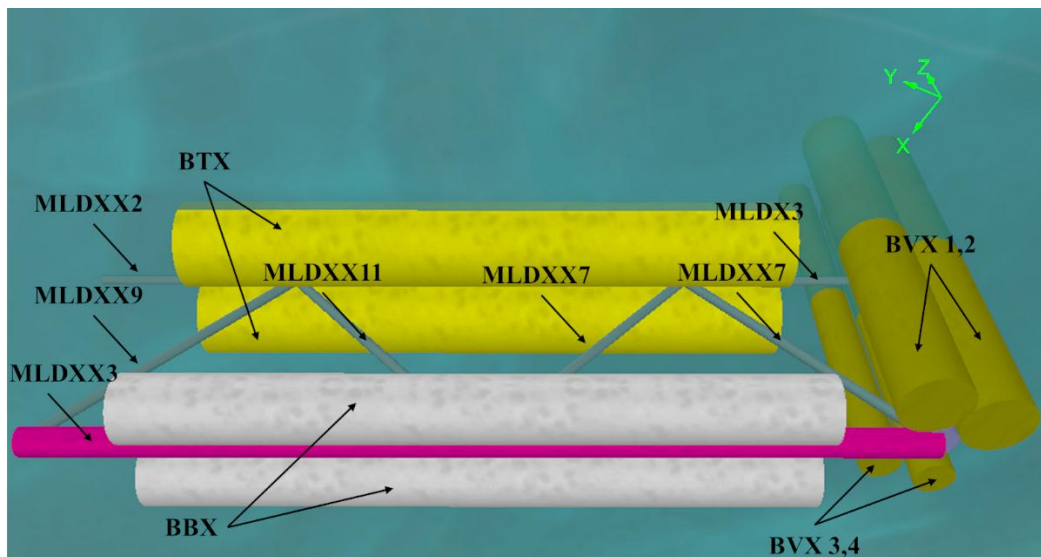
Gambar 4. 26 Hasil Pemodelan Struktur OFITS pada OrcaFlex

Dalam pemodelan ini, ditentukan pula *parametric coefficients* seperti koefisien *drag* (C_d) dan koefisien *added mass* (C_a) untuk semua bagian yang tercelup. Penentuan nilai koefisien *drag* (C_d) dan koefisien *added mass* (C_a) berbeda tiap bentuk bagian struktur (DNV RP H103, 2011). Nilai koefisien *drag*

(Cd) dan koefisien *added mass* (Ca) untuk semua bagian yang tercelup dapat terlihat pada Tabel 4.20 dan Gambar 4.27 berikut:

Tabel 4. 20 Nilai Cd dan Ca Bagian yang Tercelup

Nama Bagian	Ca	Cd
BBX	0.90	0.70
BTX	0.83	0.73
BVX 1,2	0.80	0.75
BVX 3,4	0.90	0.70
MLDXX2	0.98	0.47
MLDXX3	0.98	0.47
MLDXX5	0.98	0.47
MLDXX7	0.98	0.47
MLDXX9	0.98	0.47
MLDXX11	0.98	0.47
MLDX 3	0.91	0.68



Gambar 4. 27 Bagaian Struktur OFITS yang Tercelup (Tampak Bawah)

Pada Tabel 4.20 diatas hanya dituliskan ringkasan untuk bagian yang tercelup pada satu bagian. Karena, nilai koefisien parametrik di setiap bagian yang simetris nilainya sama, sehingga dapat diringkas seperti tabel diatas. Setelah melakukan pemodelan dari semua bagian struktur Ocean Farm ITS pada *software* OrcaFlex serta memasukkan semua pembebanan dan koefisien parametrik, maka didapatkan hasil perhitungan total beban. Total beban dari hasil hitungan dan total beban dari model pada Orcaflex kemudian dibandingkan untuk dapat diketahui nilai

perbedaan dari data dan model. Hasil perbandingan total beban pada permodelan ini ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Pada Tabel 4.21 dibawah dapat dilihat bahwa total massa struktur dan komponen-komponennya berdasarkan perhitungan adalah 32.28 ton sedangkan total massa dari hasil pemodelan numerik di *software* Orcaflex yaitu 32.29 ton. Sehingga didapatkan selisih massa sebesar 0.01 ton atau berkisar 0.04%. Nilai massa struktur dan segala komponennya berdasarkan perhitungan ini memiliki perbedaan dengan massa pada perhitungan stabilitas. Perbedaan tersebut karena adanya penambahan live load berupa live load dan ikan yang dibudidayakan.

Tabel 4. 21 Perbandingan Massa di Excel dan OrcaFlex

No	Bagian	Mass (ton) Excel	Mass (ton) Orca
1	Top Deck	6.12	6.15
2	Connector	0.35	0.35
3	Railing	1.54	1.54
4	Lower Deck	4.46	4.46
5	Boat Landing	0.50	0.50
6	Buoyancy Frame	3.94	3.91
7	Floater	5.35	5.36
8	Hotel Furniture	2.58	2.58
9	Net	0.83	0.83
10	Hotel Roof	0.42	0.42
11	Plate Joint	5.00	5.00
12	Live Load	1.20	1.20
Total		32.28	32.29
Selisih		0.01	

4.6 Validasi Sarat dengan Data Awal

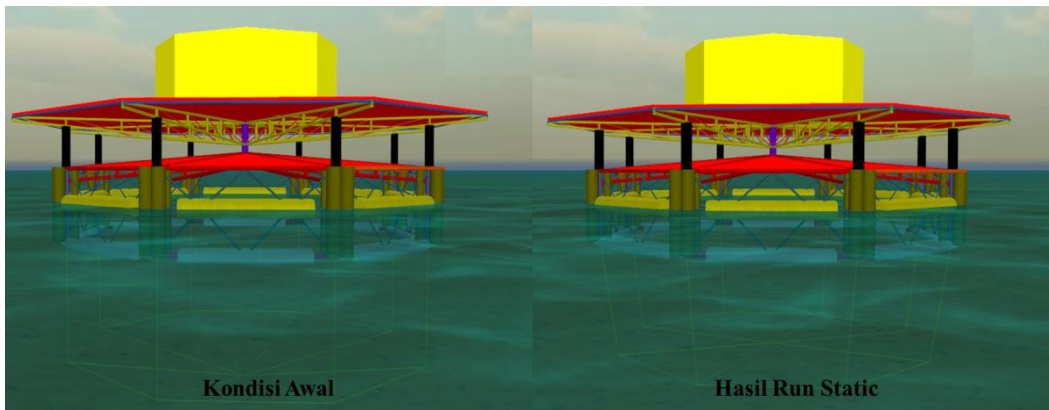
Setelah dilakukan pemodelan struktur Ocean Farm ITS pada *software* OrcaFlex, selanjutnya dilakukan simulasi statis. Simulasi statis merupakan suatu rekayasa kondisi dimana struktur Ocean Farm ITS yang telah selesai dimodelkan dibiarkan terapung di model lautan tanpa adanya pembebanan lingkungan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui stabilitas dari struktur itu sendiri. Dari simulasi statis ini dapat diketahui sarat suatu struktur yang ideal, sesuai dengan yang telah dimodelkan sebelumnya. Maka setelah dilakukan simulasi statis, didapatkan bahwa posisi struktur naik setinggi 0.017 m. Artinya, sarat air pada model struktur

mengalami penurunan sebesar 0.017 m tersebut, seperti terlihat pada Tabel 4.22 berikut:

Tabel 4. 22 Tabulasi Validasi Sarat

Kondisi	Posisi			Sarat (m)
	X (m)	Y (m)	Z (m)	
Awal	0.000	0.000	0.000	1.600
Run Static	0.001	0.001	0.017	1.583

Sehingga didapatkan sarat air pada model yang setimbang yaitu 1.583 m. Nilai ini memiliki selisih sebesar 1.09% dari nilai sarat air pada *general arrangement* yang ada yaitu 1.6 m. Perbedaan hasil sarat tersebut terjadi karena pada sarat 1.6 m sendiri telah memiliki cadangan *displacement* sebesar 0.61 ton (Subbab 4.4). Serta pada pemodelan jaring di Orcaflex, jaring dimodelkan tercelup sehingga memiliki daya angkat sendiri yang meringankan beban struktur dan menjadikan draft struktur turun. Hasil validasi sarat dapat dilihat seperti pada Gambar 4.28 berikut ini:



Gambar 4. 28 Posisi Model Struktur pada Kondisi Setimbang

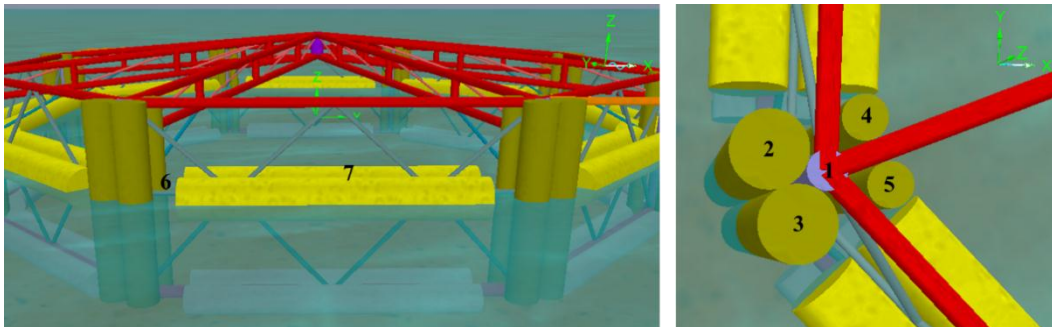
4.7 Perhitungan Kekakuan dan Periode Natural

Pada *software* yang digunakan untuk memodelkan struktur Ocean Farm ITS tidak dapat mengeluarkan *output* berupa periode natural struktur. Maka, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada tugas akhir ini, akan dihitung periode natural struktur secara manual untuk mengetahui prediksi periode dimana struktur akan berpotensi mengalami resonansi. Terdapat periode natural dari tiga jenis gerakan yang akan dihitung, yaitu: *heave*, *roll*, dan *pitch*. Akan tetapi terlebih dahulu dihitung nilai frekuensi natural untuk kemudian dikonversi menjadi periode natural. Untuk menghitung frekuensi natural *heave* struktur

diperlukan kekakuan dan total massa (massa struktur yang tercelup ditambah dengan massa tambah), sedangkan untuk frekuensi natural *roll/pitch* struktur yang dibutuhkan adalah kekakuan dan total inersia (inersia struktur yang tercelup ditambah dengan inersia massa tambah). Selanjutnya untuk menghitung kekakuan pada *heave* diperlukan perhitungan WPA, serta untuk menghitung kekakuan *roll* dan *pitch* diperlukan nilai tinggi metasenter (*GM*). Nilai tinggi metasenter (*GM*) telah dihitung pada perhitungan stabilitas sebelumnya dan didapatkan hasilnya adalah 89.05 m. Detai perhitungan komponen massa dan inersia terdapat pada Lampiran F dan Lampiran G. Berikut ini merupakan perhitungan kekakuan untuk gerakan *heave*, *roll*, dan *pitch*:

4.7.1 Perhitungan Kekakuan Heave

Dalam menghitung kekakuan pada mode gerakan *heave*, perlu diketahui bagian-bagian yang berpotongan dengan garis air untuk kemudian dihitung luasan bidang garis air. Gambaran bagian-bagian Ocean Farm ITS yang berpotongan dengan garis air dapat dilihat pada Gambar 4.29 berikut:



Gambar 4. 29 Gambar Konfigurasi Perhitungan Luas Bidang Garis Air

Berdasarkan Gambar 4.30 diatas, dapat disusun data-data yang diperlukan untuk menghitung kekakuan *heave* seperti pada Tabel 4.23 berikut:

Tabel 4. 23 Komponen Perhitungan Kekakuan Heave

Deskripsi	Nilai
<i>D pipe buoyancy frame</i> (1)	10 inch = 0.254 m
<i>D floater</i> kecil (4 dan 5)	0.288 m
<i>D floater</i> besar (2 dan 3)	0.498 m
ρ	1.025 ton/m ³
g	9.8 m/s ²

Perhitungan *water plane area* dapat menggunakan Persamaan 4.11 berikut:

$$\sum WPA = WPA_1 + WPA_2 + WPA_3 + WPA_4 + WPA_5 + WPA_6 + WPA_7 \dots \dots \dots (4.11)$$

$$\sum WPA = (\pi \times 0.127 \times 0.127) + (\pi \times 0.249 \times 0.249) + (\pi \times 0.249 \times 0.249) +$$

$$(\pi \times 0.144 \times 0.144) + (\pi \times 0.144 \times 0.144) +$$

(Luas WPA *Buoyancy Frame Tengah*) + (Luas WPA *Buoyancy Tengah*)

$\sum WPA = 6.74 \text{ m}^2$ untuk tiap bagian, karena ada delapan bagian maka dikalikan delapan, sehingga didapatkan nilai *water plane area* total adalah

$$\sum WPA \text{ 8 bagian} = 53.94 \text{ m}^2$$

Kekakuan *heave* untuk delapan bagian dihitung menggunakan Persamaan 4.12:

$$\sum k_{heave} = \rho \cdot g \cdot A_{wp} \dots \dots \dots (4.12)$$

$$\sum k_{heave} = 1.025 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 53.94 \text{ m}^2$$

$$\sum k_{heave} = 541.85 \text{ kN/m}$$

Sehingga, didapatkan nilai kekakuan pada mode gerakan *heave* dari Ocean Farm ITS ini adalah 541.85 kN/m.

4.7.2 Perhitungan Kekakuan *Roll* dan *Pitch*

Karena bentuk struktur Ocean Farm ITS simetris, maka nilai kekakuan gerakan *roll* dan *pitch* nilainya sama. Sehingga perhitungan kekakuan pada mode gerakan *roll* maupun *pitch* adalah seperti pada Persamaan 4.13 berikut:

$$k_{roll \text{ pitch}} = \Delta \times GM = (\rho \times v) \times GM \dots \dots \dots (4.13)$$

$$k_{roll \text{ pitch}} = \left(1.025 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times 32.08 \text{ m}^3\right) \times 89.05 \text{ m}$$

$$k_{roll \text{ pitch}} = 2,928.57 \text{ ton.m/rad atau } 28,700.01 \text{ kN.m/rad}$$

Setelah mendapatkan nilai kekakuan Ocean Farm ITS pada mode gerakan *heave*, *roll*, dan *pitch*, dapat dilanjutkan perhitungan frekuensi natural tiap mode gerakan tersebut. Tabulasi komponen-komponen yang diperlukan pada perhitungan frekuensi natural struktur dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut ini:

Tabel 4. 24 Tabulasi Komponen Perhitungan Frekuensi Natural

No	Nama Bagian	Total Massa (Ton)	Inersia Total Roll (kN.m2)	Inersia Total Pitch (kN.m2)
1	Massa Struktur	31.08	6352.24	6706.05
2	Massa Tambah	28.45	8193.33	8197.15
	Jumlah	59.53	14545.57	14903.20

Selanjutnya, berikut ini merupakan perhitungan frekuensi natural struktur Ocean Farm ITS untuk mode gerakan *heave*, *roll*, dan *pitch*:

4.7.3 Periode Natural *Heave*

Nilai frekuensi natural pada mode gerakan *heave* didapat dari Persamaan 4.14 berikut:

$$\omega_{n \text{ heave}} = \sqrt{\frac{K_{\text{Heave}}}{M_{\text{TerCelup}} + M_A}} \dots\dots\dots (4.14)$$

$$\omega_{n \text{ heave}} = \sqrt{\frac{541.85}{59.53 \times 9.81}} = \sqrt{\frac{541.85}{583.37}}$$

$$\omega_{n \text{ heave}} = 0.96 \text{ rad}$$

$$T_n = \frac{2\pi}{\omega_n}$$

$$T_{n \text{ heave}} = \frac{2\pi}{0.964}$$

$$T_{n \text{ heave}} = 6.52 \text{ s}$$

Jadi, didapatkan nilai frekuensi natural pada mode gerakan *heave* adalah 0.964 rad yang senilai dengan periode natural mode gerakan *heave* struktur yaitu 6.519 s.

4.5.1 Periode Natural *Roll*

Nilai frekuensi natural pada mode gerakan *roll* didapat dari Persamaan 4.15 berikut:

$$\omega_{n \text{ roll}} = \sqrt{\frac{K_{\text{Roll}}}{I_{\text{TerCelup}} + I_A}} \dots\dots\dots (4.15)$$

$$\omega_{n \text{ roll}} = \sqrt{\frac{28,700.01}{14,545.57}}$$

$$\omega_{n \text{ roll}} = 1.41 \text{ rad}$$

$$T_n = \frac{2\pi}{\omega_n}$$

$$T_{n \text{ roll}} = \frac{2\pi}{1.41}$$

$$T_{n \text{ roll}} = 4.47 \text{ s}$$

Jadi, didapatkan nilai frekuensi natural pada mode gerakan *roll* adalah 1.41 rad yang senilai dengan periode natural pada mode gerakan *roll* struktur yaitu 4.47 s.

4.5.2 Periode Natural *Pitch*

Nilai frekuensi natural pada mode gerakan *pitch* didapat dari Persamaan 4.16 berikut:

$$\omega_{n\ pitch} = \sqrt{\frac{K_{Pitch}}{I_{Tercelup} + I_A}} \dots\dots\dots (4.16)$$

$$\omega_{n\ pitch} = \sqrt{\frac{28,700.01}{14,903.20}}$$

$$\omega_{n\ pitch} = 1.39\ rad$$

$$T_n = \frac{2\pi}{\omega_n}$$

$$T_{n\ pitch} = \frac{2\pi}{1.39}$$

$$T_{n\ pitch} = 4.53\ s$$

Jadi, didapatkan nilai frekuensi natural pada mode gerakan *pitch* adalah 1.39 rad yang senilai dengan periode natural mode gerakan *pitch* struktur yaitu 4.53 s.

4.8 Penentuan Komponen Sistem *Mooring*

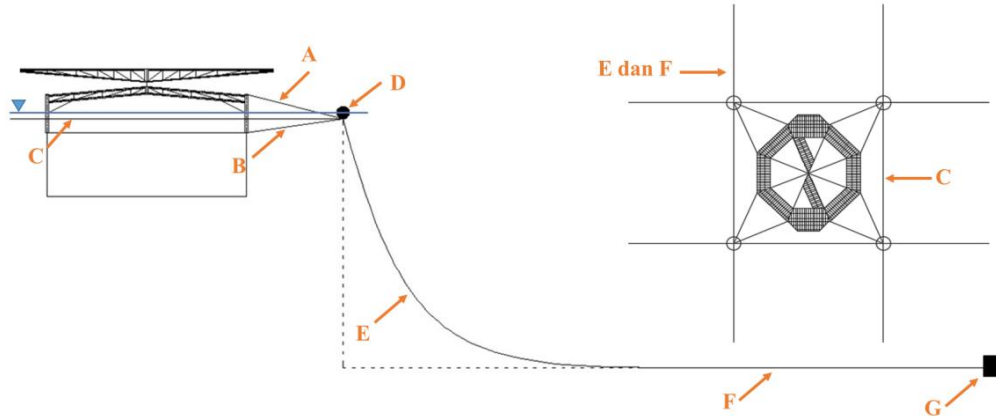
Penentuan sistem *mooring* untuk *offshore aquaculture* ini terdiri dari beberapa tahapan., mulai dari pemilihan *mooring grid*, perhitungan *environmental load*, penentuan variasi panjang dan properti *mooring line*, serta perhitungan kapasitas *buoy* dan juga *anchor*. Berikut ini tahapan penentuan komponen sistem *mooring* Ocean Farm ITS:

4.8.1 Pemilihan *Mooring Grid*

Model sistem *mooring* pada Ocean Farm ITS ini mengacu pada jurnal penelitian dan buku rujukan terkait *aquaculture* yang telah ada seperti yang telah disinggung di awal. Hal pertama yang perlu untuk ditentukan adalah *mooring grid*. *Mooring grid* untuk *offshore aquaculture* tunggal yang dapat menghasilkan *mooring tension* dan *offset* terkecil adalah tipe *rectangular array* (Mulyadi, et al., 2018).

Mooring grid tipe *rectangular array* yang dimodelkan juga mengacu pada referensi untuk *aquaculture* berbahan HDPE seperti pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.7 beserta keterangan ukuran tiap bagian sistem tambatnya pada Tabel 2.3

(Cardia, et al., 2015). Gambar 4.30 dan Tabel 4.25 berikut ini merupakan penggambaran *mooring grid* dan bagian-bagian sistem tambat yang digunakan untuk Ocean Farm ITS:



Gambar 4. 30 Layout *Mooring Grid* yang Digunakan

Tabel 4. 25 Bagian-Bagian *Mooring System*

No	Kode	Bagian
1	A	Grid Dalam Atas
2	B	Grid Dalam Bawah
3	C	Grid Luar
4	D	Buoy
5	E	Mooring Line 1
6	F	Mooring Line 2
7	G	Anchor

4.8.2 Perhitungan *Environmental Load*

Beban lingkungan merupakan faktor utama yang mempengaruhi pergerakan suatu struktur terapung. Tak hanya itu, beban lingkungan yang kemudian dikonversikan menjadi gaya lingkungan merupakan hal yang penting dalam menentukan panjang serta bentuk *catenary mooring*. Gaya lingkungan (F_{env}) terdiri atas gaya angin (F_{xw}), gaya arus (F_{xc}), dan gaya akibat gelombang laut (F_w). Berikut ini merupakan perhitungan gaya lingkungan pada struktur Ocean Farm ITS:

a. Gaya Angin

Gaya yang ditimbulkan akibat beban lingkungan berupa angin dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.16 menjadi:

$$F_{xw} = \frac{1}{2} \times C_{xw} \times \rho_w \times V_w^2 \times A_w$$

$$F_{xw} = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 0.0012 \times 8.61^2 \times 38$$

$$F_{xw} = 0.845 \text{ kN}$$

dengan,

F_{xw} : Gaya angin (kN)

C_{xw} : Koefisien bentuk

ρ_w : Massa jenis angin (ton/m³)

V_w : Kecepatan angina (m/s)

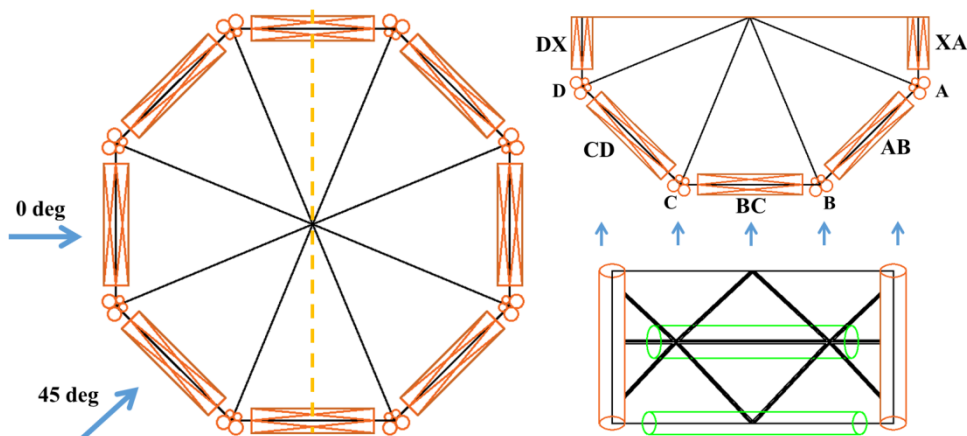
A_w : Luas penampang bagian yang terkena angin (m²)

(luas bidang datar hotel dan dua sisi railing)

Maka didapatkan nilai gaya angin adalah 0.845 kN dengan arah x(+).

b. Gaya Arus

Dalam menghitung gaya yang ditimbulkan akibat beban lingkungan berupa arus dan gelombang, terlebih dahulu struktur dibagi menjadi dua bagian dan dihitung nilai gayanya pada satu sisi, kemudian dilipatgandakan hasil hitungan tersebut. Gambar 4.31 berikut ini merupakan pembagian dua bagian struktur Ocean Farm ITS untuk menghitung gaya arus dan gelombang:



Gambar 4. 31 Potongan Struktur dalam Perhitungan Gaya Arus dan Gelombang

Selanjutnya, gaya arus ini dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.17 menjadi:

$$F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho \times V_c^2 \times A_c$$

dengan,

F_{xc} : Gaya arus (kN)

C_{xc} : Koefisien bentuk

V_c : Kecepatan arus (m/s)

A_c : Luas penampang bagian yang terkena arus (m²)

Karena perhitungan gaya akibat beban arus ini dihitung satu per satu pada bagian struktur yang tercelup, maka detail perhitungan dapat dilihat pada Lampiran H. Berikut ini merupakan hasil perhitungan gaya arus:

$$F_{xc} = 32.593 \text{ kN}$$

Maka didapatkan nilai gaya arus total yaitu adalah 32.593 kN dengan arah x(+).

c. Gaya Gelombang

Gaya yang ditimbulkan akibat beban lingkungan berupa gelombang laut terdiri atas gaya arah horizontal dan gaya arah vertikal. Pada penentuan *mooring* hanya digunakan gaya arah horizontal. Gaya arah horizontal akibat gelombang laut dapat dihitung dengan persamaan gaya Morisson seperti yang telah dijelaskan pada dasar teori sebelumnya, yang dapat disederhanakan seperti pada Persamaan 4.17 dan Persamaan 4.18 berikut ini:

$$F_{wh} = \rho V_x (1 + C_{mx}) \times \dot{u} \dots\dots\dots (4.17)$$

dengan,

$$V_x = \text{Vol bagian dengan luas penampang tegak lurus arah horizontal (m}^3\text{)}$$

C_{mx} = Koefisien massa tambah pada arah horizontal

$$\dot{u} = \omega^2 \zeta_0 \frac{\cosh(k_w(z+d))}{\sinh(k_w d)} \cos(\omega t - k_w x) \dots\dots\dots (4.18)$$

Sehingga didapatkan total nilai gaya arah horizontal akibat gelombang laut (F_{wh}) adalah 17.696 kN dengan arah x(+).

Karena gaya merupakan besaran vektor (memiliki arah), maka gaya angin, gaya arus, dan gaya akibat gelombang laut dijumlahkan menjadi *environmental force* (F_{env}) didapatkan nilai 51.13 kN. Detail perhitungan *environmental force* dapat dilihat pada Lampiran H.

4.8.3 Penentuan Properti *Mooring*

Dari perhitungan sebelumnya telah didapatkan total *environmental force*, nilai tersebut dikalikan dengan *safety factor* sehingga dapat menggambarkan nilai

MBL *mooring* yang diperlukan. *Safety factor* yang digunakan yaitu antara 2 sampai dengan 3 (OCIMF, 2010). Berikut ini perhitungan MBL *mooring line*:

$$MBL_{total} = F_e \times SF \dots\dots\dots (4.19)$$

$$MBL_{total} = 51.13 \times 3 = 153.40 \text{ kN}$$

Hasil MBL ini kemudian digunakan untuk mendapatkan spesifikasi tali yang sesuai. Karena dari satu arah pembebanan terdapat 2 tali yang mengakomodasi, maka nilai MBL_{total} tersebut dibagi dua menjadi $MBL_{tiap\ tali}$ yang nilainya 76.70 kN. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk mencari spesifikasi tali tambat yang sesuai dengan berbagai pertimbangan. Merujuk pada katalog Balmoral, maka didapatkan spesifikasi tali tambat seperti pada Tabel 4.26 berikut:

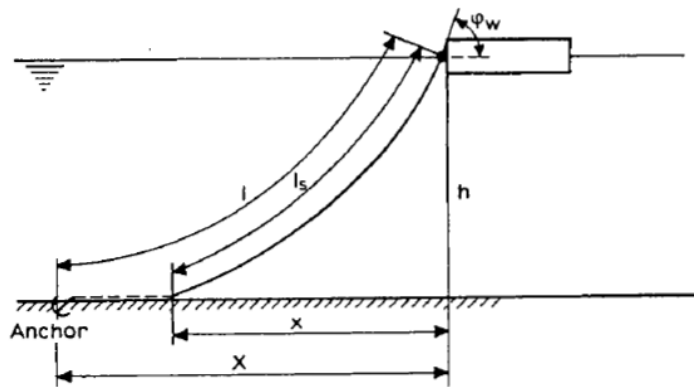
Tabel 4. 26 Spesifikasi *Mooring Line*

Mooring Line	Weight (kg/m)	MBL (kN)
C GR2 Stlink 42mm (ML2)	40.18	981
Nylon 20 mm (ML1)	0.26	81
Nylon 16mm (GRID DALAM)	0.13	40
Nylon 12mm (GRID LUAR)	0.09	29

4.8.4 Penentuan Variasi Panjang *Mooring Line*

Panjang tali tambat untuk suatu akuakultur ditentukan dengan nilai minimum 4-4.25 kali dari kedalaman dimana akuakultur tersebut akan diinstalasi (Cardia, et al., 2015). Maka dalam menentukan variasi panjang tali tambat untuk Ocean Farm ITS ditentukan panjang minimumnya yaitu 4.25 kali kedalaman, sehingga didapatkan nilai panjang tali tambat yaitu 85m. Nilai panjang minimum tali tambat ini mencakup panjang *mooring line 1 (nylon rope)* dan *mooring line 2 (chain)*. Hasil ini kemudian divariasikan menjadi 85m, 95m, dan 105m.

Setelah menentukan panjang tali tambat, kemudian ditentukan pula jarak horizontal (x) sebagai koordinat peletakan *anchor* nantinya. Untuk mendapatkan nilai tersebut, dapat mengacu pada Gambar 4.32 dan Persamaan 4.20 berikut: (Faltinsen, 1990)



Gambar 4. 32 Ilustrasi *Catenary Mooring* (Faltinsen, 1990)

$$X = l - h \left(1 + 2 \frac{T_H \cdot h}{w} \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{T_H}{w} \cdot \cosh^{-1} \left(1 + \frac{h \cdot w}{T_H} \right) \dots \dots \dots (4.20)$$

dengan,

l = Panjang minimum *mooring line* (m)

h = Kedalaman (m)

w = Berat tali per satuan panjang (kN/m)

T_H = Horizontal tension yang besarnya didapatkan dari perhitungan sebelumnya

$$T_H = \frac{F_{wh}}{2} = \frac{51.13}{2} = 25.6 \text{ kN}$$

$$X = 74.49 \text{ m} \approx 75 \text{ m}$$

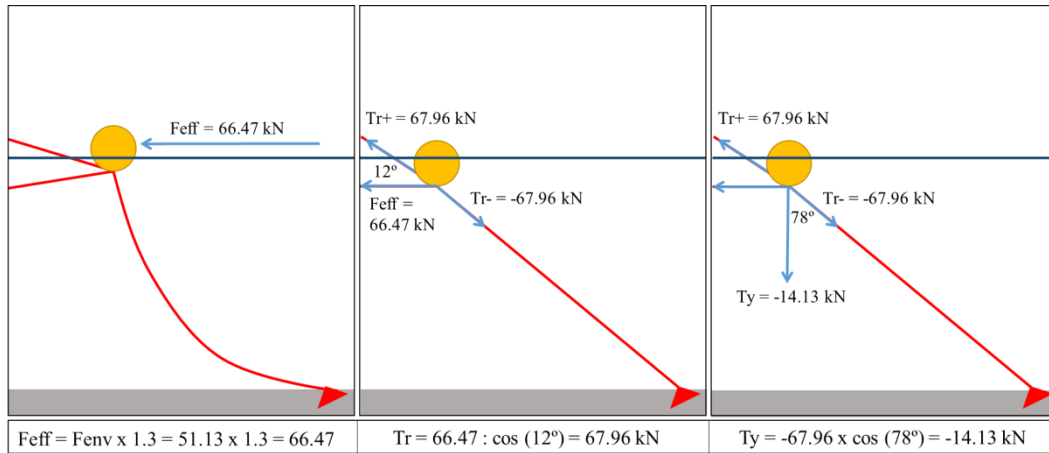
Variasi panjang *mooring line* dan jarak verikal pemasangan *anchor* dapat dilihat pada Tabel 4.27 berikut:

Tabel 4. 27 Variasi Panjang *Mooring Line*

VARIASI		
85 Meter	95 Meter	105 Meter
Nylon = 57.5 m	Nylon = 67.5 m	Nylon = 77.5 m
Chain = 27.5 m	Chain = 27.5 m	Chain = 27.5 m
X = 75 m	X = 85 m	X = 95 m

4.8.5 Perhitungan Kapasitas *Buoy*

Pada desain sistem tambat untuk Ocean Farm ITS, terdapat *buoy* yang berfungsi untuk mengakomodasi berat *mooring line*, sehingga *mooring line* tersebut tidak memberatkan struktur. Dalam penentuan kapasitas *buoy*, perlu dihitung gaya yang dapat menyebabkan suatu *buoy* tenggelam (T_y) seperti pada Gambar 4.33 berikut:



Gambar 4. 33 Ilustrasi Perhitungan Gaya pada Buoy

Setelah menghitung gaya (T_y) tersebut, kemudian menentukan ukuran *buoy* sehingga diperoleh kapasitas *buoy* yang sesuai dengan kebutuhan. Penentuan total beban *buoy*, ukuran, serta kapasistasnya dilakukan dengan beberapa kali iterasi. Sehingga didapatkan :

- a. Total beban *buoy* yaitu 19kN atau sama dengan 2 ton, dengan massa *buoy* itu sendiri seberat 0.41 ton, seperti pada Tabel 4.28 berikut:

Tabel 4. 28 Perhitungan Kapasitas *Buoy*

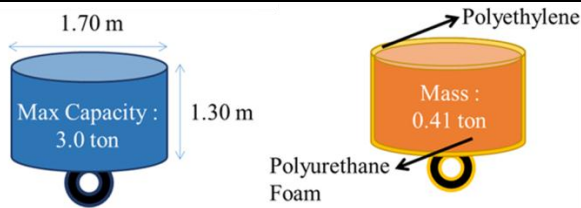
Komponen		Nilai	Satuan
Ty		14.13	(kN)
Weight	Buoy	4.02	(kN)
	Ring Plate	0.49	(kN)
	Line 1	0.17	(kN)
	Line 2	0.17	(kN)
	Grid Dalam Atas	0.03	(kN)
	Grid Dalam Bawah	0.03	(kN)
Grid Luar		0.02	(kN)
Total Beban Buoy		19	(kN)
		2	ton

- b. *Buoy* terdiri dari dua bahan yaitu, *Polyethylene* dibagian luar sebagai badan dari *buoy* dan *Polyurethane Foam* pada bagian dalam atau isi *buoy* tersebut. Dimana massa jenis *Polyethylene* adalah 0.94 Ton/m^3 dan massa jenis *Polyurethane Foam* adalah 0.05 Ton/m^3 .

Maka, diperoleh *buoy* dengan ukuran diameter 1.7 m dan tinggi 1.3m yang memiliki kapasitas maksimum mencapai 3 ton. Perhitungan ukuran *buoy* dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan bentuk *buoy* dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 4.34 berikut:

Tabel 4. 29 Perhitungan Ukuran *Buoy*

Perhitungan Ukuran Buoy			
Ukuran Buoy	R (Jari-jari)	0.85	m
	H (Tinggi)	1.3	m
	T (Sarat)	0.9	m
	Keliling	2.27	m ²
Massa Buoy	Polyethylene	0.28	ton
	Polyurethane Foam	0.13	ton
Total Massa Buoy		0.41	ton
Vol Disp		2.0	m ³
Disp		2.0	ton
Back up disp		1.0	ton
Total Volume		2.95	m ³
Max Capacity		3.0	ton



Gambar 4. 34 Bahan dan Ukuran *Mooring Buoy*

4.8.6 Perhitungan Kapasitas *Anchor* (I)

Perhitungan kapasitas anchor ini dihitung sebagai tambahan referensi terkait langkah-langkah yang diperlukan untuk menentukan ukuran *anchor* sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan ukuran dan kapasitas *anchor*: (Taylor, et al., 1984)

1. Menghitung nilai *maximum design horizontal load* (H_d). Nilai H_d didapatkan dari nilai *environmental force* yang dibagi dua karena beban akan diakomodasi oleh dua anchor:

$$H_d = \frac{F_{env}}{2} = \frac{51.13}{2} = 25.57kN$$

2. Menentukan nilai SF yang didapatkan dari Tabel 4.30 berikut untuk jenis *high efficiency anchors*:

Tabel 4. 30 *Safety Factor* Tiap Jenis *Anchor*

Mooring Type	Item	Factor of Safety
For Navy fleet moorings:	Stockless anchors	1.5
	High efficiency ^a anchors	2.0
	Chain in mooring line	3.0
For other than Navy fleet moorings:	All anchors	2.0
	Chain in mooring line	3.0

3. Menentukan nilai *ultimate horizontal holding capacity* (H_u)

$$H_u = SF \times Hd = 2 \times 25.57 = 51.13kN$$
4. Menentukan jenis tanah sesuai lokasi instalasi Ocean Farm ITS, yaitu *Clay*.
5. Menentukan jenis *anchor* yang akan digunakan yaitu *Flipper Delta* dengan nilai efisiensi (e) adalah 9, seperti terlihat pada Tabel 4.31 dan Tabel 4.32 berikut: (Taylor, et al., 1984)

Tabel 4. 31 Jenis dan Kualitas *Anchor* Sesuai Tipe Tanah

Seafloor Consistency	Performance		
	Excellent	Good	Satisfactory
Soft (mud, clay)	Stevmud Stato Boss Hook Stevfix ^a Bruce Twin Shank	Stevdig ^a Stevin ^a Flipper Delta Danforth ^a G.S. ^a LWT ^a Moorfast Offdrill II	Bruce Cast Stockless ^a Two-Fluke Balanced ^a
Hard (sand, hard clay)	Stevdig Stevfix Bruce Twin Shank Stato Boss Bruce Cast	Danforth G.S. LWT Moorfast Offdrill II Hook Two-Fluke Balanced	Stockless

Tabel 4. 32 Nilai Efisiensi Tiap Jenis *Anchor* pada Tiap Tipe Tanah

Anchor Type	Efficiency	
	Cohesionless (Sand)	Soft Cohesive Mud
Stockless		
48-deg fluke angle		
with movable flukes	4	2.2
with fixed flukes	4	4.3
35-deg fluke angle		
with movable flukes	6	-
with fixed flukes	6	-
Two-Fluke Balanced		
with ball guide	7	2.2
Danforth	11	8
G.S.	11	8
LWT	11	8 ^a
Stato	23	20
Moorfast	9 ^b	8
Offdrill II	9 ^b	8
Stevin	-	11 ^a
Stevfix	26	17 ^a
Flipper Delta	-	9
Stevdig	26	11 ^a
Stevmud	-	22
Boss	23	20
Hook	7	17
Bruce Cast	23	3
Bruce Twin Shank	24	14

6. Menentukan nilai *holding capacity* (T_m) dan *weight in air* (W_a) *anchor* dengan menggunakan Persamaan 4.21 berikut:

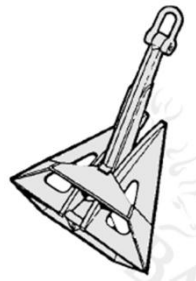
$$T_m = e \times W_a \dots\dots\dots (4.21)$$

Nilai T_m tersebut dianggap sama dengan nilai *ultimate horizontal holding capacity* (H_u) yaitu 51.13kN. Maka dengan menggunakan *anchor* jenis *Flipper Delta* yang memiliki nilai efisiensi 9, didapatkan nilai *weight in air* (W_a) *anchor* yaitu:

$$W_a = \frac{T_m}{e} = \frac{51.13}{9} = 5.68 \text{ kN}$$

$$W_a = 0.6 \text{ Ton}$$

FLIPPER DELTA



Gambar 4. 35 *Anchor* Jenis Flipper Delta

Maka diperoleh *anchor* yang sesuai untuk jenis tanah *clay* pada lokasi instalasi Ocean Farm ITS yaitu *anchor* jenis *Flipper Delta* (Gambar 4.35) dengan nilai *weight in air* (W_a) sebesar 0.6 ton dan *holding capacity* (T_m) sebesar 51.13 kN.

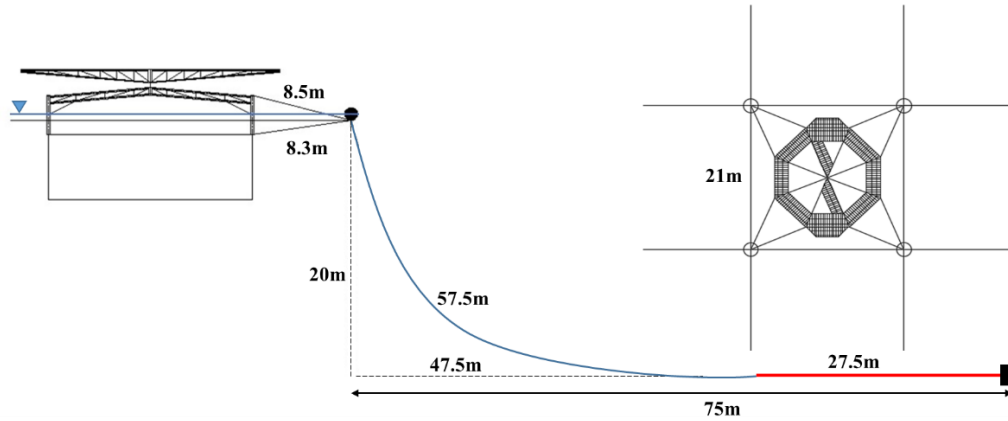
4.9 Pemodelan Sistem Mooring OFITS

Seperti pada pemodelan struktur Ocean Farm ITS yang telah dilakukan sebelumnya, pemodelan untuk sistem *mooring* Ocean Farm ITS juga dilakukan dengan memodelkannya secara 2D pada *software* AutoCad terlebih dahulu untuk kemudian dimodelkan pada *software* OrcaFlex. Berikut ini merupakan tahapan pemodelan sistem *mooring* Ocean Farm ITS:

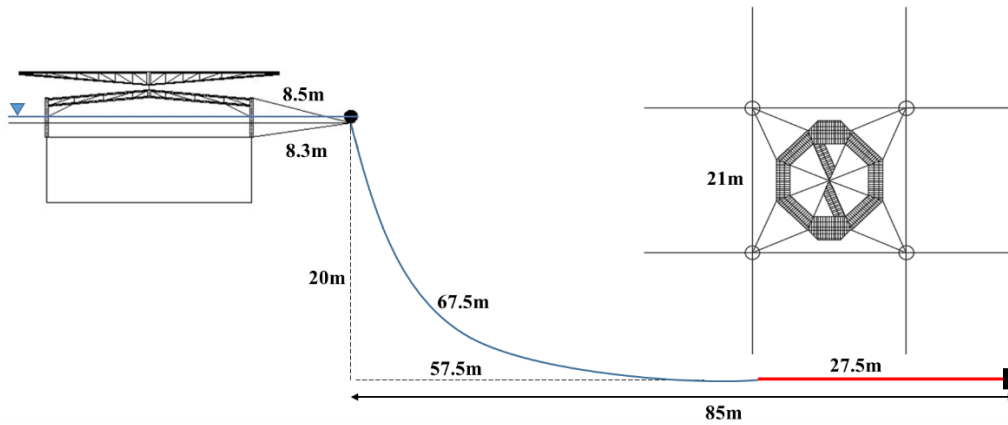
4.9.1 Pemodelan Sistem Mooring di AutoCad

Sebelum melakukan pemodelan *mooring* di OrcaFlex, terlebih dahulu dilakukan pemodelan di AutoCad dengan tujuan mendapatkan koordinat untuk menautan *mooring* pada struktur dan peletakan *anchor* pada *seabed*. Apabila telah didapatkan koordinat-koordinatnya, maka akan lebih mudah untuk melakukan

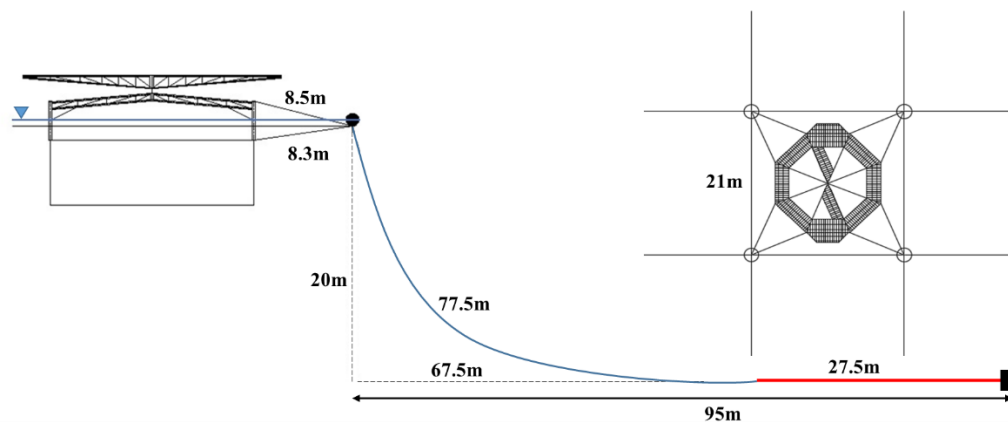
pemodelan *mooring* pada *software* OrcaFlex nantinya. Terlihat pada Gambar 4.36 hingga Gambar 4.38 berikut ini merupakan hasil pemodelan konfigurasi dari sistem *mooring* untuk setiap variasi pada *software* AutoCad:



Gambar 4. 36 Konfigurasi Sistem *Mooring* Variasi 85 m (AutoCad)



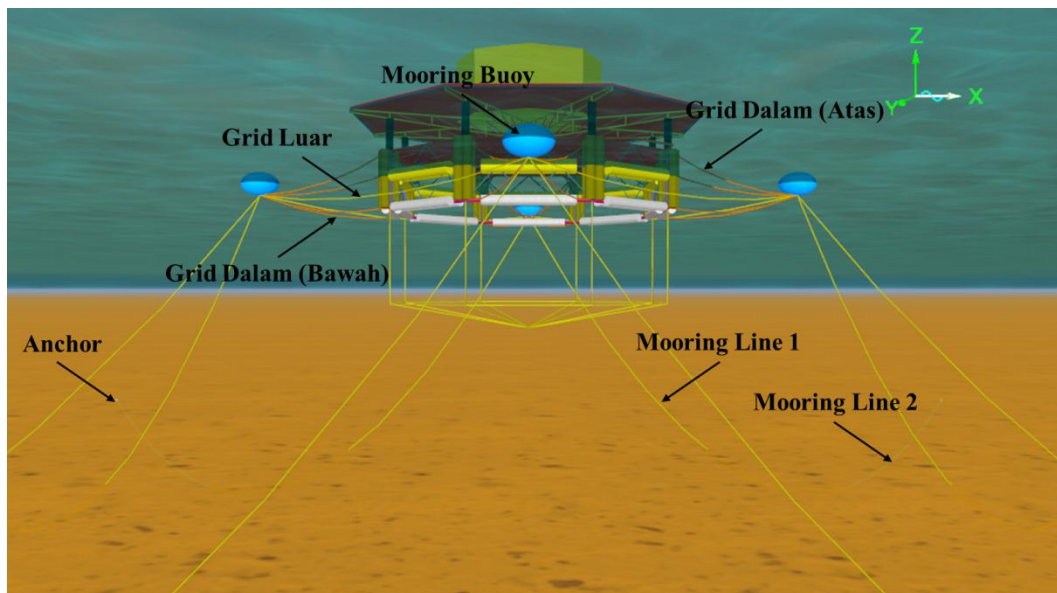
Gambar 4. 37 Konfigurasi Sistem *Mooring* Variasi 95 m (AutoCad)



Gambar 4. 38 Konfigurasi Sistem *Mooring* Variasi 105 m (AutoCad)

4.9.2 Pemodelan Sistem *Mooring* di OrcaFlex

Setelah melakukan penghitungan panjang *mooring line* dan peletakan *anchor*, pemilihan spesifikasi material, serta memodelkannya di AutoCad. Tahap selanjutnya yaitu pemodelan di OrcaFlex. Dalam pemodelan *mooring* di OrcaFlex ini, terdapat beberapa bagian yang pemodelan bentuknya tidak dapat sama seperti aslinya. Contohnya pada pemodelan *mooring buoy*. Bagian *mooring buoy* dimodelkan dengan 3D *Buoy Shape* dengan menyesuaikan berat dan volume sesuai hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan untuk semua bagian yang berupa *line*, disesuaikan diameter dan bahannya, dengan mengacu pada perhitungan dan katalog Balmoral yang digunakan. Gambar 4.39 berikut ini merupakan hasil pemodelan sistem *mooring* di OrcaFlex:

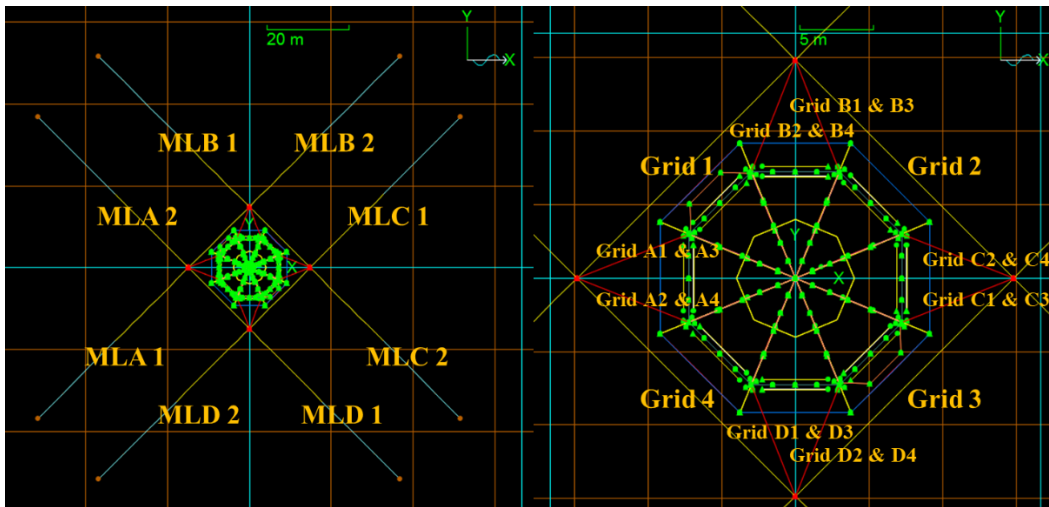


Gambar 4. 39 Pemodelan Sistem *Mooring* di OrcaFlex

Pada hasil pemodelan *mooring* di OrcaFlex tersebut (Gambar 4.39), sebagian dari *mooring line 2* tidak terlihat. Hal ini terjadi karena pada *software* OrcaFlex, sisa *mooring line* yang menggantung akan seolah-olah berada di bawah *seabed*. Selanjutnya, pada pemodelan ini, panjang *mooring line 1* dan peletakan *anchor* divariasikan sesuai perhitungan yang sebelumnya telah dilakukan, yaitu: 85 m, 95 m, dan 105 m.

Untuk memudahkan pemodelan dan pengamatan simulasi, bagian-bagian *mooring* diberi kode/nama tersendiri sesuai dengan keterangan yang dimiliki.

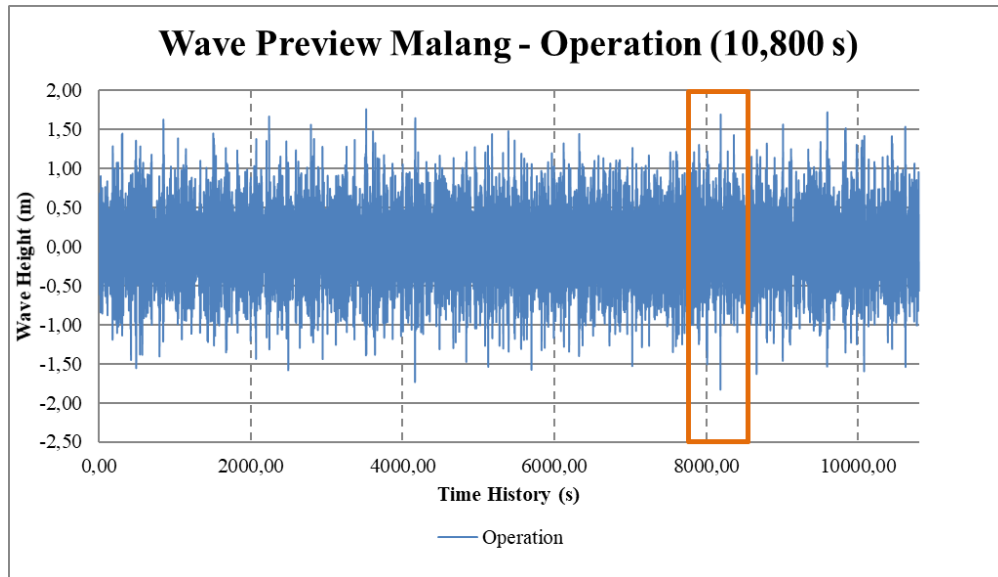
Detail dari bagian-bagian *mooring* dan penamaannya dapat dilihat pada Gambar 3.40 berikut ini:



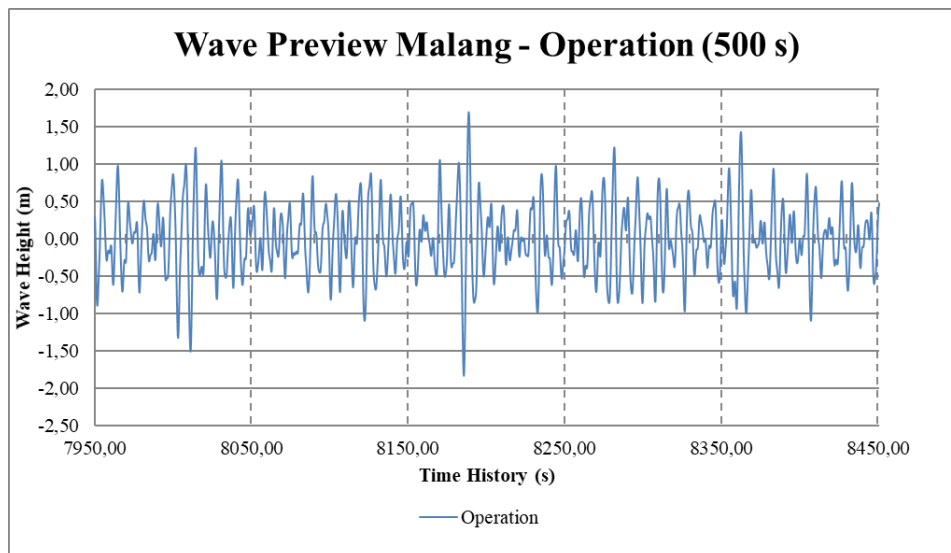
Gambar 4. 40 Detail Bagian Sistem *Mooring* pada OrcaFlex

4.10 Simulasi Dinamis Ocean Farm ITS

Simulasi dinamis merupakan suatu rekayasa kondisi dimana struktur dan *mooring system* Ocean Farm ITS yang telah dimodelkan diberi beban lingkungan sesuai dengan analisis yang dibutuhkan dalam waktu tertentu. Simulasi dari suatu pemodelan idealnya dilakukan selama 10,800 detik atau setara dengan 3 jam (DNV GL OS 301, 2015). Akan tetapi untuk mempersingkat durasi simulasi, pada *software* Orcaflex dapat dilakukan *cut off* waktu dengan tetap memperhatikan *wave preview* dari data gelombang yang terbentuk. Pada simulasi dinamis di OrcaFlex ini, digunakan data lingkungan untuk daerah Malang Selatan sesuai perhitungan yang telah dilakukan pada Sub Bab 4.1.1. Selanjutnya didapatkan skema tinggi gelombang pada kondisi operasi (1 tahunan) dan badai (100 tahunan) selama 3 jam dan 500 detik seperti pada Gambar 4.41 dan Gambar 4.42 berikut:

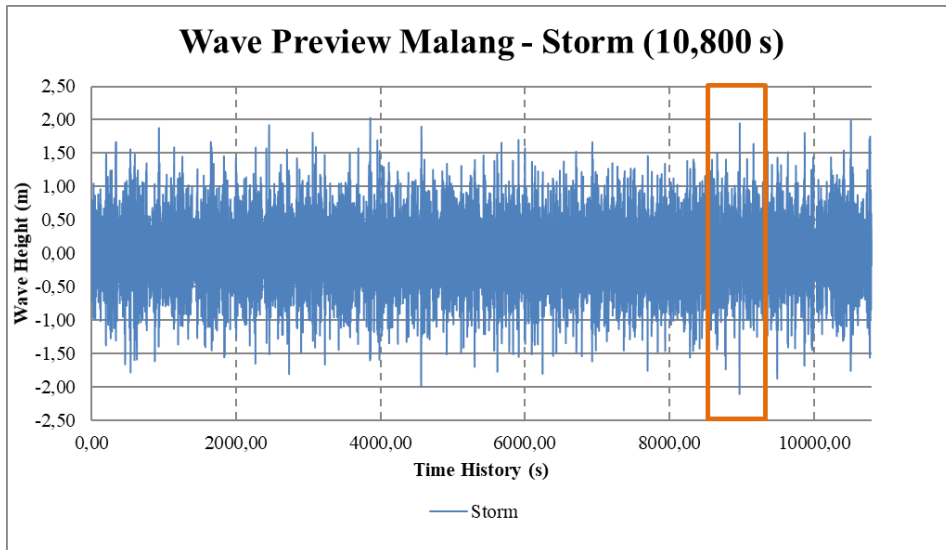


Gambar 4. 41 Skema Gelombang Kondisi Operasi selama 3 Jam

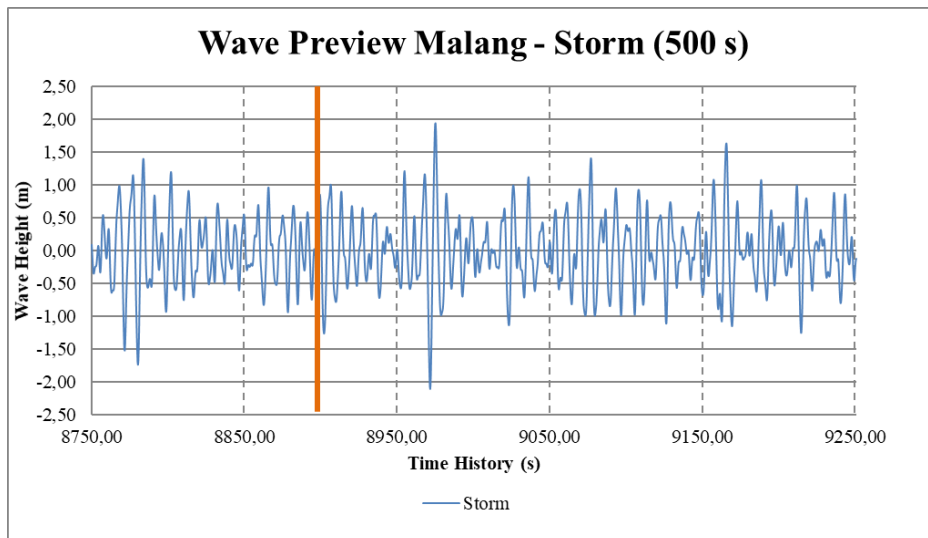


Gambar 4. 42 Skema Gelombang Kondisi Operasi selama 500 detik

Pada Gambar 4.41 terlihat bahwa tinggi gelombang tertinggi terjadi sekitar detik ke-8200an. Maka dilakukan *cut off* dengan mengambil 500 detik pada daerah kritis tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 4.42, dilakukan *cut off* dari detik ke-7950 hingga pada detik ke-8450. Data gelombang pada Gambar 4.42 inilah yang digunakan pada simulasi sistem *mooring* untuk kondisi operasi. Akan tetapi pada hasil simulasi, akan diperoleh hasil selama total 600 detik. 100 detik pertama merupakan *stage 0* dimana terjadi pembangkitan gelombang. Baru setelahnya disebut *stage 1* yang merupakan simulasi sesuai dengan skema gelombang pada Gambar 4.41 diatas.



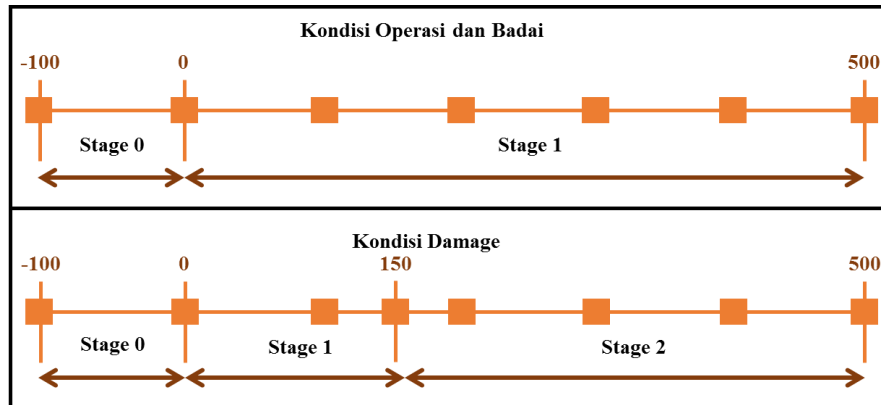
Gambar 4. 43 Skema Gelombang Kondisi Badai selama 3 Jam



Gambar 4. 44 Skema Gelombang Kondisi Badai selama 500 detik

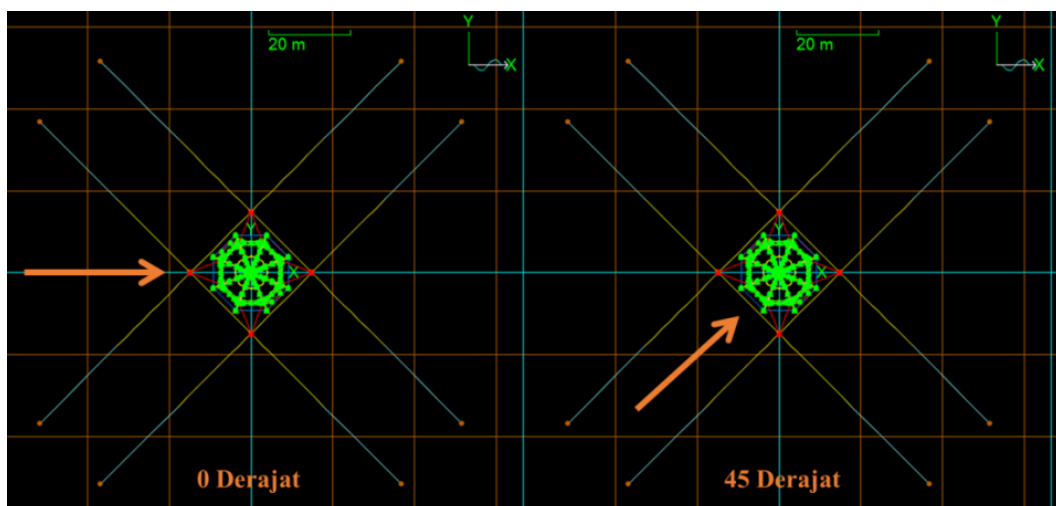
Selanjutnya untuk kondisi badai, pada Gambar 4.43 terlihat bahwa tinggi gelombang tertinggi terjadi sekitar detik ke-9000an. Maka dilakukan *cut off* dengan mengambil 500 detik pada daerah kritis tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 4.44, dilakukan *cut off* dari detik ke-8750 hingga pada detik ke-9250. Data gelombang pada Gambar 4.44 inilah yang digunakan pada simulasi sistem *mooring* untuk kondisi badai dan *damage*. Untuk kondisi *damage*, dilakukan pemutusan *mooring line* pada detik ke-8900 seperti terlihat pada Gambar 4.44 yang ditandai dengan garis berwarna oranye. Pada kondisi *damage* terdapat satu lagi *stage* yaitu *stage 2* yang merupakan kondisi dimana salah satu tali *mooring*

diputus atau dapat diartikan sistem *mooring* tidak dalam kondisi utuh. Untuk dapat mempermudah dalam memahami pembagian *stages*, Gambar 4.45 berikut ini skema penggambaran *stages* pada tiap kondisi simulasi:



Gambar 4. 45 Pembagian *Stage* pada Simulasi Dinamis

Selain variasi pembebanan kondisi operasi, badai, dan *damage*, pembebanan dilakukan dengan dua variasi sudut datang yaitu, 0° dan 45° . Kedua sudut ini dipilih karena melihat bentuk struktur yang simetris sehingga kedua sudut ini diharapkan sudah dapat mewakili pembebanan tiap arah pada struktur Ocean Farm ITS. Serta menguji pembebanan pada konfigurasi *mooring* baik *in line* (0°) maupun *between line* (45°). Arah pembebanan dapat dilihat pada Gambar 4.46 berikut:



Gambar 4. 46 Arah Pembebanan Struktur pada Sudut 0° dan 45°

Terdapat 5 kali iterasi simulasi dinamis yang dilakukan secara berturut pada penelitian ini. Hal ini dilakukan karena terjadi perbaikan pada tiap-tiap iterasi yang dilakukan.

Pada iterasi pertama, terdapat perbaikan model jaring dan penambahan tali pada *grid* dalam bagian bawah yang kemudian sangat mempengaruhi respon gerakan struktur.

Selanjutnya pada iterasi kedua, digunakan *mooring line* jenis *wire rope* dengan mengacu pada referensi yang telah dijelaskan pada Sub Bab 2.2.6. Model ini memberikan respon cukup besar pada kondisi operasi dibandingkan kondisi badai maupun *damage*. Hal ini kemudian dicurigai bahwa struktur mengalami resonansi.

Selain itu, material jenis *wire rope* sendiri cukup sulit dalam instalasinya, karena sifat material yang berat dan kaku. Bila mengacu pada Sub Bab 2.2.5.1, berat *mooring line* sangat berperan dalam menjaga pergerakan struktur. Namun, dengan merujuk pada fungsi struktur Ocean Farm ITS yang tidak membatasi nilai *offset* resultan, serta tidak terdapat *conductor* seperti pada FSO (*Floating Storage and Offloading*) dan FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*), maka dipilihlah material yang lebih mudah untuk diinstalasi. Material *mooring line* tersebut yaitu *polyester* dan *nylon* yang cenderung lebih ringan dan tidak kaku. Terlebih material yang ringan diharapkan tidak memberatkan struktur itu sendiri.

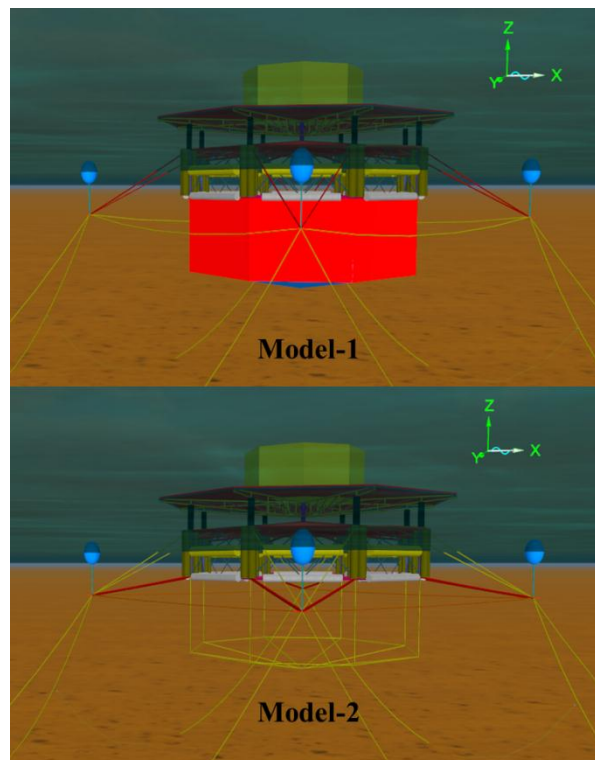
Pada iterasi ketiga, properti *mooring line* diganti menggunakan *nylon* dan didapatkan hasil *tension* yang lebih rendah dari sebelumnya. Kemudian, dilakukan pemodelan *mooring* sesuai dengan perhitungan pada Sub Bab 4.8.3. Akan tetapi saat dilakukan simulasi statis hingga iterasi ke-2000, model tersebut tidak konvergen. Sehingga diameter *mooring line* diperbesar.

Pada iterasi keempat, dilakukan pemodelan *mooring line* dengan bahan *polyester* yang diameternya lebih besar dari hasil perhitungan pada Sub Bab 4.8.3 serta digunakan variasi ukuran buoy juga. Akan tetapi, hasil *tension* dari iterasi keempat tidak memenuhi *safety factor*.

Maka pada iterasi kelima, dilakukan pemodelan *mooring line* dengan bahan *nylon* berdiameter lebih besar dari hasil perhitungan Sub Bab 4.8.3. Hasil *tension* yang didapatkan semakin kecil dan sebagian besar memenuhi *safety factor*.

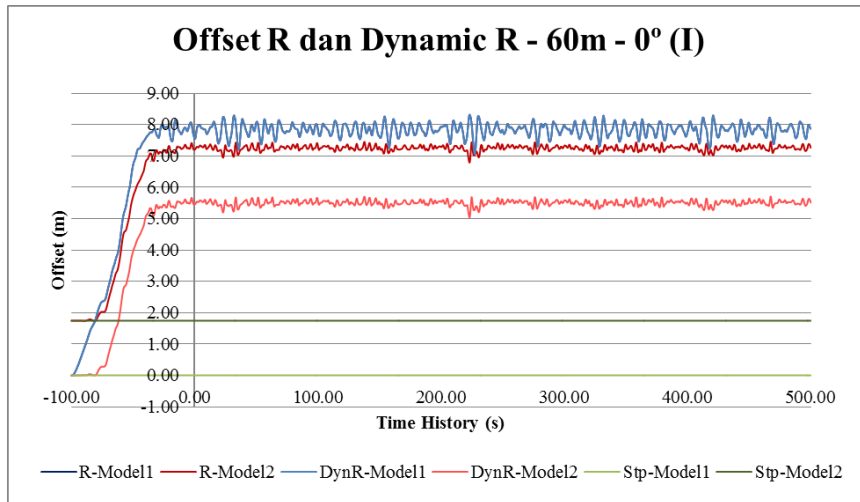
4.10.1 Hasil Iterasi-I Ocean Farm ITS

Pada Iterasi-I ini, dilakukan simulasi dinamis model Ocean Farm ITS dengan variasi model jaring dan penambahan tali *grid* dalam bagian bawah pada konfigurasi sistem tambatnya. Pada Model-1 dimodelkan jaring menggunakan 6D *buoy* yang bentuknya disesuaikan dengan bentuk bentangan jaring serta di-*input*-kan massa, ukuran jaring, nilai koefisien *drag* (C_d), dan koefisien added mass (C_a) jaring yang ditentukan dari jenis jaring yang digunakan (Balash, 2007). Maka didapatkan nilai C_d adalah 1.3 dan C_a adalah 0.2. Serta konfigurasi *mooring* pada Model-I ini belum ditambahkan bagian *grid* dalam bawah. Sedangkan, untuk Model-2 dimodelkan dengan jaring yang terdiri atas tali *Nylon* yang diberi pemberat berupa 3D *buoy* dimana nilai massanya disesuaikan dengan massa jaring dan *sinker*. Serta pada Model-2 ini telah ditambahkan tali untuk bagian *grid* dalam bagian bawah. Jaring dan konfigurasi *mooring* pada Model-1 dan Model-2 tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.47 berikut:

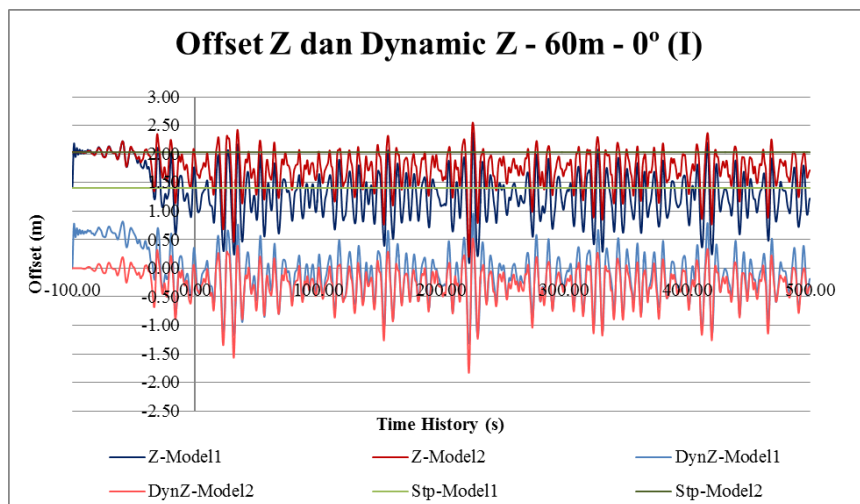


Gambar 4. 47 Model Jaring dan Konfigurasi *Mooring* pada Iterasi-I

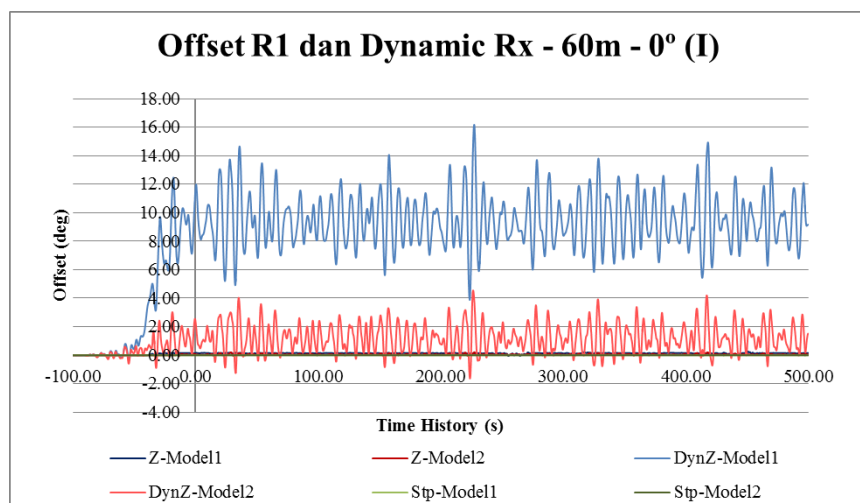
Setelah dilakukan simulasi sesuai dengan parameter kondisi yang ditentukan sebelumnya, maka didapatkan hasil respon dan *tension* secara *time history* seperti pada Gambar 4.487 hingga Gambar 4.53 berikut:



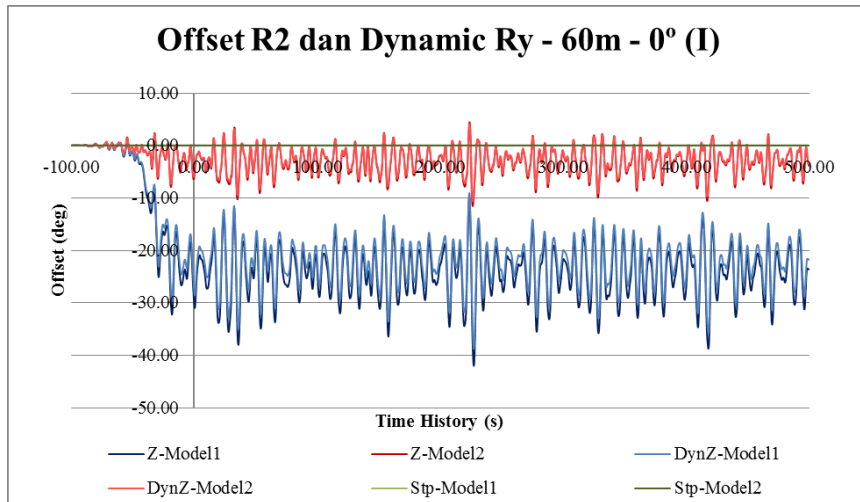
Gambar 4. 48 Grafik Nilai *Offset* Resultan (Iterasi-I)



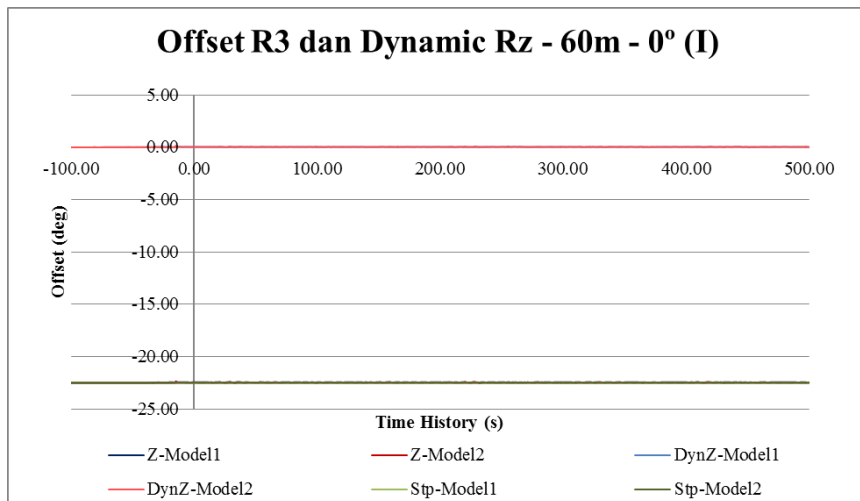
Gambar 4. 49 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z (Iterasi -I)



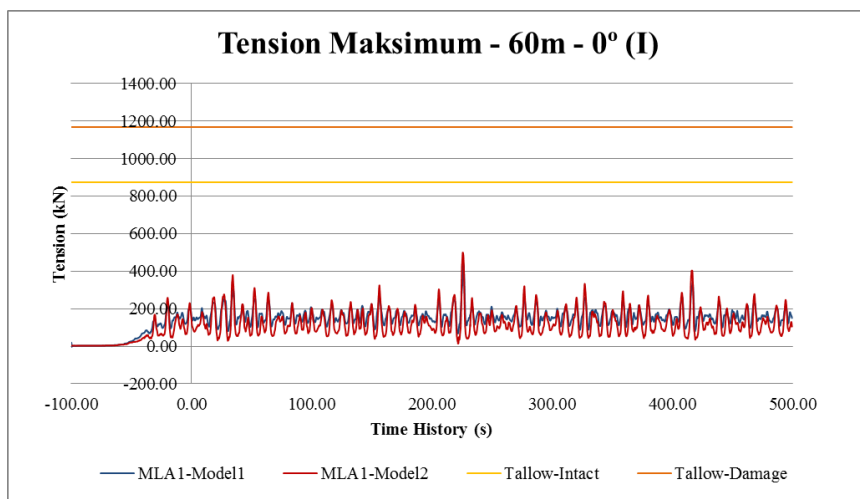
Gambar 4. 50 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X (Iterasi -I)



Gambar 4. 51 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y (Iterasi -I)



Gambar 4. 52 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z (Iterasi -I)



Gambar 4. 53 Grafik Nilai *Tension* Maksimum (Iterasi -I)

4.10.2 Hasil Iterasi-II Ocean Farm ITS

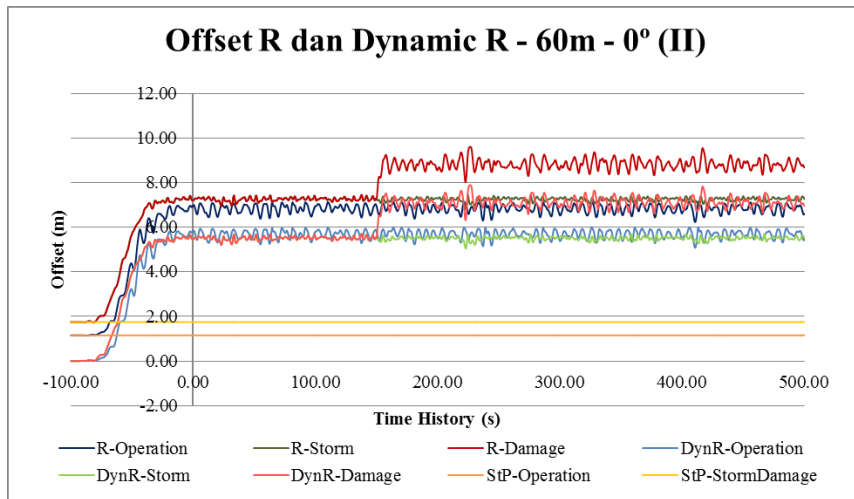
Terdapat perbedaan variasi panjang *mooring line* pada Iterasi I dan II dari Iterasi III, IV, dan V. Dimana variasi panjang *mooring line* pada Iterasi I dan II yaitu 60m, 70m, dan 80m. Tak hanya variasi panjang yang berbeda, namun properti *mooring line* juga berbeda. Properti *mooring line* yang digunakan seperti pada Tabel 4.33 berikut ini:

Tabel 4. 33 Properti *Mooring* pada Iterasi I dan II

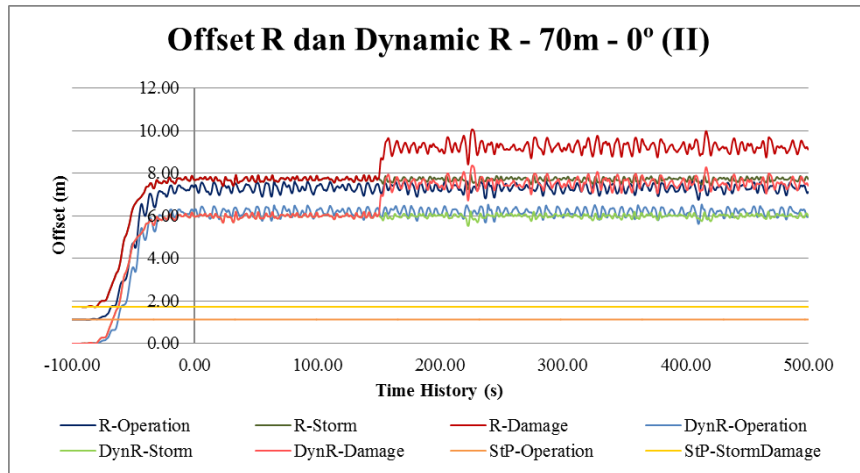
Mooring Line	Weight (kg/m)	MBL (kN)	Tmax intact = MBL / SF	Tmax damage = MBL / SF (kN)
C-GR2 Stdlnk 50mm (ML2)	55.00	1370	820	1096
Wire Rope 48mm (ML1)	9.2	1459	874	1167
Wire Rope 20mm (GRID LUAR)	1.60	253	152	203
C-GR2 Stdlnk 16mm (Buoy Chain)	5.60	150	90	120
Polyester 38mm (GRID DLM ATAS)	1.20	246	147	197
C-GR2 Stdlnk 45mm (GRID DLM BWH)	44.00	1121	671	897

Berbagai variasi tersebut memberikan hasil simulasi secara *time history* seperti dibawah ini:

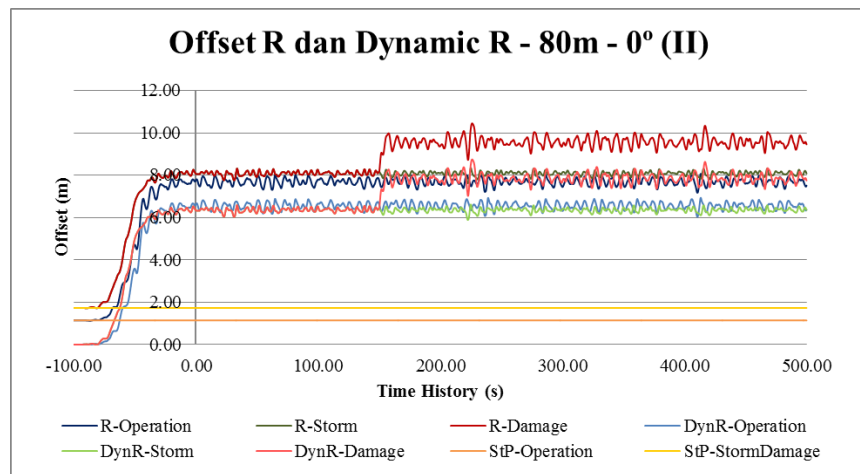
4.10.2.1 Hasil Iterasi-II Pembebanan 0°



Gambar 4. 54 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 60m-0° (Iterasi-II)

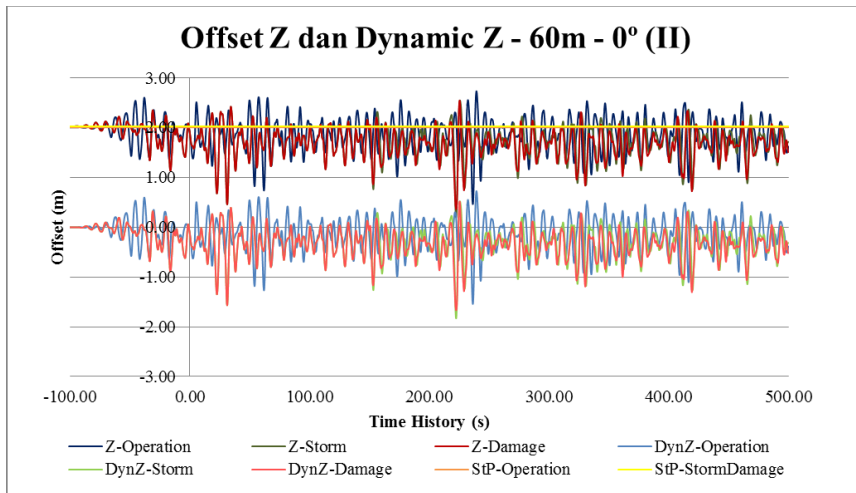


Gambar 4. 55 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 70m-0° (Iterasi -II)

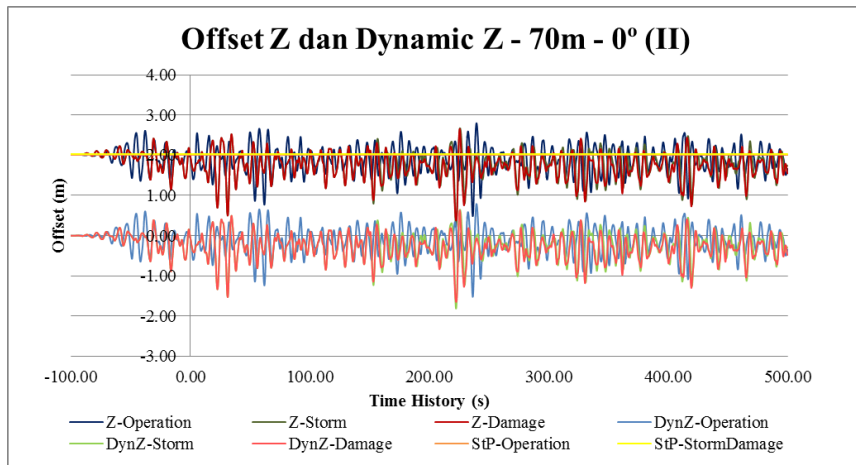


Gambar 4. 56 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 80m-0° (Iterasi -II)

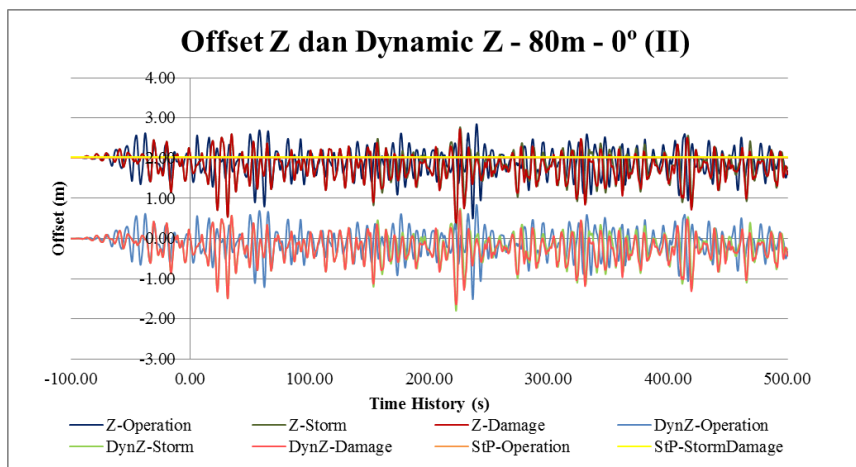
Dari Gambar 4.54 hingga Gambar 4.56 terlihat pergerakan nilai *offset* translasi resultan dari sumbu X dan sumbu Y. Nilai *offset* translasi resultan didefinisikan sebagai nilai akar dari penjumlahan kuadrat nilai *offset* translasi pada sumbu x dan sumbu y. Garis warna biru tua, hijau tua, dan merah tua merupakan resultan yang diukur dengan titik acuan sumbu global (0,0,0). Sedangkan garis warna biru muda, hijau muda, dan merah muda merupakan resultan yang diukur dengan titik acuan pada saat kondisi statis struktur. Posisi statis ditunjukkan dengan garis warna oranye dan garis warna kuning. Sehingga didapatkan bahwa posisi / nilai *offset* translasi resultan yang diukur pada acuan sumbu global nilainya mendekati penjumlahan nilai dari posisi statik struktur dengan nilai *offset* resultan yang diukur dari acuan posisi statiknya. Begitu pula dengan hasil berikutnya dibawah ini:



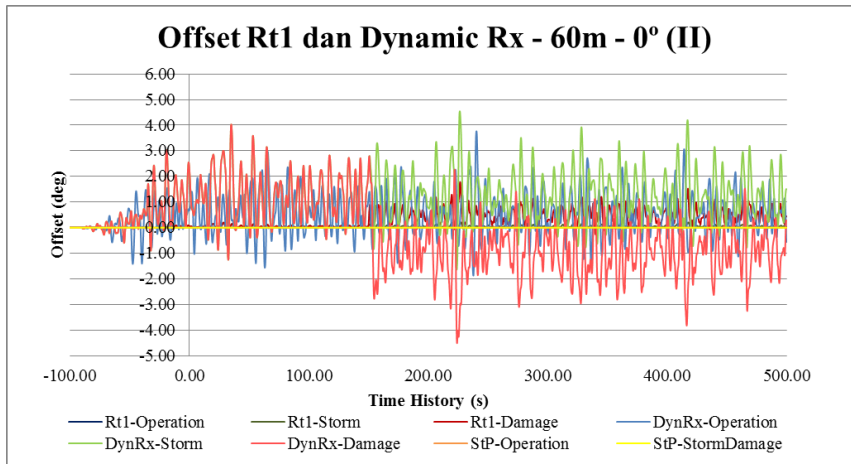
Gambar 4. 57 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 60m-0° (Iterasi-II)



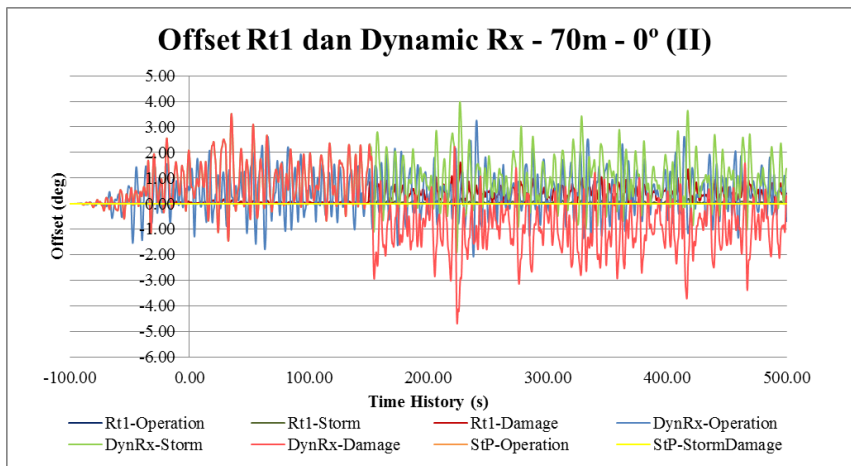
Gambar 4. 58 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 70m-0° (Iterasi-II)



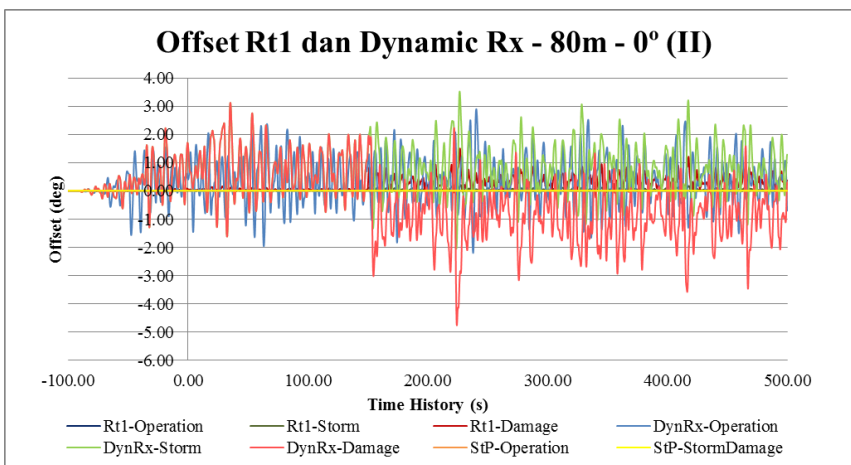
Gambar 4. 59 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 80m-0° (Iterasi-II)



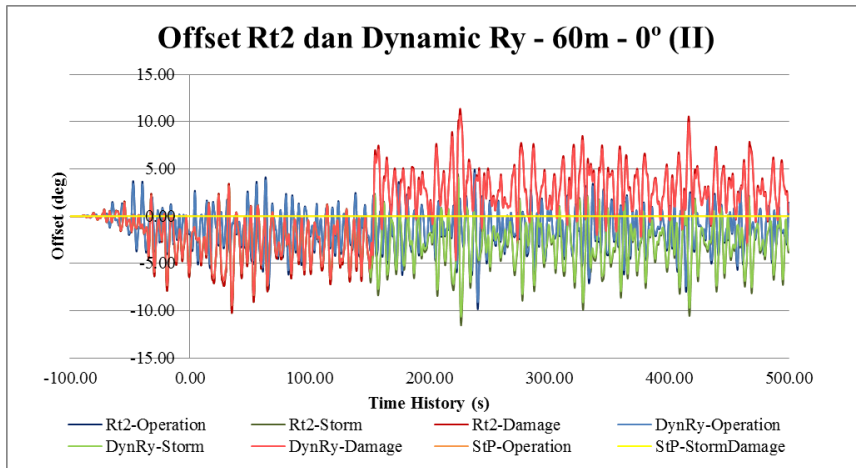
Gambar 4. 60 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 60m-0° (Iterasi-II)



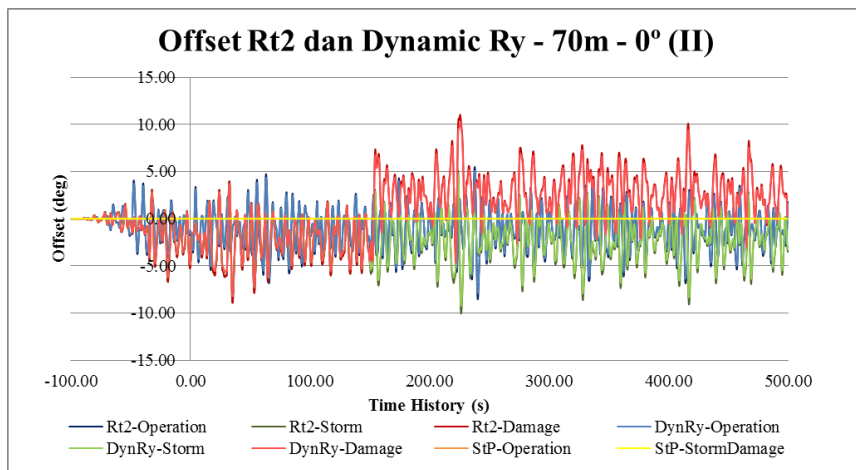
Gambar 4. 61 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 70m-0° (Iterasi-II)



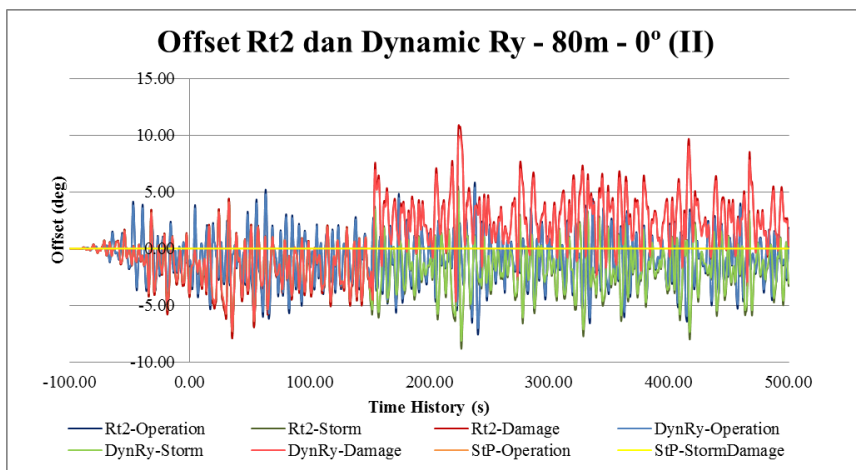
Gambar 4. 62 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 80m-0° (Iterasi-II)



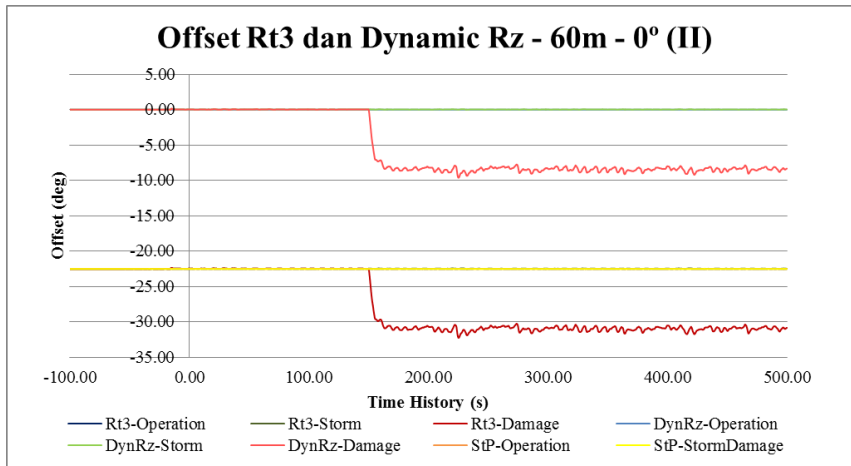
Gambar 4. 63 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 60m-0° (Iterasi-II)



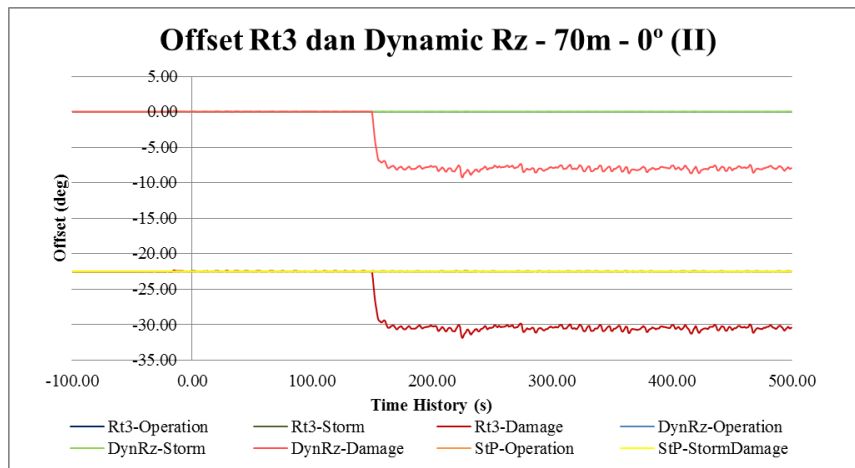
Gambar 4. 64 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 70m-0° (Iterasi-II)



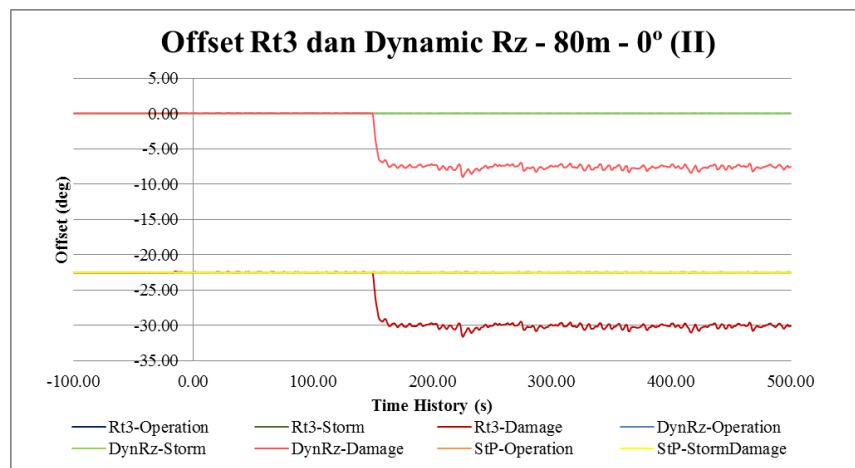
Gambar 4. 65 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 80m-0° (Iterasi-II)



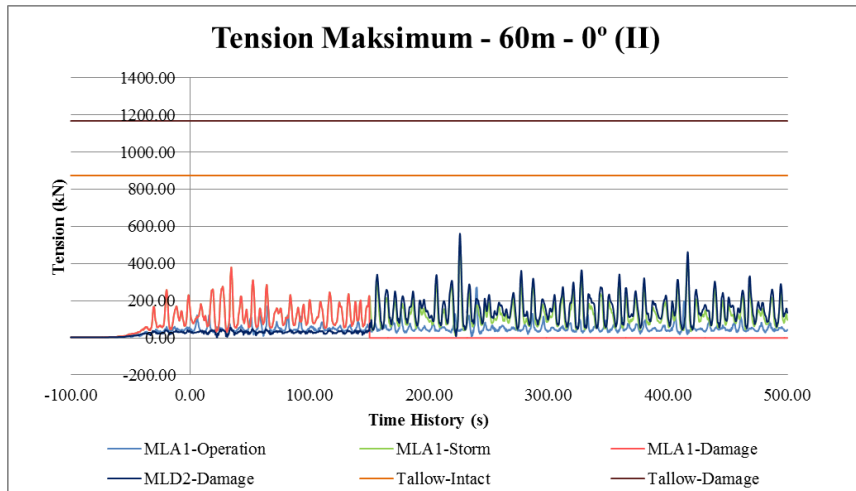
Gambar 4. 66 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 60m-0° (Iterasi-II)



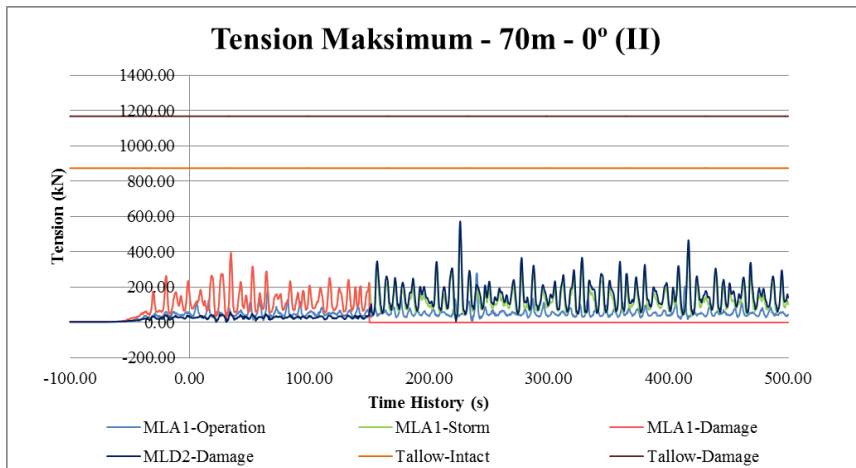
Gambar 4. 67 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 70m-0° (Iterasi-II)



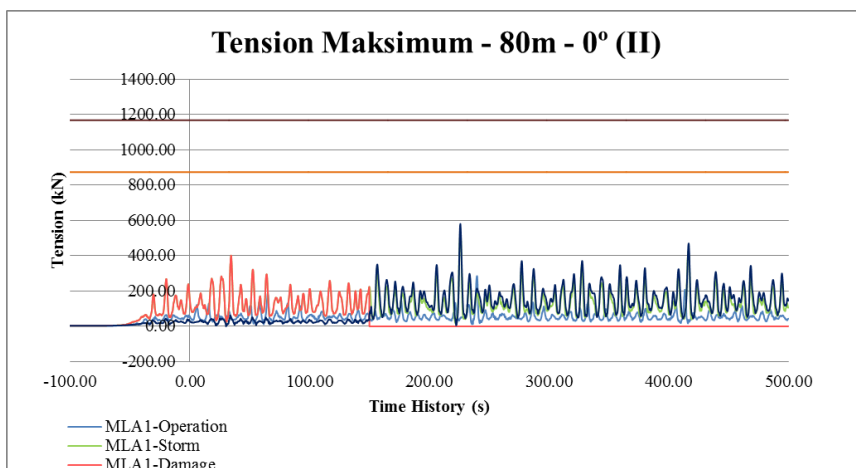
Gambar 4. 68 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 80m-0° (Iterasi-II)



Gambar 4. 69 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 60m-0° (Iterasi-II)

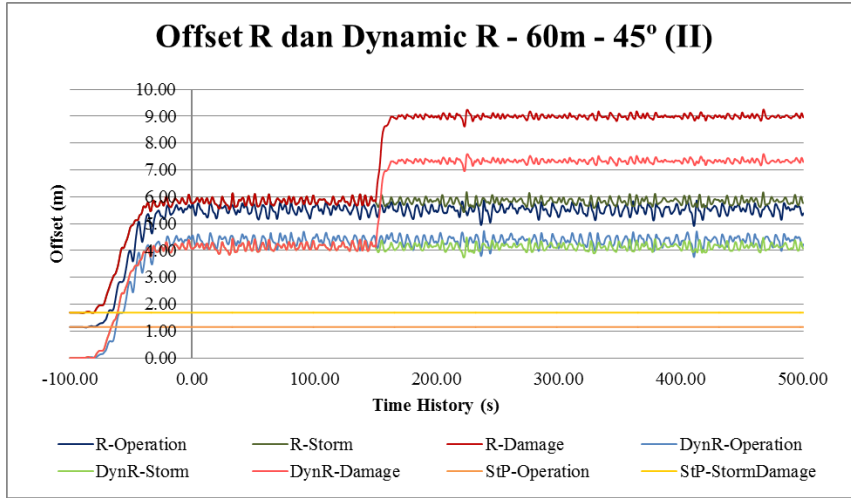


Gambar 4. 70 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 70m-0° (Iterasi-II)

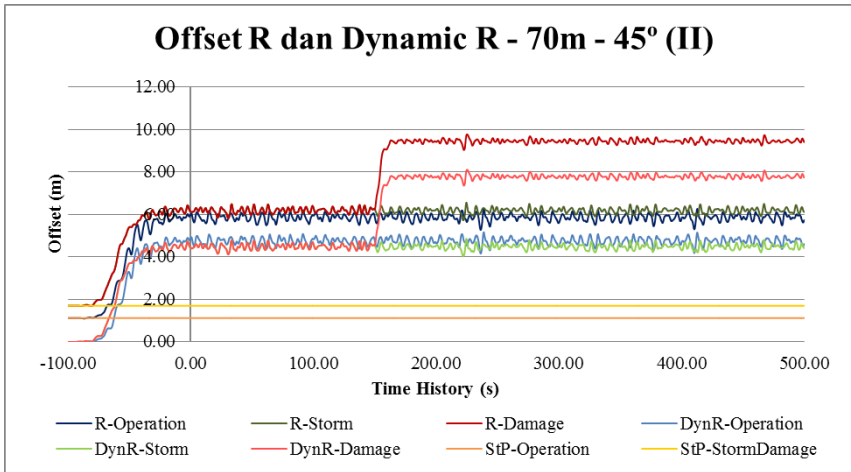


Gambar 4. 71 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 80m-0° (Iterasi-II)

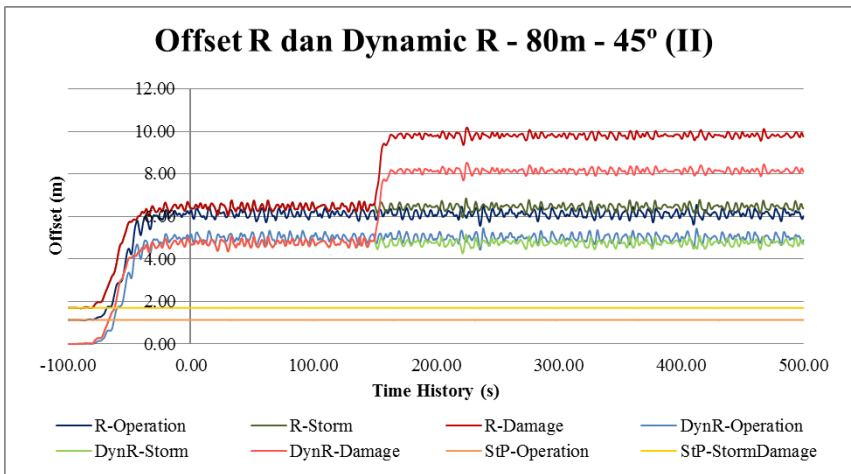
4.10.2.2 Hasil Iterasi-II Pembebanan 45°



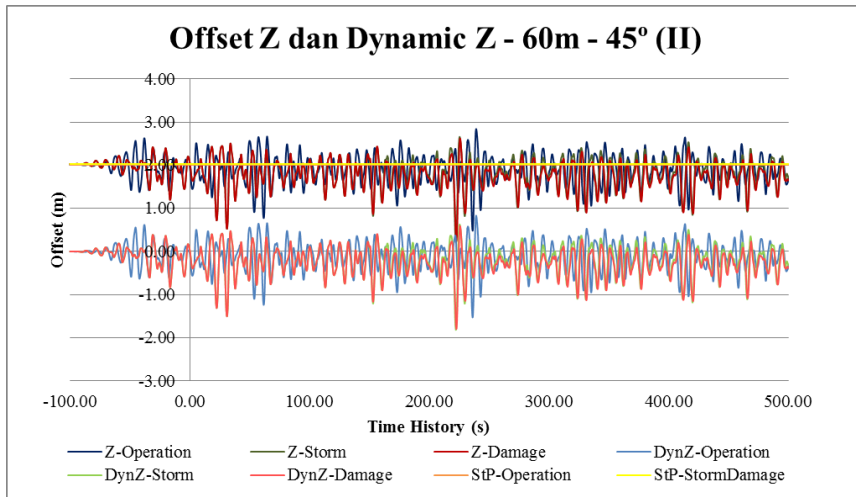
Gambar 4. 72 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 60m-45° (Iterasi-II)



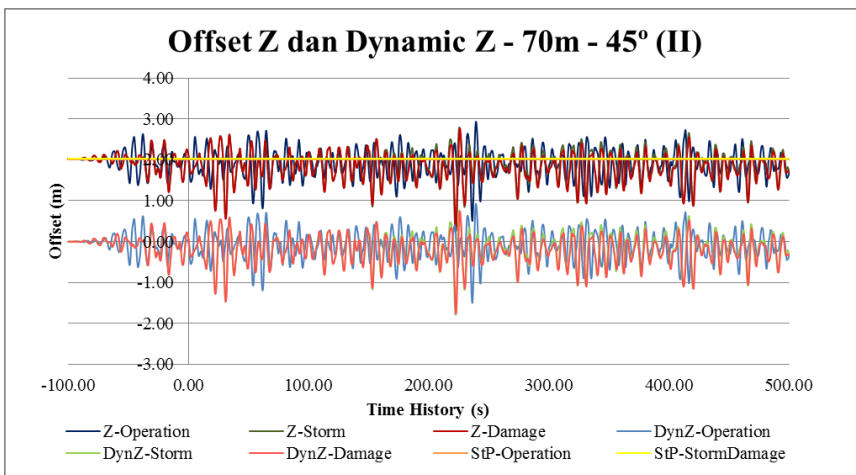
Gambar 4. 73 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 70m-45° (Iterasi-II)



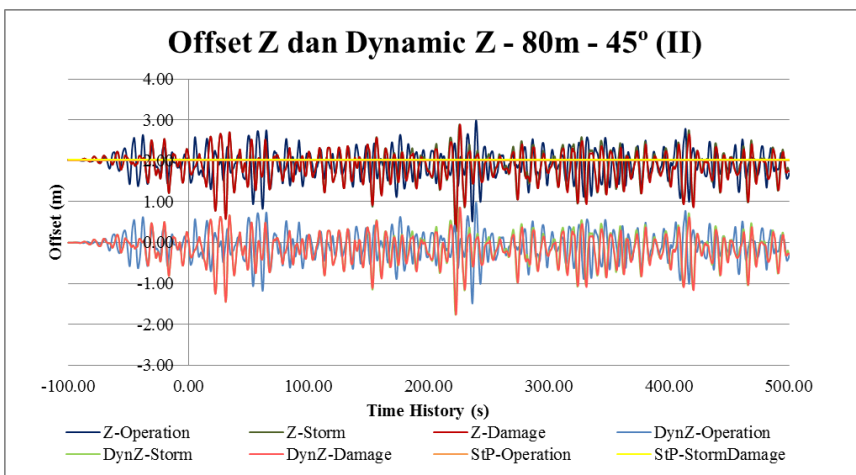
Gambar 4. 74 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 80m-45° (Iterasi-II)



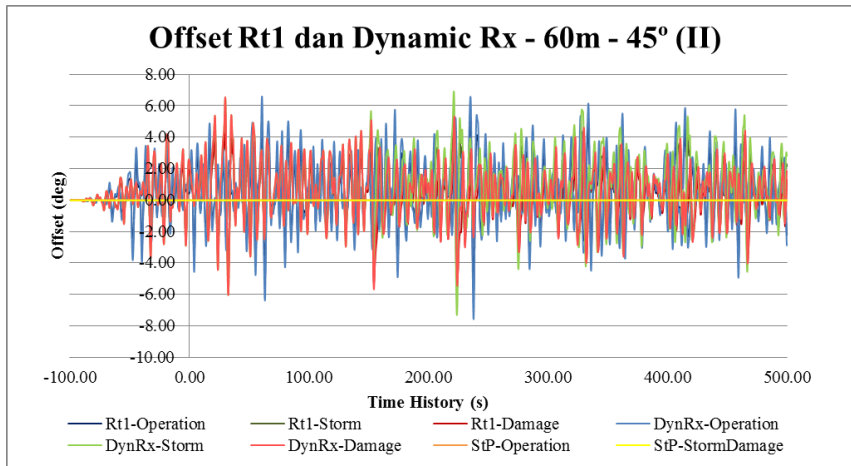
Gambar 4. 75 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 60m-45° (Iterasi-II)



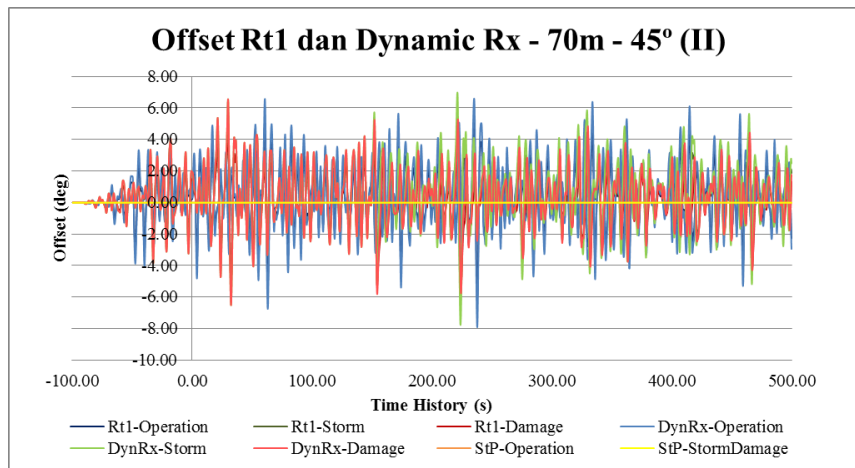
Gambar 4. 76 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 70m-45° (Iterasi-II)



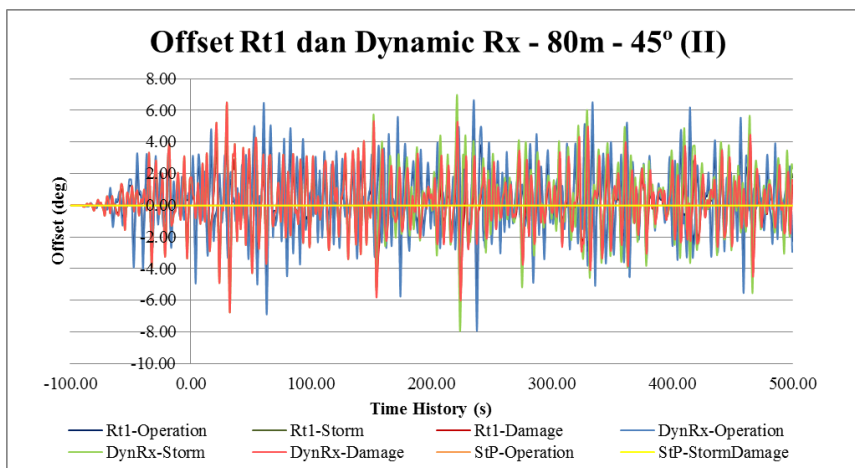
Gambar 4. 77 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 80m-45° (Iterasi-II)



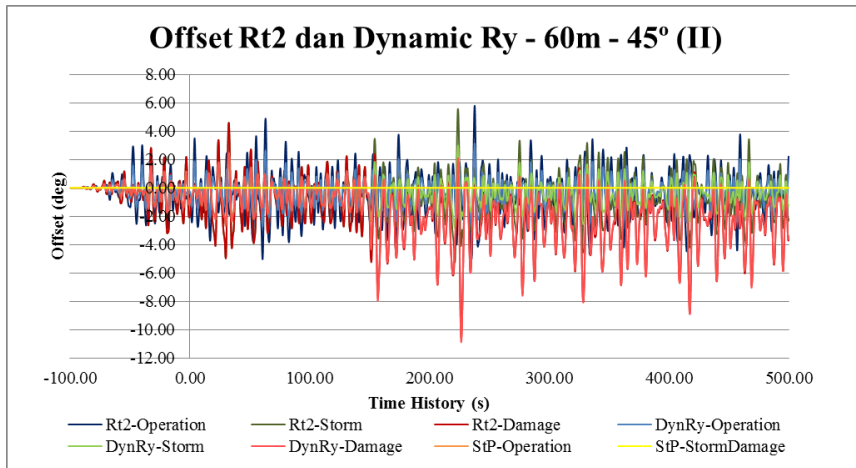
Gambar 4. 78 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 60m-45° (Iterasi-II)



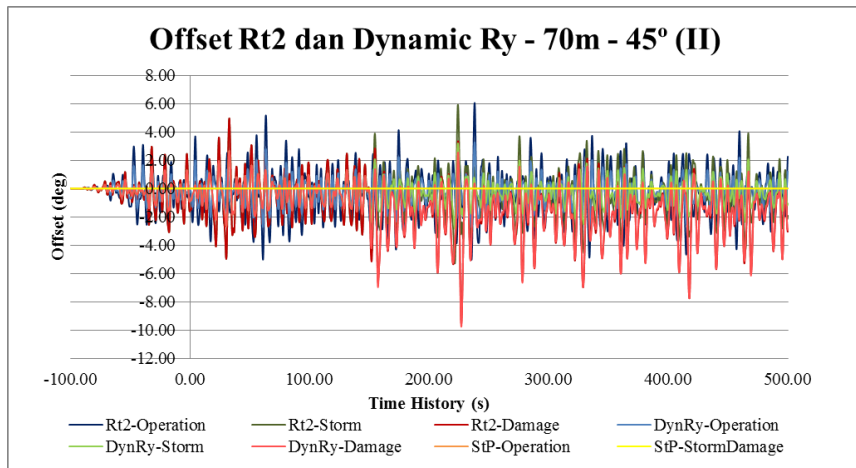
Gambar 4. 79 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 70m-45° (Iterasi-II)



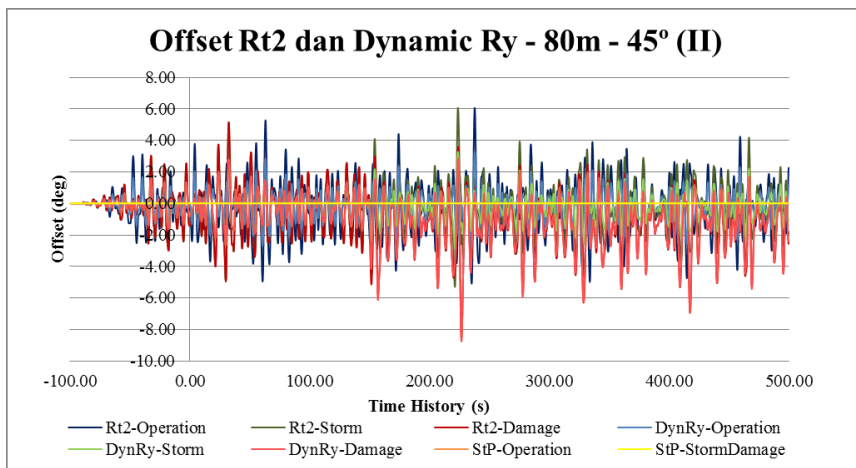
Gambar 4. 80 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 80m-45° (Iterasi-II)



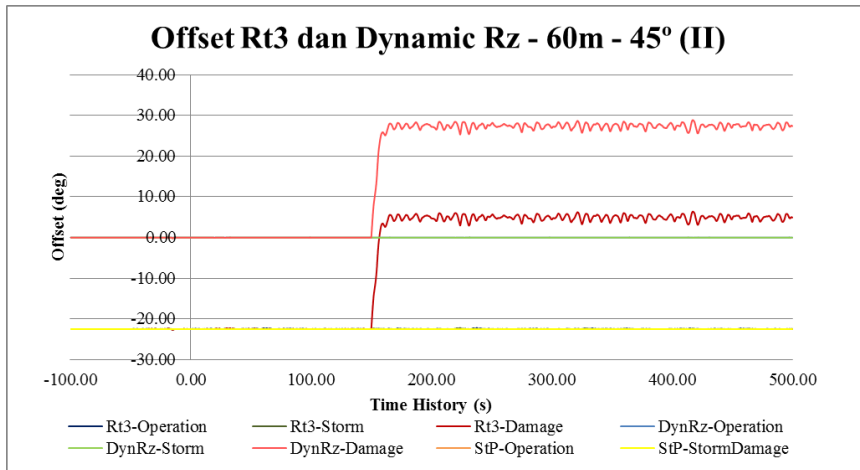
Gambar 4. 81 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 60m-45° (Iterasi-II)



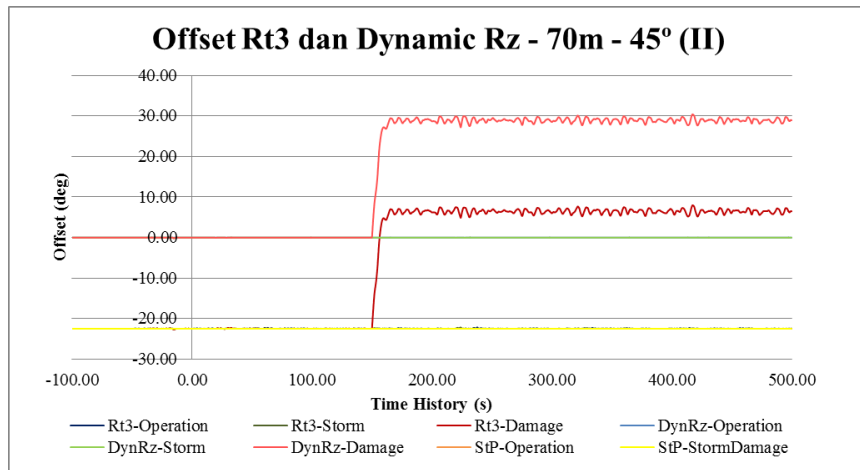
Gambar 4. 82 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 70m-45° (Iterasi-II)



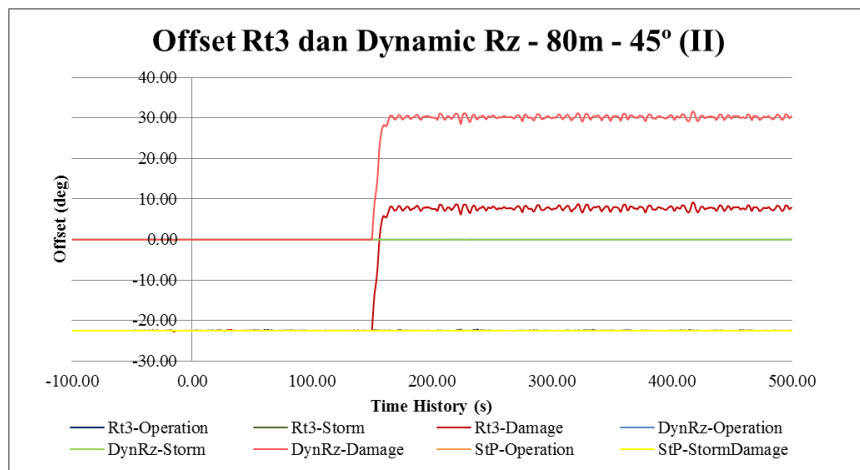
Gambar 4. 83 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 80m-45° (Iterasi-II)



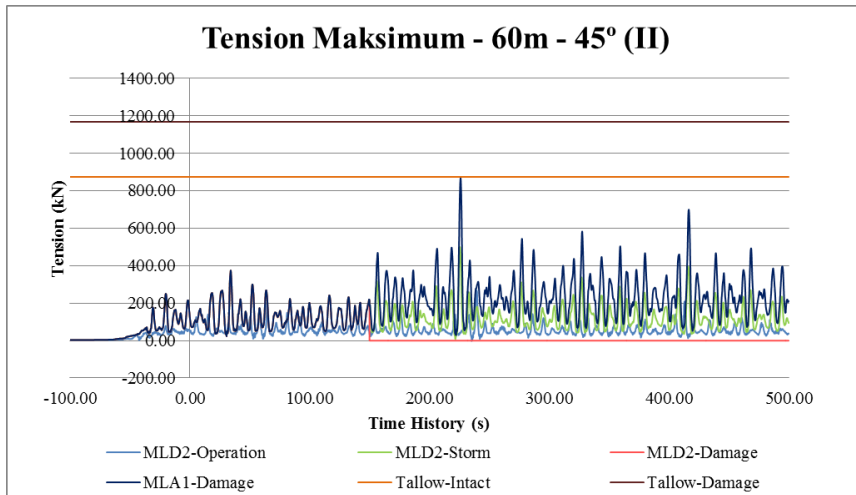
Gambar 4. 84 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 60m-45° (Iterasi-II)



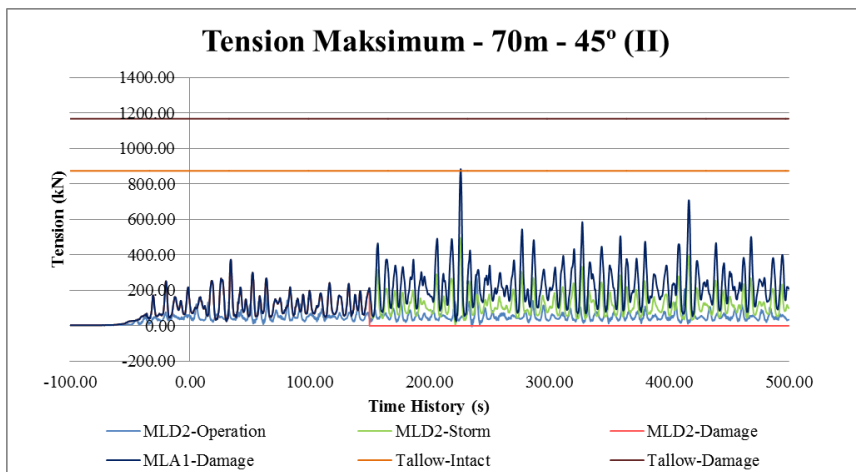
Gambar 4. 85 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 70m-45° (Iterasi-II)



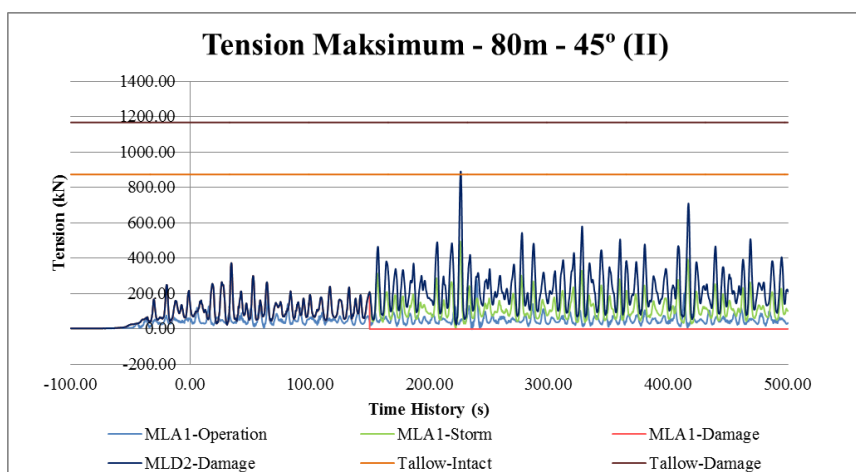
Gambar 4. 86 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 80m-45° (Iterasi-II)



Gambar 4. 87 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 60m-45° (Iterasi-II)



Gambar 4. 88 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 70m-45° (Iterasi-II)



Gambar 4. 89 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 80m-45° (Iterasi-II)

4.10.3 Hasil Iterasi-III Ocean Farm ITS

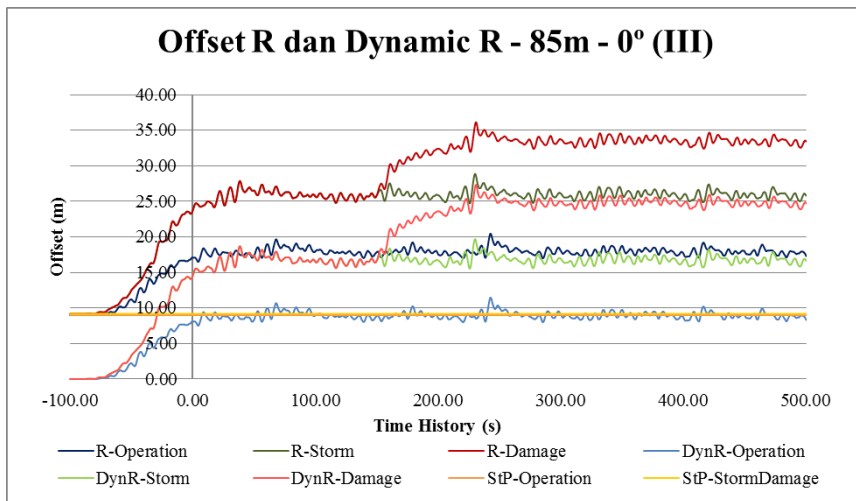
Pada Iterasi-III ini, dilakukan simulasi dinamis model Ocean Farm ITS dengan properti *mooring line* seperti pada Tabel 4.34 berikut:

Tabel 4. 34 Properti *Mooring* pada Iterasi-III

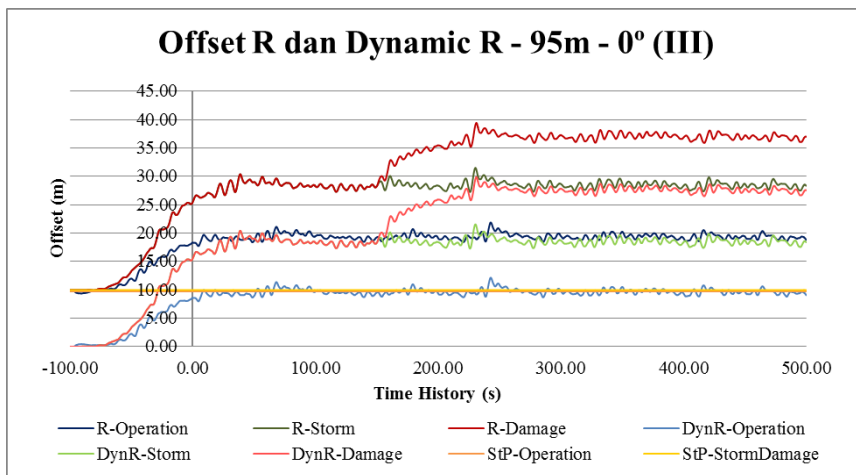
Mooring Line	Weight (kg/m)	MBL (kN)	Tmax intact = MBL / SF	Tmax damage = MBL / SF (kN)
C GR2 Stlink 42mm (ML2)	40.18	981	587	785
Nylon 44 mm (ML1)	1.3	351	210	281
Nylon 40mm (GRID DALAM)	1.04	294	176	235
Nylon 36mm (GRID LUAR)	0.84	243	146	195

Variasi panjang *mooring line* yaitu 85m, 95m, dan 105m. Setelah dilakukan simulasi sesuai dengan parameter kondisi yang ditentukan sebelumnya, maka didapatkan hasil secara *time history* sebagai berikut:

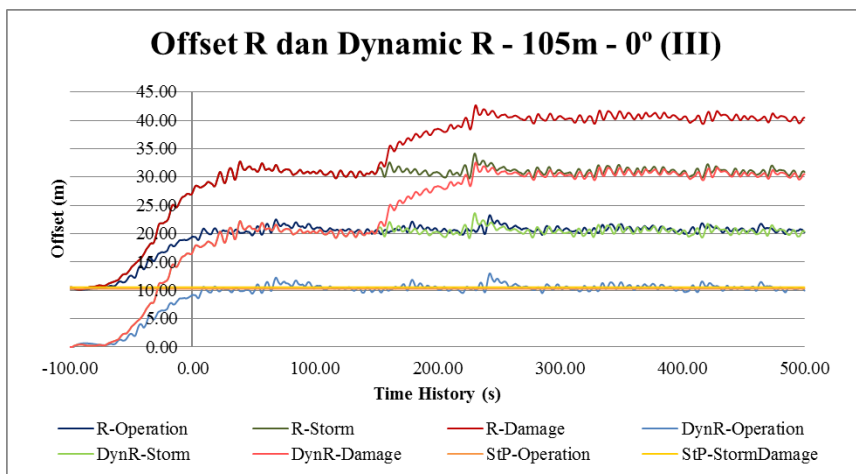
4.10.3.1 Hasil Iterasi-III Pembebanan 0°



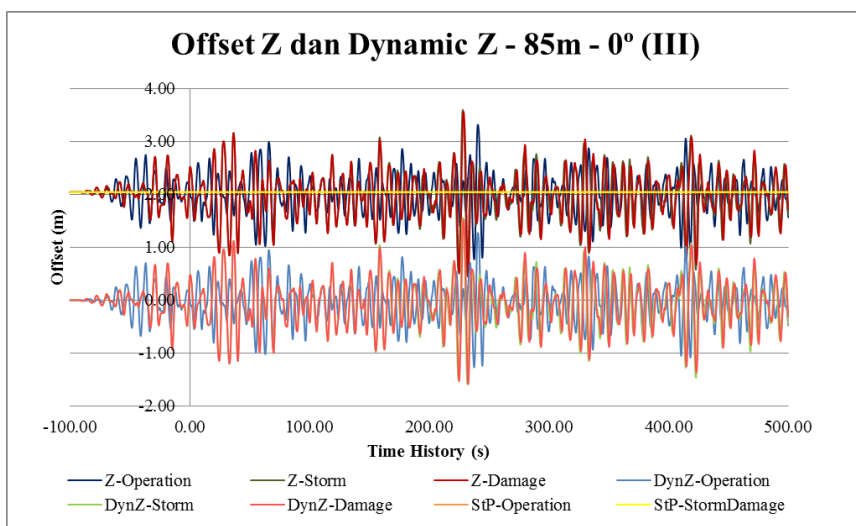
Gambar 4. 90 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 85m-0° (Iterasi-III)



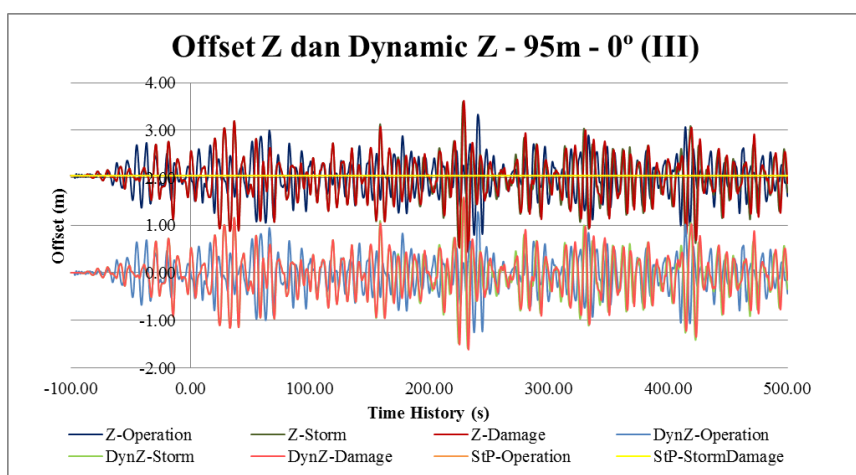
Gambar 4. 91 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 95m-0° (Iterasi-III)



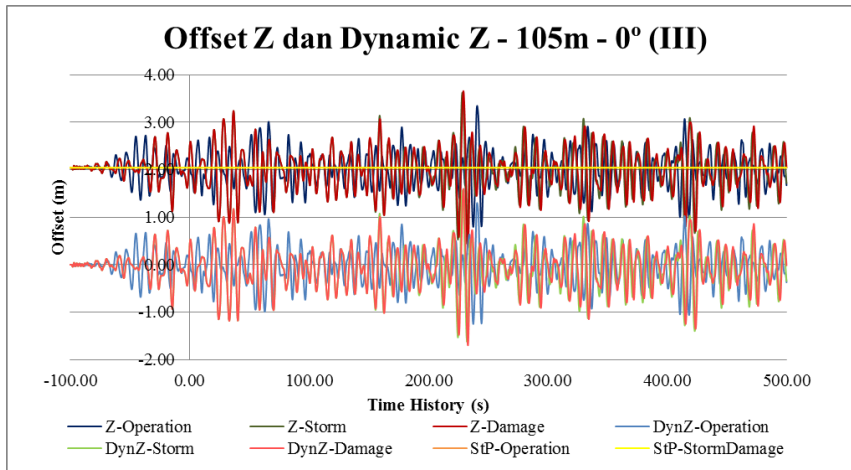
Gambar 4. 92 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 105m-0° (Iterasi-III)



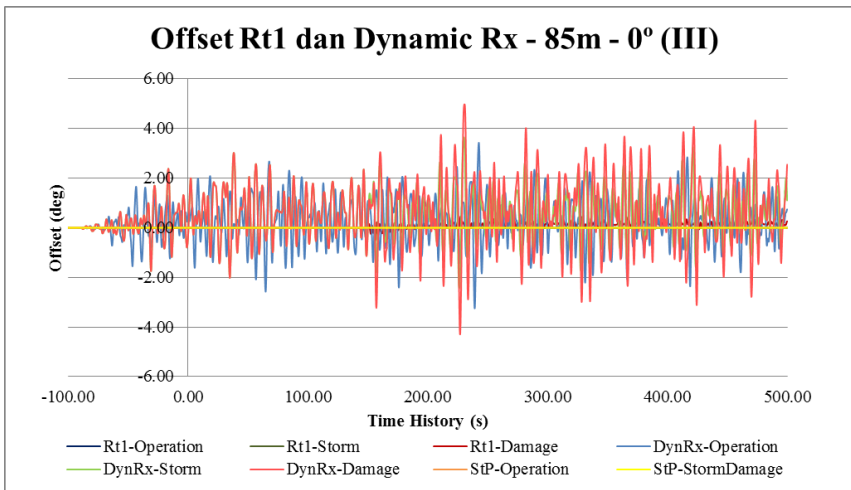
Gambar 4. 93 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-III)



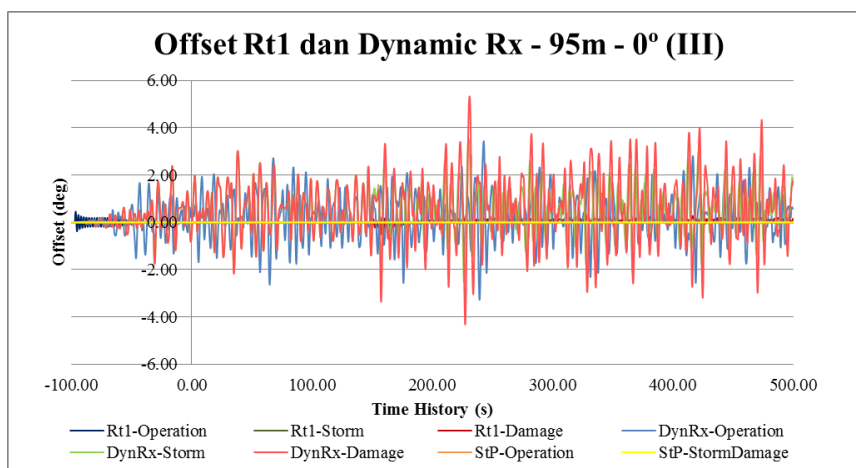
Gambar 4. 94 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-III)



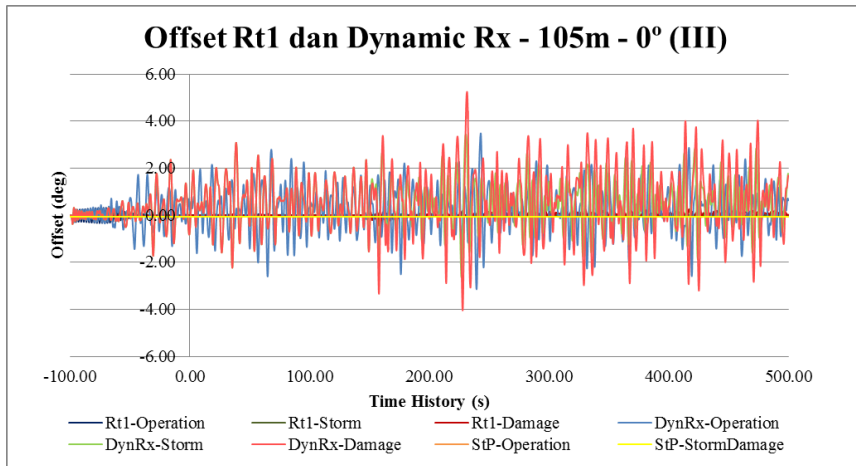
Gambar 4. 95 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-III)



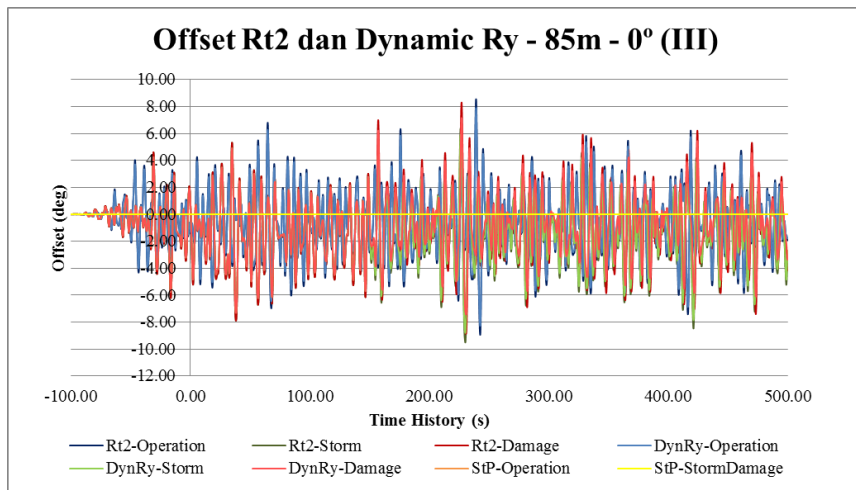
Gambar 4. 96 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 85m-0° (Iterasi-III)



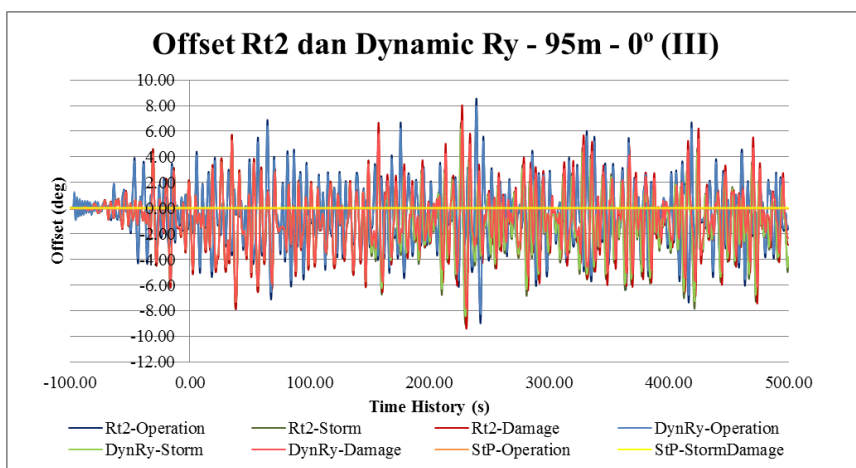
Gambar 4. 97 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 95m-0° (Iterasi-III)



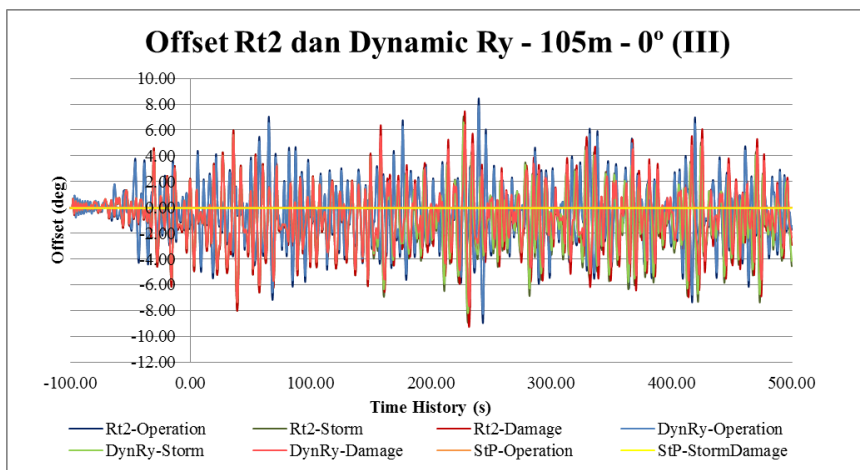
Gambar 4. 98 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 105m-0° (Iterasi-III)



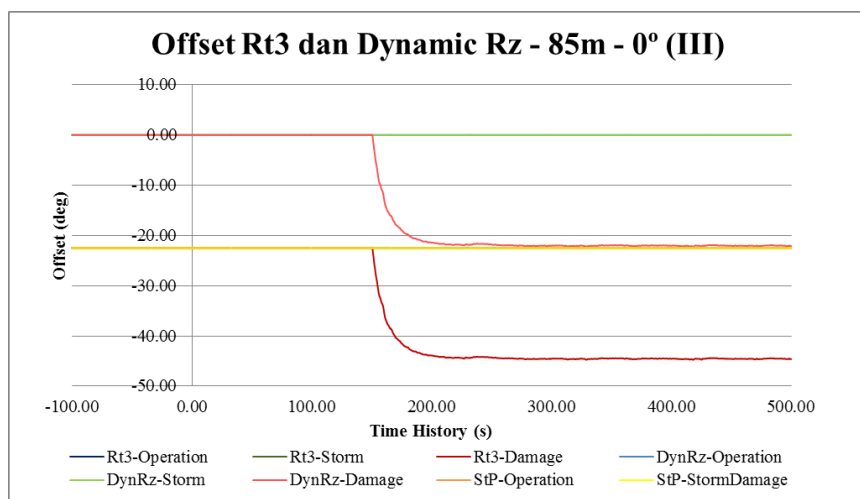
Gambar 4. 99 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 85m-0° (Iterasi-III)



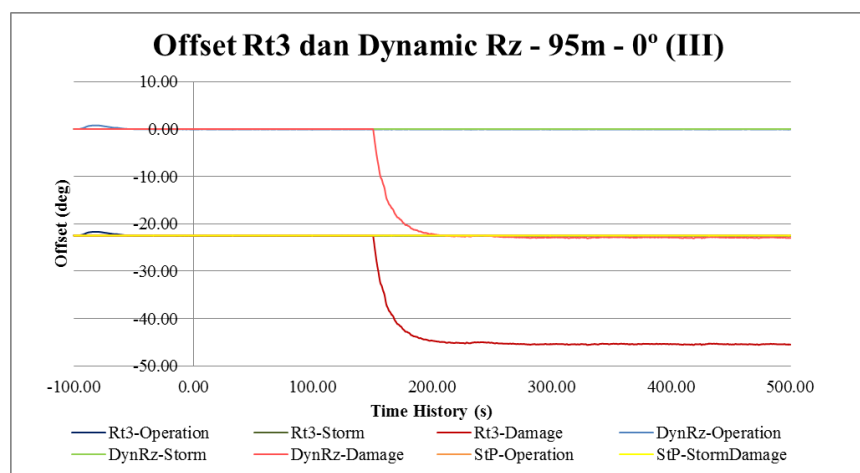
Gambar 4. 100 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 95m-0° (Iterasi-III)



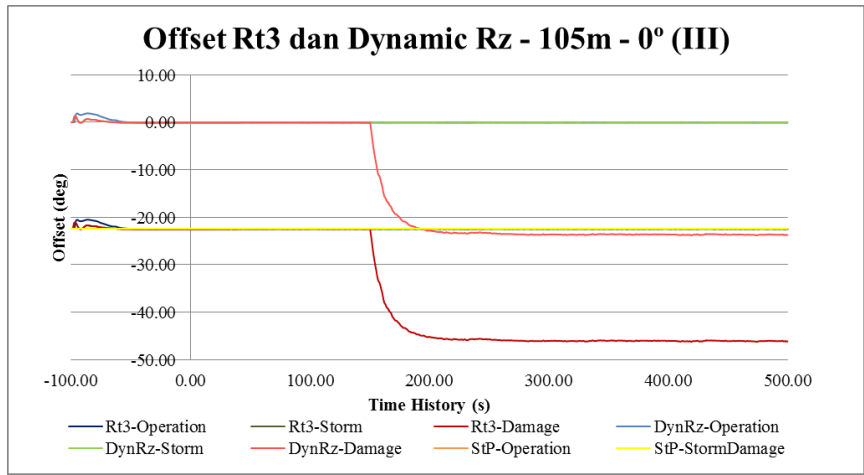
Gambar 4. 101 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 105m-0° (Iterasi-III)



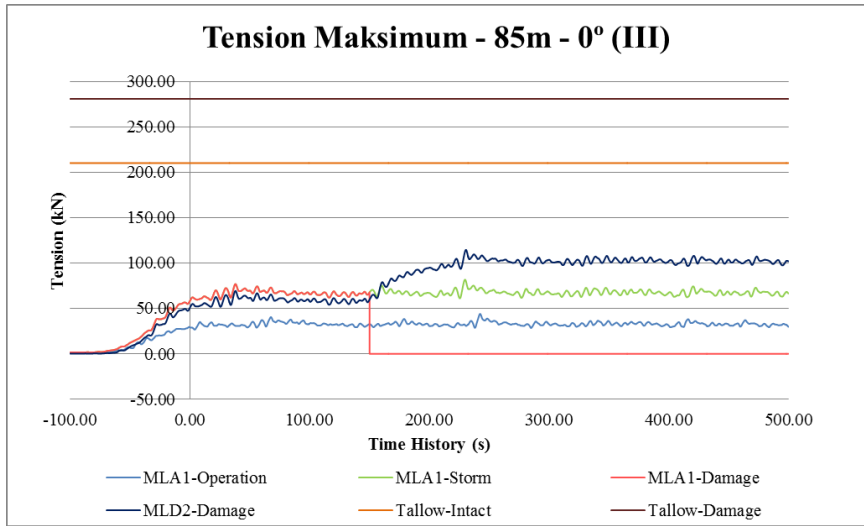
Gambar 4. 102 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-III)



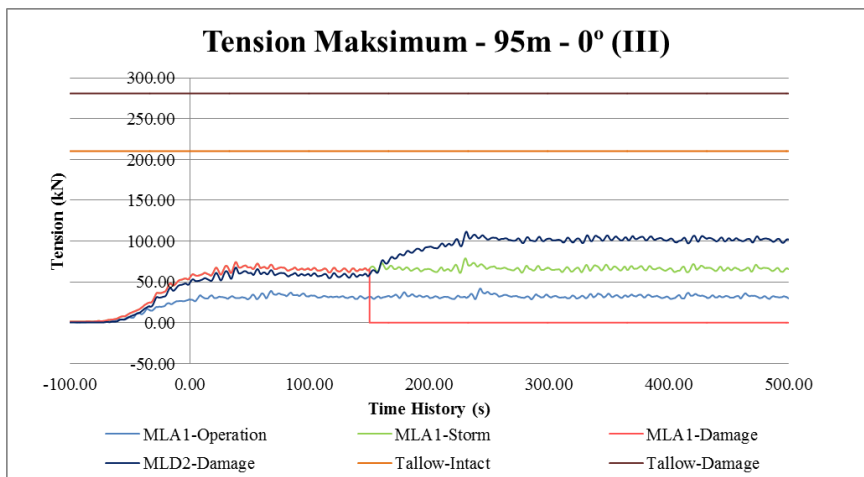
Gambar 4. 103 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-III)



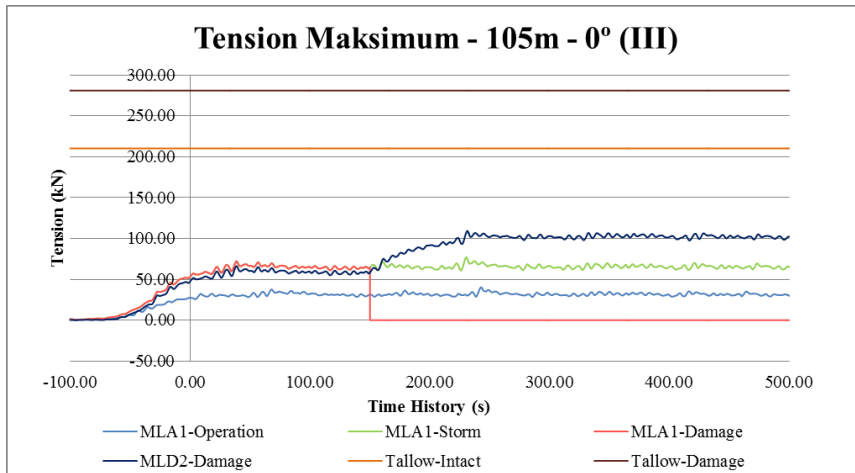
Gambar 4. 104 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-III)



Gambar 4. 105 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 85m-0° (Iterasi-III)

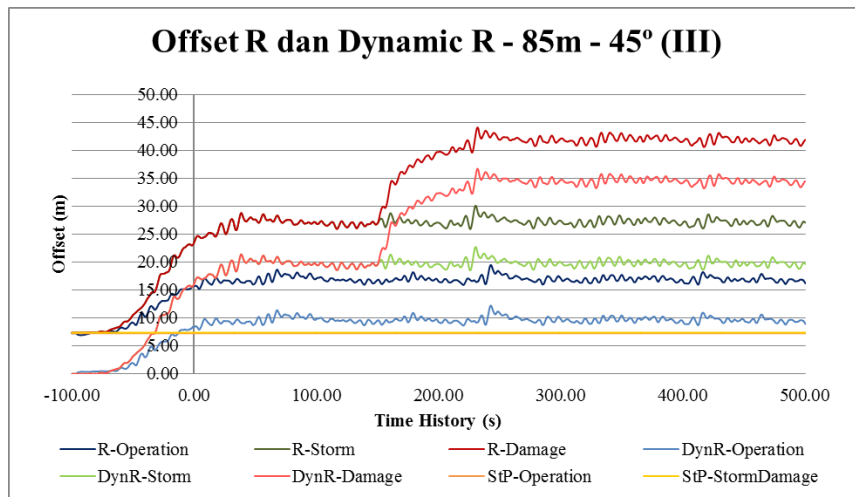


Gambar 4. 106 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 95m-0° (Iterasi-III)

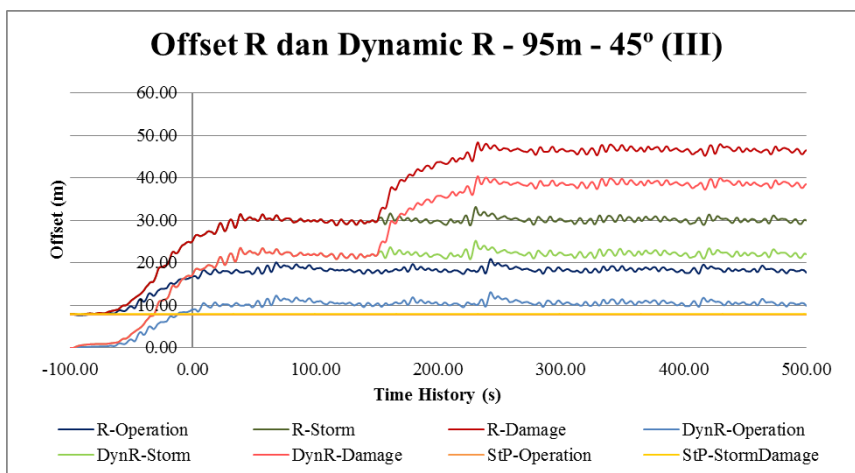


Gambar 4. 107 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 105m-0° (Iterasi-III)

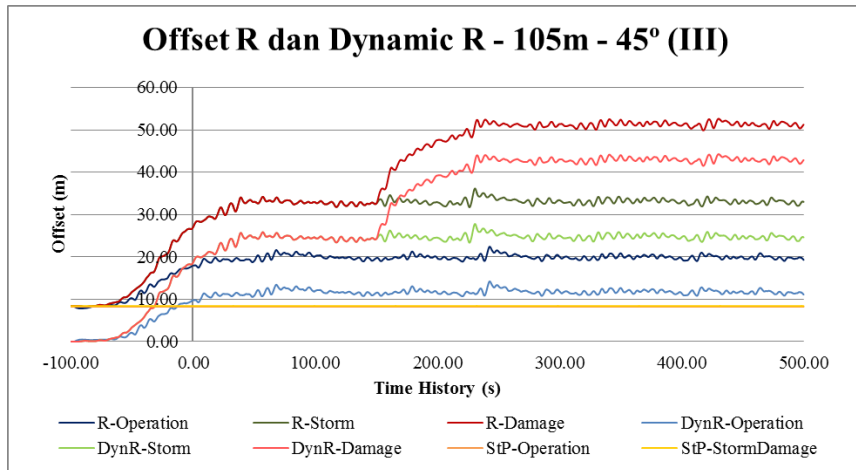
4.10.3.2 Hasil Iterasi-III Pembebanan 45°



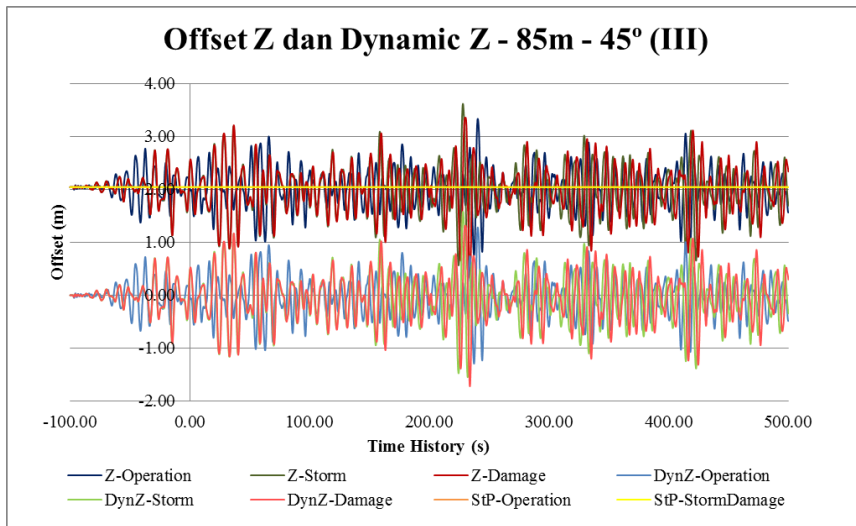
Gambar 4. 108 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 85m-45° (Iterasi-III)



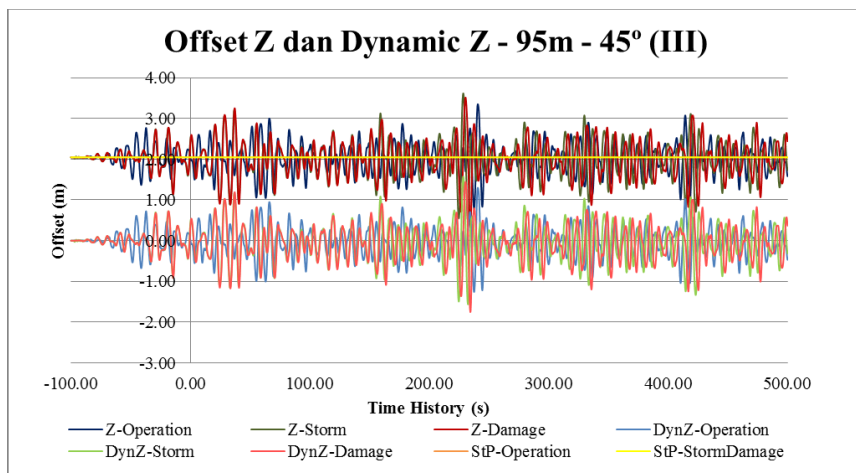
Gambar 4. 109 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 95m-45° (Iterasi-III)



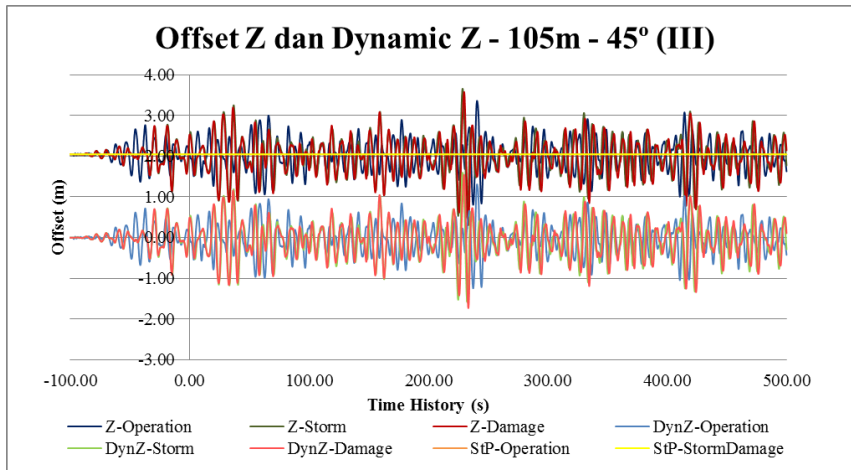
Gambar 4. 110 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 105m-45° (Iterasi-III)



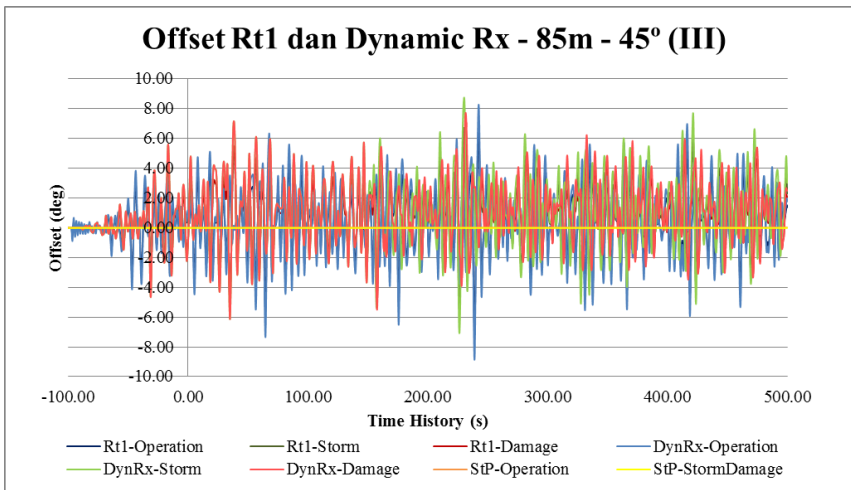
Gambar 4. 111 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-III)



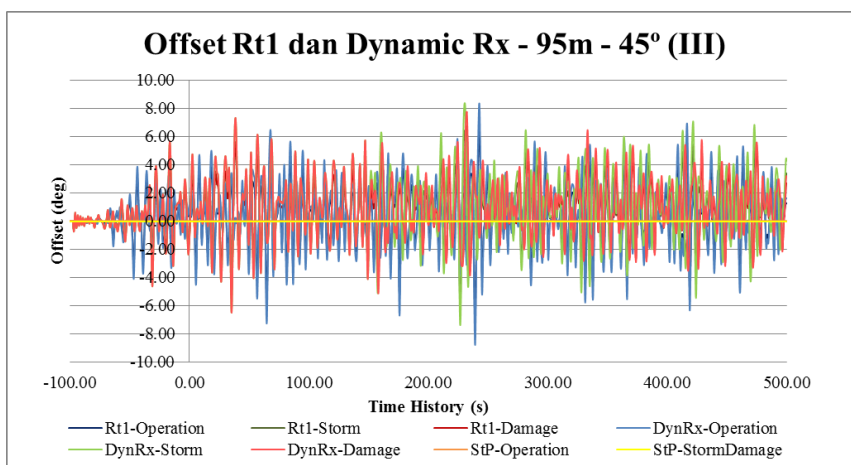
Gambar 4. 112 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-III)



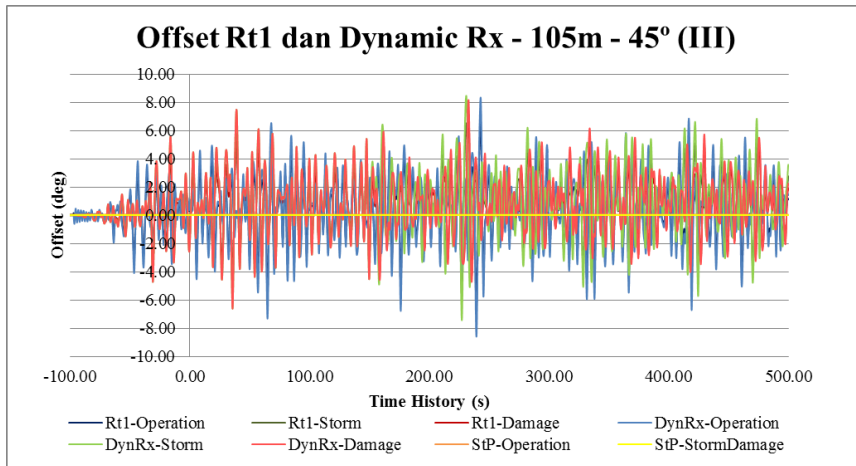
Gambar 4. 113 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-III)



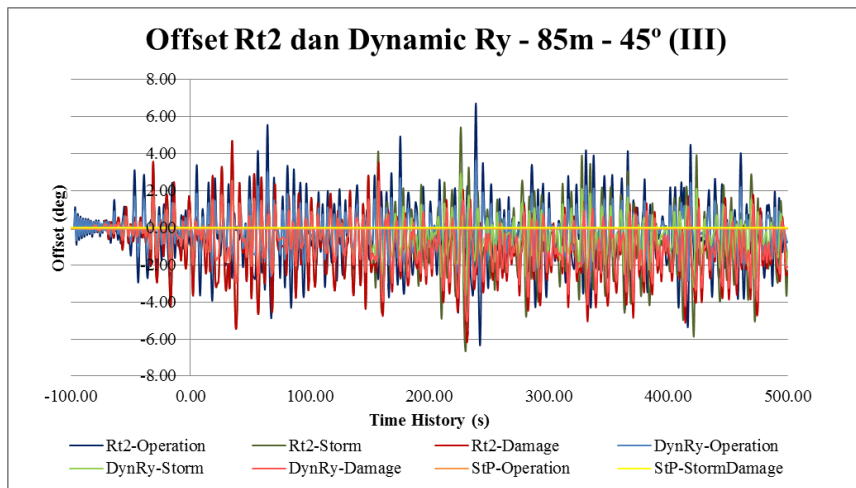
Gambar 4. 114 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 85m-45° (Iterasi-III)



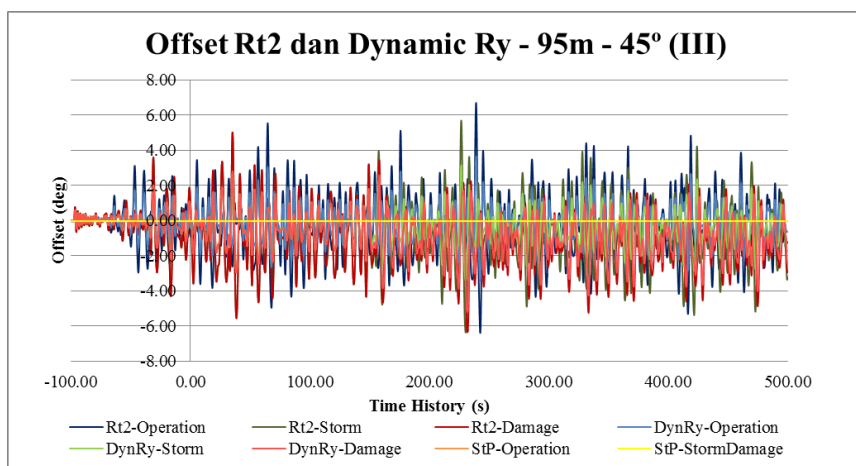
Gambar 4. 115 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 95m-45° (Iterasi-III)



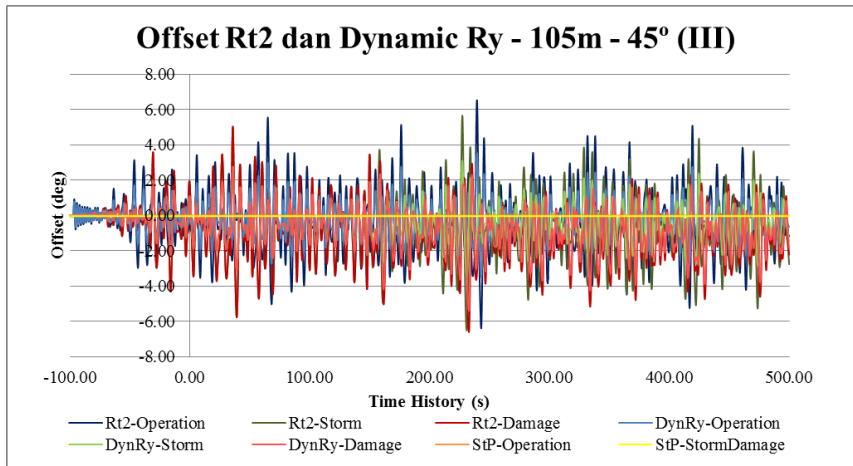
Gambar 4. 116 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 105m-45° (Iterasi-III)



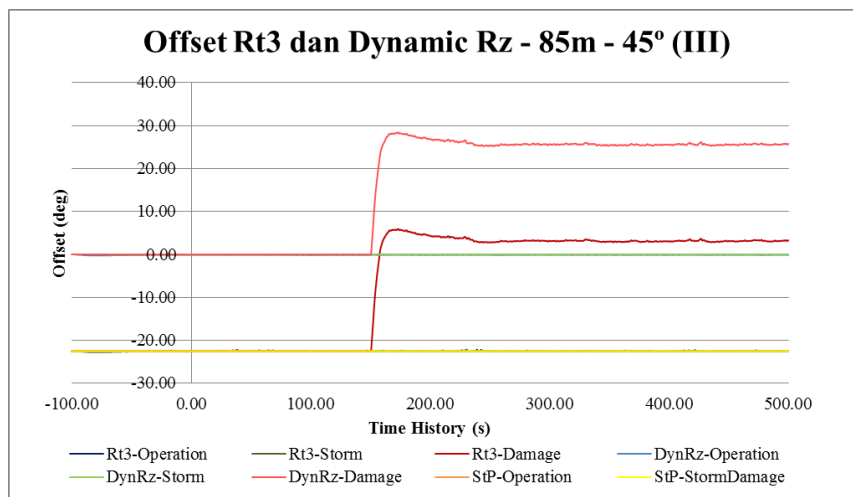
Gambar 4. 117 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 85m-45° (Iterasi-III)



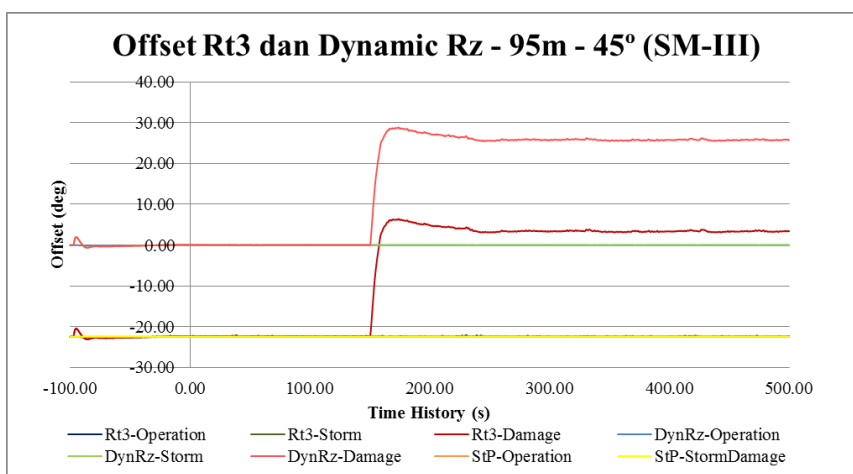
Gambar 4. 118 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 95m-45° (Iterasi-III)



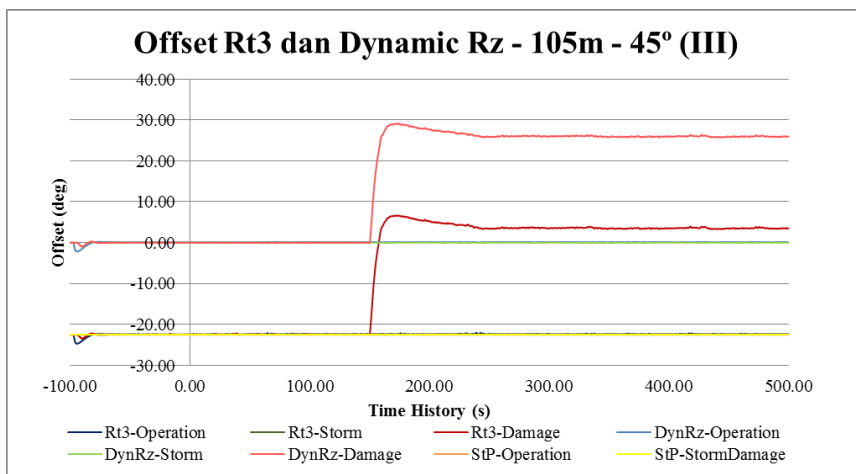
Gambar 4. 119 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 105m-45° (Iterasi-III)



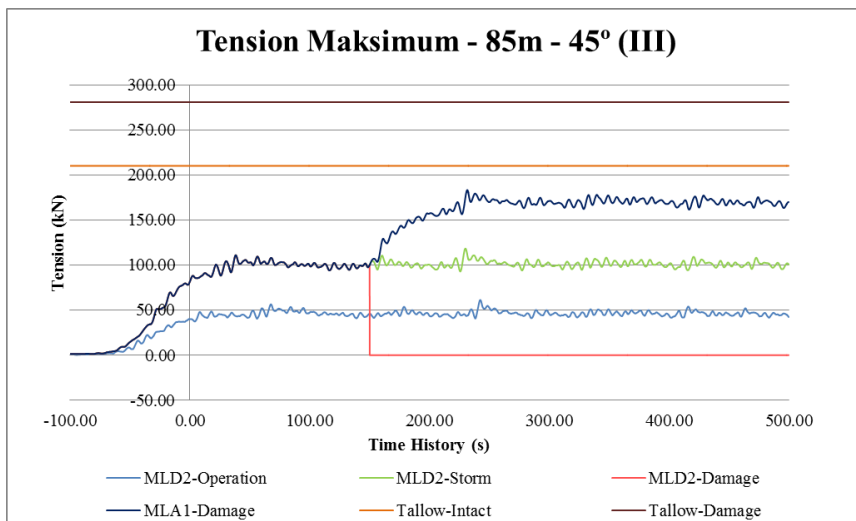
Gambar 4. 120 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-III)



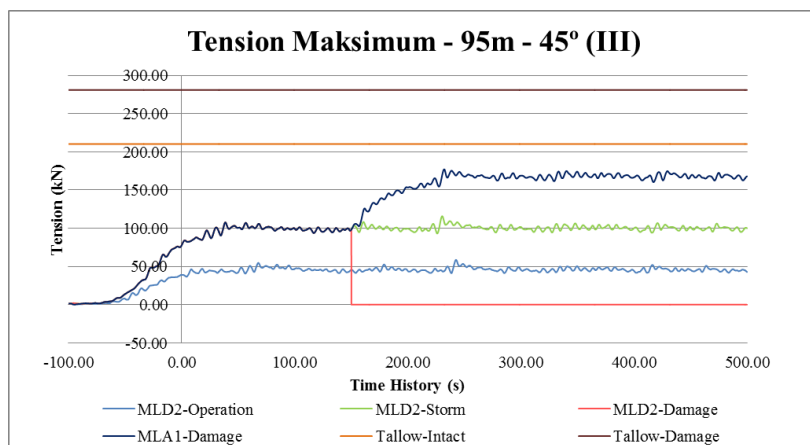
Gambar 4. 121 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-III)



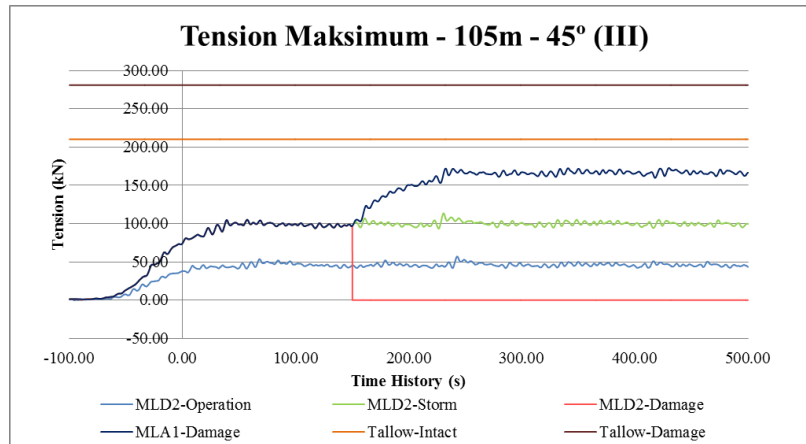
Gambar 4. 122 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-III)



Gambar 4. 123 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 85m-45° (Iterasi-III)



Gambar 4. 124 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 95m-45° (Iterasi-III)



Gambar 4. 125 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 105m-45° (Iterasi-III)

4.10.4 Hasil Iterasi-IV Ocean Farm ITS

Properti yang sesuai dengan perhitungan pada Sub Bab 4.8.3 tidak konvergen ketika dimodelkan, maka selanjutnya dimodelkan dengan properti *polyester* yang diameternya lebih besar. Pada Iterasi-IV ini, dilakukan simulasi dinamis model Ocean Farm ITS dengan properti *mooring line* seperti pada Tabel 4.35 berikut:

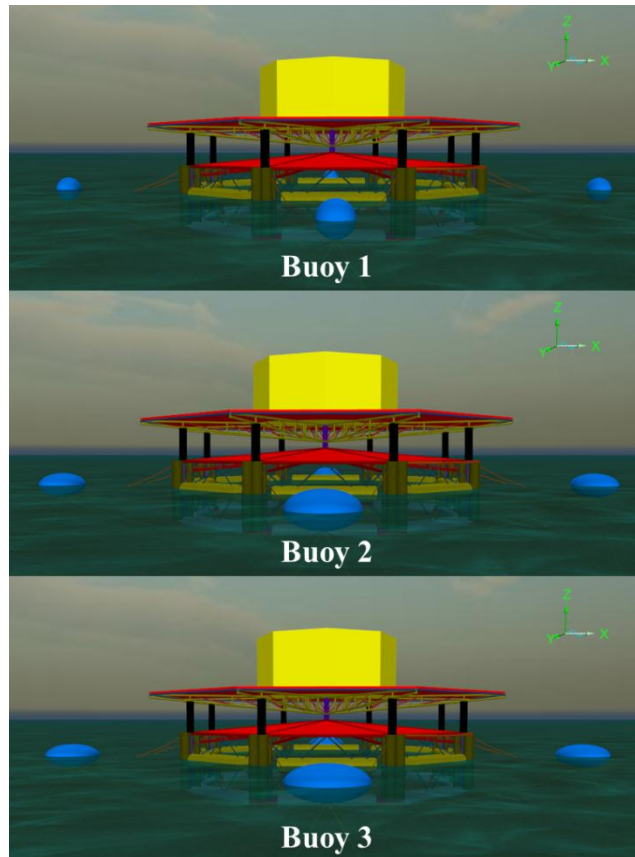
Tabel 4. 35 Properti *Mooring* pada Iterasi-IV

Mooring Line	Weight (kg/m)	MBL (kN)	Tmax intact = MBL / SF	Tmax damage = MBL / SF (kN)
C GR2 Stlink 42mm (ML2)	40.18	981	587	785
Polyester 24 mm (ML1)	0.5	147	88	118
Polyester 16mm (GRID DALAM)	0.19	59	35	47
Nylon 12mm (GRID LUAR)	0.09	29	18	24

Serta dimodelkan tiga variasi ukuran dan kapasitas *buoy* seperti pada Tabel 4.36 dan Gambar 4.126 berikut:

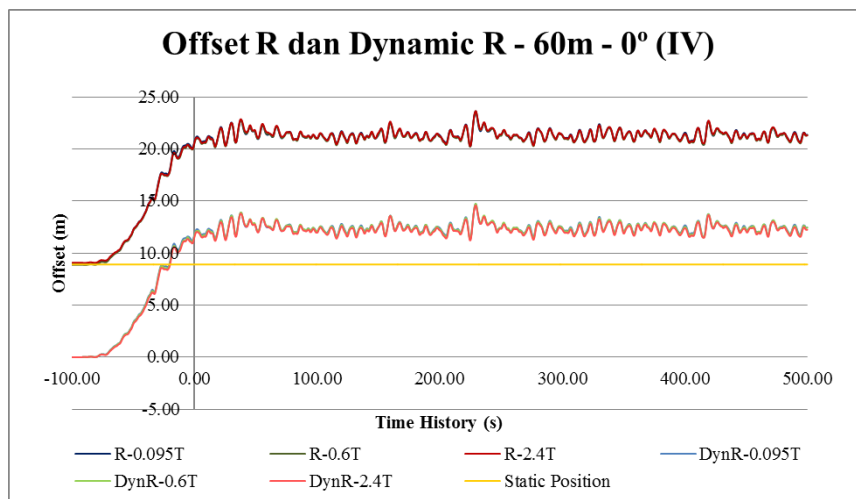
Tabel 4. 36 Variasi *Buoy* pada Iterasi-IV

Variasi	Ukuran		
	Massa (ton)	Volume (m ³)	Tinggi (m)
1	0.095	1.13	1.3
2	0.6	4.1	1.3
3	2.4	5.9	1.3

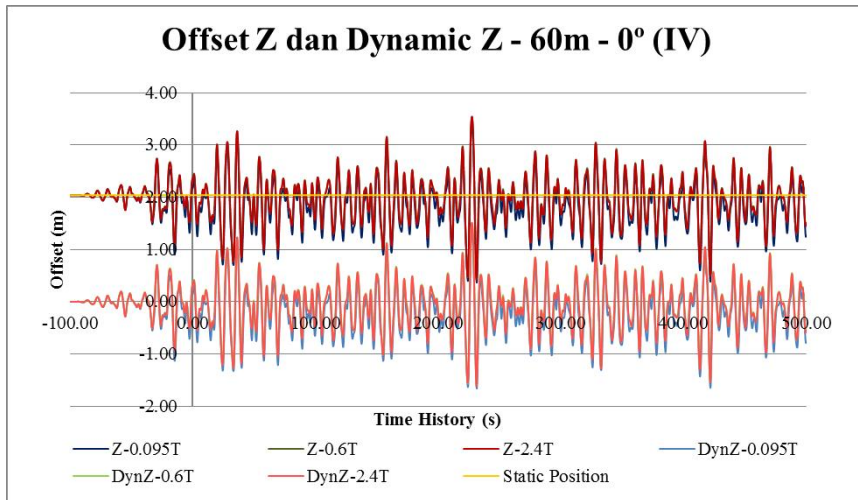


Gambar 4. 126 Pemodelan Variasi *Buoy* pada Iterasi-IV

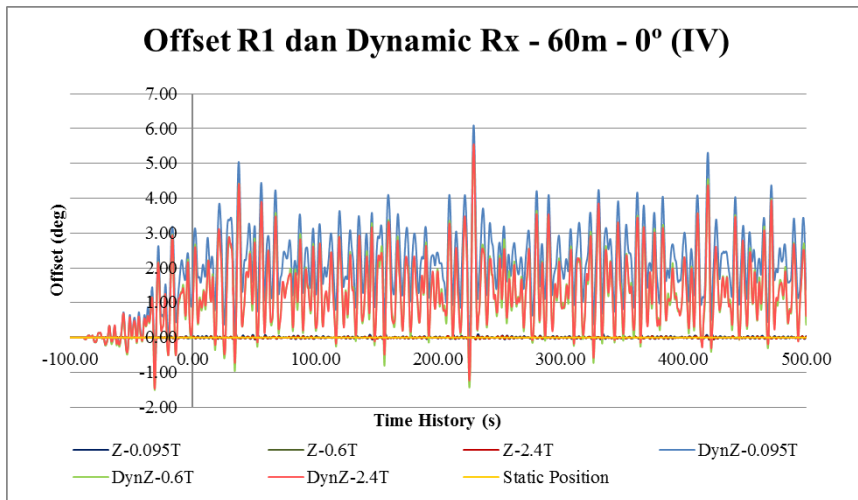
Setelah dilakukan simulasi sesuai dengan variasi dan parameter kondisi yang ditentukan sebelumnya, maka didapatkan hasil secara *time history* sebagai berikut:



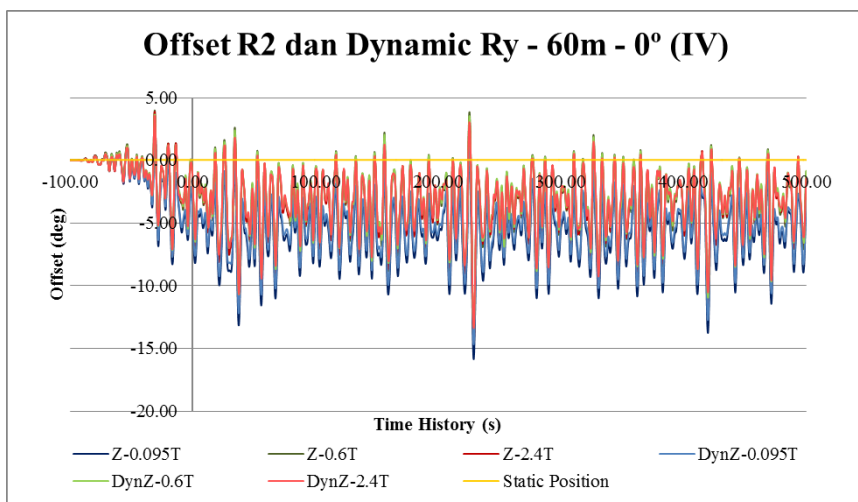
Gambar 4. 127 Grafik Nilai *Offset* Resultan (Iterasi-IV)



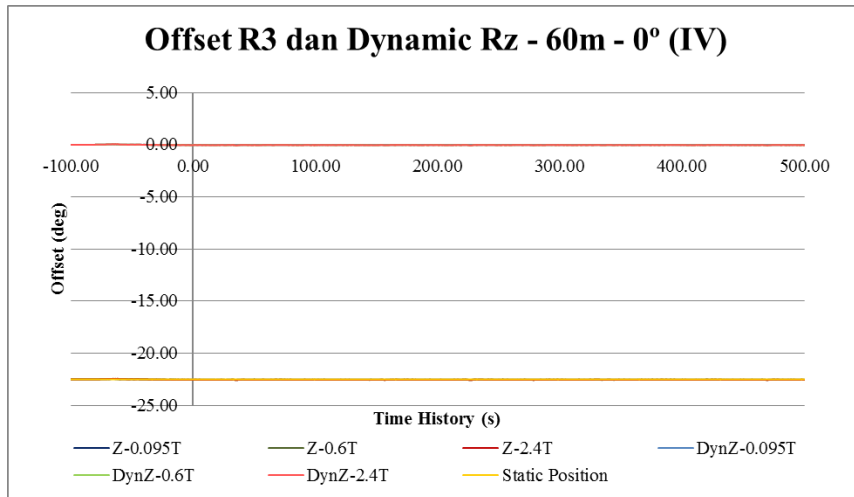
Gambar 4. 128 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z (Iterasi-IV)



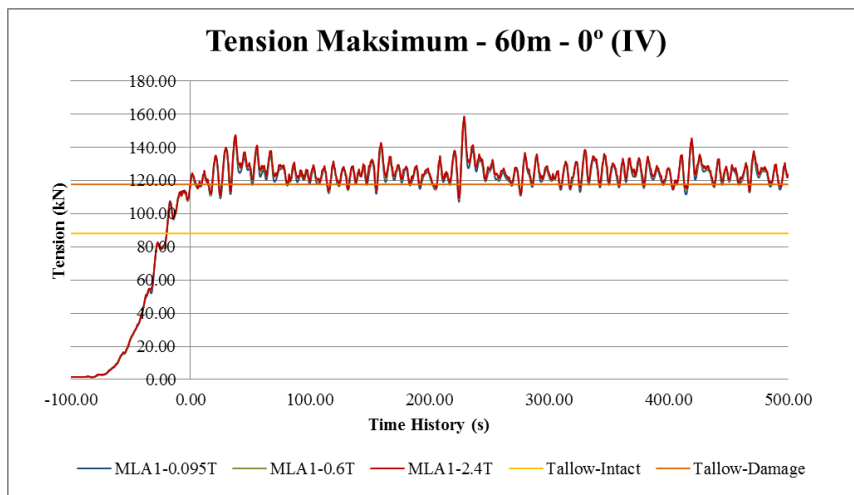
Gambar 4. 129 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X (Iterasi-IV)



Gambar 4. 130 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y (Iterasi-IV)



Gambar 4. 131 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z (Iterasi-IV)



Gambar 4. 132 Grafik Nilai *Tension* Maksimum (Iterasi-IV)

4.10.5 Hasil Iterasi-V Ocean Farm ITS

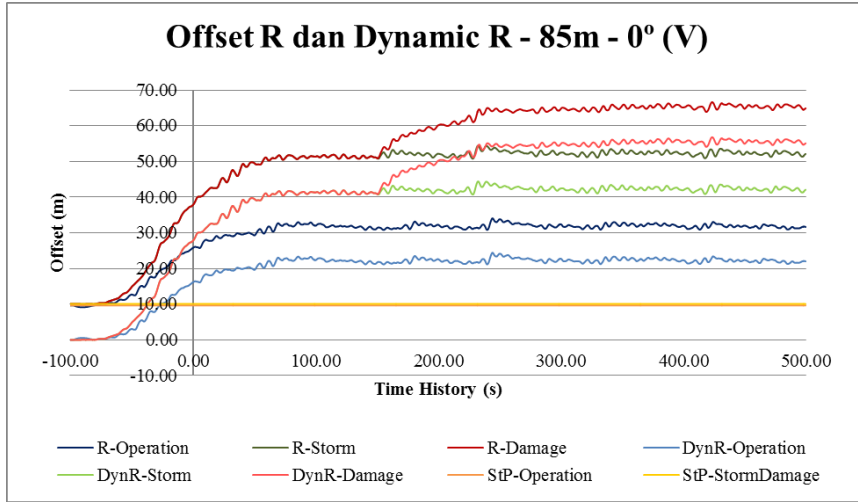
Pada Iterasi-V ini, dilakukan simulasi dinamis model Ocean Farm ITS dengan properti *mooring line* seperti pada Tabel 4.37 berikut:

Tabel 4. 37 Properti *Mooring* pada Iterasi-V

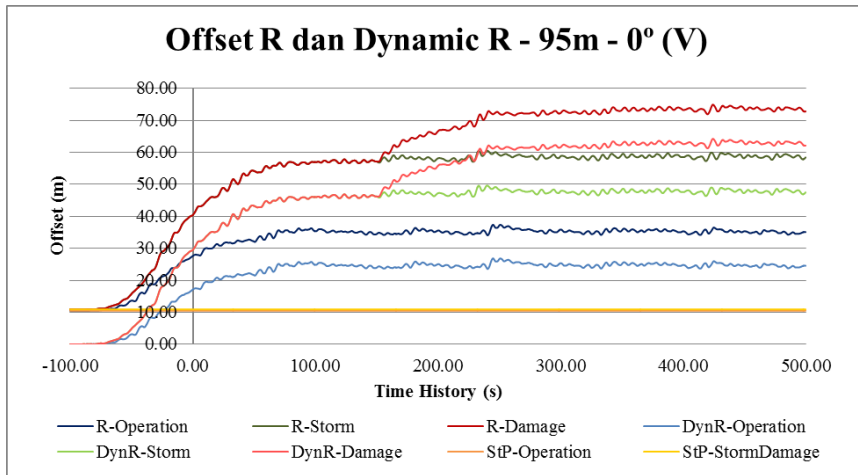
Mooring Line	Weight (kg/m)	MBL (kN)	Tmax intact = MBL / SF	Tmax damage = MBL / SF (kN)
C GR2 Stlink 42mm (ML2)	40.18	981	587	785
Nylon 26 mm (ML1)	0.4	136	82	109
Nylon 18mm (GRID DALAM)	0.21	66	39	53
Nylon 12mm (GRID LUAR)	0.09	29	18	24

Setelah dilakukan simulasi sesuai dengan parameter kondisi yang ditentukan sebelumnya, maka didapatkan hasil secara *time history* sebagai berikut:

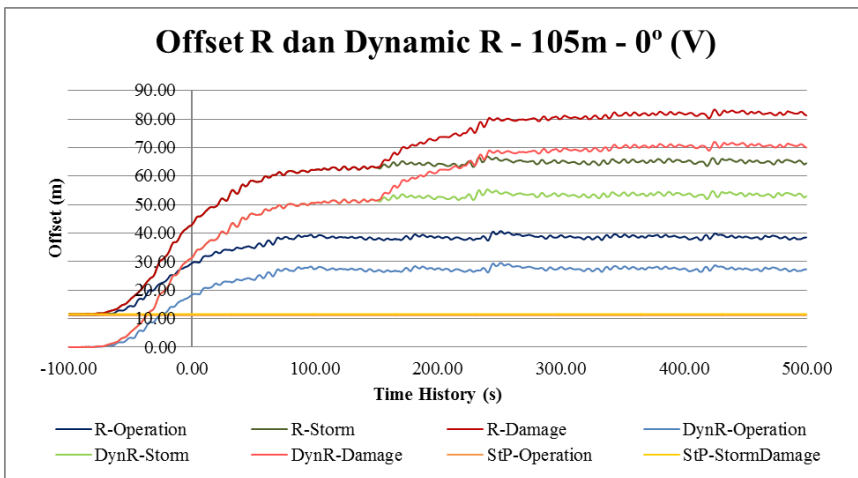
4.10.5.1 Hasil Iterasi-V Pembebanan 0°



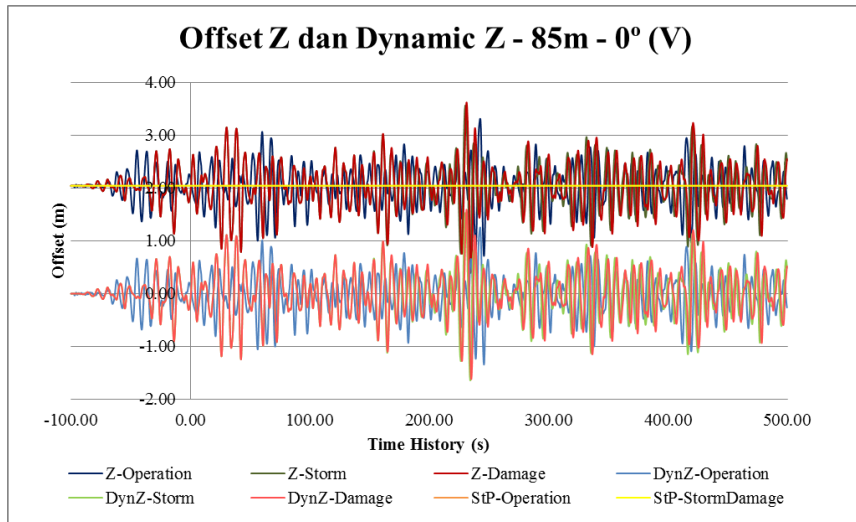
Gambar 4. 133 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 85m-0° (Iterasi-V)



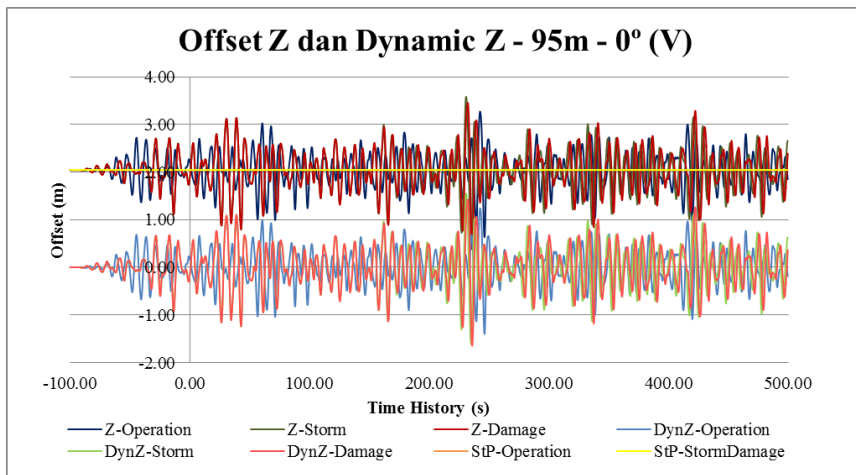
Gambar 4. 134 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 95m-0° (Iterasi-V)



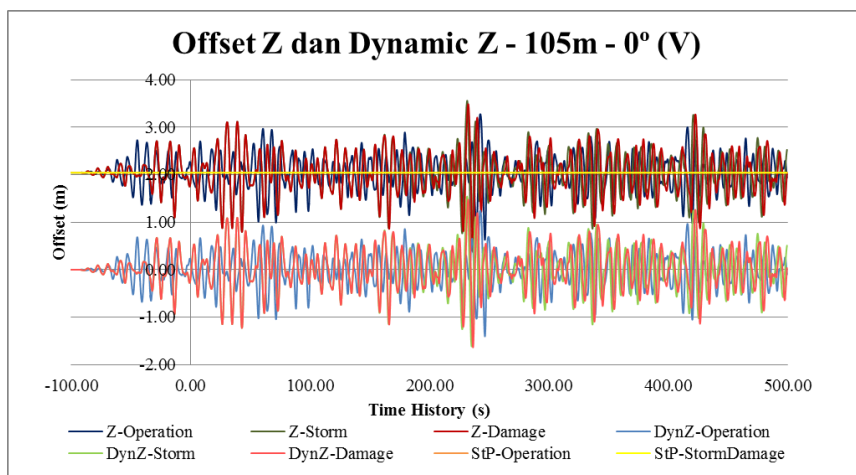
Gambar 4. 135 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 105m-0° (Iterasi-V)



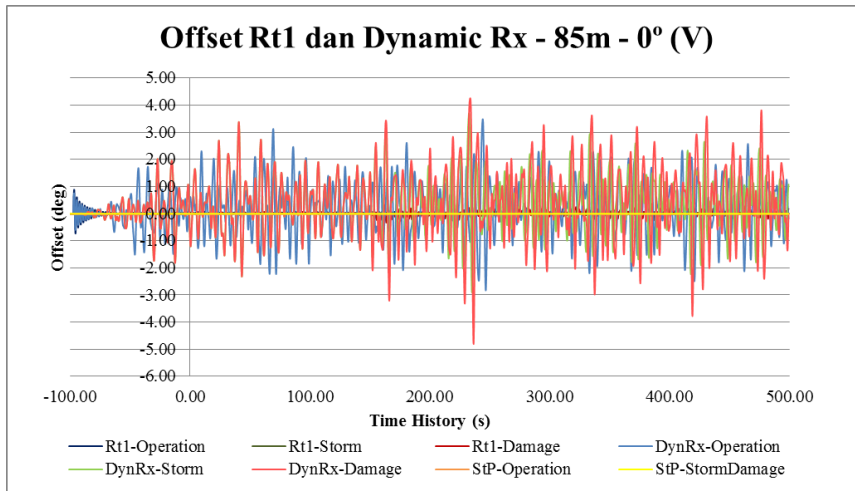
Gambar 4. 136 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-V)



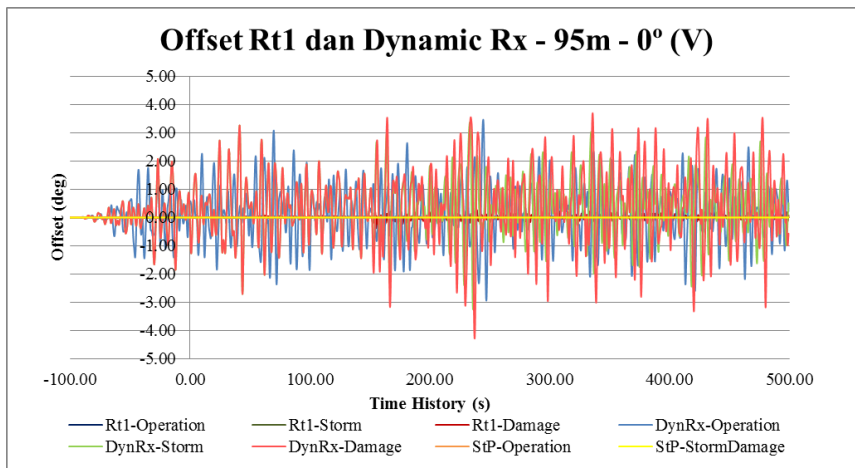
Gambar 4. 137 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-V)



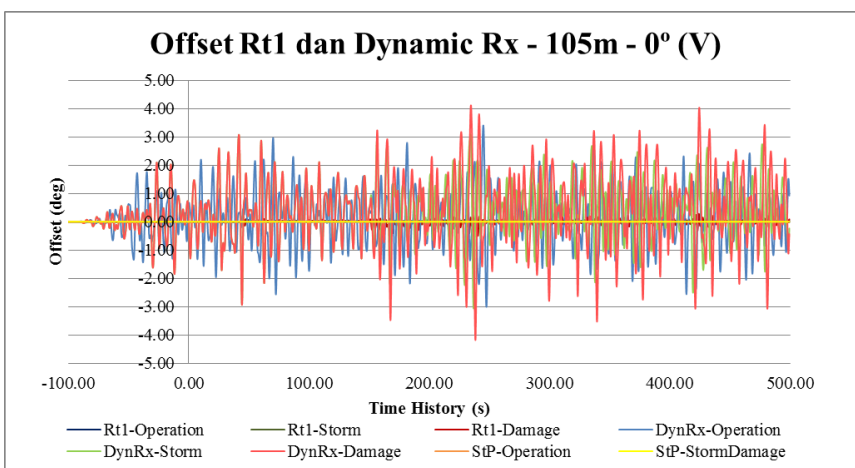
Gambar 4. 138 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-V)



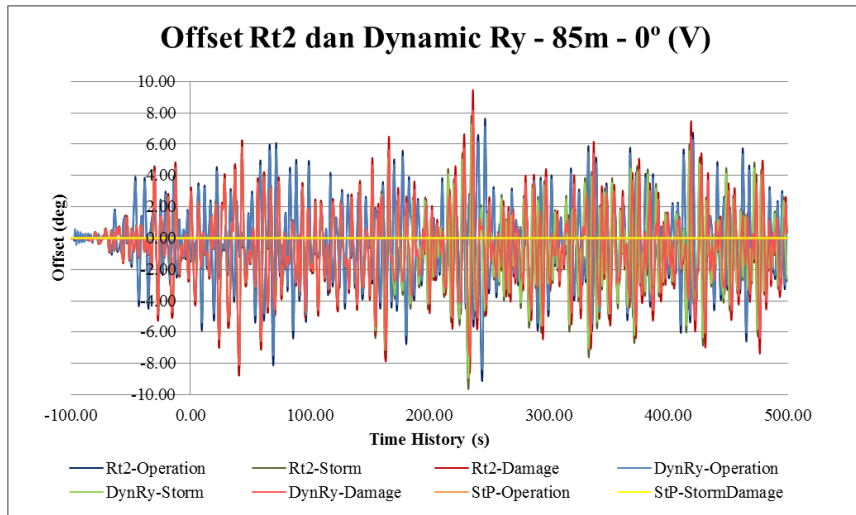
Gambar 4. 139 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 85m-0° (Iterasi-V)



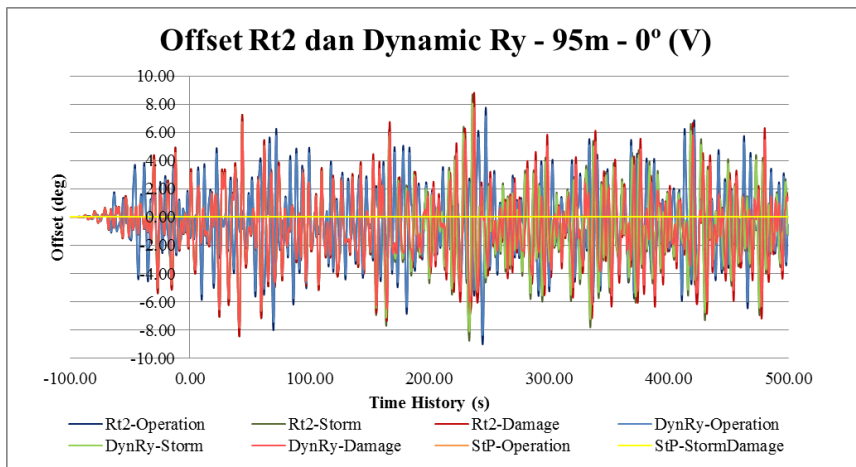
Gambar 4. 140 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 95m-0° (Iterasi-V)



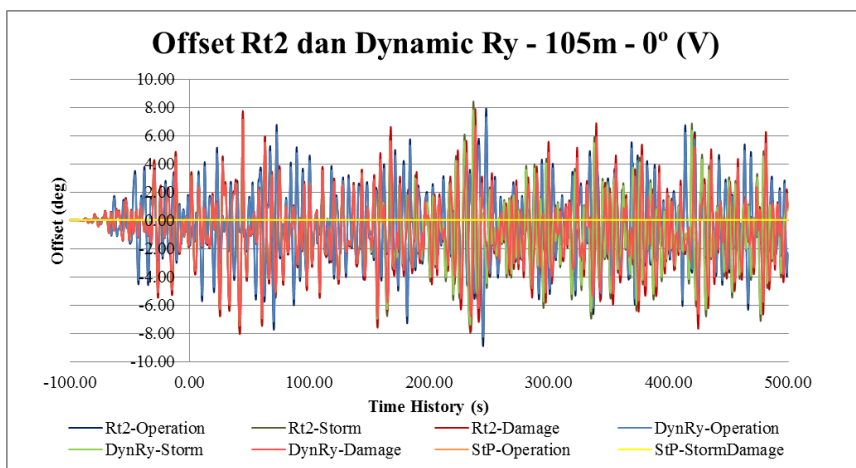
Gambar 4. 141 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 105m-0° (Iterasi-V)



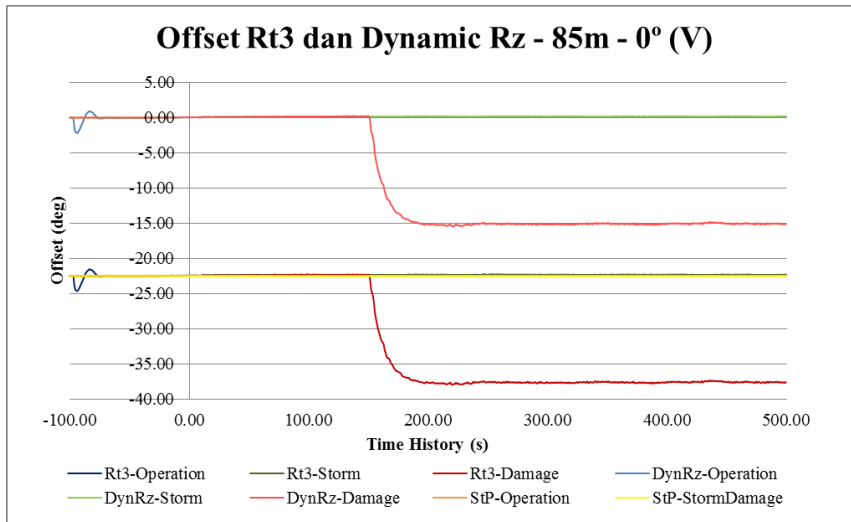
Gambar 4. 142 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 85m-0° (Iterasi-V)



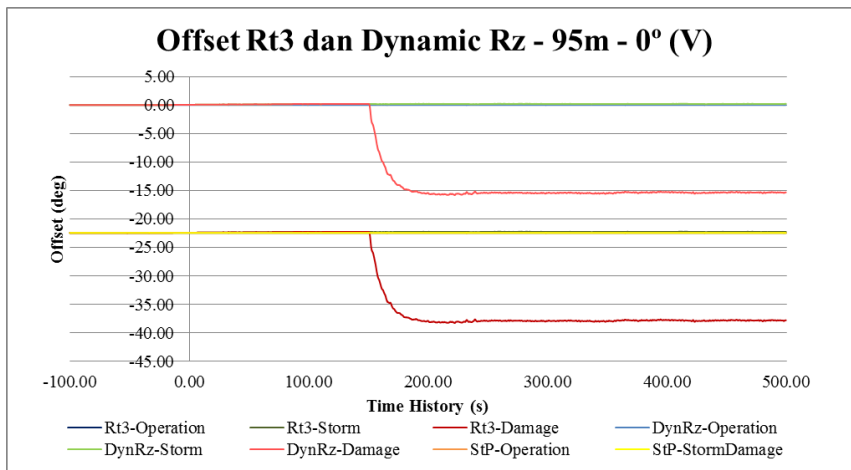
Gambar 4. 143 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 95m-0° (Iterasi-V)



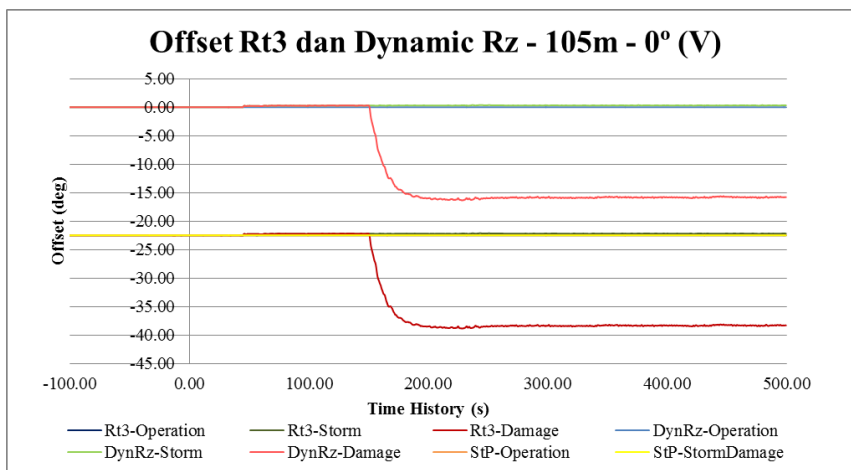
Gambar 4. 144 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 105m-0° (Iterasi-V)



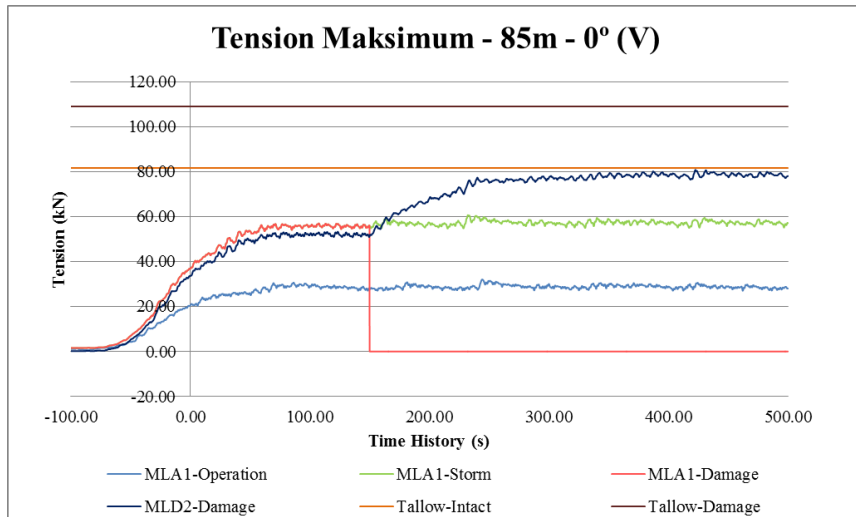
Gambar 4. 145 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 85m-0° (Iterasi-V)



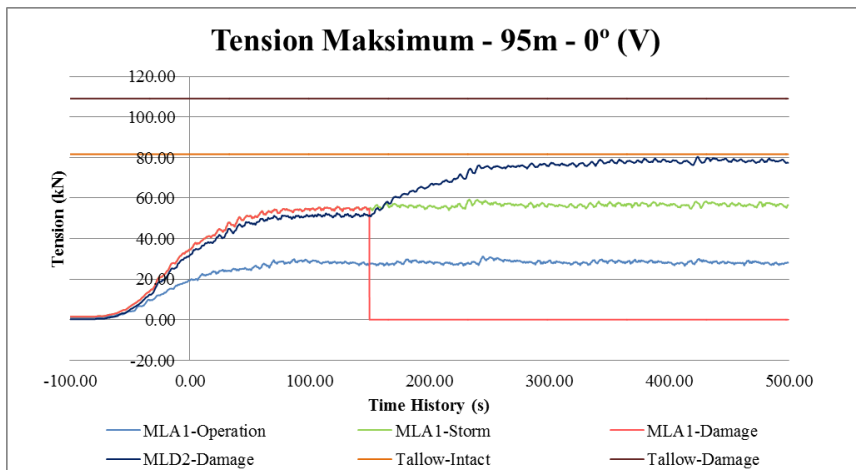
Gambar 4. 146 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 95m-0° (Iterasi-V)



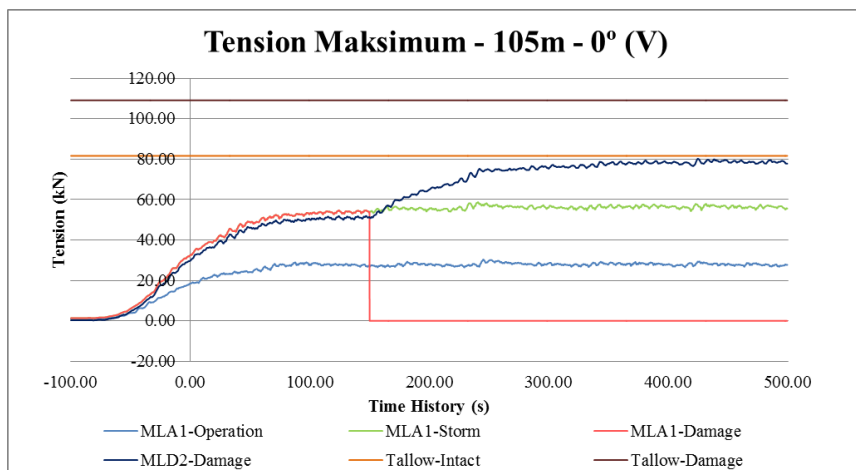
Gambar 4. 147 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 105m-0° (Iterasi-V)



Gambar 4. 148 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 85m-0° (Iterasi-V)

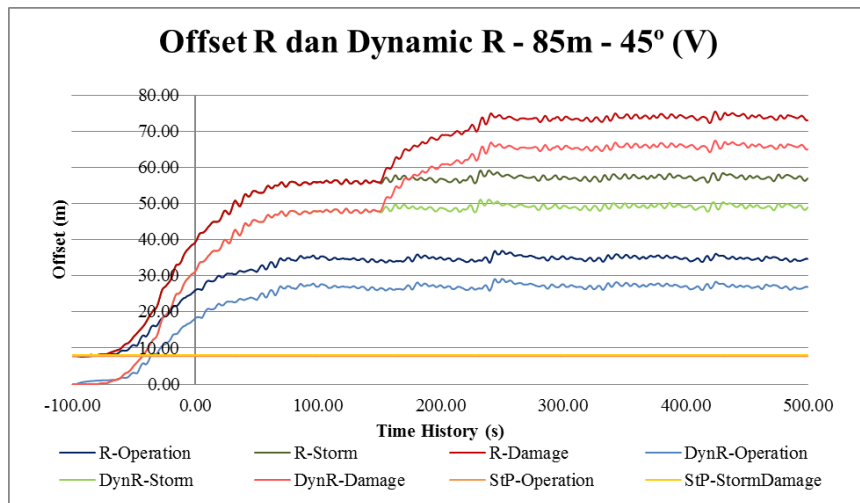


Gambar 4. 149 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 95m-0° (Iterasi-V)

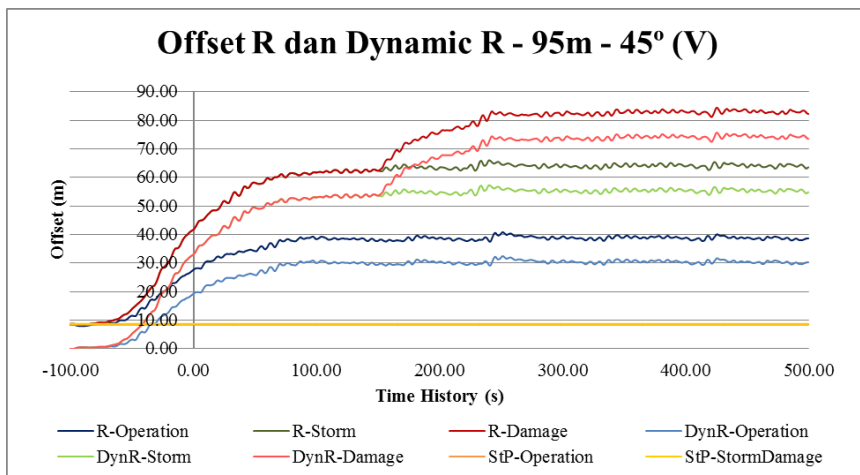


Gambar 4. 150 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 105m-0° (Iterasi-V)

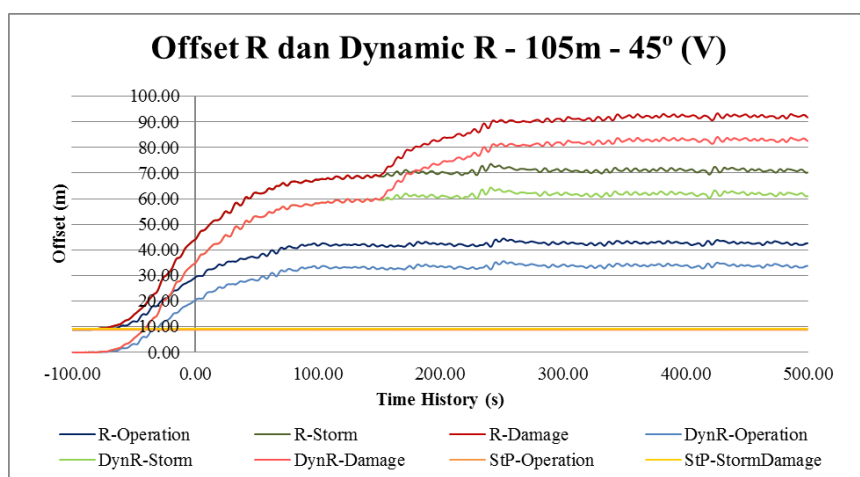
4.10.5.2 Hasil Iterasi-V Pembebanan 45°



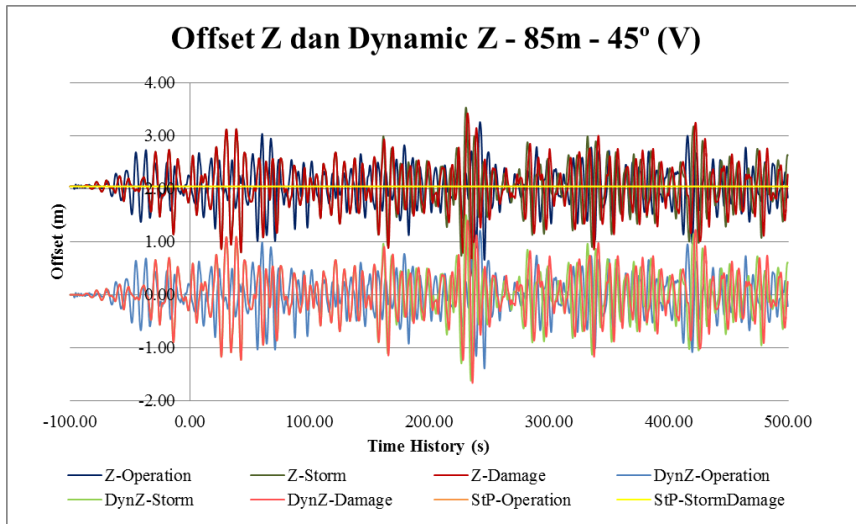
Gambar 4. 151 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 85m-45° (Iterasi-V)



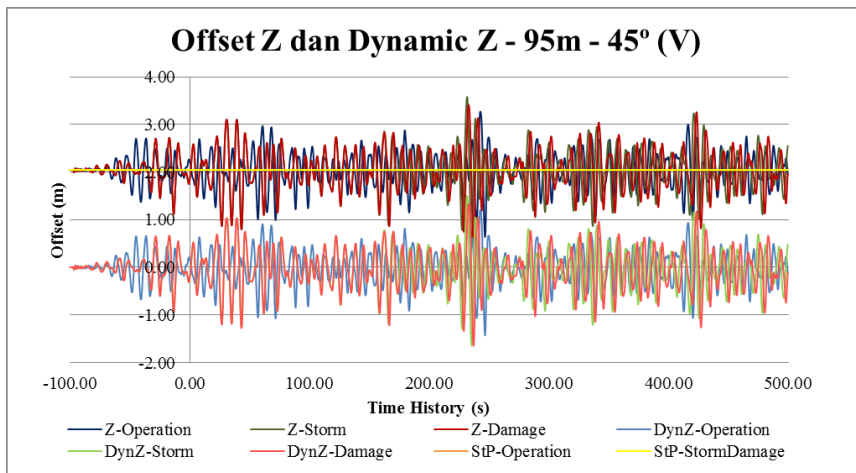
Gambar 4. 152 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 95m-45° (Iterasi-V)



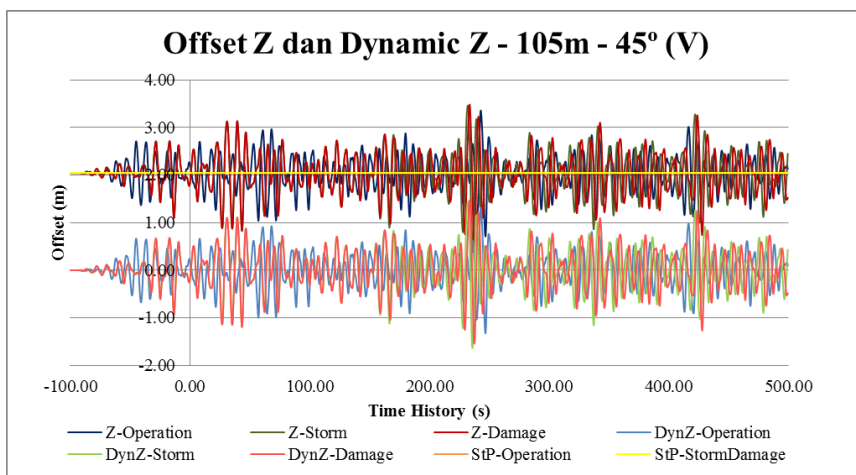
Gambar 4. 153 Grafik Nilai *Offset* Resultan Variasi 105m-45° (Iterasi-V)



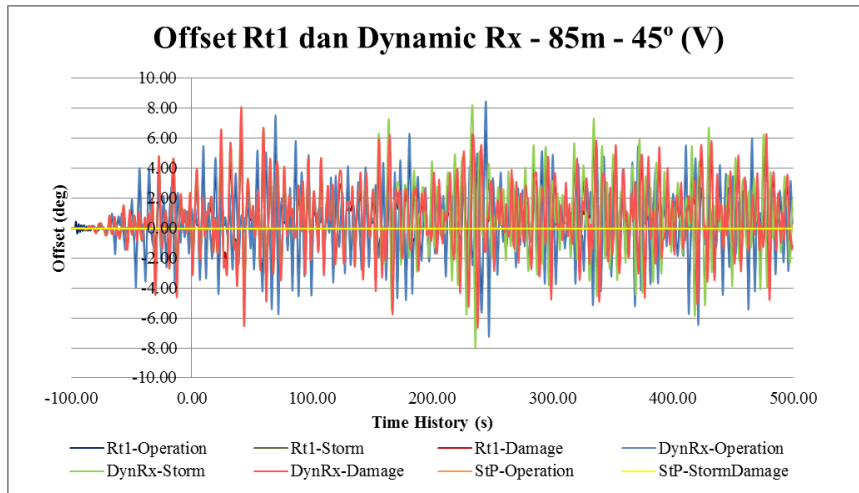
Gambar 4. 154 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-V)



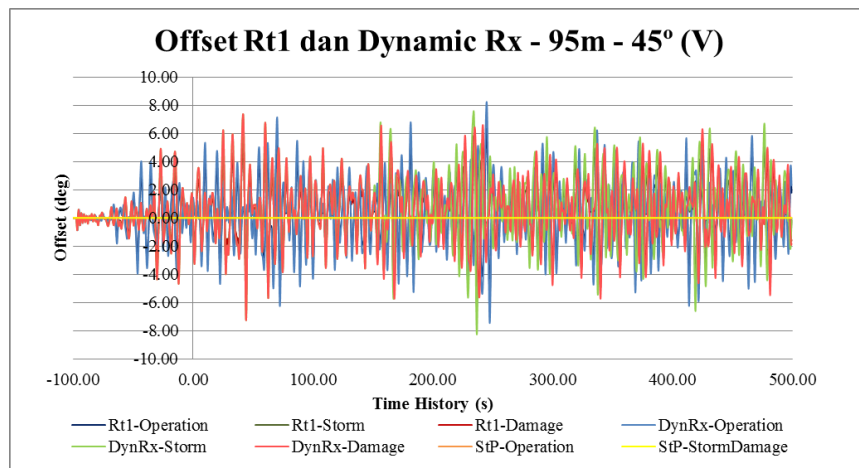
Gambar 4. 155 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-V)



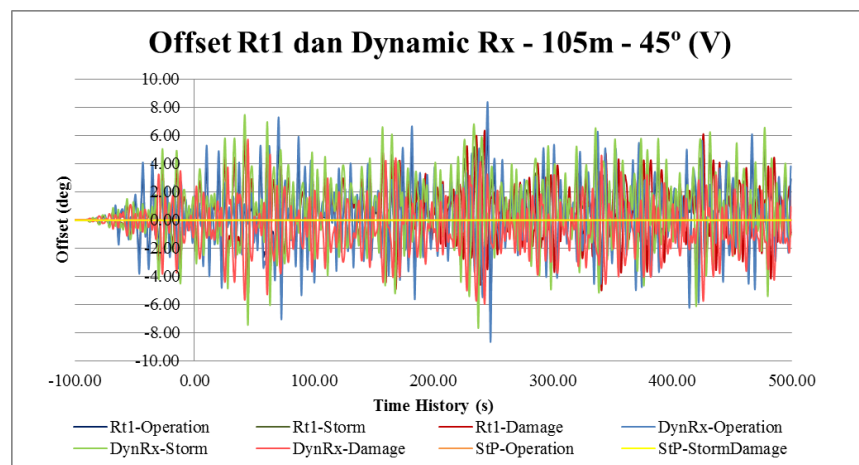
Gambar 4. 156 Grafik Nilai *Offset* Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-V)



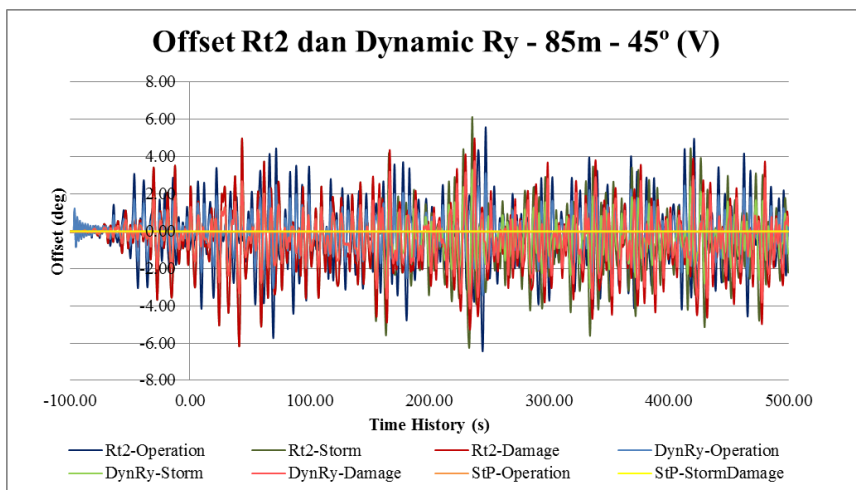
Gambar 4. 157 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 85m-45° (Iterasi-V)



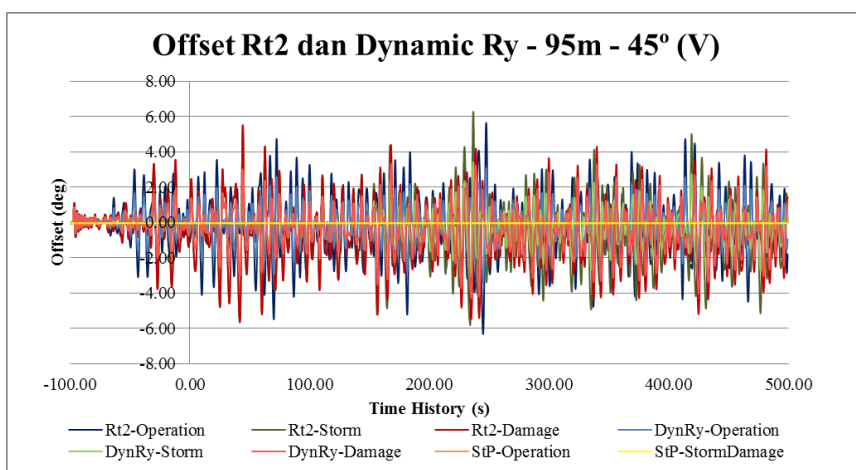
Gambar 4. 158 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 95m-45° (Iterasi-V)



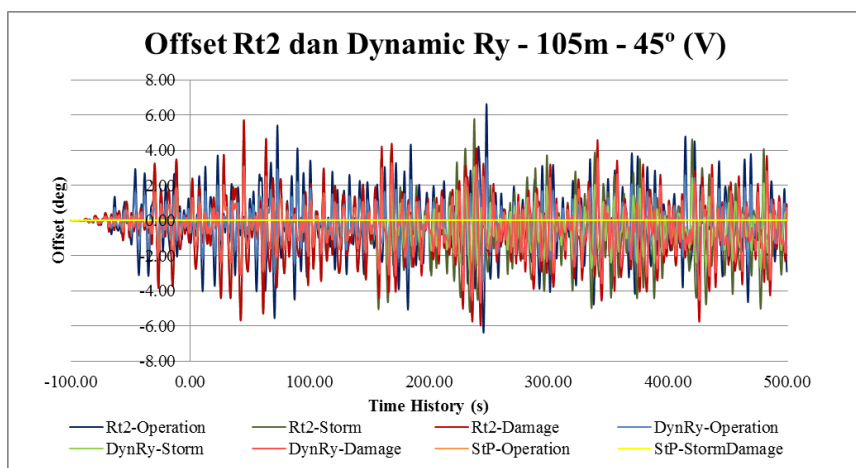
Gambar 4. 159 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. X Variasi 105m-45° (Iterasi-V)



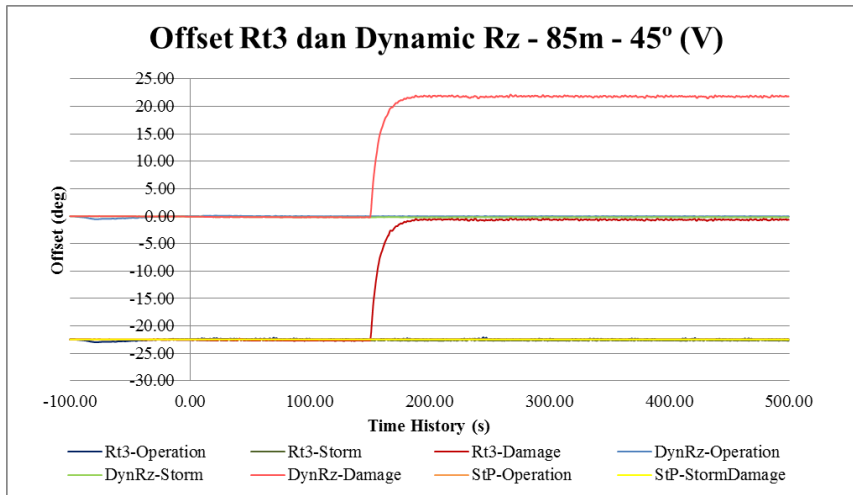
Gambar 4. 160 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 85m-45° (Iterasi-V)



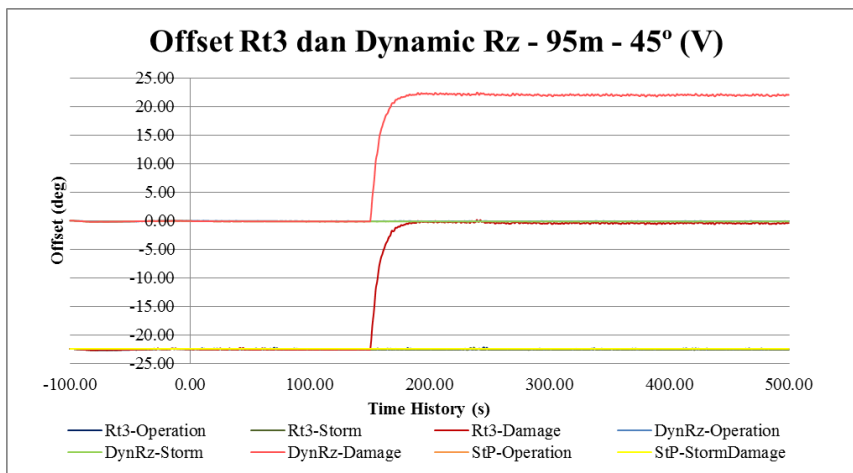
Gambar 4. 161 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 95m-45° (Iterasi-V)



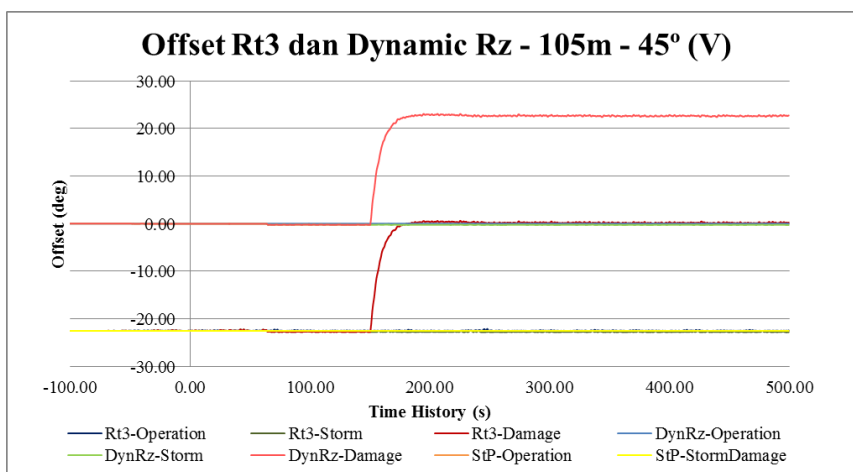
Gambar 4. 162 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Y Variasi 105m-45° (Iterasi-V)



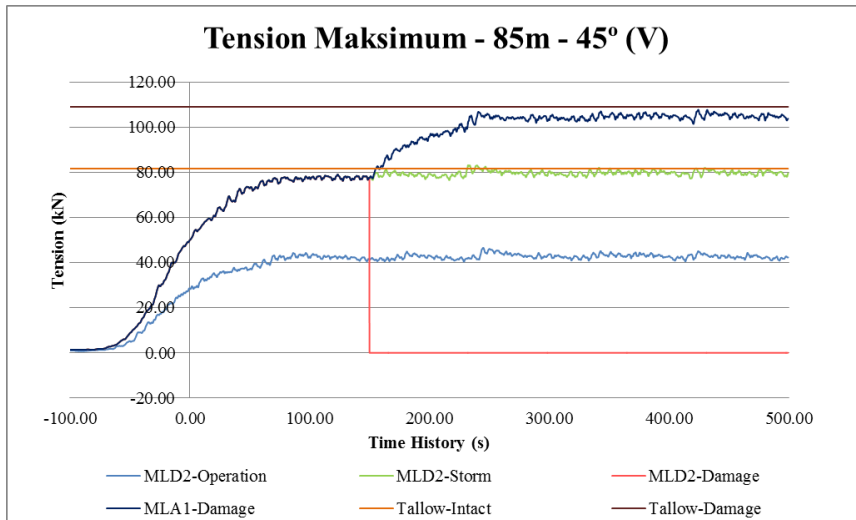
Gambar 4. 163 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 85m-45° (Iterasi-V)



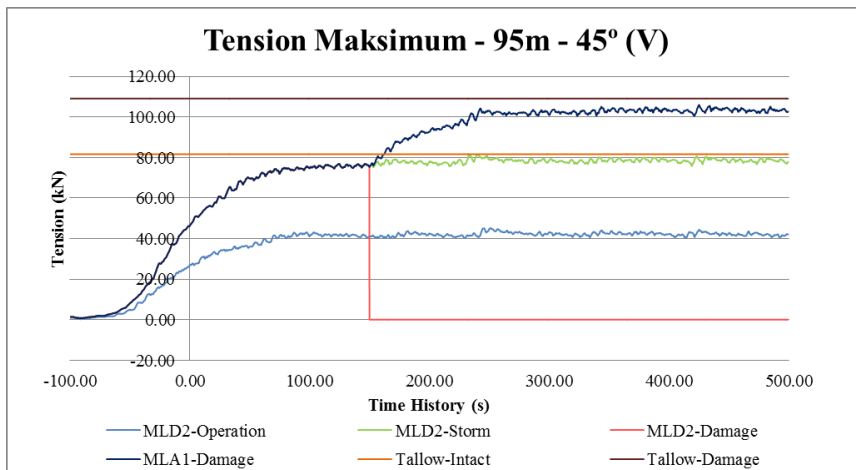
Gambar 4. 164 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 95m-45° (Iterasi-V)



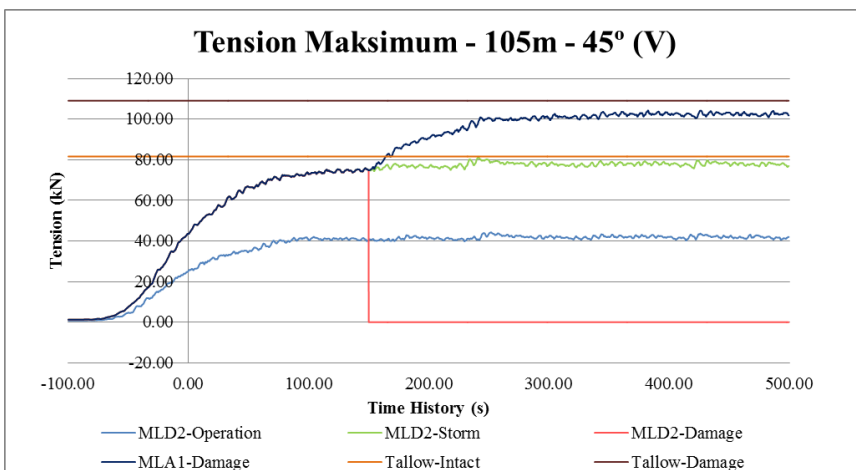
Gambar 4. 165 Grafik Nilai *Offset* Rotasi Sb. Z Variasi 105m-45° (Iterasi-V)



Gambar 4. 166 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 85m-45° (Iterasi-V)



Gambar 4. 167 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 95m-45° (Iterasi-V)



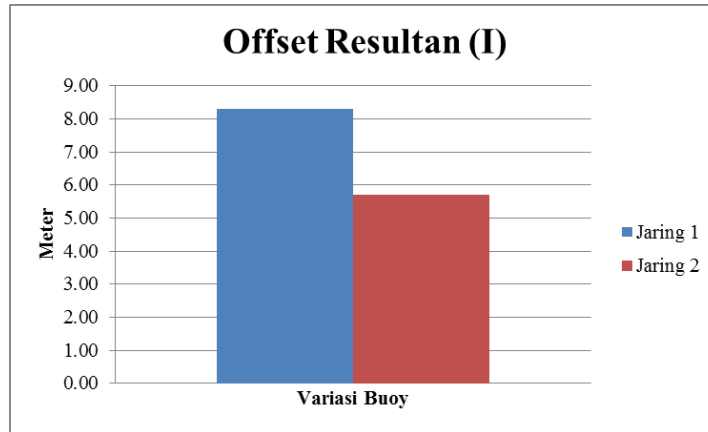
Gambar 4. 168 Grafik Nilai *Tension* Maksimum Variasi 105m-45° (Iterasi-V)

4.10.6 Pembahasan Hasil Iterasi-I

Dari hasil Iterasi-I dapat diambil beberapa hal yang cukup menarik untuk diamati dan dibahas lebih lanjut, yaitu:

1. *Offset Resultan*

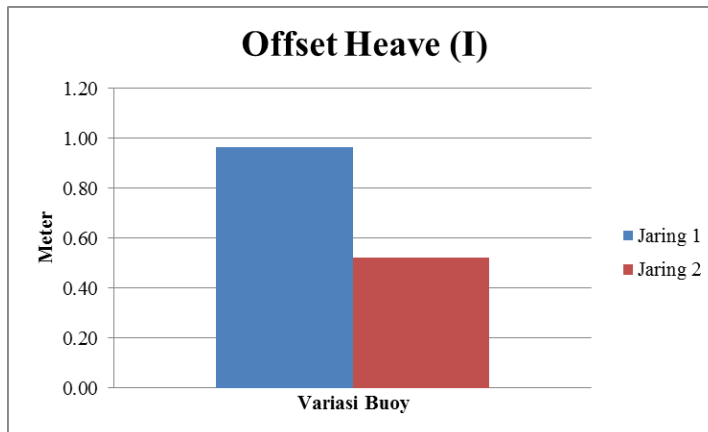
Dari grafik *time history* pada hasil *offset resultan* Iterasi-I (Sub Bab 4.10.1) dapat dilihat bahwa Model 1 memiliki nilai *offset resultan* yang lebih besar, yaitu 8.31 m. Sedangkan Model 2 menghasilkan *offset resultan* sebesar 5.71 m. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.169 berikut:



Gambar 4. 169 Diagram Perbandingan *Offset Resultan* (Iterasi-I)

2. *Offset Heave*

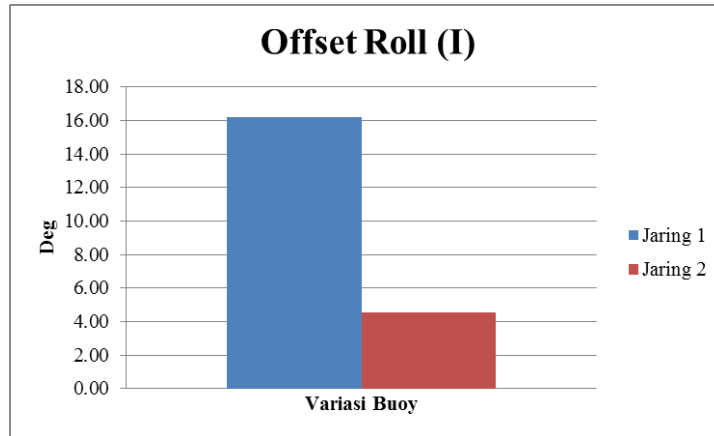
Dari grafik *time history* pada hasil *offset heave* Iterasi-I (Sub Bab 4.10.1) dapat dilihat bahwa Model 1 memiliki nilai *offset heave* hampir 2 kali lebih besar, yaitu 0.96 m. Sedangkan Model 2 menghasilkan *offset heave* yang lebih kecil yaitu 0.52 m. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.170 berikut:



Gambar 4. 170 Diagram Perbandingan *Offset Heave* (Iterasi-I)

3. *Offset Roll*

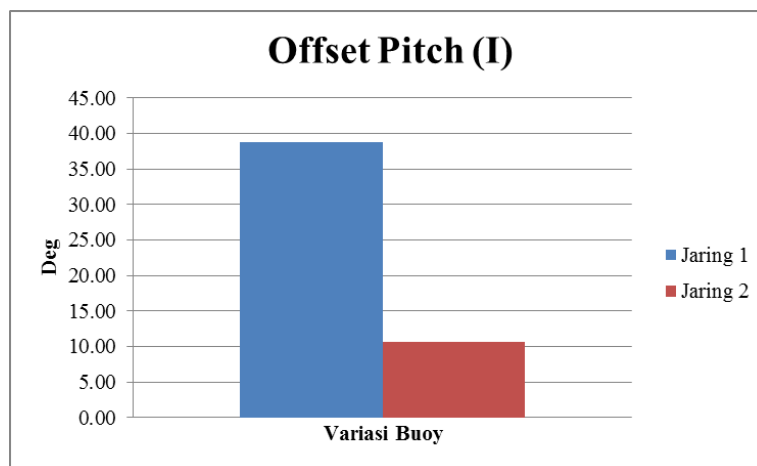
Dari grafik *time history* pada hasil *offset roll* Iterasi-I (Sub Bab 4.10.1) dapat dilihat bahwa Model 1 memiliki nilai *offset roll* yang lebih besar, yaitu 16.2 deg. Sedangkan Model 2 menghasilkan *offset roll* sebesar 4.5 deg. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.171 berikut:



Gambar 4. 171 Diagram Perbandingan *Offset Roll* (Iterasi-I)

4. *Offset Pitch*

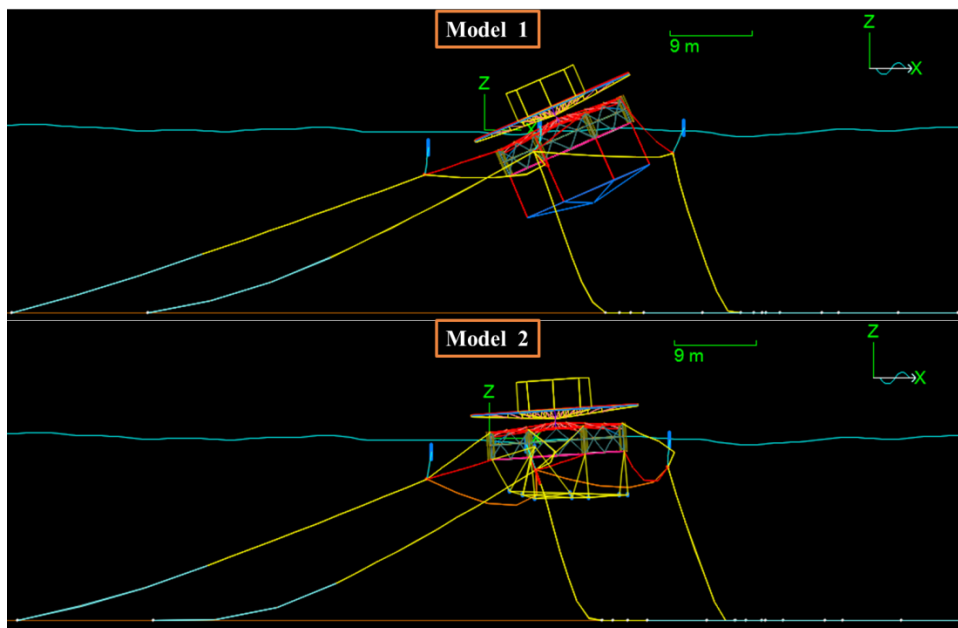
Dari grafik *time history* pada hasil *offset pitch* Iterasi-I (Sub Bab 4.10.1) dapat dilihat bahwa Model 1 memiliki nilai *offset pitch* yang lebih besar, yaitu 38.7 deg. Sedangkan model jaring 2 menghasilkan *offset pitch* sebesar 10.6 deg. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.172 berikut:



Gambar 4. 172 Diagram Perbandingan *Offset Pitch* (Iterasi-I)

Dari hasil *roll* dan *pitch* terlihat bahwa Model 1 yang memiliki jaring berupa 6D *buoy* menghasilkan respon hamper 4 kali lebih besar karena model ini menangkap gaya yang besar dari beban lingkungan. Pada model pertama, jaring

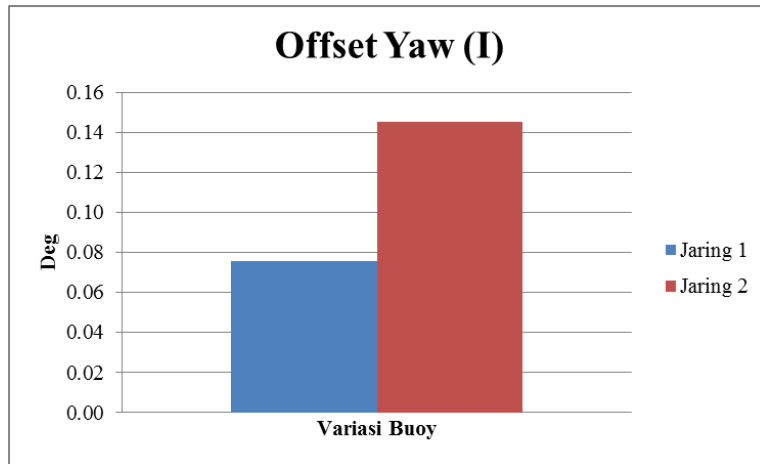
dimodelkan sebagai bagian yang tipis namun memiliki luas penampang yang besar. Meskipun nilai massa, koefisien *drag* (C_d), dan koefisien *added mass* (C_m) jaring telah disesuaikan, akan tetapi model jaring seperti ini ternyata menyebabkan gaya arus dan gelombang orde dua mendorong bagian jaring tersebut hingga menyebabkan struktur berguling serta bergeser lebih jauh. Faktor yang mempengaruhi hal ini yaitu permukaan jaring yang seolah kedap dan *rigid* membuat air tidak dapat menembus bagian tersebut. Bentuk *6D buoy* yang solid menyebabkan terjadinya interaksi fluida yang besar antara beban lingkungan dengan *rigid structure 6D buoy*. Ditambah lagi luas penampang jaring yang semakin lebar menambah besar gaya yang terkumpul, sehingga respon struktur pada mode gerakan *roll* dan *pitch* semakin besar. Visualisasi respon *pitch* dari hasil simulasi antara Model 1 dan Model 2 dapat dilihat pada Gambar 4.173 berikut:



Gambar 4. 173 Visualisasi Respon *Pitch* Model 1 dan Model 2 (Iterasi-I)

5. *Offset Yaw*

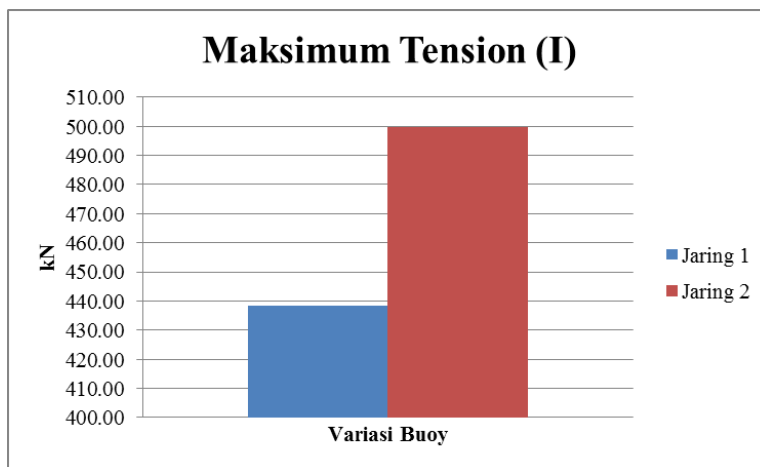
Dari grafik *time history* pada hasil *offset yaw* Iterasi-I dapat dilihat bahwa dari kedua model memberikan respon berupa *offset yaw* yang nilainya cukup kecil. Untuk Model 1 memiliki nilai *offset yaw* yang lebih kecil, yaitu 0.08 deg. Sedangkan model jaring 2 menghasilkan *offset yaw* sebesar 0.15 deg. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.174 berikut:



Gambar 4. 174 Diagram Perbandingan *Offset Yaw* (Iterasi-I)

6. *Maximum Tension*

Dari grafik *time history* pada hasil *tension* maksimum Iterasi-I dapat dilihat bahwa dari kedua model memberikan nilai *tension* maksimum yang jauh berbeda. Untuk Model 1 memiliki nilai *tension* maksimum yang lebih kecil, yaitu 438.3 kN. Sedangkan model jaring 2 menghasilkan *tension* maksimum sebesar 499.7 kN. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.175 berikut:



Gambar 4. 175 Diagram Perbandingan *Maximum Tension* (Iterasi-I)

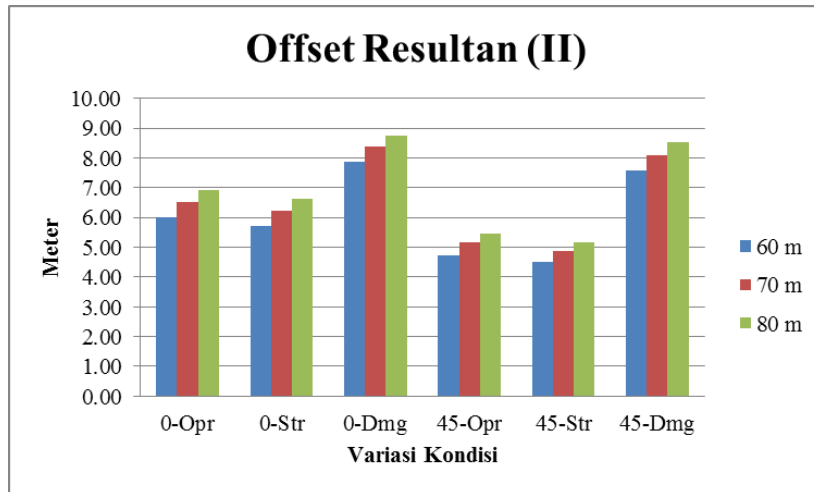
Penambahan tali *grid* dalam bagian bawah dan penggantian model jaring sangat memengaruhi respon struktur dan nilai *tension*-nya. Respon struktur yang dihasilkan semakin kecil namun dihasilkan *tension* yang lebih besar untuk menahan pergerakan struktur tersebut. Terlebih *grid* dalam bawah sangat berpengaruh untuk mengurangi respon gerakan *roll* dan *pitch* yang sebelumnya sangat ekstrim.

4.10.7 Pembahasan Hasil Iterasi-II

Dari hasil Iterasi-II dapat diambil beberapa hal yang cukup menarik untuk diamati dan dibahas lebih lanjut, yaitu:

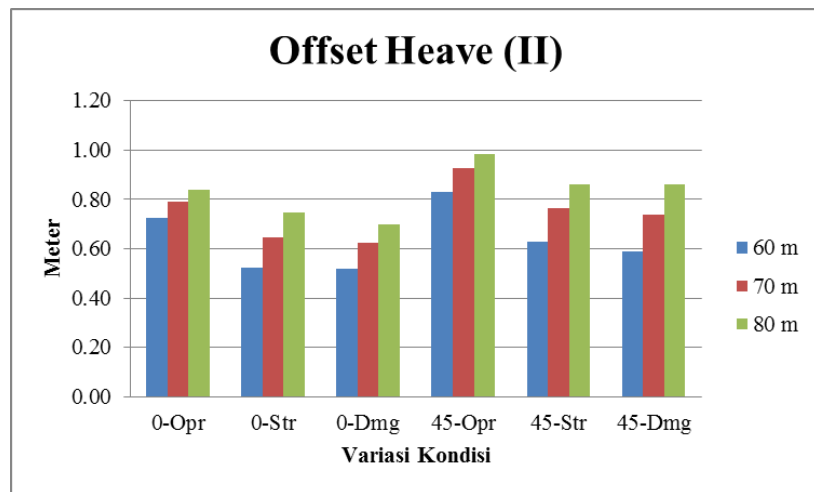
1. Arah Pembebanan

Bila dilihat dari keseluruhan hasil *offset* resultan, maka pembebanan dengan arah 45° memberikan hasil yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan pembebanan arah 0° seperti pada diagram di Gambar 4.176 berikut:



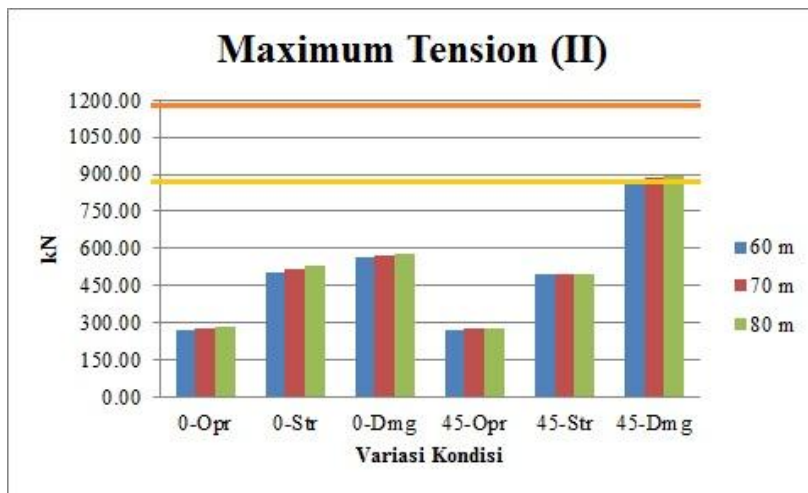
Gambar 4. 176 Diagram Perbandingan *Offset* Resultan (Iterasi-II)

Berbeda dengan hasil *offset* resultan, pada hasil *offset heave* pada Iterasi-II ini, didapatkan nilai *offset heave* pada pembebanan sudut 45° nilainya jauh lebih besar dibandingkan hasil *offset heave* dengan arah pembebanan 0° . Hal ini dapat diamati dari diagram pada Gambar 4.177 berikut ini:



Gambar 4. 177 Diagram Perbandingan *Offset Heave* (Iterasi-II)

Kemudian, apabila dilihat dari hasil *tension* pada *mooring line*, maka terlihat jelas bahwa hasil *tension* pada pembebanan arah 45° jauh lebih besar dibandingkan hasil *tension* dengan arah pembebanan 0° khususnya pada kondisi *damage* seperti pada diagram di Gambar 4.178. Perbedaan nilai *tension* ini mencapai lebih dari 200kN atau sekitar 34% pada kondisi *damage*. Namun semua hasil *tension* memenuhi *safety factor* sesuai kondisi pembebanannya, hal ini dapat diamati dari diagram pada Gambar 4.178. Garis kuning merupakan batas *tension* untuk kondisi *intact* dengan nilai *safety factor* 1.67. Sedangkan garis oranye merupakan batas *tension* untuk kondisi *damage* dengan nilai *safety factor* 1.25.



Gambar 4. 178 Diagram Perbandingan *Maximum Tension* (Iterasi-II)

2. Variasi Panjang *Mooring Line*

Untuk hasil *offset* translasi dan *tension* tali *mooring* pada setiap variasi panjangnya, didapatkan variasi panjang 60m memiliki hasil *offset* translasi, *offset heave*, maupun *tension* yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan variasi 70m dan 80m. Hal ini terjadi baik untuk pembebanan 0° maupun 45°. Hasil tersebut dapat diamati pada grafik sebelumnya, untuk kemudian diringkas seperti pada Tabel 4.38 berikut ini:

Tabel 4. 38 Perbandingan *Offset* dan *Tension* Kondisi *Damage* (Iterasi-II)

0 Deg		45 Deg		Persen	0 Deg		45 Deg		Persen
Variasi	Offset R	Variasi	Offset R		Variasi	Tension	Variasi	Tension	
60	7.56	60	7.34	2.9	60	572.42	60	876.07	34.7
70	8.01	70	7.83	2.2	70	583.19	70	890.40	34.5
80	8.29	80	8.27	0.2	80	590.12	80	896.80	34.2
Rata-Rata				2	Rata-Rata				34

3. Adanya Peluang Terjadi Resonansi

Setelah mengamati hasil *offset* translasi searah sumbu Z / *offset heave*, didapati bahwa hasil pada kondisi operasi lebih besar dibandingkan hasil pada kondisi badai dan *damage* seperti pada diagram di Gambar 4.176. Dari hasil tersebut maka dapat dicurigai bahwa terjadi resonansi pada simulasi dengan data lingkungan kondisi operasi. Hal ini dapat diamati secara mendetail pada grafik *time history* dari *offset heave* pada arah pembebanan 0° (Gambar 4.57 hingga Gambar 4.59) maupun 45° (Gambar 4.75 hingga Gambar 4.77).

Dari grafik-grafik yang telah ditunjukkan di atas, apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dari periode natural struktur, maka terdapat kecurigaan bahwa terjadi resonansi pada struktur tersebut. Hal ini diperkuat dengan hasil perhitungan manual periode natural gerakan *heave* yang nilainya 6.575 sekon, yang sangat dekat dengan periode gelombang signifikan pada kondisi operasi yang dibahas di bab 4.1.1, yaitu senilai 7.60 sekon.

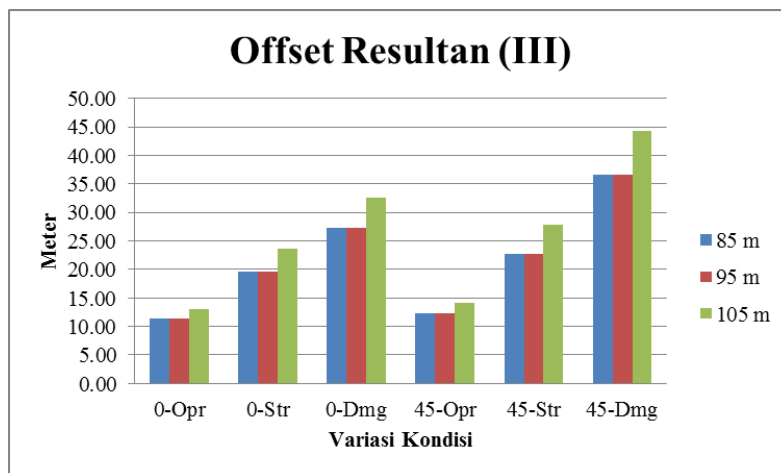
Adanya kekakuan / *stiffness* yang tinggi dari bahan *wire rope* sebagai tali tambat, besar kemungkinan membuat struktur bergerak menuju periode yang lebih rendah dari periode gelombang signifikan pada kondisi operasi tersebut. Hal ini terjadi karena *stiffness* tali tambat sangat berperan untuk menahan pergerakan struktur tersebut dalam mengikuti pergerakan sesuai periode gelombang signifikannya.

4.10.8 Pembahasan Hasil Iterasi-III

Dari hasil Iterasi-III dapat diambil beberapa hal yang cukup menarik untuk diamati dan dibahas lebih lanjut, yaitu:

1. *Offset* Resultan

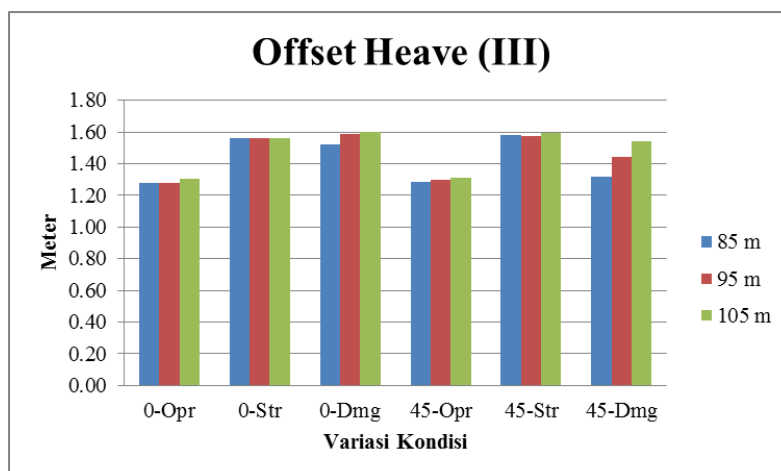
Dari grafik *time history* pada hasil *offset* resultan Iterasi-III dapat dilihat bahwa semakin panjang *mooring line*, maka didapatkan nilai *offset* resultan yang semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.179 berikut:



Gambar 4. 179 Diagram Perbandingan *Offset* Resultan (Iterasi-III)

2. *Offset Heave*

Dari grafik *time history* pada hasil *offset heave* Iterasi-III dapat dilihat bahwa semakin panjang *mooring line*, nilai *offset heave* relatif semakin besar. Namun, selisih nilai *offset heave* tersebut pada setiap variasi cukup kecil. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.180 berikut:



Gambar 4. 180 Diagram Perbandingan *Offset Heave* (Iterasi-III)

3. *Maximum Tension*

Dari grafik *time history* pada hasil *tension* maksimum Iterasi-III dapat dilihat bahwa semakin panjang *mooring line*, maka didapatkan nilai *tension* maksimum yang semakin kecil, meskipun hanya sedikit selisihnya. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.181 berikut:



Gambar 4. 181 Diagram Perbandingan *Maximum Tension* (Iterasi-III)

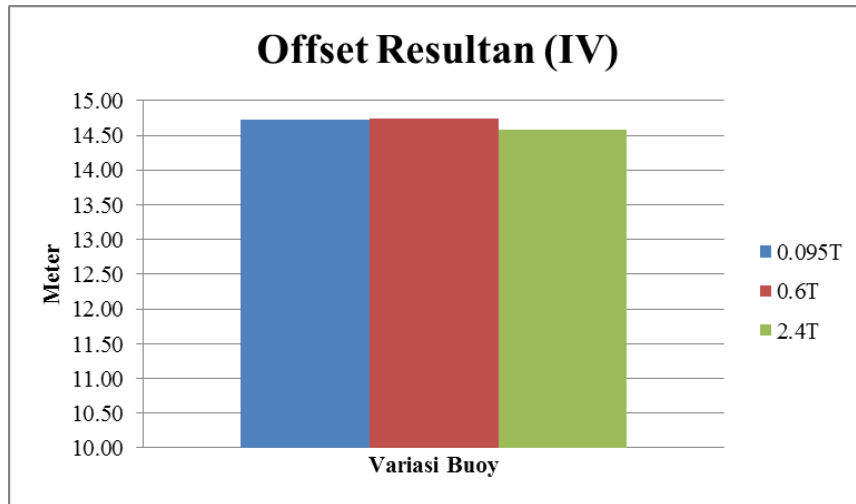
Nilai *tension* maksimum dari Iterasi-III aman karena *tension* maksimum yang dihasilkan berada jauh dibawah batas *tension*. Garis kuning merupakan batas *tension* untuk kondisi *intact* dengan nilai *safety factor* 1.67. Sedangkan garis oranye merupakan batas *tension* untuk kondisi *damage* dengan nilai *safety factor* 1.25.

4.10.9 Pembahasan Hasil Iterasi-IV

Dari hasil Iterasi-IV dapat diambil beberapa hal yang cukup menarik untuk diamati dan dibahas lebih lanjut, yaitu:

1. *Offset Resultan*

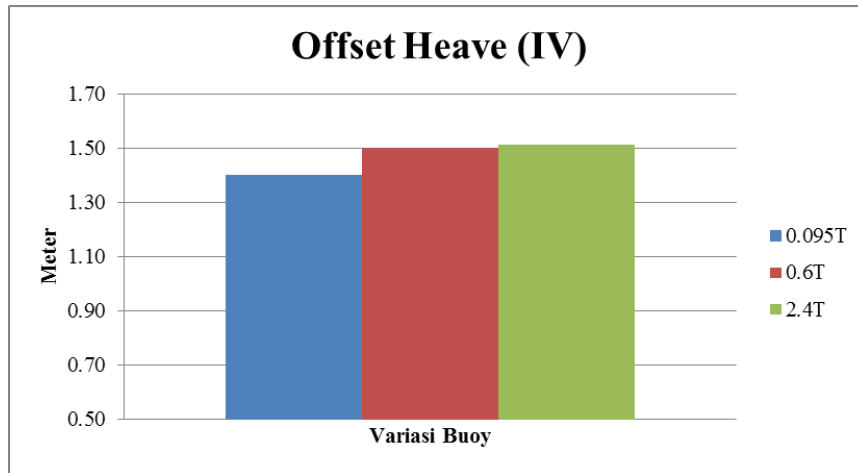
Dari grafik *time history* pada hasil *offset resultan* Iterasi-IV dapat dilihat bahwa dari ketiga variasi buoy memberikan respon berupa *offset resultan* yang nilainya hampir sama. Untuk variasi 1 besarnya 14.72 m, variasi 2 besarnya 14.74 m serta nilai *offset resultan* pada variasi 3 lebih kecil yaitu 14.58 m, hanya terpaut 16cm. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.182 berikut:



Gambar 4. 182 Diagram Perbandingan *Offset Resultan* (Iterasi-IV)

2. *Offset Heave*

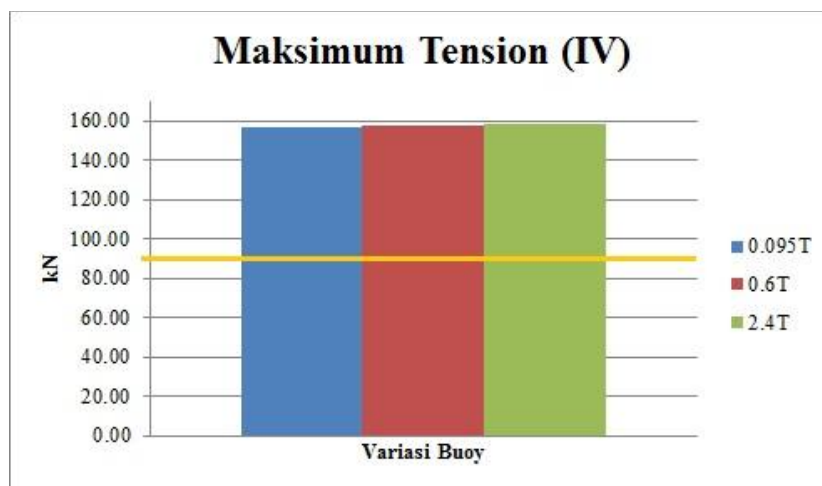
Dari grafik *time history* pada hasil *offset heave* Iterasi-IV dapat dilihat bahwa dari ketiga variasi buoy memberikan respon berupa *offset heave* yang nilainya hampir sama juga. Namun, untuk variasi 1 memiliki nilai yang lebih kecil dibanding variasi yang lain yaitu 1.40 m, atau terpaut 10 cm. Lalu untuk variasi 2 besarnya 1.50 m serta variasi 3 besarnya 1.51 m. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.183 berikut:



Gambar 4. 183 Diagram Perbandingan *Offset Heave* (Iterasi-IV)

3. *Maximum Tension*

Dari grafik *time history* pada hasil *tension* maksimum Iterasi-IV dapat dilihat bahwa dari ketiga variasi *buoy* memberikan nilai *tension* maksimum yang hampir sama. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.184 berikut:



Gambar 4. 184 Diagram Perbandingan *Maximum Tension* (Iterasi-IV)

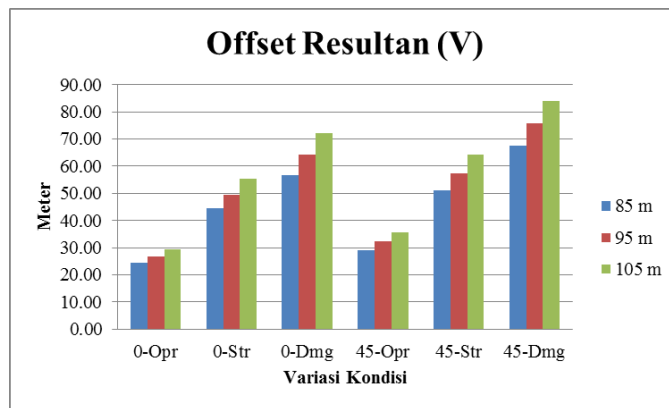
Nilai *tension* maksimum dari Iterasi-IV untuk variasi 1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 156.6 kN, 157.4 kN, dan 158.7kN. Ketiga hasil *tension* tersebut melebihi batas aman *tension* maksimum dengan *safety factor* 1.67 yang ditandai dengan garis kuning pada Gambar 4.184 diatas. Besarnya nilai *tension* ini sangat dipengaruhi oleh *stiffness* dari tali berbahan *Polyester*. Bahan ini lebih kaku bila dibandingkan dengan tali berbahan *Nylon*.

4.10.10 Pembahasan Hasil Iterasi-V

Dari hasil Iterasi-V dapat diambil beberapa hal yang cukup menarik untuk diamati dan dibahas lebih lanjut, yaitu:

1. *Offset* Resultan

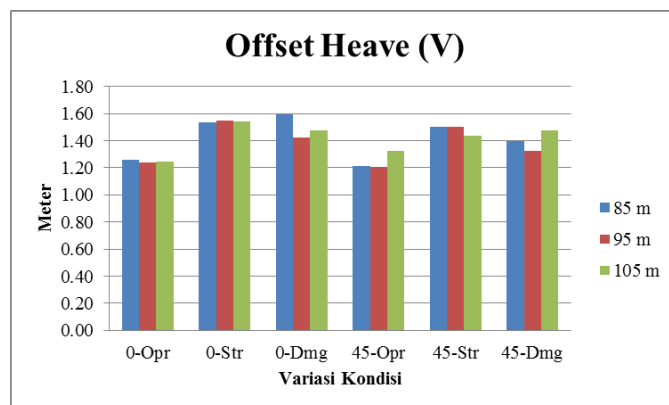
Dari grafik *time history* pada hasil *offset* resultan Iterasi-V dapat dilihat bahwa semakin panjang *mooring line*, maka didapatkan nilai *offset* resultan yang semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.185 berikut:



Gambar 4. 185 Diagram Perbandingan *Offset* Resultan (Iterasi-V)

2. *Offset Heave*

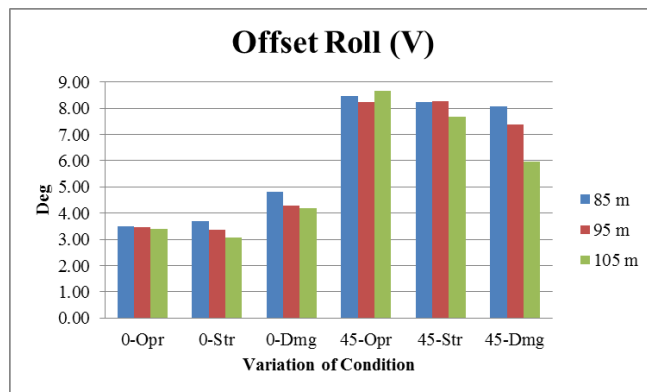
Dari grafik *time history* pada hasil *offset heave* Iterasi-V dapat dilihat bahwa nilai *offset heave* memiliki tren yang semakin fluktuatif seiring semakin ekstrimnya kondisi pembebanan, terutama pada arah pembebanan 45°. Akan tetapi selisih nilai *offset heave* tiap variasi panjang tidak terlampaui jauh, yaitu rata-rata berkisar 4%. Apabila diamati, nilai *offset heave* pada variasi panjang 85m dominan memiliki nilai yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.186 berikut:



Gambar 4. 186 Diagram Perbandingan *Offset Heave* (Iterasi-V)

3. *Offset Roll*

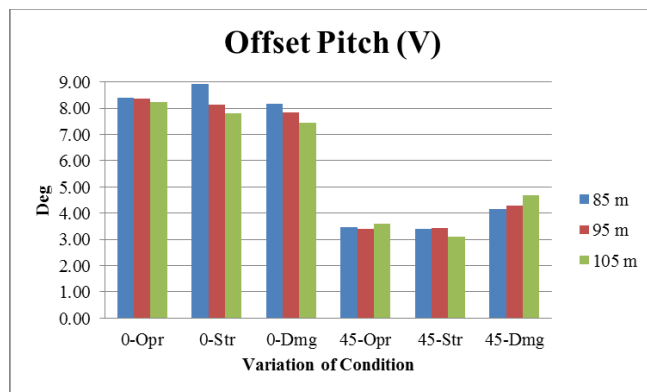
Dari grafik *time history* pada hasil *offset roll* Iterasi-V dapat dilihat bahwa nilai *offset roll* memiliki tren yang cenderung semakin kecil seiring semakin panjangnya variasi *mooring line*. Dimana nilai *offset roll* pada variasi panjang 85 m dominan memiliki nilai yang lebih besar. Selanjutnya, arah pembebanan 45° memberikan nilai *offset roll* yang lebih besar dari arah pembebanan 0°. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.187 berikut:



Gambar 4. 187 Diagram Perbandingan *Offset Roll* (Iterasi-V)

4. *Offset Pitch*

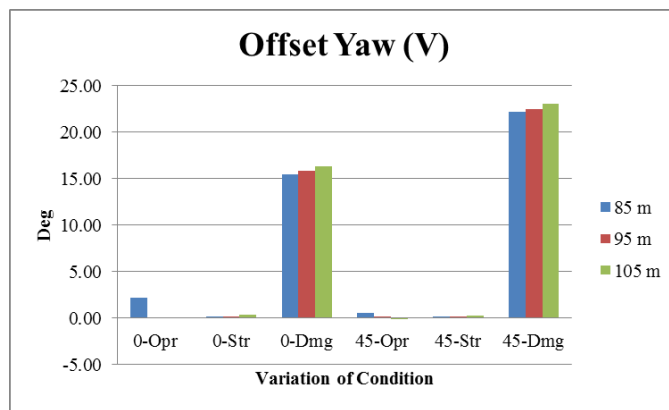
Dari grafik *time history* pada hasil *offset pitch* Iterasi-V dapat dilihat bahwa nilai *offset pitch* memiliki tren yang cenderung semakin kecil seiring semakin panjangnya variasi *mooring line*. Apabila diamati, nilai *offset pitch* pada variasi panjang 85 m dominan memiliki nilai yang lebih besar. Selanjutnya bila dilihat dari arah pembebanan, arah pembebanan 0° memberikan nilai *offset pitch* yang lebih besar dari arah pembebanan 45°. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.188 berikut:



Gambar 4. 188 Diagram Perbandingan *Offset Pitch* (Iterasi-V)

5. Offset Yaw

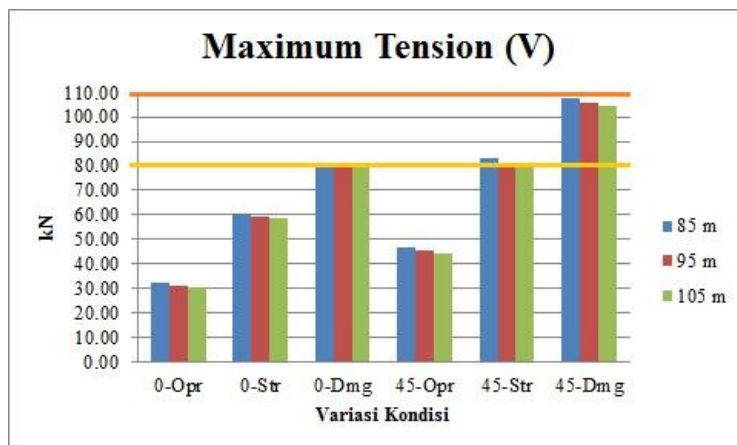
Dari grafik *time history* pada hasil *offset yaw* Iterasi-V dapat dilihat bahwa nilai *offset yaw* pada kondisi *intact* sangat kecil bila dibandingkan dengan kondisi *damage* yang nilainya terlampaui sangat tinggi. Hal ini terjadi karena pada kondisi *damage* salah satu *mooring line* diputus, sehingga membuat struktur dapat berputar lebih jauh. Selanjutnya, arah pembebanan 45° memberikan nilai *offset yaw* yang lebih besar dari arah pembebanan 0°. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.189 berikut:



Gambar 4. 189 Diagram Perbandingan *Offset Yaw* (Iterasi-V)

6. Maximum Tension

Dari grafik *time history* pada hasil *tension* maksimum Iterasi-V dapat dilihat bahwa semakin panjang *mooring line*, maka didapatkan nilai *tension* maksimum yang semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 4.190 berikut:



Gambar 4. 190 Diagram Perbandingan *Maximum Tension* (Iterasi-V)

Nilai *tension* maksimum dari Iterasi-V relatif cukup aman karena sebagian besar nilai *tension* maksimum yang dihasilkan berada dibawah batas *tension*. Hanya saja pada variasi panjang 85 m di kondisi badai dengan arah pembebanan

45° memiliki nilai *tension* maksimum yang melebihi batas, dengan *safety factor* sebesar 1.64. Garis kuning merupakan batas *tension* untuk kondisi *intact* dengan nilai *safety factor* 1.67. Sedangkan garis oranye merupakan batas *tension* untuk kondisi *damage* dengan nilai *safety factor* 1.25.

4.11 Perhitungan Kapasitas Anchor (II)

Setelah dilakukan serangkaian simulasi dinamis, didapatkan bahwa *mooring line* yang dapat digunakan memiliki diameter dan MBL yang lebih besar dari hasil perhitungan. Selain itu nilai *maximum tension* dari Iterasi-V juga lebih besar dari nilai MBL hasil perhitungan pada Sub Bab 4.8.3. Hal ini akan berpengaruh pada kapasitas *anchor* yang dibutuhkan, karena kapasitas *anchor* hasil perhitungan sebelumnya lebih kecil dari nilai *maximum tension* hasil simulasi dinamis Iterasi-V.

Maka, pada Sub Bab ini dihitung kembali kapasitas dan berat *anchor* yang dapat mengakomodasi *tension* dengan mempertimbangkan hasil simulasi dinamis pada Iterasi-V. *Mooring line* berbahan *Nylon* dengan diameter 26 mm yang digunakan pada Iterasi-V memiliki nilai MBL yaitu 136 kN. Pemilihan *safety factor* didasarkan pada hasil *tension* kondisi *intact* yang melebihi *safety factor* untuk kondisi *intact*, sehingga untuk menghitung *anchor holding capacity* digunakan nilai *safety factor* diantara kondisi *intact* dan *damage*. Dengan menggunakan *safety factor* 1.46 (nilai tengah antara *safety factor* kondisi *intact* dan *damage*), didapatkan perhitungan kapasitas *anchor* sebagai berikut:

$$\text{Max Tension} = \frac{\text{MBL}}{\text{SF}} = \frac{136}{1.46} = 93.4 \text{ kN}$$

$$\text{Anchor Holding Capacity} = 93.4 \text{ kN}$$

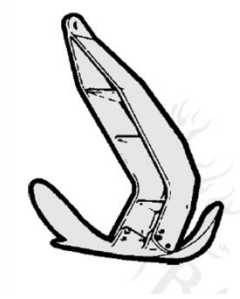
Untuk mendapatkan *anchor* dengan berat yang relatif lebih ringan dengan tingkat *holding capacity* yang lebih besar, maka dipilih *anchor* yang memiliki nilai efisiensi lebih besar dari jenis Flipper Delta. Didapatkan *anchor* jenis Bruce Twin Shank yang memiliki nilai efisiensi yaitu 14. Dapat dilihat pada Tabel 4.32 pada Sub Bab 4.8.6.

Selanjutnya, didapatkan nilai *weight in air* (W_a) *anchor* yaitu:

$$W_a = \frac{T_m}{e} = \frac{93.4}{14} = 6.7 \text{ kN}$$

$$W_a = 0.7 \text{ Ton}$$

BRUCE TWIN SHANK



Gambar 4. 191 Anchor Jenis Bruce Twin Shank

Maka diperoleh *anchor* yang sesuai untuk jenis tanah *clay* pada lokasi instalasi Ocean Farm ITS yaitu *anchor* jenis Bruce Twin Shank dengan nilai *weight in air* (W_a) sebesar 0.7 ton dan *holding capacity* (T_m) sebesar 93.4 kN.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil studi, perhitungan, simulasi, dan pembahasan yang telah dilakukan pada Bab IV maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang juga akan menjawab permasalahan dan mencapai tujuan yang ada pada penelitian Tugas Akhir ini. Berikut adalah kesimpulan yang dapat dirangkum dari penelitian ini:

1. Berdasarkan hasil 5 iterasi simulasi dinamis dan studi-studi yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, didapatkan konfigurasi *catenary mooring system* untuk struktur Ocean Farm ITS adalah sebagai berikut:
 - a. Jenis *grid* untuk Ocean Farm ITS yaitu *rectangle grid* yang terdiri atas 8 buah *grid* dalam atas, 8 buah *grid* dalam bawah, 4 buah *grid* luar, serta 8 buah *mooring line* yang disusun simetris. Selain itu didapatkan ukuran *mooring buoy* yaitu diameter 1.7 m dan tinggi 1.3 m dengan massa 0.41 ton dan kapasitas maksimum 3 ton. Serta, didapatkan *anchor* jenis Bruce Twin Shank dengan *weight in air* 0.7 ton dan *holding capacity* 93.4 kN.
 - b. Variasi panjang 85 m memberikan hasil yang lebih sesuai. Karena bila dilihat pada Iterasi-III dan Iterasi-V, nilai *offset resultan* dari variasi 85m memberikan hasil yang paling kecil. *Offset heave, roll, pitch, yaw* variasi 85 m pada Iterasi-V bukanlah yang paling kecil, namun perbedaan *offset* dari ketiganya tidak signifikan. Sebagai contoh, *offset pitch* pada variasi 85 m hanya 3.2% di atas variasi 95 m. Selanjutnya, terdapat nilai *tension* maksimum yang tidak memenuhi *acceptance criteria* dari API RP2SK, namun hanya berbeda 1.8% dari *safety factor* yang disyaratkan. Sehingga, dengan mempertimbangkan *cost* dan selisih hasil antar variasi yang masih dapat ditoleransi, maka variasi 85m dirasa lebih sesuai untuk struktur Ocean Farm ITS.
 - c. Pembebanan yang memberikan respon dan *tension* yang lebih kecil yaitu pembebanan arah 0° (*between mooring line*). Karena pembebanan pada arah ini menjadikan beban dapat diresultankan menjadi lebih kecil dan terdistribusi ke 4 *line* terdepan (MLD 2, MLA 1, MLA 2, dan MLB1). Sedangkan pada pembebanan arah 45°, beban akan cenderung

diakomodasi oleh 2 *mooring line* terdepan saja secara langsung (MLA1 dan MLD2).

2. Iterasi-II, Iterasi-III, serta Iterasi-V menunjukkan hasil bahwa semakin panjang *mooring line* maka dihasilkan *maximum tension* yang lebih kecil. Karena semakin panjang *mooring line*, besarnya gaya akan semakin terdistribusi sepanjang tali. Secara langsung bukan hanya panjang *mooring line* yang memengaruhi nilai *tension*, namun juga jenis tali yang digunakan. Dari Iterasi-II, Iterasi-IV, dan Iterasi-V yang berturut-turut terdiri atas *mooring line* jenis *wire rope*, *polyester*, dan *nylon* memiliki nilai *stiffness* yang semakin kecil. Seperti pada hasil Iterasi-IV berbahan *polyester* dan Iterasi-V berbahan *nylon* dengan nilai MBL yang hampir sama, semakin kecil nilai *stiffness* tali maka semakin kecil *tension* yang dihasilkan. Hasil *tension* ketika menggunakan *polyester* yaitu 158 kN, sedangkan bahan *nylon* menghasilkan *tension* yang lebih kecil yaitu 109 kN. Tak hanya itu, dari Iterasi-III dan Iterasi-V dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bahan yang sama (*nylon*), semakin kecil nilai diameter, semakin kecil pula nilai *stiffness*-nya maka *tension* yang dihasilkan juga semakin kecil yaitu 180 kN menjadi 109 kN.
3. Iterasi-II, Iterasi-III, serta Iterasi-V menunjukkan hasil bahwa semakin panjang *mooring line* maka dihasilkan *offset* resultan yang semakin besar. Hal ini jelas adanya karena semakin panjang *mooring line*, maka jarak yang dapat dibuat struktur untuk bergeser akan semakin panjang pula. Tak hanya panjang *mooring line*, arah pembebanan, konfigurasi, dan bahan *mooring line* juga sangat memengaruhi. Bila dibandingkan dengan arah 45°, pembebanan arah 0° memberikan *offset* resultan yang lebih kecil, terlebih pada kondisi *damage*. Seperti pada penjelasan poin pertama, pada pembebanan arah 0° beban dapat lebih terdistribusi pada 4 *mooring line* terdepan. Selanjutnya tak jauh berbeda dengan *tension*, dari Iterasi II, IV, dan V diketahui bahwa *offset* juga dipengaruhi oleh *stiffness* tali. Semakin besar *stiffness* tali maka semakin kecil *offset* yang dihasilkan, selama periode gerakannya tidak mendekati nilai periode naturalnya.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan yang bersifat membangun untuk penelitian lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan dan menganalisis efek dinamis dari jaring dan ikan yang dibudidayakan.
2. Mengalisis umur kelelahan dari *mooring line* pada system tambat Ocean Farm ITS.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Adi H. B. P.** Perancangan Sistem Mooring dan Analisis Olah Gerak Struktur Aquaculture Model Sea Station untuk Laut Lepas Indonesia [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan : Tugas Akhir, 2017.
- API RP 2P** Recommended Practice for the Analysis of Spread Mooring [Buku]. - Washington D.C. : American Petroleum Institute, 1987.
- API RP 2SK** Recommended Practice for Design and Analysis of Station Keeping Systems for Floating Structures [Buku]. - Washington DC : American Petroleum Institute, 2005.
- Ariviana Vilda** Desain dan Analisis Kekuatan Struktur Model Sea Station Offshore Aquaculture untuk Perairan Laut Lepas di Indonesia [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan, 2017. - Tugas Akhir.
- Athoillah M. R.** Konsep Inovasi Desain Aquaculture System untuk Ikan Tuna di Laut Indonesia [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan : Thesis, 2018.
- Aziz M H** Design Aquaculture dengan Menggunakan Pipa HDPE untuk Budidaya Ikan Baronang. [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan : Tugas Akhir, 2015.
- Balash Cheslav** Aquaculture Net Drag Force and Added Mass Scaling [Buku]. - Canada : Memorial University of Newfoundland, 2007.
- Bardach J E, Reyther J H dan McLarney W O** Aquaculture : The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms [Buku]. - New York : Wiley-Interscience, 1972.
- Baskara A.** Desain dan Analisa Kekuatan Struktur Model FarmOcean Semi-Submersible Offshore Aquaculture untuk Perairan Laut Lepas Indonesia [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan : Tugas Akhir, 2017.
- Bhattacharya R** Dynamics of Marine Vehicles [Buku]. - [s.l.] : Annapolis : U.S. Naval Architecture, 1972.
- Cardia F dan Lovatelli A** Aquaculture operations in floating HDPE cages : A Field Handbook [Jurnal] // FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. - 2015. - Vol. 593.
- Djarmiko E B dan Murdijanto** Seakeeping : Perilaku Bangunan Apung di Atas Gelombang [Buku]. - Surabaya : Penerbit ITS Press, 2003.
- Djarmiko E B** Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak [Buku]. - Surabaya : Penerbit ITS Press, 2012.
- DNV GL OS 301** Offshore Standard : Position Mooring [Konferensi]. - Norway : [s.n.], 2015.

- DNV RP H103** Modelling and Analysis of Marine Operations [Konferensi]. - [s.l.] : Det Norske Veritas, 2011.
- Effendi I** Pengantar Akuakultur [Buku]. - Jakarta : Penebar Swadaya, 2004.
- Faltinsen O.M.** Sea Loads on Ships and Offshore Structures [Buku]. - Cambridge : Cambridge University Press, 1990.
- FAO** The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals [Buku]. - Rome : Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2018. - hal. 6.
- Halwart M., Soto D. dan Arthur J.R.** Cage Aquaculture : Regional reviews and global overview [Jurnal] // FAO Fisheries Technical Paper. - 2007. - Vol. 498. - hal. 3.
- KKP** Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan [Laporan]. - Jakarta : Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2017.
- Mahanani Dian Fiddini** Analisa Time-Domain Pengaruh Spread Mooring Design dengan Variasi Jumlah Line Terhadap Tension pada Flexible Riser [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan : Tugas Akhir, 2017.
- Mulyadi Y [et al.]** Mooring Design Selection of Aquaculture Cage for Indonesian Ocean [Konferensi]. - Surabaya : IOP Publishing, 2018.
- Mulyadi Y, Riyanto R D dan Syahroni N** Desain Pengukuran Olah Gerak dan Respon Struktur Secara Real Time Pada Offshore Aquaculture "Ocean Farm ITS" [Laporan]. - Surabaya : LPPM ITS, 2019.
- Munson B R, Young D F dan Okiishi T H** Fundamental of Fluids [Buku]. - New Jersey : John Wiley & Sons, 2002. - 4th.
- OCIMF** Estimating The Environmental Loads On Anchoring Systems [Buku]. - London : Oil Companies International Marine Forum, 2010.
- Olivares A. E.** Design of A Cage Culture System for Farming in Mexico [Laporan]. - Mexico : Instituto Tecnológico Del Mar En Mazatlan, 2003.
- Patel Minoo H dan Witz Joel A** Compliant Offshore Structure [Buku]. - Cambridge : The University Press, 1991.
- Putri N D** Analisis Variasi Konfigurasi Sistem Mooring dan Olah Gerak Struktur Model Collar Cage Floating Offshore Aquaculture untuk Laut Lepas Indonesia [Buku]. - Surabaya : Departemen Teknik Kelautan : Tugas Akhir, 2018.
- Serway W B dan Jewett J W** Physic for Scientists and Engineers [Buku]. - California : Thomson Brooks/Cole, 2004. - 6th.
- Soedjono J. J.** Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut [Buku]. - Surabaya : Jurusan Teknik Kelautan, 1999.

Suyuthi A Stabilitas Dinamis Keramba Lepas Pantai Tipe Self Tensioning Structure [Jurnal] // Jurnas Teknologi Kelautan. - 2006.

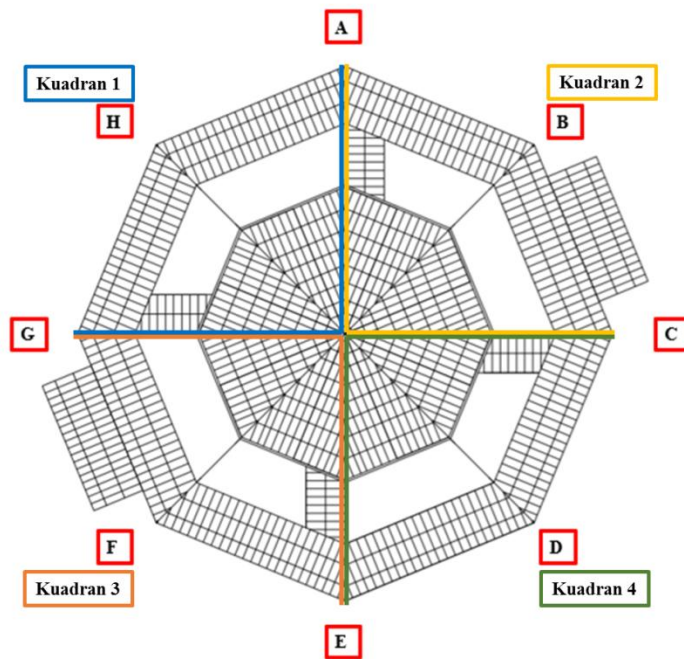
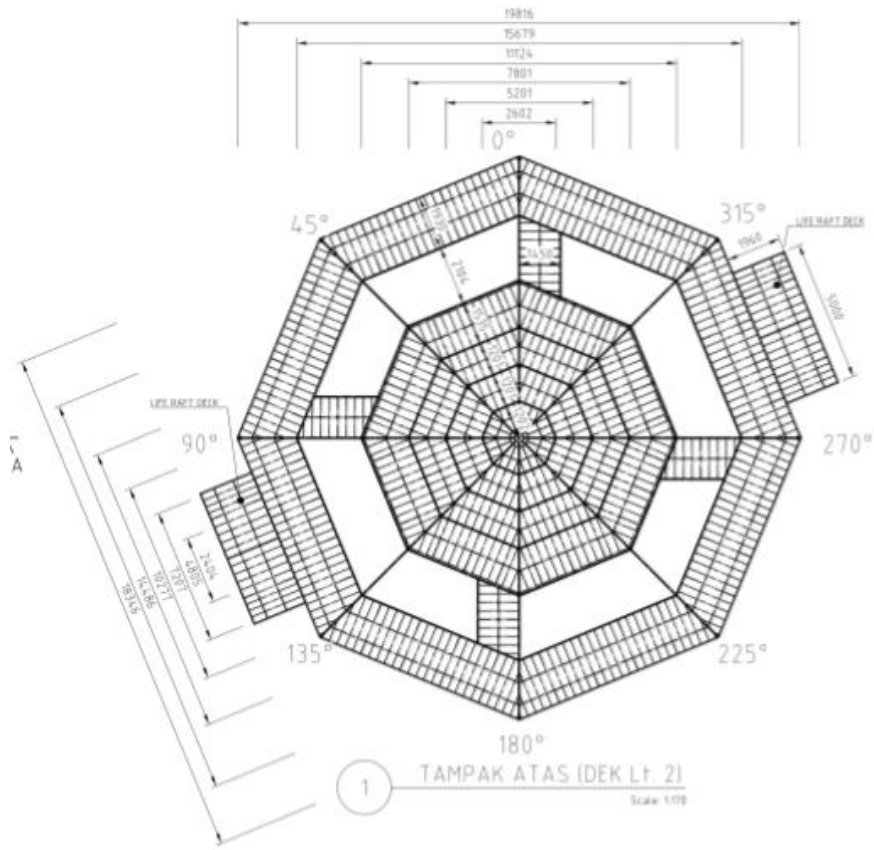
Taylor R, Valent P dan Watt Brian DESIGN GUIDE FOR DRAG EMBEDMENT ANCHORS [Buku]. - California : Naval Sea Systems Command, 1984.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

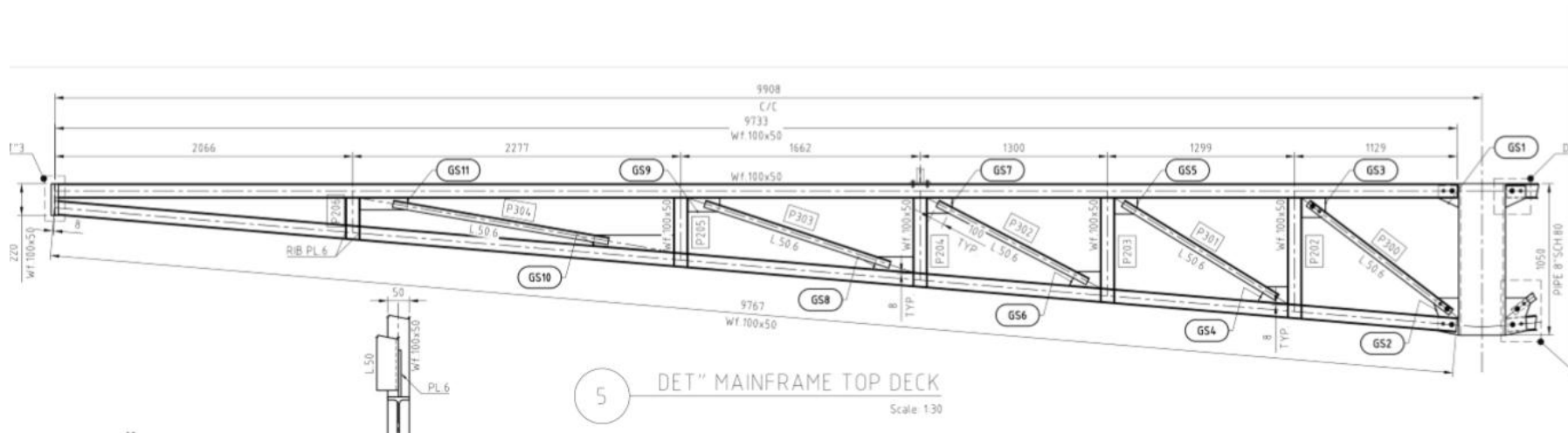
LAMPIRAN

LAMPIRAN A
GAMBAR TEKNIK OCEAN FARM ITS

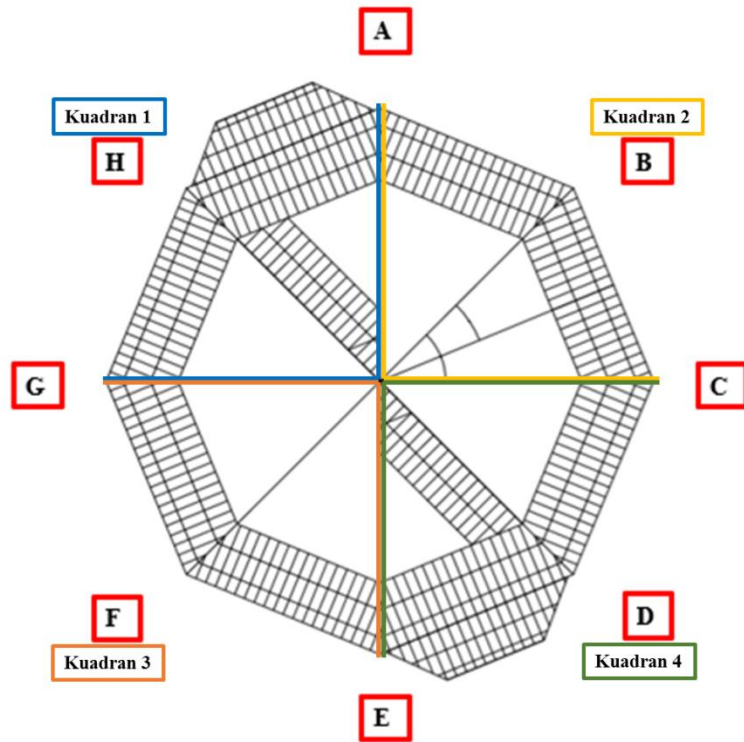
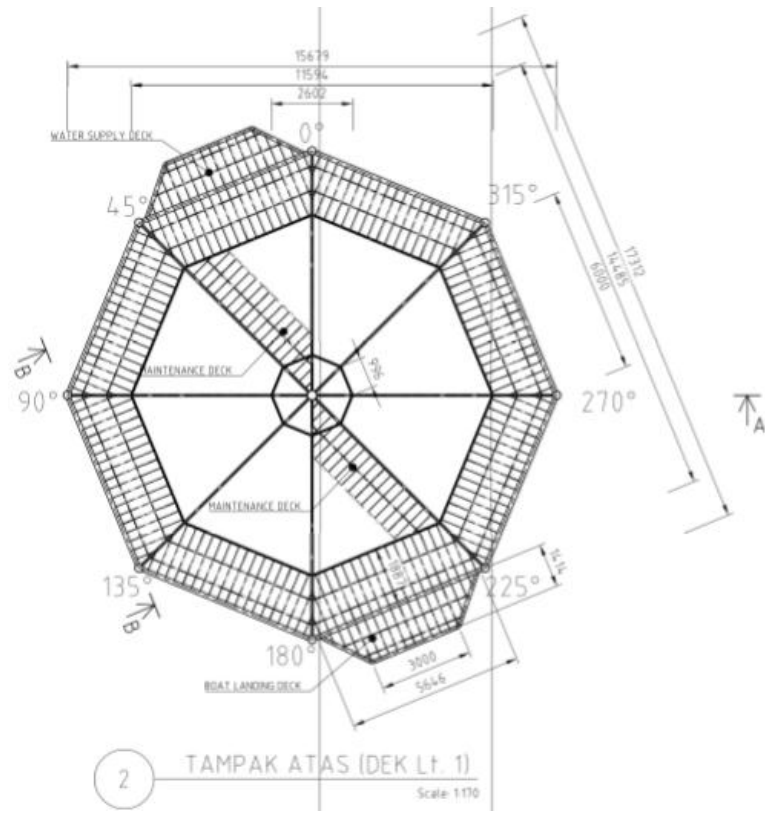
TOP DECK
TAMPAK ATAS



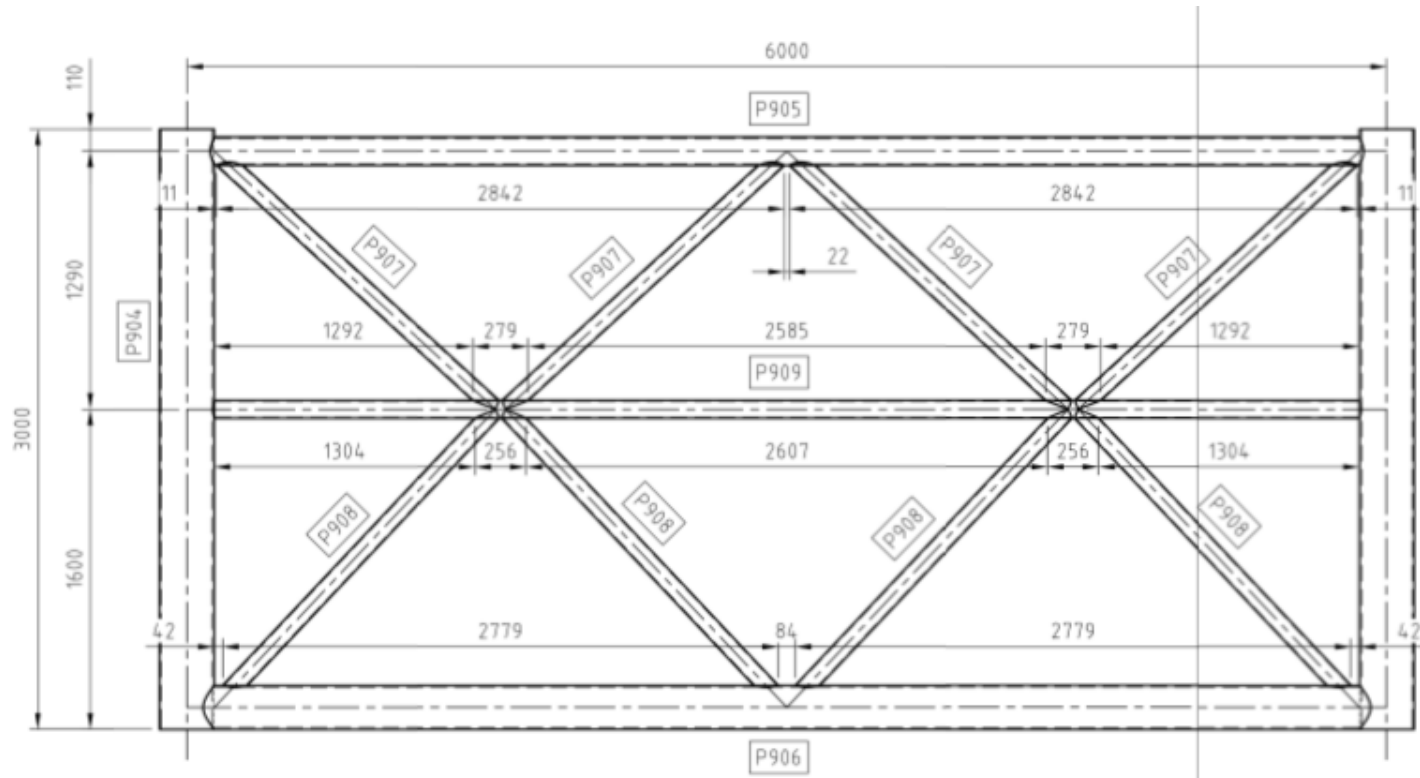
TOP DECK TAMPAK SAMPING



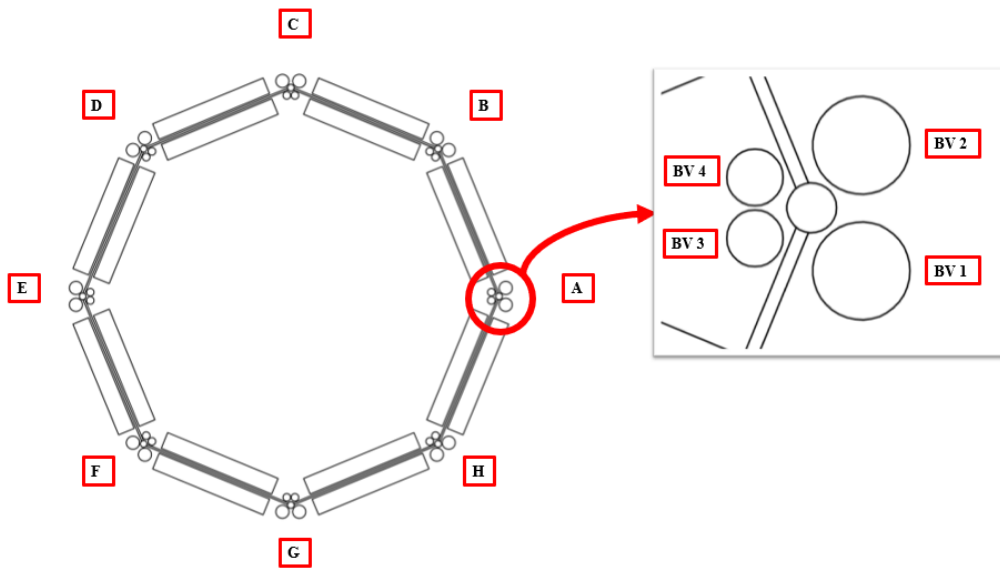
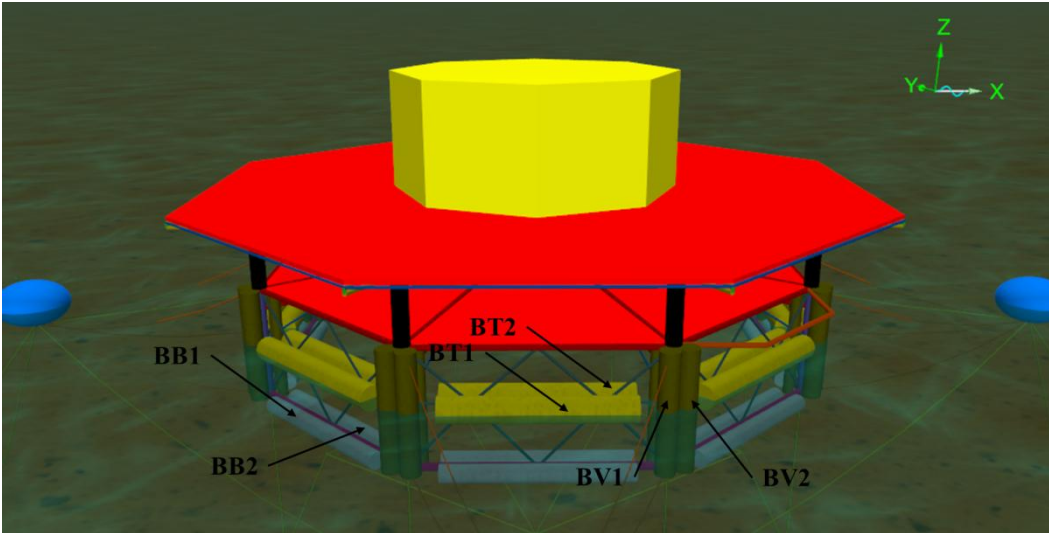
**LOWER DECK
TAMPAK ATAS**



BUOYANCY FRAME
TAMPAK SAMPING

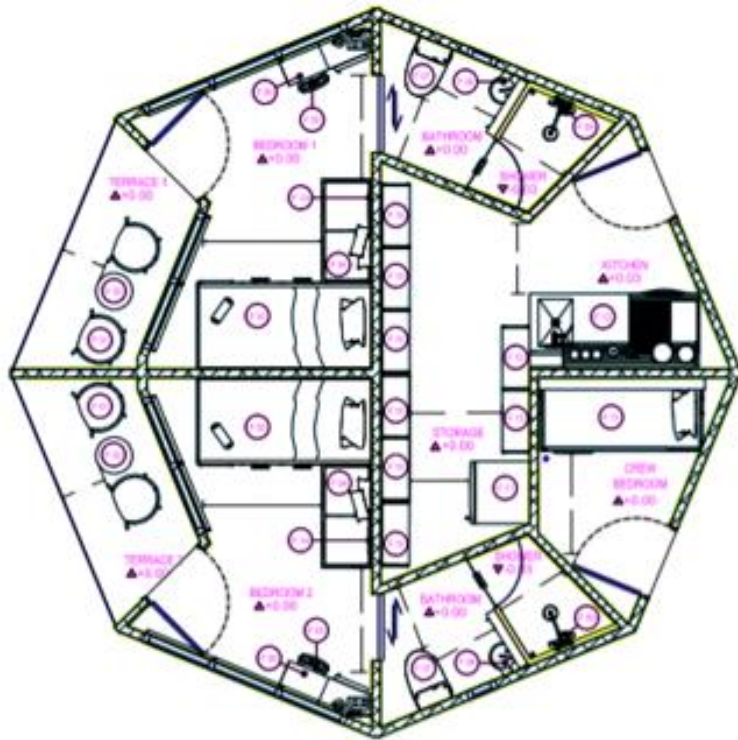


FLOATER TAMPAK ISOMETRIS

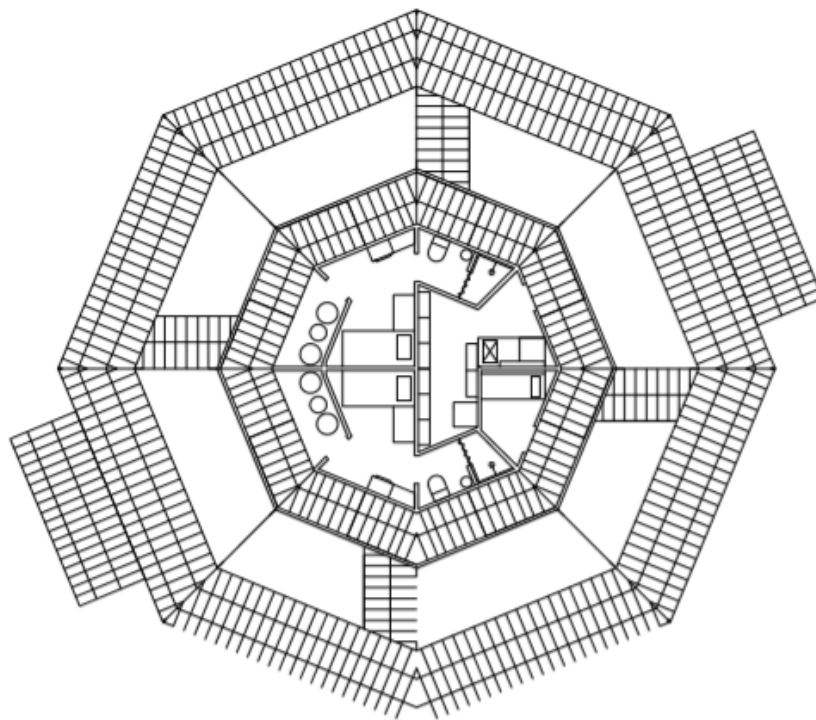


HOTEL

TAMPAK ATAS



FURNITURE LIST		
CODE	TYPE	QTY
F.01	Wattan Chair	4
F.02	Filled Round Table	2
F.03	Plasma Bed	2
F.04	Bench Sofa With Underneath Storage	2
F.05	Study Chair	2
F.06	Reversible Table	2
F.07	Table	2
F.08	Small Washbasin	2
F.09	Shower	2
F.10	Storage Rack	8
F.11	Refrigerator	1
F.12	Knock Down Kitchen Bar	1
F.13	Reversible Barbed	1
F.14	Wall Panel	2



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN BERAT STRUKTUR DAN COG
(CENTER OF GRAVITY)

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 1)

Bagian Member

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P200 B	1	9.908	90.84	3.50	318.21	3.50	318.21	0.00	0.00
2	P200 A	1	9.908	90.84	4.95	450.02	0.00	0.00	0.00	0.00
3	P314 B	1	4.154	5.49	1.92	10.53	4.63	25.43	0.00	0.00
4	P314 A	1	4.154	5.49	4.63	25.43	1.92	10.53	0.00	0.00
5	P210 B	1	4.225	39.70	1.95	77.45	4.71	187.07	0.00	0.00
6	P210 A	1	4.225	39.70	4.71	187.07	1.95	77.45	0.00	0.00
7	P209 B	1	2.277	21.22	1.45	30.77	6.06	128.53	0.00	0.00
8	P208 B	1	5.968	55.97	2.76	154.31	6.66	372.48	0.00	0.00
9	P208 A	1	5.968	55.97	6.66	372.48	2.76	154.31	0.00	0.00
10	P400 B	1	7.583	57.15	3.50	200.20	8.46	483.32	0.00	0.00
11	P400 A	1	7.583	57.15	8.46	483.32	3.50	200.20	0.00	0.00
Jumlah				519.52		2309.79		1957.53		0.00
Titik COG						4.45		3.77		0.00

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qt y	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P112 B	1	10.42	167.82	1.28	214.64	3.09	518.40	0.00	0.00
2	P112 A	1	10.42	167.82	3.09	518.40	1.28	214.64	0.00	0.00
3	P111 B	1	0.44	4.51	0.97	4.36	5.32	23.97	0.00	0.00
4	P311 B	1	2.43	26.06	0.73	18.92	6.36	165.69	0.00	0.00
5	P106 B	1	0.44	4.51	0.48	2.18	7.40	33.33	0.00	0.00
6	P102 B	1	0.79	8.35	0.25	2.07	9.10	75.95	0.00	0.00
7	P101 B	1	11.64	156.42	3.13	489.59	7.56	1181.89	0.00	0.00
8	P103 B	1	0.79	8.35	6.26	52.24	6.61	55.18	0.00	0.00
9	P102 A	1	0.79	8.35	6.61	55.18	6.26	52.24	0.00	0.00
10	P101 A	1	11.64	156.42	7.57	1184.39	2.93	458.62	0.00	0.00
11	P103 A	1	0.79	8.35	9.10	75.95	0.25	2.07	0.00	0.00
Jumlah				716.93		2617.93		2781.99		0.00
Titik COG						3.65		3.88		0.00

COG TOP DECK (KUADRAN 2)**Bagian Member**

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P200 C	1	9.91	90.84	0.00	0.00	4.95	450.02	0.00	0.00
2	P200 D	1	9.91	90.84	-3.50	-318.21	3.50	318.21	0.00	0.00
3	P314 C	1	4.15	5.49	-1.92	-10.53	4.63	25.43	0.00	0.00
4	P314 D	1	4.15	5.49	-4.63	-25.43	1.92	10.53	0.00	0.00
5	P210 C	1	4.23	39.70	-1.95	-77.45	4.71	187.07	0.00	0.00
6	P210 D	1	4.23	39.70	-4.71	-187.07	1.95	77.45	0.00	0.00
7	P209 D	1	2.28	21.22	-6.06	-128.53	1.45	30.77	0.00	0.00
8	P208 C	1	5.97	55.97	-2.76	-154.31	6.66	372.48	0.00	0.00
9	P208 D	1	5.97	55.97	-6.66	-372.48	2.76	154.31	0.00	0.00
10	P400 C	1	7.58	57.15	-3.50	-200.20	8.46	483.32	0.00	0.00
11	P400 D	1	7.58	57.15	-8.46	-483.32	3.50	200.20	0.00	0.00
Jumlah				519.52		-1957.53		2309.79		0.00
Titik COG						-3.77		4.45		0.00

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qt y	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P112 C	1	10.42	167.82	-1.28	-214.64	3.09	518.40	0.00	0.00
2	P112 D	1	10.42	167.82	-3.09	-518.40	1.28	214.64	0.00	0.00
3	P111 D	1	0.44	4.51	-5.32	-23.97	0.97	4.36	0.00	0.00
4	P311 D	1	2.43	26.06	-6.36	-165.69	0.73	18.92	0.00	0.00
5	P106 D	1	0.44	4.51	-7.40	-33.33	0.48	2.18	0.00	0.00
6	P103 C	1	0.79	8.35	-0.25	-2.07	9.10	75.95	0.00	0.00
7	P101 C	1	11.64	156.42	-3.13	-489.59	7.56	1181.89	0.00	0.00
8	P102 C	1	0.79	8.35	-6.26	-52.24	6.61	55.18	0.00	0.00
9	P103 D	1	0.79	8.35	-6.61	-55.18	6.26	52.24	0.00	0.00
10	P101 D	1	11.64	156.42	-7.57	-1184.39	2.93	458.62	0.00	0.00
11	P102 D	1	0.79	8.35	-9.10	-75.95	0.25	2.07	0.00	0.00
Jumlah				716.93		-2815.47		2584.45		0.00
Titik COG						-3.93		3.60		0.00

COG TOP DECK (KUADRAN 3)

Bagian Member

No	Nama Bagian	Qt y	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P200 F	1	9.91	90.84	-3.50	-318.21	-3.50	-318.21	0.00	0.00
2	P200 E	1	9.91	90.84	-4.95	-450.02	0.00	0.00	0.00	0.00
3	P314 F	1	4.15	5.49	-1.92	-10.53	-4.63	-25.43	0.00	0.00
4	P314 E	1	4.15	5.49	-4.63	-25.43	-1.92	-10.53	0.00	0.00
5	P210 F	1	4.23	39.70	-1.95	-77.45	-4.71	-187.07	0.00	0.00
6	P210 E	1	4.23	39.70	-4.71	-187.07	-1.95	-77.45	0.00	0.00
7	P209 F	1	2.28	21.22	-1.45	-30.77	-6.06	-128.53	0.00	0.00
8	P208 F	1	5.97	55.97	-2.76	-154.31	-6.66	-372.48	0.00	0.00
9	P208 E	1	5.97	55.97	-6.66	-372.48	-2.76	-154.31	0.00	0.00
10	P400 F	1	7.58	57.15	-3.50	-200.20	-8.46	-483.32	0.00	0.00
11	P400 E	1	7.58	57.15	-8.46	-483.32	-3.50	-200.20	0.00	0.00
Jumlah				519.52		-2309.79		-1957.53		0.00
Titik COG						-4.45		-3.77		0.00

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qt y	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P112 F	1	10.42	167.82	-1.28	-214.64	-3.09	-518.40	0.00	0.00
2	P112 E	1	10.42	167.82	-3.09	-518.40	-1.28	-214.64	0.00	0.00
3	P111 F	1	0.44	4.51	-0.97	-4.36	-5.32	-23.97	0.00	0.00
4	P311F	1	2.43	26.06	-0.73	-18.92	-6.36	-165.69	0.00	0.00
5	P106 F	1	0.44	4.51	-0.48	-2.18	-7.40	-33.33	0.00	0.00
6	P102 F	1	0.79	8.35	-0.25	-2.07	-9.10	-75.95	0.00	0.00
7	P101 F	1	11.64	156.42	-3.13	-489.59	-7.56	-1181.89	0.00	0.00
8	P103 F	1	0.79	8.35	-6.26	-52.24	-6.61	-55.18	0.00	0.00
9	P102 E	1	0.79	8.35	-6.61	-55.18	-6.26	-52.24	0.00	0.00
10	P101 E	1	11.64	156.42	-7.57	-1184.39	-2.93	-458.62	0.00	0.00
11	P103 E	1	0.79	8.35	-9.10	-75.95	-0.25	-2.07	0.00	0.00
Jumlah				716.93		-2617.93		-2781.99		0.00
Titik COG						-3.65		-3.88		0.00

COG TOP DECK (KUADRAN 4)**Bagian Member**

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P200 G	1	9.91	90.84	0.00	0.00	-4.95	-450.02	0.00	0.00
2	P200 H	1	9.91	90.84	3.50	318.21	-3.50	-318.21	0.00	0.00
3	P314 G	1	4.15	5.49	1.92	10.53	-4.63	-25.43	0.00	0.00
4	P314 H	1	4.15	5.49	4.63	25.43	-1.92	-10.53	0.00	0.00
5	P210 G	1	4.23	39.70	1.95	77.45	-4.71	-187.07	0.00	0.00
6	P210 H	1	4.23	39.70	4.71	187.07	-1.95	-77.45	0.00	0.00
7	P209 H	1	2.28	21.22	6.06	128.53	-1.45	-30.77	0.00	0.00
8	P208 G	1	5.97	55.97	2.76	154.31	-6.66	-372.48	0.00	0.00
9	P208 H	1	5.97	55.97	6.66	372.48	-2.76	-154.31	0.00	0.00
10	P400 G	1	7.58	57.15	3.50	200.20	-8.46	-483.32	0.00	0.00
11	P400 H	1	7.58	57.15	8.46	483.32	-3.50	-200.20	0.00	0.00
Jumlah				519.52		1957.53		-2309.79		0.00
Titik COG						3.77		-4.45		0.00

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P112 G	1	10.42	167.82	1.28	214.64	-3.09	-518.40	0.00	0.00
2	P112 H	1	10.42	167.82	3.09	518.40	-1.28	-214.64	0.00	0.00
3	P111 H	1	0.44	4.51	5.32	23.97	-0.97	-4.36	0.00	0.00
4	P311 H	1	2.43	26.06	6.36	165.69	-0.73	-18.92	0.00	0.00
5	P106 H	1	0.44	4.51	7.40	33.33	-0.48	-2.18	0.00	0.00
6	P103 G	1	0.79	8.35	0.25	2.07	-9.10	-75.95	0.00	0.00
7	P101 G	1	11.64	156.42	3.13	489.59	-7.56	-1181.89	0.00	0.00
8	P102 G	1	0.79	8.35	6.26	52.24	-6.61	-55.18	0.00	0.00
9	P103 H	1	0.79	8.35	6.61	55.18	-6.26	-52.24	0.00	0.00
10	P101 H	1	11.64	156.42	7.57	1184.39	-2.93	-458.62	0.00	0.00
11	P102 H	1	0.79	8.35	9.10	75.95	-0.25	-2.07	0.00	0.00
Jumlah				716.93		2815.47		-2584.45		0.00
Titik COG						3.93		-3.60		0.00

Member Miring Tampak Samping A

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 A	1	9.94	91.16	9.94	906.31	0.00	0.00	-0.54	-49.32
2	P300 A	1	1.59	5.72	0.64	3.67	0.00	0.00	-0.47	-2.68
3	P202 A	1	0.84	6.91	1.28	8.85	0.00	0.00	-0.42	-2.92
4	P301 A	1	1.55	5.76	1.93	11.12	0.00	0.00	-0.42	-2.43
5	P203 A	1	0.74	5.89	2.58	15.20	0.00	0.00	-0.37	-2.17
6	P302 A	1	1.49	5.39	3.23	17.41	0.00	0.00	-0.37	-1.98
7	P204 A	1	0.63	4.87	3.88	18.90	0.00	0.00	-0.32	-1.53
8	P303 A	1	1.78	6.21	4.71	29.26	0.00	0.00	-0.32	-1.96
9	P205 A	1	0.49	3.57	5.54	19.78	0.00	0.00	-0.25	-0.88
10	P304 A	1	2.33	7.22	6.68	48.24	0.00	0.00	-0.25	-1.78
11	P206 A	1	0.30	2.05	7.82	16.03	0.00	0.00	-0.15	-0.31
12	P207 A	1	0.23	1.80	9.91	17.83	0.00	0.00	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		1112.60		0.00		-68.16
Titik COG						7.59		0.00		-0.47

Member Miring Tampak Samping B

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 B	1	9.94	91.16	3.50	319.33	3.50	319.33	-0.54	-49.32
2	P300 B	1	1.59	5.72	0.45	2.59	0.45	2.59	-0.47	-2.68
3	P202 B	1	0.84	6.91	0.91	6.26	0.91	6.26	-0.42	-2.92
4	P301 B	1	1.55	5.76	1.37	7.86	1.37	7.86	-0.42	-2.43
5	P203 B	1	0.74	5.89	1.83	10.75	1.83	10.75	-0.37	-2.17
6	P302 B	1	1.49	5.39	2.28	12.31	2.28	12.31	-0.37	-1.98
7	P204 B	1	0.63	4.87	2.74	13.36	2.74	13.36	-0.32	-1.53
8	P303 B	1	1.78	6.21	3.33	20.69	3.33	20.69	-0.32	-1.96
9	P205 B	1	0.49	3.57	3.92	13.99	3.92	13.99	-0.25	-0.88
10	P304 B	1	2.33	7.22	4.72	34.11	4.72	34.11	-0.25	-1.78
11	P206 B	1	0.30	2.05	5.53	11.33	5.53	11.33	-0.15	-0.31
12	P207 B	1	0.23	1.80	7.01	12.61	7.01	12.61	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		465.20		465.20		-68.16
Titik COG						3.17		3.17		-0.47

Member Miring Tampak Samping C

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 C	1	9.94	91.16	0.00	0.00	4.95	451.61	-0.54	-49.32
2	P300 C	1	1.59	5.72	0.00	0.00	0.64	3.67	-0.47	-2.68
3	P202 C	1	0.84	6.91	0.00	0.00	1.28	8.85	-0.42	-2.92
4	P301 C	1	1.55	5.76	0.00	0.00	1.93	11.12	-0.42	-2.43
5	P203 C	1	0.74	5.89	0.00	0.00	2.58	15.20	-0.37	-2.17
6	P302 C	1	1.49	5.39	0.00	0.00	3.23	17.41	-0.37	-1.98
7	P204 C	1	0.63	4.87	0.00	0.00	3.88	18.90	-0.32	-1.53
8	P303 C	1	1.78	6.21	0.00	0.00	4.71	29.26	-0.32	-1.96
9	P205 C	1	0.49	3.57	0.00	0.00	5.54	19.78	-0.25	-0.88
10	P304 C	1	2.33	7.22	0.00	0.00	6.68	48.24	-0.25	-1.78
11	P206 C	1	0.30	2.05	0.00	0.00	7.82	16.03	-0.15	-0.31
12	P207 C	1	0.23	1.80	0.00	0.00	9.91	17.83	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		0.00		657.89		-68.16
Titik COG						0.00		4.49		-0.47

Member Miring Tampak Samping D

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 D	1	9.94	91.16	-3.50	-319.33	3.50	319.33	-0.54	-49.32
2	P300 D	1	1.59	5.72	-0.45	-2.59	0.45	2.59	-0.47	-2.68
3	P202 D	1	0.84	6.91	-0.91	-6.26	0.91	6.26	-0.42	-2.92
4	P301 D	1	1.55	5.76	-1.37	-7.86	1.37	7.86	-0.42	-2.43
5	P203 D	1	0.74	5.89	-1.83	-10.75	1.83	10.75	-0.37	-2.17
6	P302 D	1	1.49	5.39	-2.28	-12.31	2.28	12.31	-0.37	-1.98
7	P204 D	1	0.63	4.87	-2.74	-13.36	2.74	13.36	-0.32	-1.53
8	P303 D	1	1.78	6.21	-3.33	-20.69	3.33	20.69	-0.32	-1.96
9	P205 D	1	0.49	3.57	-3.92	-13.99	3.92	13.99	-0.25	-0.88
10	P304 D	1	2.33	7.22	-4.72	-34.11	4.72	34.11	-0.25	-1.78
11	P206 D	1	0.30	2.05	-5.53	-11.33	5.53	11.33	-0.15	-0.31
12	P207 D	1	0.23	1.80	-7.01	-12.61	7.01	12.61	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		-465.20		465.20		-68.16
Titik COG						-3.17		3.17		-0.47

Member Miring Tampak Samping E

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 E	1	9.94	91.16	-9.94	-906.31	0.00	0.00	-0.54	-49.32
2	P300 E	1	1.59	5.72	-0.64	-3.67	0.00	0.00	-0.47	-2.68
3	P202 E	1	0.84	6.91	-1.28	-8.85	0.00	0.00	-0.42	-2.92
4	P301 E	1	1.55	5.76	-1.93	-11.12	0.00	0.00	-0.42	-2.43
5	P203 E	1	0.74	5.89	-2.58	-15.20	0.00	0.00	-0.37	-2.17
6	P302 E	1	1.49	5.39	-3.23	-17.41	0.00	0.00	-0.37	-1.98
7	P204 E	1	0.63	4.87	-3.88	-18.90	0.00	0.00	-0.32	-1.53
8	P303 E	1	1.78	6.21	-4.71	-29.26	0.00	0.00	-0.32	-1.96
9	P205 E	1	0.49	3.57	-5.54	-19.78	0.00	0.00	-0.25	-0.88
10	P304 E	1	2.33	7.22	-6.68	-48.24	0.00	0.00	-0.25	-1.78
11	P206 E	1	0.30	2.05	-7.82	-16.03	0.00	0.00	-0.15	-0.31
12	P207 E	1	0.23	1.80	-9.91	-17.83	0.00	0.00	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		-1112.60		0.00		-68.16
Titik COG						-7.59		0.00		-0.47

Member Miring Tampak Samping F

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 F	1	9.94	91.16	-3.50	-319.33	-3.50	-319.33	-0.54	-49.32
2	P300 F	1	1.59	5.72	-0.45	-2.59	-0.45	-2.59	-0.47	-2.68
3	P202 F	1	0.84	6.91	-0.91	-6.26	-0.91	-6.26	-0.42	-2.92
4	P301 F	1	1.55	5.76	-1.37	-7.86	-1.37	-7.86	-0.42	-2.43
5	P203 F	1	0.74	5.89	-1.83	-10.75	-1.83	-10.75	-0.37	-2.17
6	P302 F	1	1.49	5.39	-2.28	-12.31	-2.28	-12.31	-0.37	-1.98
7	P204 F	1	0.63	4.87	-2.74	-13.36	-2.74	-13.36	-0.32	-1.53
8	P303 F	1	1.78	6.21	-3.33	-20.69	-3.33	-20.69	-0.32	-1.96
9	P205 F	1	0.49	3.57	-3.92	-13.99	-3.92	-13.99	-0.25	-0.88
10	P304 F	1	2.33	7.22	-4.72	-34.11	-4.72	-34.11	-0.25	-1.78
11	P206 F	1	0.30	2.05	-5.53	-11.33	-5.53	-11.33	-0.15	-0.31
12	P207 F	1	0.23	1.80	-7.01	-12.61	-7.01	-12.61	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		-465.20		-465.20		-68.16
Titik COG						-3.17		-3.17		-0.47

Member Miring Tampak Samping G

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 G	1	9.94	91.16	0.00	0.00	-4.95	-451.61	-0.54	-49.32
2	P300 G	1	1.59	5.72	0.00	0.00	-0.64	-3.67	-0.47	-2.68
3	P202 G	1	0.84	6.91	0.00	0.00	-1.28	-8.85	-0.42	-2.92
4	P301 G	1	1.55	5.76	0.00	0.00	-1.93	-11.12	-0.42	-2.43
5	P203 G	1	0.74	5.89	0.00	0.00	-2.58	-15.20	-0.37	-2.17
6	P302 G	1	1.49	5.39	0.00	0.00	-3.23	-17.41	-0.37	-1.98
7	P204 G	1	0.63	4.87	0.00	0.00	-3.88	-18.90	-0.32	-1.53
8	P303 G	1	1.78	6.21	0.00	0.00	-4.71	-29.26	-0.32	-1.96
9	P205 G	1	0.49	3.57	0.00	0.00	-5.54	-19.78	-0.25	-0.88
10	P304 G	1	2.33	7.22	0.00	0.00	-6.68	-48.24	-0.25	-1.78
11	P206 G	1	0.30	2.05	0.00	0.00	-7.82	-16.03	-0.15	-0.31
12	P207 G	1	0.23	1.80	0.00	0.00	-9.91	-17.83	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		0.00		-657.89		-68.16
Titik COG						0.00		-4.49		-0.47

Member Miring Tampak Samping H

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P201 H	1	9.94	91.16	3.50	319.33	-3.50	-319.33	-0.54	-49.32
2	P300 H	1	1.59	5.72	0.45	2.59	-0.45	-2.59	-0.47	-2.68
3	P202 H	1	0.84	6.91	0.91	6.26	-0.91	-6.26	-0.42	-2.92
4	P301 H	1	1.55	5.76	1.37	7.86	-1.37	-7.86	-0.42	-2.43
5	P203 H	1	0.74	5.89	1.83	10.75	-1.83	-10.75	-0.37	-2.17
6	P302 H	1	1.49	5.39	2.28	12.31	-2.28	-12.31	-0.37	-1.98
7	P204 H	1	0.63	4.87	2.74	13.36	-2.74	-13.36	-0.32	-1.53
8	P303 H	1	1.78	6.21	3.33	20.69	-3.33	-20.69	-0.32	-1.96
9	P205 H	1	0.49	3.57	3.92	13.99	-3.92	-13.99	-0.25	-0.88
10	P304 H	1	2.33	7.22	4.72	34.11	-4.72	-34.11	-0.25	-1.78
11	P206 H	1	0.30	2.05	5.53	11.33	-5.53	-11.33	-0.15	-0.31
12	P207 H	1	0.23	1.80	7.01	12.61	-7.01	-12.61	-0.12	-0.21
Jumlah				146.55		465.20		-465.20		-68.16
Titik COG						3.17		-3.17		-0.47

CONNECTOR

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	Top Deck Center	1	1.05	135.45	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.53	-71.11
2	Ball Joint	1	0.35	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.53	-152.50
3	Spring	8		30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.53	-45.75
4	Lower Deck Center	1	0.63	81.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.71	-138.85
Jumlah				346.46		0.00		0.00		-408.22
Titik COG						0.00		0.00		-1.18

RAILING RAILING LUAR

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	RL A	1	7.58	72.80	8.45	615.13	3.50	254.79	0.60	43.68
2	RL B	1	7.58	72.80	3.50	254.79	8.45	615.13	0.60	43.68
3	RL C	1	7.58	72.80	-3.50	-254.79	8.45	615.13	0.60	43.68
4	RL D	1	7.58	72.80	-8.45	-615.13	3.50	254.79	0.60	43.68
5	RL E	1	7.58	72.80	-8.45	-615.13	-3.50	-254.79	0.60	43.68
6	RL F	1	7.58	72.80	-3.50	-254.79	-8.45	-615.13	0.60	43.68
7	RL G	1	7.58	72.80	3.50	254.79	-8.45	-615.13	0.60	43.68
8	RL H	1	7.58	72.80	8.45	615.13	-3.50	-254.79	0.60	43.68
Jumlah				582.37		0.00		0.00		349.42
Titik COG						0.00		0.00		0.60

RAILING DALAM

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	RL A	1	5.97	57.28	6.65	380.93	2.76	158.10	0.60	34.37
2	RL B	1	5.97	57.28	2.76	158.10	6.65	380.93	0.60	34.37
3	RL C	1	5.97	57.28	-2.76	-158.10	6.65	380.93	0.60	34.37
4	RL D	1	5.97	57.28	-6.65	-380.93	2.76	158.10	0.60	34.37
5	RL E	1	5.97	57.28	-6.65	-380.93	-2.76	-158.10	0.60	34.37
6	RL F	1	5.97	57.28	-2.76	-158.10	-6.65	-380.93	0.60	34.37
7	RL G	1	5.97	57.28	2.76	158.10	-6.65	-380.93	0.60	34.37
8	RL H	1	5.97	57.28	6.65	380.93	-2.76	-158.10	0.60	34.37
Jumlah				458.27		0.00		0.00		274.96
Titik COG						0.00		0.00		0.60

RAILING JEMBATAN 1

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	RJ1 A	1	2.28	21.86	1.45	31.70	6.06	132.47	0.60	13.12
2	RJ1 B	1	2.28	21.86	-6.06	-132.47	1.45	31.70	0.60	13.12
3	RJ1 C	1	2.28	21.86	-1.45	-31.70	-6.06	-132.47	0.60	13.12
4	RJ1 D	1	2.28	21.86	6.06	132.47	-1.45	-31.70	0.60	13.12
Jumlah				87.44		0.00		0.00		52.46
Titik COG						0.00		0.00		0.60

RAILING JEMBATAN 2

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	RJ2 A	1	2.28	21.86	0.00	0.00	6.66	145.58	0.60	13.12
2	RJ2 B	1	2.28	21.86	-6.66	-145.58	0.00	0.00	0.60	13.12
3	RJ2 C	1	2.28	21.86	0.00	0.00	-6.66	-145.58	0.60	13.12
4	RJ2 D	1	2.28	21.86	6.66	145.58	0.00	0.00	0.60	13.12
Jumlah				87.44		0.00		0.00		52.46
Titik COG						0.00		0.00		0.60

RAILING HOTEL

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	RH A	1	4.23	40.56	4.70	190.63	1.95	79.09	0.60	24.34
2	RH B	1	4.23	40.56	1.95	79.09	4.70	190.63	0.60	24.34
3	RH C	1	4.23	40.56	-1.95	-79.09	4.70	190.63	0.60	24.34
4	RH D	1	4.23	40.56	-4.70	-190.63	1.95	79.09	0.60	24.34
5	RH E	1	4.23	40.56	-4.70	-190.63	-1.95	-79.09	0.60	24.34
6	RH F	1	4.23	40.56	-1.95	-79.09	-4.70	-190.63	0.60	24.34
7	RH G	1	4.23	40.56	1.95	79.09	-4.70	-190.63	0.60	24.34
8	RH H	1	4.23	40.56	4.70	190.63	-1.95	-79.09	0.60	24.34
Jumlah				324.48		0.00		0.00		194.69
Titik COG						0.00		0.00		0.60

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 1
Bagian Member

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P215 A	1	4.43	41.32	4.94	204.01	2.05	84.50	-1.93	-79.75
2	P215 B	1	4.43	41.32	2.05	84.50	4.94	204.01	-1.93	-79.75
3	P905 A	1	6.00	90.00	6.69	602.19	2.77	249.39	-2.11	-189.90
4	P905 B	1	6.00	90.00	2.77	249.39	6.69	602.19	-2.11	-189.90
5	P902 A	1	7.84	106.62	3.92	417.83	0.00	0.00	-1.77	-188.61
6	P902 A'	1	7.84	106.62	3.92	417.83	0.00	0.00	-2.27	-241.91
7	P902 B	1	7.84	106.62	2.77	295.44	2.77	295.44	-1.77	-188.61
8	P902 B'	1	7.84	106.62	2.77	295.44	2.77	295.44	-2.27	-241.91
9	P216 A	1	0.97	4.47	1.09	4.85	0.45	2.01	-1.54	-6.88
10	P216 B	1	0.97	4.47	0.45	2.01	1.09	4.85	-1.54	-6.88
Jumlah				698.06		2573.49		1737.83		-1414.11
Titik COG						3.69		2.49		-2.03

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P 121 A	1	0.75	8.74	5.16	45.06	4.82	42.08	-2.00	-17.47
2	P121 A'	1	0.75	8.74	7.05	61.62	0.24	2.11	-2.00	-17.47
3	P121 B	1	0.75	8.74	0.24	2.11	7.05	61.62	-2.00	-17.47
4	P121 B'	1	0.75	8.74	4.82	42.08	5.16	45.06	-2.00	-17.47
5	P332 A	1	8.40	79.12	5.81	459.99	2.41	190.52	-2.00	-158.24
6	P332 B	1	8.40	79.12	2.41	190.52	5.81	459.99	-2.00	-158.24
Jumlah				193.18		801.38		801.38		-386.35
Titik COG						4.15		4.15		-2.00

Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P326 A	1	1.39	6.39	0.63	3.99	0.00	0.00	-1.73	-11.08
2	P327 A	1	2.35	10.81	2.38	25.68	0.00	0.00	-1.89	-20.38
3	P327 A'	1	2.35	10.81	4.62	50.00	0.00	0.00	-2.08	-22.49
4	P328 A	1	2.20	10.10	6.79	68.61	0.00	0.00	-2.27	-22.91
5	P326 B	1	1.39	6.39	0.44	2.83	0.44	2.83	-1.73	-11.08
6	P327 B	1	2.35	10.81	1.68	18.15	1.68	18.15	-1.89	-20.38
7	P327 B'	1	2.35	10.81	3.27	35.36	3.27	35.36	-2.08	-22.49
8	P328 B	1	2.20	10.10	4.80	48.52	4.80	48.52	-2.27	-22.91
9	P214 A	1	0.50	6.80	1.25	8.47	0.00	0.00	-1.79	-12.16
10	P214 A'	1	0.50	6.80	3.50	23.77	0.00	0.00	-1.98	-13.48
11	P214 A''	1	0.50	6.80	5.74	39.05	0.00	0.00	-2.18	-14.81
12	P214 B	1	0.50	6.80	0.88	5.99	0.88	5.99	-1.79	-12.16
13	P214 B'	1	0.50	6.80	2.47	16.80	2.47	16.80	-1.98	-13.48
14	P214 B''	1	0.50	6.80	4.06	27.61	4.06	27.61	-2.18	-14.81
Jumlah				117.03		374.83		155.26		-234.62
Titik COG						3.20		1.33		-2.00

COG Lower Deck Kuadran 2
Bagian Member

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P215 C	1	4.43	41.32	-2.05	-84.50	4.94	204.01	-1.93	-79.75
2	P215 D	1	4.43	41.32	-4.94	-204.01	2.05	84.50	-1.93	-79.75
3	P905 C	1	6.00	90.00	-2.77	-249.39	6.69	602.19	-2.11	-189.90
4	P905 D	1	6.00	90.00	-6.69	-602.19	2.77	249.39	-2.11	-189.90
5	P902 C	1	7.84	106.62	0.00	0.00	3.92	417.83	-1.77	-188.61
6	P902 C'	1	7.84	106.62	0.00	0.00	3.92	417.83	-2.27	-241.91
7	P902 D	1	7.84	106.62	-2.77	-295.44	2.77	295.44	-1.77	-188.61
8	P902 D'	1	7.84	106.62	-2.77	-295.44	2.77	295.44	-2.27	-241.91
9	P216 C	1	0.97	4.47	-0.45	-2.01	1.09	4.85	-1.54	-6.88
10	P216 D	1	0.97	4.47	-1.09	-4.85	0.45	2.01	-1.54	-6.88
11	P325	1	3.73	34.83	-1.32	-46.01	3.37	117.41	-1.77	-61.61
Jumlah				732.89		-1783.84		2690.90		-1475.72
Titik COG						-2.43		3.67		-2.01

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P 121 C	1	0.75	8.74	-4.82	-42.08	5.16	45.06	-2.00	-17.47
2	P121 C'	1	0.75	8.74	-0.24	-2.11	7.05	61.62	-2.00	-17.47
3	P121 D	1	0.75	8.74	-7.05	-61.62	0.24	2.11	-2.00	-17.47
4	P121 D'	1	0.75	8.74	-5.16	-45.06	4.82	42.08	-2.00	-17.47
5	P332 C	1	8.40	79.12	-2.41	-190.52	5.81	459.99	-2.00	-158.24
6	P332 D	1	8.40	79.12	-5.81	-459.99	2.41	190.52	-2.00	-158.24
7	P 107 C	1	1.04	6.44	-0.34	-2.19	1.03	6.60	-1.47	-9.47
8	P107 C'	1	0.44	2.36	-3.47	-8.17	4.15	9.78	-1.77	-4.17
9	P110 C	1	5.41	42.60	-1.83	-78.09	2.86	121.75	-1.77	-75.36
10	P124 C	1	0.94	24.32	-4.75	-115.40	6.38	155.26	-2.13	-51.78
11	P124 C'	1	0.94	24.32	-1.16	-28.16	7.87	191.38	-2.13	-51.78
12	P333 C	1	4.24	76.58	-3.04	-232.96	7.34	562.42	-2.13	-163.04
Jumlah				369.79		-1266.36		1848.57		-741.95
Titik COG						-3.42		5.00		-2.01

Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P326 C	1	1.39	6.39	0.00	0.00	0.63	3.99	-1.73	-11.08
2	P327 C	1	2.35	10.81	0.00	0.00	2.38	25.68	-1.89	-20.38
3	P327 C'	1	2.35	10.81	0.00	0.00	4.62	50.00	-2.08	-22.49
4	P328 C	1	2.20	10.10	0.00	0.00	6.79	68.61	-2.27	-22.91
6	P326 D	1	1.39	6.39	-0.44	-2.83	0.44	2.83	-1.73	-11.08
7	P327 D	1	2.35	10.81	-1.68	-18.15	1.68	18.15	-1.89	-20.38
8	P327 D'	1	2.35	10.81	-3.27	-35.36	3.27	35.36	-2.08	-22.49
9	P328 D	1	2.20	10.10	-4.80	-48.52	4.80	48.52	-2.27	-22.91
11	P214 C	1	0.50	6.80	0.00	0.00	1.25	8.47	-1.79	-12.16
12	P214 C'	1	0.50	6.80	0.00	0.00	3.50	23.77	-1.98	-13.48
13	P214 C''	1	0.50	6.80	0.00	0.00	5.74	39.05	-2.18	-14.81
14	P214 D	1	0.50	6.80	-0.88	-5.99	0.88	5.99	-1.79	-12.16
15	P214 D'	1	0.50	6.80	-2.47	-16.80	2.47	16.80	-1.98	-13.48
16	P214 D''	1	0.50	6.80	-4.06	-27.61	4.06	27.61	-2.18	-14.81
Jumlah				117.03		-155.26		374.83		-234.62
Titik COG						-1.33		3.20		-2.00

COG Lower Deck Kuadran 3
Bagian Member

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P215 E	1	4.43	41.32	-4.94	-204.01	-2.05	-84.50	-1.93	-79.75
2	P215 F	1	4.43	41.32	-2.05	-84.50	-4.94	-204.01	-1.93	-79.75
3	P905 E	1	6.00	90.00	-6.69	-602.19	-2.77	-249.39	-2.11	-189.90
4	P905 F	1	6.00	90.00	-2.77	-249.39	-6.69	-602.19	-2.11	-189.90
5	P902 E	1	7.84	106.62	-3.92	-417.83	0.00	0.00	-1.77	-188.61
6	P902 E'	1	7.84	106.62	-3.92	-417.83	0.00	0.00	-2.27	-241.91
7	P902 F	1	7.84	106.62	-2.77	-295.44	-2.77	-295.44	-1.77	-188.61
8	P902 F'	1	7.84	106.62	-2.77	-295.44	-2.77	-295.44	-2.27	-241.91
9	P216 E	1	0.97	4.47	-1.09	-4.85	-0.45	-2.01	-1.54	-6.88
10	P216 F	1	0.97	4.47	-0.45	-2.01	-1.09	-4.85	-1.54	-6.88
Jumlah				698.06		-2573.49		-1737.83		-1414.11
Titik COG						-3.69		-2.49		-2.03

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P 121 E	1	0.75	8.74	-5.16	-45.06	-4.82	-42.08	-2.00	-17.47
2	P121 E'	1	0.75	8.74	-7.05	-61.62	-0.24	-2.11	-2.00	-17.47
3	P121 F	1	0.75	8.74	-0.24	-2.11	-7.05	-61.62	-2.00	-17.47
4	P121 F'	1	0.75	8.74	-4.82	-42.08	-5.16	-45.06	-2.00	-17.47
5	P332 E	1	8.40	79.12	-5.81	-459.99	-2.41	-190.52	-2.00	-158.24
6	P332 F	1	8.40	79.12	-2.41	-190.52	-5.81	-459.99	-2.00	-158.24
Jumlah				193.18		-801.38		-801.38		-386.35
Titik COG						-4.15		-4.15		-2.00

Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P326 E	1	1.39	6.39	-0.63	-3.99	0.00	0.00	-1.73	-11.08
2	P327 E	1	2.35	10.81	-2.38	-25.68	0.00	0.00	-1.89	-20.38
3	P327 E'	1	2.35	10.81	-4.62	-50.00	0.00	0.00	-2.08	-22.49
4	P328 E	1	2.20	10.10	-6.79	-68.61	0.00	0.00	-2.27	-22.91
6	P326 F	1	1.39	6.39	-0.44	-2.83	-0.44	-2.83	-1.73	-11.08
7	P327 F	1	2.35	10.81	-1.68	-18.15	-1.68	-18.15	-1.89	-20.38
8	P327 F'	1	2.35	10.81	-3.27	-35.36	-3.27	-35.36	-2.08	-22.49
9	P328 F	1	2.20	10.10	-4.80	-48.52	-4.80	-48.52	-2.27	-22.91
11	P214 E	1	0.50	6.80	-1.25	-8.47	0.00	0.00	-1.79	-12.16
12	P214 E'	1	0.50	6.80	-3.50	-23.77	0.00	0.00	-1.98	-13.48
13	P214 E''	1	0.50	6.80	-5.74	-39.05	0.00	0.00	-2.18	-14.81
14	P214 F	1	0.50	6.80	-0.88	-5.99	-0.88	-5.99	-1.79	-12.16
15	P214 F'	1	0.50	6.80	-2.47	-16.80	-2.47	-16.80	-1.98	-13.48
16	P214 F''	1	0.50	6.80	-4.06	-27.61	-4.06	-27.61	-2.18	-14.81
Jumlah				117.03		-374.83		-155.26		-234.62
Titik COG						-3.20		-1.33		-2.00

COG Lower Deck Kuadran 4
Bagian Member

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P215 G	1	4.43	41.32	2.05	84.50	-4.94	-204.01	-1.93	-79.75
2	P215 H	1	4.43	41.32	4.94	204.01	-2.05	-84.50	-1.93	-79.75
3	P905 G	1	6.00	90.00	2.77	249.39	-6.69	-602.19	-2.11	-189.90
4	P905 H	1	6.00	90.00	6.69	602.19	-2.77	-249.39	-2.11	-189.90
5	P902 G	1	7.84	106.62	0.00	0.00	-3.92	-417.83	-1.77	-188.61
6	P902 G'	1	7.84	106.62	0.00	0.00	-3.92	-417.83	-2.27	-241.91
7	P902 H	1	7.84	106.62	2.77	295.44	-2.77	-295.44	-1.77	-188.61
8	P902 H'	1	7.84	106.62	2.77	295.44	-2.77	-295.44	-2.27	-241.91
9	P216 G	1	0.97	4.47	0.45	2.01	-1.09	-4.85	-1.54	-6.88
10	P216 H	1	0.97	4.47	1.09	4.85	-0.45	-2.01	-1.54	-6.88
11	P325	1	3.73	34.83	1.32	46.01	-3.37	-117.41	-1.77	-61.61
Jumlah				732.89		1783.84		-2690.90		-1475.72
Titik COG						2.43		-3.67		-2.01

Bagian Plat

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P 121 G	1	0.75	8.74	4.82	42.08	-5.16	-45.06	-2.00	-17.47
2	P121 G'	1	0.75	8.74	0.24	2.11	-7.05	-61.62	-2.00	-17.47
3	P121 H	1	0.75	8.74	7.05	61.62	-0.24	-2.11	-2.00	-17.47
4	P121 H'	1	0.75	8.74	5.16	45.06	-4.82	-42.08	-2.00	-17.47
5	P332 G	1	8.40	79.12	2.41	190.52	-5.81	-459.99	-2.00	-158.24
6	P332 H	1	8.40	79.12	5.81	459.99	-2.41	-190.52	-2.00	-158.24
7	P 107 G	1	1.04	6.44	0.34	2.19	-1.03	-6.60	-1.47	-9.47
8	P107 G'	1	0.44	2.36	3.47	8.17	-4.15	-9.78	-1.77	-4.17
9	P110 G	1	5.41	42.60	1.83	78.09	-2.86	-121.75	-1.77	-75.36
10	P124 G	1	0.94	24.32	4.75	115.40	-6.38	-155.26	-2.13	-51.78
11	P124 G'	1	0.94	24.32	1.16	28.16	-7.87	-191.38	-2.13	-51.78
12	P333 G	1	4.24	76.58	3.04	232.96	-7.34	-562.42	-2.13	-163.04
Jumlah				369.79		1266.36		-1848.57		-741.95
Titik COG						3.42		-5.00		-2.01

Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P326 G	1	1.39	6.39	0.00	0.00	-0.63	-3.99	-1.73	-11.08
2	P327 G	1	2.35	10.81	0.00	0.00	-2.38	-25.68	-1.89	-20.38
3	P327 G'	1	2.35	10.81	0.00	0.00	-4.62	-50.00	-2.08	-22.49
4	P328 G	1	2.20	10.10	0.00	0.00	-6.79	-68.61	-2.27	-22.91
6	P326 H	1	1.39	6.39	0.44	2.83	-0.44	-2.83	-1.73	-11.08
7	P327 H	1	2.35	10.81	1.68	18.15	-1.68	-18.15	-1.89	-20.38
8	P327 H'	1	2.35	10.81	3.27	35.36	-3.27	-35.36	-2.08	-22.49
9	P328 H	1	2.20	10.10	4.80	48.52	-4.80	-48.52	-2.27	-22.91
11	P214 G	1	0.50	6.80	0.00	0.00	-1.25	-8.47	-1.79	-12.16
12	P214 G'	1	0.50	6.80	0.00	0.00	-3.50	-23.77	-1.98	-13.48
13	P214 G''	1	0.50	6.80	0.00	0.00	-5.74	-39.05	-2.18	-14.81
14	P214 H	1	0.50	6.80	0.88	5.99	-0.88	-5.99	-1.79	-12.16
15	P214 H'	1	0.50	6.80	2.47	16.80	-2.47	-16.80	-1.98	-13.48
16	P214 H''	1	0.50	6.80	4.06	27.61	-4.06	-27.61	-2.18	-14.81
Jumlah				117.03		155.26		-374.83		-234.62
Titik COG						1.33		-3.20		-2.00

COG BOAT LANDING
Boat Landing 1-4

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P906 BL 1	1	2.00	17.58	8.24	144.85	3.00	52.74	-2.00	-35.16
2	P906 BL 2	1	2.00	17.58	8.24	144.85	1.50	26.37	-2.00	-35.16
3	P906 BL 3	1	2.00	17.58	8.24	144.85	0.00	0.00	-2.00	-35.16
4	P906 BL 4	1	2.00	17.58	8.24	144.85	-1.50	-26.37	-2.00	-35.16
5	P906 BL 5	1	2.00	17.58	8.24	144.85	-3.00	-52.74	-2.00	-35.16
6	P906 BL 6	1	1.50	13.18	9.24	121.82	2.25	29.66	-2.00	-26.37
7	P906 BL 7	1	1.50	13.18	9.24	121.82	0.75	9.89	-2.00	-26.37
8	P906 BL 8	1	1.50	13.18	9.24	121.82	-0.75	-9.89	-2.00	-26.37
9	P906 BL 9	1	1.50	13.18	9.24	121.82	-2.25	-29.66	-2.00	-26.37
10	P906 BL 10	1	3.61	31.73	8.24	261.46	3.00	95.19	-3.50	-111.06
11	P906 BL 11	1	2.53	22.24	8.24	183.24	1.50	33.36	-2.78	-61.71
12	P906 BL 12	1	2.53	22.24	8.24	183.24	-1.50	-33.36	-2.78	-61.71
13	P906 BL 13	1	3.61	31.73	8.24	261.46	-3.00	-95.19	-3.50	-111.06
Jumlah				248.57		2100.96		0.00		-626.80
Titik COG						8.45		0.00		-2.52

Boat Landing 2-3

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P906 BL 1	1	2.00	17.58	-8.24	-144.85	3.00	52.74	-2.00	-35.16
2	P906 BL 2	1	2.00	17.58	-8.24	-144.85	1.50	26.37	-2.00	-35.16
3	P906 BL 3	1	2.00	17.58	-8.24	-144.85	0.00	0.00	-2.00	-35.16
4	P906 BL 4	1	2.00	17.58	-8.24	-144.85	-1.50	-26.37	-2.00	-35.16
5	P906 BL 5	1	2.00	17.58	-8.24	-144.85	-3.00	-52.74	-2.00	-35.16
6	P906 BL 6	1	1.50	13.18	-9.24	-121.82	2.25	29.66	-2.00	-26.37
7	P906 BL 7	1	1.50	13.18	-9.24	-121.82	0.75	9.89	-2.00	-26.37
8	P906 BL 8	1	1.50	13.18	-9.24	-121.82	-0.75	-9.89	-2.00	-26.37
9	P906 BL 9	1	1.50	13.18	-9.24	-121.82	-2.25	-29.66	-2.00	-26.37
10	P906 BL 10	1	3.61	31.73	-8.24	-261.46	3.00	95.19	-3.50	-111.06
11	P906 BL 11	1	2.53	22.24	-8.24	-183.24	1.50	33.36	-2.78	-61.71
12	P906 BL 12	1	2.53	22.24	-8.24	-183.24	-1.50	-33.36	-2.78	-61.71
13	P906 BL 13	1	3.61	31.73	-8.24	-261.46	-3.00	-95.19	-3.50	-111.06
Jumlah				248.57		-2100.96		0.00		-626.80
Titik COG						-8.45		0.00		-2.52

BUOYANCY FRAME
Buoyancy Frame Kuadran 1

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P909 A	1	6.000	52.80	6.69	353.28	2.77	146.31	-3.50	-184.80
2	P906 A	1	6.000	174.00	6.69	1164.23	2.77	482.15	-5.00	-870.00
3	P904 A	1	3.000	127.20	7.84	997.11	0.00	0.00	-3.50	-445.19
4	P907 A	1	1.895	16.66	7.52	125.31	0.76	12.71	-2.76	-45.89
5	P907 A'	1	1.896	16.67	6.96	115.94	2.13	35.48	-2.76	-45.91
6	P907 A''	1	1.895	16.66	6.43	107.02	3.41	56.85	-2.76	-45.89
7	P907 A'''	1	1.896	16.67	5.86	97.68	4.78	79.58	-2.76	-45.91
8	P908 A	1	2.049	18.01	7.52	135.49	0.76	13.74	-2.76	-49.62
9	P908 A'	1	2.044	17.97	6.96	124.99	2.13	38.25	-2.76	-49.50
10	P908 A''	1	2.049	18.01	6.43	115.72	3.41	61.47	-2.76	-49.62
11	P908 A'''	1	2.044	17.97	5.86	105.30	4.78	85.79	-2.76	-49.50
12	P909 B	1	6.000	52.80	2.77	146.31	6.69	353.28	-3.50	-184.80
13	P906 B	1	6.000	174.00	2.77	482.15	6.69	1164.23	-5.00	-870.00
14	P904 B	1	3.000	127.20	5.54	705.06	5.54	705.06	-3.50	-445.19
15	P907 B	1	1.895	16.66	0.76	12.71	7.52	125.31	-2.76	-45.89
16	P907 B'	1	1.896	16.67	2.13	35.48	6.96	115.94	-2.76	-45.91
17	P907 B''	1	1.895	16.66	3.41	56.85	6.43	107.02	-2.76	-45.89
18	P907 B'''	1	1.896	16.67	4.78	79.58	5.86	97.68	-2.76	-45.91
19	P908 B	1	2.049	18.01	0.76	13.74	7.52	135.49	-2.76	-49.62
20	P908 B'	1	2.044	17.97	2.13	38.25	6.96	124.99	-2.76	-49.50

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
21	P908B''	1	2.049	18.01	3.41	61.47	6.43	115.72	-2.76	-49.62
22	P908 B'''	1	2.044	17.97	4.78	85.79	5.86	105.30	-2.76	-49.50
Jumlah				985.20		5159.48		4162.37		-3763.67
Titik COG						5.24		4.22		-3.82

Buoyancy Frame Kuadran 2

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P909 C	1	6.000	52.80	-2.77	-146.31	6.69	353.28	-3.50	-184.80
2	P906 C	1	6.000	174.00	-2.77	-482.15	6.69	1164.23	-5.00	-870.00
3	P904 C	1	3.000	127.20	0.00	0.00	7.84	997.11	-3.50	-445.19
4	P907 C	1	1.895	16.66	-0.76	-12.71	7.52	125.31	-2.76	-45.89
5	P907 C'	1	1.896	16.67	-2.13	-35.48	6.96	115.94	-2.76	-45.91
6	P907 C''	1	1.895	16.66	-3.41	-56.85	6.43	107.02	-2.76	-45.89
7	P907 C'''	1	1.896	16.67	-4.78	-79.58	5.86	97.68	-2.76	-45.91
8	P908 C	1	2.049	18.01	-0.76	-13.74	7.52	135.49	-2.76	-49.62
9	P908 C'	1	2.044	17.97	-2.13	-38.25	6.96	124.99	-2.76	-49.50
10	P908 C''	1	2.049	18.01	-3.41	-61.47	6.43	115.72	-2.76	-49.62
11	P908 C'''	1	2.044	17.97	-4.78	-85.79	5.86	105.30	-2.76	-49.50
12	P909 D	1	6.000	52.80	-6.69	-353.28	2.77	146.31	-3.50	-184.80
13	P906 D	1	6.000	174.00	-6.69	-1164.23	2.77	482.15	-5.00	-870.00
14	P904 D	1	3.000	127.20	-5.54	-705.06	5.54	705.06	-3.50	-445.19

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
15	P907 D	1	1.895	16.66	-7.52	-125.31	0.76	12.71	-2.76	-45.89
16	P907 D'	1	1.896	16.67	-6.96	-115.94	2.13	35.48	-2.76	-45.91
17	P907 D''	1	1.895	16.66	-6.43	-107.02	3.41	56.85	-2.76	-45.89
18	P907 D'''	1	1.896	16.67	-5.86	-97.68	4.78	79.58	-2.76	-45.91
19	P908 D	1	2.049	18.01	-7.52	-135.49	0.76	13.74	-2.76	-49.62
20	P908 D'	1	2.044	17.97	-6.96	-124.99	2.13	38.25	-2.76	-49.50
21	P908D''	1	2.049	18.01	-6.43	-115.72	3.41	61.47	-2.76	-49.62
22	P908 D'''	1	2.044	17.97	-5.86	-105.30	4.78	85.79	-2.76	-49.50
Jumlah				985.20		-4162.37		5159.48		-3763.67
Titik COG						-4.22		5.24		-3.82

Buoyancy Frame Kuadran 3

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P909 E	1	6.00	52.80	-6.69	-353.28	-2.77	-146.31	-3.50	-184.80
2	P906 E	1	6.00	174.00	-6.69	-1164.23	-2.77	-482.15	-5.00	-870.00
3	P904 E	1	3.00	127.20	-7.84	-997.11	0.00	0.00	-3.50	-445.19
4	P907 E	1	1.90	16.66	-7.52	-125.31	-0.76	-12.71	-2.76	-45.89
5	P907 E'	1	1.90	16.67	-6.96	-115.94	-2.13	-35.48	-2.76	-45.91
6	P907 E''	1	1.90	16.66	-6.43	-107.02	-3.41	-56.85	-2.76	-45.89
7	P907 E'''	1	1.90	16.67	-5.86	-97.68	-4.78	-79.58	-2.76	-45.91
8	P908 E	1	2.05	18.01	-7.52	-135.49	-0.76	-13.74	-2.76	-49.62

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
9	P908 E'	1	2.04	17.97	-6.96	-124.99	-2.13	-38.25	-2.76	-49.50
10	P908 E''	1	2.05	18.01	-6.43	-115.72	-3.41	-61.47	-2.76	-49.62
11	P908 E'''	1	2.04	17.97	-5.86	-105.30	-4.78	-85.79	-2.76	-49.50
12	P909 F	1	6.00	52.80	-2.77	-146.31	-6.69	-353.28	-3.50	-184.80
13	P906 F	1	6.00	174.00	-2.77	-482.15	-6.69	-1164.23	-5.00	-870.00
14	P904 F	1	3.00	127.20	-5.54	-705.06	-5.54	-705.06	-3.50	-445.19
15	P907 F	1	1.90	16.66	-0.76	-12.71	-7.52	-125.31	-2.76	-45.89
16	P907 F'	1	1.90	16.67	-2.13	-35.48	-6.96	-115.94	-2.76	-45.91
17	P907 F''	1	1.90	16.66	-3.41	-56.85	-6.43	-107.02	-2.76	-45.89
18	P907 F'''	1	1.90	16.67	-4.78	-79.58	-5.86	-97.68	-2.76	-45.91
19	P908 F	1	2.05	18.01	-0.76	-13.74	-7.52	-135.49	-2.76	-49.62
20	P908 F'	1	2.04	17.97	-2.13	-38.25	-6.96	-124.99	-2.76	-49.50
21	P908F''	1	2.05	18.01	-3.41	-61.47	-6.43	-115.72	-2.76	-49.62
22	P908 F'''	1	2.04	17.97	-4.78	-85.79	-5.86	-105.30	-2.76	-49.50
Jumlah				985.20		-5159.48		-4162.37		-3763.67
Titik COG						-5.24		-4.22		-3.82

Buoyancy Frame Kuadran 4

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	P909 G	1	6.00	52.80	2.77	146.31	-6.69	-353.28	-3.50	-184.80
2	P906 G	1	6.00	174.00	2.77	482.15	-6.69	-1164.23	-5.00	-870.00

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
3	P904 G	1	3.00	127.20	0.00	0.00	-7.84	-997.11	-3.50	-445.19
4	P907 G	1	1.90	16.66	0.76	12.71	-7.52	-125.31	-2.76	-45.89
5	P907 G'	1	1.90	16.67	2.13	35.48	-6.96	-115.94	-2.76	-45.91
6	P907 G''	1	1.90	16.66	3.41	56.85	-6.43	-107.02	-2.76	-45.89
7	P907 G'''	1	1.90	16.67	4.78	79.58	-5.86	-97.68	-2.76	-45.91
8	P908 G	1	2.05	18.01	0.76	13.74	-7.52	-135.49	-2.76	-49.62
9	P908 G'	1	2.04	17.97	2.13	38.25	-6.96	-124.99	-2.76	-49.50
10	P908 G''	1	2.05	18.01	3.41	61.47	-6.43	-115.72	-2.76	-49.62
11	P908 G'''	1	2.04	17.97	4.78	85.79	-5.86	-105.30	-2.76	-49.50
12	P909 H	1	6.00	52.80	6.69	353.28	-2.77	-146.31	-3.50	-184.80
13	P906 H	1	6.00	174.00	6.69	1164.23	-2.77	-482.15	-5.00	-870.00
14	P904 H	1	3.00	127.20	5.54	705.06	-5.54	-705.06	-3.50	-445.19
15	P907 H	1	1.90	16.66	7.52	125.31	-0.76	-12.71	-2.76	-45.89
16	P907 H'	1	1.90	16.67	6.96	115.94	-2.13	-35.48	-2.76	-45.91
17	P907 H''	1	1.90	16.66	6.43	107.02	-3.41	-56.85	-2.76	-45.89
18	P907 H'''	1	1.90	16.67	5.86	97.68	-4.78	-79.58	-2.76	-45.91
19	P908 H	1	2.05	18.01	7.52	135.49	-0.76	-13.74	-2.76	-49.62
20	P908 H'	1	2.04	17.97	6.96	124.99	-2.13	-38.25	-2.76	-49.50
21	P908H''	1	2.05	18.01	6.43	115.72	-3.41	-61.47	-2.76	-49.62
22	P908 H'''	1	2.04	17.97	5.86	105.30	-4.78	-85.79	-2.76	-49.50
Jumlah				985.20		4162.37		-5159.48		-3763.67
Titik COG						4.22		-5.24		-3.82

FLOATER

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	BV1 A	1	3.00	69.05	8.01	552.81	-0.26	-18.02	-3.50	-241.68
2	BV2 A	1	3.00	69.05	8.01	552.81	0.26	18.02	-3.50	-241.68
3	BV3 A	1	3.00	38.97	7.62	297.04	-0.15	-5.81	-3.50	-136.38
4	BV4 A	1	3.00	38.97	7.62	297.04	0.15	5.81	-3.50	-136.38
5	BV1 B	1	3.00	69.05	5.84	403.04	5.49	378.74	-3.50	-241.68
6	BV2 B	1	3.00	69.05	5.49	378.74	5.84	403.04	-3.50	-241.68
7	BV3 B	1	3.00	38.97	5.50	214.12	5.29	205.94	-3.50	-136.38
8	BV4 B	1	3.00	38.97	5.29	205.94	5.50	214.12	-3.50	-136.38
9	BV1 C	1	3.00	69.05	0.26	18.02	8.01	552.81	-3.50	-241.68
10	BV2 C	1	3.00	69.05	-0.26	-18.02	8.01	552.81	-3.50	-241.68
11	BV3 C	1	3.00	38.97	0.15	5.81	7.62	297.04	-3.50	-136.38
12	BV4 C	1	3.00	38.97	-0.15	-5.81	7.62	297.04	-3.50	-136.38
13	BV1 D	1	3.00	69.05	-5.49	-378.74	5.84	403.04	-3.50	-241.68
14	BV2 D	1	3.00	69.05	-5.84	-403.04	5.49	378.74	-3.50	-241.68
15	BV3 D	1	3.00	38.97	-5.29	-205.94	5.50	214.12	-3.50	-136.38
16	BV4 D	1	3.00	38.97	-5.50	-214.12	5.29	205.94	-3.50	-136.38
17	BV1 E	1	3.00	69.05	-8.01	-552.81	0.26	18.02	-3.50	-241.68
18	BV2 E	1	3.00	69.05	-8.01	-552.81	-0.26	-18.02	-3.50	-241.68
19	BV3 E	1	3.00	38.97	-7.62	-297.04	0.15	5.81	-3.50	-136.38
20	BV4 E	1	3.00	38.97	-7.62	-297.04	-0.15	-5.81	-3.50	-136.38
21	BV1 F	1	3.00	69.05	-5.84	-403.04	-5.49	-378.74	-3.50	-241.68

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
22	BV2 F	1	3.00	69.05	-5.49	-378.74	-5.84	-403.04	-3.50	-241.68
23	BV3 F	1	3.00	38.97	-5.50	-214.12	-5.29	-205.94	-3.50	-136.38
24	BV4 F	1	3.00	38.97	-5.29	-205.94	-5.50	-214.12	-3.50	-136.38
25	BV1 G	1	3.00	69.05	-0.26	-18.02	-8.01	-552.81	-3.50	-241.68
26	BV2 G	1	3.00	69.05	0.26	18.02	-8.01	-552.81	-3.50	-241.68
27	BV3 G	1	3.00	38.97	-0.15	-5.81	-7.62	-297.04	-3.50	-136.38
28	BV4 G	1	3.00	38.97	0.15	5.81	-7.62	-297.04	-3.50	-136.38
29	BV1 H	1	3.00	69.05	5.49	378.74	-5.84	-403.04	-3.50	-241.68
30	BV2 H	1	3.00	69.05	5.84	403.04	-5.49	-378.74	-3.50	-241.68
31	BV3 H	1	3.00	38.97	5.29	205.94	-5.50	-214.12	-3.50	-136.38
32	BV4 H	1	3.00	38.97	5.50	214.12	-5.29	-205.94	-3.50	-136.38
33	BT1 A	1	4.50	133.01	6.99	929.10	2.89	384.81	-3.40	-452.25
34	BT2 A	1	4.50	133.01	6.40	851.02	2.65	352.49	-3.40	-452.25
35	BB1 A	1	4.50	93.05	6.99	649.92	2.89	269.18	-5.00	-465.23
36	BB2 A	1	4.50	93.05	6.40	595.30	2.65	246.57	-5.00	-465.23
37	BT1 B	1	4.50	133.01	2.86	380.15	6.90	917.66	-3.40	-452.25
38	BT2 B	1	4.50	133.01	2.69	357.28	6.48	862.46	-3.40	-452.25
39	BB1 B	1	4.50	93.05	2.86	265.92	6.90	641.92	-5.00	-465.23
40	BB2 B	1	4.50	93.05	2.69	249.92	6.48	603.30	-5.00	-465.23
41	BT1 C	1	4.50	133.01	-2.86	-380.15	6.90	917.66	-3.40	-452.25
42	BT2 C	1	4.50	133.01	-2.69	-357.28	6.48	862.46	-3.40	-452.25
43	BB1 C	1	4.50	93.05	-2.86	-265.92	6.90	641.92	-5.00	-465.23

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
44	BB2 C	1	4.50	93.05	-2.69	-249.92	6.48	603.30	-5.00	-465.23
45	BT1 D	1	4.50	133.01	-6.99	-929.10	2.89	384.81	-3.40	-452.25
46	BT2 D	1	4.50	133.01	-6.40	-851.02	2.65	352.49	-3.40	-452.25
47	BB1 D	1	4.50	93.05	-6.99	-649.92	2.89	269.18	-5.00	-465.23
48	BB2 D	1	4.50	93.05	-6.40	-595.30	2.65	246.57	-5.00	-465.23
49	BT1 E	1	4.50	133.01	-6.99	-929.10	-2.89	-384.81	-3.40	-452.25
50	BT2 E	1	4.50	133.01	-6.40	-851.02	-2.65	-352.49	-3.40	-452.25
51	BB1 E	1	4.50	93.05	-6.99	-649.92	-2.89	-269.18	-5.00	-465.23
52	BB2 E	1	4.50	93.05	-6.40	-595.30	-2.65	-246.57	-5.00	-465.23
53	BT1 F	1	4.50	133.01	-2.86	-380.15	-6.90	-917.66	-3.40	-452.25
54	BT2 F	1	4.50	133.01	-2.69	-357.28	-6.48	-862.46	-3.40	-452.25
55	BB1 F	1	4.50	93.05	-2.86	-265.92	-6.90	-641.92	-5.00	-465.23
56	BB2 F	1	4.50	93.05	-2.69	-249.92	-6.48	-603.30	-5.00	-465.23
57	BT1 G	1	4.50	133.01	2.86	380.15	-6.90	-917.66	-3.40	-452.25
58	BT2 G	1	4.50	133.01	2.69	357.28	-6.48	-862.46	-3.40	-452.25
59	BB1 G	1	4.50	93.05	2.86	265.92	-6.90	-641.92	-5.00	-465.23
60	BB2 G	1	4.50	93.05	2.69	249.92	-6.48	-603.30	-5.00	-465.23
61	BT1 H	1	4.50	133.01	6.99	929.10	-2.89	-384.81	-3.40	-452.25
62	BT2 H	1	4.50	133.01	6.40	851.02	-2.65	-352.49	-3.40	-452.25
63	BB1 H	1	4.50	93.05	6.99	649.92	-2.89	-269.18	-5.00	-465.23
64	BB2 H	1	4.50	93.05	6.40	595.30	-2.65	-246.57	-5.00	-465.23
Jumlah				5345.20		0.00		0.00		-20728.46
Titik COG						0.00		0.00		-3.88

HOTEL

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	Rattan Chair 1	1		10.64	-2.46	-26.14	1.53	16.30	0.50	5.32
2	Rattan Chair 2	1		10.64	-2.92	-31.06	0.39	4.20	0.50	5.32
3	Rattan Chair 3	1		10.64	-2.92	-31.06	-0.39	-4.20	0.50	5.32
4	Rattan Chair 4	1		10.64	-2.46	-26.14	-1.53	-16.30	0.50	5.32
5	Fitted Round Table 1	1		9.80	-2.71	-26.58	1.00	9.77	0.30	2.94
6	Fitted Round Table 2	1		9.80	-2.71	-26.58	-1.00	-9.77	0.30	2.94
7	Premium Bunk Bed 1	1		24.70	-1.05	-25.94	0.55	13.64	0.35	8.65
8	Premium Bunk Bed 2	1		24.70	-1.05	-25.94	-0.55	-13.53	0.35	8.65
9	Bench Sofa With Underneath Storage 1	1		14.10	-0.35	-4.87	1.54	21.77	0.15	2.12
10	Bench Sofa With Underneath Storage 2	1		14.10	-0.35	-4.87	-1.54	-21.75	0.15	2.12
11	Study Chair 1	1		2.76	-0.98	-2.72	-3.24	-8.95	0.30	0.83
12	Study Chair 2	1		2.76	-0.98	-2.72	3.24	8.95	0.30	0.83
13	Reversible Table 1	1		27.92	-0.70	-19.54	3.38	94.37	0.40	11.17
14	Reversible Table 2	1		27.92	-0.70	-19.54	-3.38	-94.37	0.40	11.17
15	Toilet 1	1		50.35	0.60	30.08	3.29	165.72	0.20	10.07
16	Toilet 2	1		50.35	0.60	30.08	-3.29	-165.62	0.20	10.07
17	Sink 1	1		11.80	1.39	16.38	3.14	37.05	0.30	3.54
18	Sink 2	1		11.80	1.39	16.38	-3.14	-37.05	0.30	3.54
19	Shower 1	1		0.60	2.09	1.25	-2.66	-1.60	0.60	0.36

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
20	Shower 2	1		0.60	2.09	1.25	2.66	1.60	0.60	0.36
21	Storage Rack 1	1		62.00	0.22	13.45	1.76	109.17	0.40	24.80
22	Storage Rack 2	1		62.00	0.22	13.45	1.06	65.51	0.40	24.80
23	Storage Rack 3	1		62.00	0.22	13.45	0.35	21.83	0.40	24.80
24	Storage Rack 4	1		62.00	0.22	13.45	-0.35	-21.83	0.40	24.80
25	Storage Rack 5	1		62.00	0.22	13.45	-1.06	-65.50	0.40	24.80
26	Storage Rack 6	1		62.00	0.22	13.45	-1.76	-109.17	0.40	24.80
27	Storage Rack 7	1		62.00	1.54	95.47	-0.41	-25.66	0.40	24.80
28	Storage Rack 8	1		62.00	1.54	95.47	0.32	19.91	0.40	24.80
29	Refridgerator	1		101.00	1.37	138.13	-1.27	-127.78	0.80	80.80
30	Knock Down Kitchen Set	1		103.60	2.63	272.55	0.45	46.96	0.35	36.26
31	Wall Panel 1	1		16.60	0.00	0.00	1.22	20.25	1.50	24.90
32	Wall Panel 2	1		16.60	0.00	0.00	-1.22	-20.25	1.50	24.90
33	Bathroom Mirror 1	1		17.09	1.55	26.47	2.94	50.29	1.20	20.51
34	Bathroom Mirror 2	1		17.09	1.55	26.51	-2.95	-50.45	1.20	20.51
35	Shower Curtains 1	1		0.56	2.09	1.17	-2.66	-1.49	0.90	0.50
36	Shower Curtains 2	1		0.56	2.09	1.17	2.66	1.49	0.90	0.50
37	Reversible Bunkbed	1		24.70	2.67	66.06	-0.50	-12.34	0.80	19.76
38	WP1	1	0.49	18.46	-2.64	-48.77	2.64	48.73	1.50	27.69
39	WP2	1	3.06	116.39	1.41	164.57	3.36	391.07	1.50	174.58
40	WP3	1	1.82	69.23	0.86	59.19	2.02	139.56	1.50	103.84
41	WP4	1	1.54	58.58	2.20	129.04	2.21	129.16	1.50	87.86

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
42	WP5	1	3.06	115.30	3.37	388.20	1.41	163.03	1.50	172.94
43	WP6XWP9	1	3.33	125.47	1.73	217.31	0.00	0.00	1.50	188.20
44	WP7	1	2.09	78.75	2.83	222.62	0.00	0.00	1.50	118.12
45	WP8	1	3.06	115.30	3.37	388.20	-1.41	-163.03	1.50	172.94
46	WP10	1	1.54	58.58	2.20	129.04	-2.21	-129.16	1.50	87.86
47	WP11	1	1.82	69.23	0.86	59.53	-2.02	-139.56	1.50	103.84
48	WP12	1	3.06	116.39	1.41	164.11	-3.36	-391.07	1.50	174.58
49	WP13	1	0.69	26.24	0.00	0.00	-3.52	-92.47	1.50	39.36
50	WP14	1	4.82	181.61	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	272.42
51	WP15	1	0.69	26.24	0.00	0.00	3.52	92.47	1.50	39.36
52	WP16	1	0.49	18.46	-2.64	-48.73	-2.64	-48.73	1.50	27.69
53	WP17	1	3.93	148.08	2.01	298.23	0.00	0.00	1.50	222.11
54	Generator 1200 W	1		27.00	3.00	81.00	-0.90	-24.30	0.20	5.40
55	Lantai Kayu	1	37.12	94.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jumlah				2584.59		2747.95		-98.84		2541.07
Titik COG						1.06		-0.04		0.98

JARING DAN SINKER

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	Jaring Atas	1	-	114.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	-570.00
2	Jaring Samping	1	-	152.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.50	-988.00
3	Jaring Bawah	1	-	114.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.00	-912.00
4	Sinker	1	-	450.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.00	-3600.00
Jumlah				830.00		0.00		0.00		-6070.00
Titik COG						0.00		0.00		-7.31

ATAP

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	Atap Hotel	1	83.64	418.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	1338.24
Titik COG						0.00		0.00		3.20

MANUSIA

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	Manusia	10		1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Titik COG						0.00		0.00		0.00

PLATE JOINT

No	Nama Bagian	Qty	Luas (m2)	Berat (kg)	X (m)	Momen X (Kg.m)	Y (m)	Momen Y (Kg.m)	Z(m)	Momen Z (Kg.m)
1	TOP DECK	1		2000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	LOWER DECK	1		3000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.50	-4500.00
Titik COG				5000.00		0.00		0.00		-0.90

COG Ocean Farm ITS

No	Nama Bagian	Massa (ton)	Momen X (ton.m)	Momen Y (ton.m)	Momen Z (ton.m)	X (m)	Y (m)	Z(m)	
1	Top Deck	6.12	0.00	0.00	-0.55	0.00	0.00	-0.09	
2	Connector	0.35	0.00	0.00	-0.41	0.00	0.00	-1.18	
3	Railing	1.54	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.60	
4	Lower Deck	4.46	0.00	0.00	-8.97	0.00	0.00	-2.01	
5	Boat Landing	0.50	0.00	0.00	-1.25	0.00	0.00	-2.52	
6	Buoyancy Frame	3.94	0.00	0.00	-15.05	0.00	0.00	-3.82	
7	Floater	5.35	0.00	0.00	-20.73	0.00	0.00	-3.88	
8	Furniture Hotel	2.58	2.75	-0.10	2.54	1.06	-0.04	0.98	
9	Jaring	0.83	0.00	0.00	-6.07	0.00	0.00	-7.31	
10	Atap Hotel	0.42	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	3.20	
11	Plate Joint	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		31.08	2.75	-0.10	-48.23				
Titik COG							0.09	0.00	-1.55

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN COB (CENTER OF BUOYANCY)

COB FLOATER DRAFT 1.6 m

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	WT	ID	Luas (m2)	Vol (m3)	x (m)	MVX (m4)	y (m)	MVY (m4)	z (m)	MVZ (m4)
1	BV1 A	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	8.006	2.495	-0.26	-0.081	-4.21	-1.312
2	BV2 A	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	8.006	2.495	0.26	0.081	-4.21	-1.312
3	BV3 A	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	7.623	0.795	-0.15	-0.016	-4.21	-0.439
4	BV4 A	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	7.623	0.795	0.15	0.016	-4.21	-0.439
5	BV1 B	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	5.837	1.819	5.49	1.709	-4.21	-1.312
6	BV2 B	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	5.485	1.709	5.84	1.819	-4.21	-1.312
7	BV3 B	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	5.495	0.573	5.29	0.551	-4.21	-0.439
8	BV4 B	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	5.285	0.551	5.50	0.573	-4.21	-0.439
9	BV1 C	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	0.261	0.081	8.01	2.495	-4.21	-1.312
10	BV2 C	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-0.261	-0.081	8.01	2.495	-4.21	-1.312
11	BV3 C	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	0.149	0.016	7.62	0.795	-4.21	-0.439
12	BV4 C	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-0.149	-0.016	7.62	0.795	-4.21	-0.439
13	BV1 D	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-5.485	-1.709	5.84	1.819	-4.21	-1.312
14	BV2 D	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-5.837	-1.819	5.49	1.709	-4.21	-1.312
15	BV3 D	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-5.285	-0.551	5.50	0.573	-4.21	-0.439
16	BV4 D	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-5.495	-0.573	5.29	0.551	-4.21	-0.439
17	BV1 E	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-8.006	-2.495	0.26	0.081	-4.21	-1.312
18	BV2 E	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-8.006	-2.495	-0.26	-0.081	-4.21	-1.312
19	BV3 E	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-7.623	-0.795	0.15	0.016	-4.21	-0.439
20	BV4 E	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-7.623	-0.795	-0.15	-0.016	-4.21	-0.439
21	BV1 F	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-5.837	-1.819	-5.49	-1.709	-4.21	-1.312

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	WT	ID	Luas (m2)	Vol (m3)	x (m)	MVX (m4)	y (m)	MVY (m4)	z (m)	MVZ (m4)
22	BV2 F	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-5.485	-1.709	-5.84	-1.819	-4.21	-1.312
23	BV3 F	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-5.495	-0.573	-5.29	-0.551	-4.21	-0.439
24	BV4 F	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-5.285	-0.551	-5.50	-0.573	-4.21	-0.439
25	BV1 G	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	-0.261	-0.081	-8.01	-2.495	-4.21	-1.312
26	BV2 G	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	0.261	0.081	-8.01	-2.495	-4.21	-1.312
27	BV3 G	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	-0.149	-0.016	-7.62	-0.795	-4.21	-0.439
28	BV4 G	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	0.149	0.016	-7.62	-0.795	-4.21	-0.439
29	BV1 H	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	5.485	1.709	-5.84	-1.819	-4.21	-1.312
30	BV2 H	1	1.60	0.498	0.016	0.466	0.195	0.312	5.837	1.819	-5.49	-1.709	-4.21	-1.312
31	BV3 H	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	5.285	0.551	-5.50	-0.573	-4.21	-0.439
32	BV4 H	1	1.60	0.288	0.016	0.256	0.065	0.104	5.495	0.573	-5.29	-0.551	-4.21	-0.439
33	BT1 A	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	6.985	4.977	2.89	2.061	-3.41	-2.430
34	BT2 A	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	6.398	4.559	2.65	1.888	-3.41	-2.430
35	BB1 A	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	6.985	4.977	2.89	2.061	-5.00	-3.563
36	BB2 A	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	6.398	4.559	2.65	1.888	-5.00	-3.563
37	BT1 B	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	2.858	2.036	6.90	4.916	-3.41	-2.430
38	BT2 B	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	2.686	1.914	6.48	4.620	-3.41	-2.430
39	BB1 B	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	2.858	2.036	6.90	4.916	-5.00	-3.563
40	BB2 B	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	2.686	1.914	6.48	4.620	-5.00	-3.563
41	BT1 C	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-2.858	-2.036	6.90	4.916	-3.41	-2.430
42	BT2 C	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-2.686	-1.914	6.48	4.620	-3.41	-2.430
43	BB1 C	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-2.858	-2.036	6.90	4.916	-5.00	-3.563

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	WT	ID	Luas (m2)	Vol (m3)	x (m)	MVX (m4)	y (m)	MVY (m4)	z (m)	MVZ (m4)
44	BB2 C	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-2.686	-1.914	6.48	4.620	-5.00	-3.563
45	BT1 D	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-6.985	-4.977	2.89	2.061	-3.41	-2.430
46	BT2 D	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-6.398	-4.559	2.65	1.888	-3.41	-2.430
47	BB1 D	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-6.985	-4.977	2.89	2.061	-5.00	-3.563
48	BB2 D	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-6.398	-4.559	2.65	1.888	-5.00	-3.563
49	BT1 E	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-6.985	-4.977	-2.89	-2.061	-3.41	-2.430
50	BT2 E	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-6.398	-4.559	-2.65	-1.888	-3.41	-2.430
51	BB1 E	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-6.985	-4.977	-2.89	-2.061	-5.00	-3.563
52	BB2 E	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-6.398	-4.559	-2.65	-1.888	-5.00	-3.563
53	BT1 F	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-2.858	-2.036	-6.90	-4.916	-3.41	-2.430
54	BT2 F	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	-2.686	-1.914	-6.48	-4.620	-3.41	-2.430
55	BB1 F	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-2.858	-2.036	-6.90	-4.916	-5.00	-3.563
56	BB2 F	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	-2.686	-1.914	-6.48	-4.620	-5.00	-3.563
57	BT1 G	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	2.858	2.036	-6.90	-4.916	-3.41	-2.430
58	BT2 G	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	2.686	1.914	-6.48	-4.620	-3.41	-2.430
59	BB1 G	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	2.858	2.036	-6.90	-4.916	-5.00	-3.563
60	BB2 G	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	2.686	1.914	-6.48	-4.620	-5.00	-3.563
61	BT1 H	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	6.985	4.977	-2.89	-2.061	-3.41	-2.430
62	BT2 H	1	4.50	0.635	0.016	0.603	0.158	0.713	6.398	4.559	-2.65	-1.888	-3.41	-2.430
63	BB1 H	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	6.985	4.977	-2.89	-2.061	-5.00	-3.563
64	BB2 H	1	4.50	0.449	0.016	0.417	0.158	0.713	6.398	4.559	-2.65	-1.888	-5.00	-3.563
Jumlah								29.455		0.000		0.000		-123.89

COB BUOYANCY FRAME DRAFT 1.6 m

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	WT	ID	Luas (m ²)	Vol (m ³)	x (m)	MVX (m ⁴)	y (m)	MVY (m ⁴)	z (m)	MVZ (m ⁴)
1	P909 A	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	6.69	0.09	2.77	0.04	-3.40	-0.05
2	P906 A	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	6.69	1.30	2.77	0.54	-4.90	-0.95
3	P904 A	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	7.84	0.64	0.00	0.00	-3.40	-0.28
4	P908 A	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	7.52	0.07	0.76	0.01	-2.76	-0.03
5	P908 A'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	6.96	0.07	2.13	0.02	-2.76	-0.03
6	P908 A''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	6.43	0.06	3.41	0.03	-2.76	-0.03
7	P908 A'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	5.86	0.06	4.78	0.05	-2.76	-0.03
8	P909 B	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	2.77	0.04	6.69	0.09	-3.40	-0.05
9	P906 B	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	2.77	0.54	6.69	1.30	-4.90	-0.95
10	P904 B	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	5.54	0.45	5.54	0.45	-3.40	-0.28
11	P908 B	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	0.76	0.01	7.52	0.07	-2.76	-0.03
12	P908 B'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	2.13	0.02	6.96	0.07	-2.76	-0.03
13	P908 B''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	3.41	0.03	6.43	0.06	-2.76	-0.03
14	P908 B'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	4.78	0.05	5.86	0.06	-2.76	-0.03
15	P909 C	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	-2.77	-0.04	6.69	0.09	-3.40	-0.05
16	P906 C	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	-2.77	-0.54	6.69	1.30	-4.90	-0.95
17	P904 C	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	0.00	0.00	7.84	0.64	-3.40	-0.28
18	P908 C	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-0.76	-0.01	7.52	0.07	-2.76	-0.03
19	P908 C'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-2.13	-0.02	6.96	0.07	-2.76	-0.03
20	P908 C''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-3.41	-0.03	6.43	0.06	-2.76	-0.03
21	P908 C'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-4.78	-0.05	5.86	0.06	-2.76	-0.03

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	WT	ID	Luas (m ²)	Vol (m ³)	x (m)	MVX (m ⁴)	y (m)	MVY (m ⁴)	z (m)	MVZ (m ⁴)
22	P909 D	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	-6.69	-0.09	2.77	0.04	-3.40	-0.05
23	P906 D	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	-6.69	-1.30	2.77	0.54	-4.90	-0.95
24	P904 D	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	-5.54	-0.45	5.54	0.45	-3.40	-0.28
25	P908 D	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-7.52	-0.07	0.76	0.01	-2.76	-0.03
26	P908 D'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-6.96	-0.07	2.13	0.02	-2.76	-0.03
27	P908D''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-6.43	-0.06	3.41	0.03	-2.76	-0.03
28	P908 D'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-5.86	-0.06	4.78	0.05	-2.76	-0.03
29	P909 E	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	-6.69	-0.09	-2.77	-0.04	-3.40	-0.05
30	P906 E	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	-6.69	-1.30	-2.77	-0.54	-4.90	-0.95
31	P904 E	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	-7.84	-0.64	0.00	0.00	-3.40	-0.28
32	P908 E	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-7.52	-0.07	-0.76	-0.01	-2.76	-0.03
33	P908 E'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-6.96	-0.07	-2.13	-0.02	-2.76	-0.03
34	P908 E''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-6.43	-0.06	-3.41	-0.03	-2.76	-0.03
35	P908 E'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-5.86	-0.06	-4.78	-0.05	-2.76	-0.03
36	P909 F	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	-2.77	-0.04	-6.69	-0.09	-3.40	-0.05
37	P906 F	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	-2.77	-0.54	-6.69	-1.30	-4.90	-0.95
38	P904 F	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	-5.54	-0.45	-5.54	-0.45	-3.40	-0.28
39	P908 F	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-0.76	-0.01	-7.52	-0.07	-2.76	-0.03
40	P908 F'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-2.13	-0.02	-6.96	-0.07	-2.76	-0.03
41	P908F''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-3.41	-0.03	-6.43	-0.06	-2.76	-0.03
42	P908 F'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	-4.78	-0.05	-5.86	-0.06	-2.76	-0.03
43	P909 G	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	2.77	0.04	-6.69	-0.09	-3.40	-0.05

No	Nama Bagian	Qt y	Panjang (m)	OD	WT	ID	Luas (m ²)	Vol (m ³)	x (m)	MVX (m ⁴)	y (m)	MVY (m ⁴)	z (m)	MVZ (m ⁴)
44	P906 G	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	2.77	0.54	-6.69	-1.30	-4.90	-0.95
45	P904 G	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	0.00	0.00	-7.84	-0.64	-3.40	-0.28
46	P908 G	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	0.76	0.01	-7.52	-0.07	-2.76	-0.03
47	P908 G'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	2.13	0.02	-6.96	-0.07	-2.76	-0.03
48	P908 G''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	3.41	0.03	-6.43	-0.06	-2.76	-0.03
49	P908 G'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	4.78	0.05	-5.86	-0.06	-2.76	-0.03
50	P909 H	1	6.00	0.076	0.005	0.066	0.002	0.014	6.69	0.09	-2.77	-0.04	-3.40	-0.05
51	P906 H	1	6.00	0.203	0.006	0.191	0.032	0.194	6.69	1.30	-2.77	-0.54	-4.90	-0.95
52	P904 H	1	1.60	0.254	0.007	0.24	0.051	0.081	5.54	0.45	-5.54	-0.45	-3.40	-0.28
53	P908 H	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	7.52	0.07	-0.76	-0.01	-2.76	-0.03
54	P908 H'	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	6.96	0.07	-2.13	-0.02	-2.76	-0.03
55	P908H''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	6.43	0.06	-3.41	-0.03	-2.76	-0.03
56	P908 H'''	1	2.19	0.076	0.005	0.066	0.005	0.010	5.86	0.06	-4.78	-0.05	-2.76	-0.03
								2.629		0.000		0.000		-11.060
								ΣVol (m³)		ΣMV X (m⁴)		ΣMV Y (m⁴)		ΣMVZ (m⁴)

COB Ocean Farm ITS								
No	Nama Bagian	Vol (m3)	MV X (m)	MV Y (m)	MV Z (m)	X (m)	Y (m)	Z(m)
1	Floater	29.46	0.00	0.00	-123.89	0.00	0.00	-4.21
2	Buoyancy Frame	2.63	0.00	0.00	-11.06	0.00	0.00	-4.21
TITIK COB		32.08	0.00	0.00	-135.0	0.0	0.0	-4.2
Displacement (ton)		32.89						

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN D
PERHITUNGAN BM (JARI-JARI METACENTER)

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	D (m)	Inersia Luas (m ⁴)	WPA (m ²)	WPA*D ²	Lbi (m)	Volume*Lbi
1	BV1 A	1	1.60	0.498	8.006	-0.26	-4.21	8.006	-0.261	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
2	BV2 A	1	1.60	0.498	8.006	0.26	-4.21	8.006	0.261	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
3	BV3 A	1	1.60	0.288	7.623	-0.15	-4.21	7.623	-0.149	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
4	BV4 A	1	1.60	0.288	7.623	0.15	-4.21	7.623	0.149	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
5	BV1 B	1	1.60	0.498	5.837	5.49	-4.21	5.837	5.485	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
6	BV2 B	1	1.60	0.498	5.485	5.84	-4.21	5.485	5.837	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
7	BV3 B	1	1.60	0.288	5.495	5.29	-4.21	5.495	5.285	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
8	BV4 B	1	1.60	0.288	5.285	5.50	-4.21	5.285	5.495	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
9	BV1 C	1	1.60	0.498	0.261	8.01	-4.21	0.261	8.006	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
10	BV2 C	1	1.60	0.498	-0.261	8.01	-4.21	-0.261	8.006	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
11	BV3 C	1	1.60	0.288	0.149	7.62	-4.21	0.149	7.623	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
12	BV4 C	1	1.60	0.288	-0.149	7.62	-4.21	-0.149	7.623	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
13	BV1 D	1	1.60	0.498	-5.485	5.84	-4.21	-5.485	5.837	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
14	BV2 D	1	1.60	0.498	-5.837	5.49	-4.21	-5.837	5.485	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
15	BV3 D	1	1.60	0.288	-5.285	5.50	-4.21	-5.285	5.495	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
16	BV4 D	1	1.60	0.288	-5.495	5.29	-4.21	-5.495	5.285	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
17	BV1 E	1	1.60	0.498	-8.006	0.26	-4.21	-8.006	0.261	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
18	BV2 E	1	1.60	0.498	-8.006	-0.26	-4.21	-8.006	-0.261	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
19	BV3 E	1	1.60	0.288	-7.623	0.15	-4.21	-7.623	0.149	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
20	BV4 E	1	1.60	0.288	-7.623	-0.15	-4.21	-7.623	-0.149	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
21	BV1 F	1	1.60	0.498	-5.837	-5.49	-4.21	-5.837	-5.485	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249

N o	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	D (m)	Inersia Luas (m4)	WPA (m^2)	WPA*D²	Lbi (m)	Volume*Lbi
22	BV2 F	1	1.60	0.498	-5.485	-5.84	-4.21	-5.485	-5.837	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
23	BV3 F	1	1.60	0.288	-5.495	-5.29	-4.21	-5.495	-5.285	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
24	BV4 F	1	1.60	0.288	-5.285	-5.50	-4.21	-5.285	-5.495	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
25	BV1 G	1	1.60	0.498	-0.261	-8.01	-4.21	-0.261	-8.006	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
26	BV2 G	1	1.60	0.498	0.261	-8.01	-4.21	0.261	-8.006	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.498	0.800	0.249
27	BV3 G	1	1.60	0.288	-0.149	-7.62	-4.21	-0.149	-7.623	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
28	BV4 G	1	1.60	0.288	0.149	-7.62	-4.21	0.149	-7.623	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
29	BV1 H	1	1.60	0.498	5.485	-5.84	-4.21	5.485	-5.837	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
30	BV2 H	1	1.60	0.498	5.837	-5.49	-4.21	5.837	-5.485	-0.004	8.010	0.0030	0.195	12.496	0.800	0.249
31	BV3 H	1	1.60	0.288	5.285	-5.50	-4.21	5.285	-5.495	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
32	BV4 H	1	1.60	0.288	5.495	-5.29	-4.21	5.495	-5.285	-0.004	7.624	0.0003	0.065	3.787	0.800	0.083
33	BT1 A	1	4.50	0.635	6.985	2.89	-3.41	6.985	2.893	0.796	7.560	4.8220	2.858	163.334	1.398	0.996
34	BT2 A	1	4.50	0.635	6.398	2.65	-3.41	6.398	2.650	0.796	6.925	4.8220	2.858	137.037	1.398	0.996
35	BB1 A	1	4.50	0.449	6.985	2.89	-5.00	6.985	2.893	-0.794	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
36	BB2 A	1	4.50	0.449	6.398	2.65	-5.00	6.398	2.650	-0.794	6.925	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
37	BT1 B	1	4.50	0.635	2.858	6.90	-3.41	2.858	6.899	0.796	7.468	4.8220	2.858	159.347	1.398	0.996
38	BT2 B	1	4.50	0.635	2.686	6.48	-3.41	2.686	6.484	0.796	7.018	4.8220	2.858	140.751	1.398	0.996
39	BB1 B	1	4.50	0.449	2.858	6.90	-5.00	2.858	6.899	-0.794	7.468	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
40	BB2 B	1	4.50	0.449	2.686	6.48	-5.00	2.686	6.484	-0.794	7.018	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
41	BT1 C	1	4.50	0.635	-2.858	6.90	-3.41	-2.858	6.899	0.796	7.468	4.8220	2.858	159.347	1.398	0.996
42	BT2 C	1	4.50	0.635	-2.686	6.48	-3.41	-2.686	6.484	0.796	7.018	4.8220	2.858	140.751	1.398	0.996
43	BB1 C	1	4.50	0.449	-2.858	6.90	-5.00	-2.858	6.899	-0.794	7.468	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160

N o	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	D (m)	Inersia Luas (m4)	WPA (m^2)	WPA*D²	Lbi (m)	Volum e*Lbi
44	BB2 C	1	4.50	0.449	-2.686	6.48	-5.00	-2.686	6.484	-0.794	7.018	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
45	BT1 D	1	4.50	0.635	-6.985	2.89	-3.41	-6.985	2.893	0.796	7.560	4.8220	2.858	163.334	1.398	0.996
46	BT2 D	1	4.50	0.635	-6.398	2.65	-3.41	-6.398	2.650	0.796	6.925	4.8220	2.858	137.037	1.398	0.996
47	BB1 D	1	4.50	0.449	-6.985	2.89	-5.00	-6.985	2.893	-0.794	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
48	BB2 D	1	4.50	0.449	-6.398	2.65	-5.00	-6.398	2.650	-0.794	6.925	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
49	BT1 E	1	4.50	0.635	-6.985	-2.89	-3.41	-6.985	-2.893	0.796	7.560	4.8220	2.858	163.334	1.398	0.996
50	BT2 E	1	4.50	0.635	-6.398	-2.65	-3.41	-6.398	-2.650	0.796	6.925	4.8220	2.858	137.037	1.398	0.996
51	BB1 E	1	4.50	0.449	-6.985	-2.89	-5.00	-6.985	-2.893	-0.794	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
52	BB2 E	1	4.50	0.449	-6.398	-2.65	-5.00	-6.398	-2.650	-0.794	6.925	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
53	BT1 F	1	4.50	0.635	-2.858	-6.90	-3.41	-2.858	-6.899	0.796	7.468	4.8220	2.858	159.347	1.398	0.996
54	BT2 F	1	4.50	0.635	-2.686	-6.48	-3.41	-2.686	-6.484	0.796	7.018	4.8220	2.858	140.751	1.398	0.996
55	BB1 F	1	4.50	0.449	-2.858	-6.90	-5.00	-2.858	-6.899	-0.794	7.468	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
56	BB2 F	1	4.50	0.449	-2.686	-6.48	-5.00	-2.686	-6.484	-0.794	7.018	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160

57	BT1 G	1	4.50	$\frac{0.63}{5}$	2.858	-6.90	-3.41	2.858	-6.899	0.796	7.468	4.8220	2.858	159.347	1.398	0.996
58	BT2 G	1	4.50	$\frac{0.63}{5}$	2.686	-6.48	-3.41	2.686	-6.484	0.796	7.018	4.8220	2.858	140.751	1.398	0.996
59	BB1 G	1	4.50	$\frac{0.44}{9}$	2.858	-6.90	-5.00	2.858	-6.899	-0.794	7.468	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
60	BB2 G	1	4.50	$\frac{0.44}{9}$	2.686	-6.48	-5.00	2.686	-6.484	-0.794	7.018	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
61	BT1 H	1	4.50	$\frac{0.63}{5}$	6.985	-2.89	-3.41	6.985	-2.893	0.796	7.560	4.8220	2.858	163.334	1.398	0.996
62	BT2 H	1	4.50	$\frac{0.63}{5}$	6.398	-2.65	-3.41	6.398	-2.650	0.796	6.925	4.8220	2.858	137.037	1.398	0.996
63	BB1 H	1	4.50	$\frac{0.44}{9}$	6.985	-2.89	-5.00	6.985	-2.893	-0.794	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160
64	BB2 H	1	4.50	$\frac{0.44}{9}$	6.398	-2.65	-5.00	6.398	-2.650	-0.794	6.925	0.0000	0.000	0.000	0.225	0.160

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	D (m)	Inersia Luas (m⁴)	WPA (m²)	WPA*D²	Lbi (m)	Volum e*Lbi
65	P909 A	1	6.00	0.076	6.69	2.77	-3.40	6.691	2.771	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
66	P906 A	1	6.00	0.203	6.69	2.77	-4.90	6.691	2.771	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
67	P904 A	1	1.60	0.254	7.84	0.00	-3.40	7.839	0.000	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
68	P908 A	1	2.19	0.076	7.52	0.76	-2.76	7.523	0.763	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
69	P908 A'	1	2.19	0.076	6.96	2.13	-2.76	6.957	2.129	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	P908 A''	1	2.19	0.076	6.43	3.41	-2.76	6.425	3.413	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
71	P908 A'''	1	2.19	0.076	5.86	4.78	-2.76	5.861	4.775	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
72	P909 B	1	6.00	0.076	2.77	6.69	-3.40	2.771	6.691	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
73	P906 B	1	6.00	0.203	2.77	6.69	-4.90	2.771	6.691	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
74	P904 B	1	1.60	0.254	5.54	5.54	-3.40	5.543	5.543	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
75	P908 B	1	2.19	0.076	0.76	7.52	-2.76	0.763	7.523	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
76	P908 B'	1	2.19	0.076	2.13	6.96	-2.76	2.129	6.957	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
77	P908B''	1	2.19	0.076	3.41	6.43	-2.76	3.413	6.425	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
78	P908 B'''	1	2.19	0.076	4.78	5.86	-2.76	4.775	5.861	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
79	P909 C	1	6.00	0.076	-2.77	6.69	-3.40	-2.771	6.691	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
80	P906 C	1	6.00	0.203	-2.77	6.69	-4.90	-2.771	6.691	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
81	P904 C	1	1.60	0.254	0.00	7.84	-3.40	0.000	7.839	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
82	P908 C	1	2.19	0.076	-0.76	7.52	-2.76	-0.763	7.523	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
83	P908 C'	1	2.19	0.076	-2.13	6.96	-2.76	-2.129	6.957	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
84	P908 C''	1	2.19	0.076	-3.41	6.43	-2.76	-3.413	6.425	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
85	P908 C'''	1	2.19	0.076	-4.78	5.86	-2.76	-4.775	5.861	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	D (m)	Inersia Luas (m ⁴)	WPA (m ²)	WPA*D ²	Lbi (m)	Volume*Lbi
86	P909 D	1	6.00	0.076	-6.69	2.77	-3.40	-6.691	2.771	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
87	P906 D	1	6.00	0.203	-6.69	2.77	-4.90	-6.691	2.771	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
88	P904 D	1	1.60	0.254	-5.54	5.54	-3.40	-5.543	5.543	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
89	P908 D	1	2.19	0.076	-7.52	0.76	-2.76	-7.523	0.763	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	P908 D'	1	2.19	0.076	-6.96	2.13	-2.76	-6.957	2.129	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
91	P908D''	1	2.19	0.076	-6.43	3.41	-2.76	-6.425	3.413	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
92	P908 D'''	1	2.19	0.076	-5.86	4.78	-2.76	-5.861	4.775	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
93	P909 E	1	6.00	0.076	-6.69	-2.77	-3.40	-6.691	-2.771	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
94	P906 E	1	6.00	0.203	-6.69	-2.77	-4.90	-6.691	-2.771	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
95	P904 E	1	1.60	0.254	-7.84	0.00	-3.40	-7.839	0.000	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
96	P908 E	1	2.19	0.076	-7.52	-0.76	-2.76	-7.523	-0.763	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
97	P908 E'	1	2.19	0.076	-6.96	-2.13	-2.76	-6.957	-2.129	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
98	P908 E''	1	2.19	0.076	-6.43	-3.41	-2.76	-6.425	-3.413	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
99	P908 E'''	1	2.19	0.076	-5.86	-4.78	-2.76	-5.861	-4.775	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	P909 F	1	6.00	0.076	-2.77	-6.69	-3.40	-2.771	-6.691	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
101	P906 F	1	6.00	0.203	-2.77	-6.69	-4.90	-2.771	-6.691	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
102	P904 F	1	1.60	0.254	-5.54	-5.54	-3.40	-5.543	-5.543	0.806	7.839	0.0020	0.051	3.114	0.800	0.065
103	P908 F	1	2.19	0.076	-0.76	-7.52	-2.76	-0.763	-7.523	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
104	P908 F'	1	2.19	0.076	-2.13	-6.96	-2.76	-2.129	-6.957	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
105	P908F''	1	2.19	0.076	-3.41	-6.43	-2.76	-3.413	-6.425	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
106	P908 F'''	1	2.19	0.076	-4.78	-5.86	-2.76	-4.775	-5.861	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000

No	Nama Bagian	Qty	Panjang (m)	OD	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	D (m)	Inersia Luas (m4)	WPA (m ²)	WPA*D ²	Lbi (m)	Volum e*Lbi
107	P909 G	1	6.00	0.076	2.77	-6.69	-3.40	2.771	-6.691	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
108	P906 G	1	6.00	0.203	2.77	-6.69	-4.90	2.771	-6.691	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
109	P904 G	1	1.60	0.254	0.00	-7.84	-3.40	0.000	-7.839	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
110	P908 G	1	2.19	0.076	0.76	-7.52	-2.76	0.763	-7.523	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
111	P908 G'	1	2.19	0.076	2.13	-6.96	-2.76	2.129	-6.957	1.451	7.275	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
112	P908 G''	1	2.19	0.076	3.41	-6.43	-2.76	3.413	-6.425	1.451	7.275	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
113	P908 G'''	1	2.19	0.076	4.78	-5.86	-2.76	4.775	-5.861	1.451	7.560	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
114	P909 H	1	6.00	0.076	6.69	-2.77	-3.40	6.691	-2.771	0.806	7.242	1.368	0.456	23.916	1.576	0.021
115	P906 H	1	6.00	0.203	6.69	-2.77	-4.90	6.691	-2.771	-0.692	7.242	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
116	P904 H	1	1.60	0.254	5.54	-5.54	-3.40	5.543	-5.543	0.806	7.839	0.0002	0.051	3.114	0.800	0.065
117	P908 H	1	2.19	0.076	7.52	-0.76	-2.76	7.523	-0.763	1.451	7.562	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
118	P908 H'	1	2.19	0.076	6.96	-2.13	-2.76	6.957	-2.129	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
119	P908H''	1	2.19	0.076	6.43	-3.41	-2.76	6.425	-3.413	1.451	7.275	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
120	P908 H'''	1	2.19	0.076	5.86	-4.78	-2.76	5.861	-4.775	1.451	7.560	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
												88.15	53.93	2878.66		24.51
												Σ Inersia Luas (m4)	Σ WPA (m ²)	Σ WPA*D ²		Σ Volume* Lbi

LAMPIRAN E
***MATERIAL TAKE OFF* STRUKTUR OCEAN FARM**
ITS

MATERIAL TAKE OFF

Kode	Data Awal	Mass (kg)	Pjg (m)	kg/m	Luas (m2)	OR (m)	IR (m)	WT (m)	kg/m	Model
P200	Wf.100x50x5x7	90.940	9.733	9.343	0.00119	0.050	0.046	0.004	9.343	OD100x4
P300	L.50X50X6	5.720	1.245	4.594	0.00059	0.025	0.021	0.004	4.594	OD50x4
P400	U 75x40	57.150	7.570	7.550	0.00096	0.038	0.033	0.004	7.550	OD75x4
P100	L.30x30x3	0.275	0.202	1.361	0.00017	0.015	0.013	0.002	1.361	OD30x2
P902	Wf.150x75x5x7	21.220	2.274	9.332	0.00119	0.075	0.072	0.003	9.332	OD150x3
P903	Pipe 2 1/2"	16.530	2.213	7.469	0.00095	0.032	0.027	0.005	7.469	OD64x5
P904	Pipe 10"	93.830	2.213	42.399	0.00540	0.127	0.120	0.007	42.399	OD254x7
P905	Pipe 5"	86.490	5.766	15.000	0.00191	0.064	0.059	0.005	15.000	OD127x5
P906	Pipe 8"	175.690	5.837	30.099	0.00383	0.102	0.095	0.006	30.099	OD203x6
P907	Pipe 3"	15.963	1.816	8.790	0.00112	0.038	0.033	0.005	8.790	OD76x5
P901	Pipe 12" sch.80	87.080	0.675	129.007	0.01643	0.152	0.134	0.018	129.007	OD305x18
P500	Pipe 1 1/4"	3.895	1.152	3.381	0.00043	0.016	0.011	0.005	3.381	OD32x5
P503	Pipe 1"	2.884	1.187	2.430	0.00031	0.013	0.008	0.005	2.430	OD25x5
Ball Joint	-	100.000	0.350	285.714	0.03640	0.152	0.108	0.045	285.714	OD305x45

Kode	Data Awal	R a (m)	Pjg a (m)	4*Vol (m3)	Pjg b (m)	R b (m)	D (m)	WT (m)	Model	
HDPE 16"		0.203	3.000	1.554	3/8 volume : Buoy Besar, 1/8 volume : Buoy Kecil					
BUOY 1	HDPE 16"	0.203	3.000	0.583	3.000	0.249	0.498	0.016	BYVX(1,2)	HDPE.OD498WT16
BUOY 2	HDPE 16"	0.203	3.000	0.194	3.000	0.144	0.288	0.016	BYVX(3,4)	HDPE.OD288WT16
Kode	Data Awal	R a (m)	Pjg a (m)	2*Vol (m3)	Pjg b (m)	R b (m)	D (m)	WT (m)	Model	
BUOY 3	HDPE 16"	0.203	5.500	1.424	4.500	0.317	0.635	0.016	BYXX(1,2)	HDPE.OD635WT16
Kode	Data Awal	R a (m)	Pjg a (m)	Vol (m3)	Pjg b (m)	R b (m)	D (m)	WT (m)	Model	
BUOY 2	HDPE 16"	0.203	5.500	0.712	4.500	0.224	0.449	0.016	BYX(1,2)	HDPE.OD449WT16

R a = Radius awal Pjg a = Panjang awal D = diameter
R b = Radius akhir Pjg b = Panjang akhir

LAMPIRAN F
PERHITUNGAN MOMEN INERSIA STRUKTUR

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 1)
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P200 B	90.84	3.50	3.50	0.00	3.41	3.51	1.55	743.24	14.70	14.07	1335.55	1277.96	2078.79	2021.20
2	P200 A	90.84	4.95	0.00	0.00	4.87	0.00	1.55	743.24	2.41	26.08	218.82	2369.35	962.06	3112.59
3	P314 B	5.49	1.92	4.63	0.00	1.83	4.64	1.55	7.89	23.90	5.76	131.19	31.61	139.08	39.51
4	P314 A	5.49	4.63	1.92	0.00	4.54	1.92	1.55	7.89	6.10	23.06	33.50	126.57	41.39	134.47
5	P210 B	39.70	1.95	4.71	0.00	1.86	4.72	1.55	59.10	24.64	5.88	978.28	233.36	1037.38	292.46
6	P210 A	39.70	4.71	1.95	0.00	4.62	1.95	1.55	59.10	6.23	23.79	247.24	944.32	306.34	1003.42
7	P209 B	21.22	1.45	6.06	0.00	1.36	6.06	1.55	9.19	39.13	4.26	830.44	90.46	839.63	99.65
8	P208 B	55.97	2.76	6.66	0.00	2.67	6.66	1.55	166.19	46.74	9.53	2616.05	533.40	2782.24	699.59
9	P208 A	55.97	6.66	2.76	0.00	6.57	2.76	1.55	166.19	10.03	45.53	561.24	2548.25	727.43	2714.43
10	P400 B	57.15	3.50	8.46	0.00	3.41	8.46	1.55	273.89	73.98	14.07	4228.16	804.00	4502.05	1077.89
11	P400 A	57.15	8.46	3.50	0.00	8.37	3.51	1.55	273.89	14.70	72.44	840.23	4140.06	1114.12	4413.95
Jumlah		519.52							2509.82			12020.70	13099.33	14530.51	15609.15

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 1)
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P112 B	167.82	1.28	3.09	0.00	1.19	3.09	1.55	1517.51	11.97	3.83	2008.89	642.14	3526.40	2159.65
2	P112 A	167.82	3.09	1.28	0.00	3.00	1.28	1.55	1517.51	4.05	11.41	680.16	1915.23	2197.67	3432.74
3	P111 B	4.51	0.97	5.32	0.00	0.88	5.32	1.55	0.07	30.75	3.18	138.55	14.33	138.62	14.41
4	P311 B	26.06	0.73	6.36	0.00	0.64	6.36	1.55	12.85	42.87	2.82	1117.26	73.37	1130.11	86.22
5	P106 B	4.51	0.48	7.40	0.00	0.39	7.40	1.55	0.07	57.17	2.56	257.64	11.56	257.71	11.63
6	P102 B	8.35	0.25	9.10	0.00	0.16	9.10	1.55	0.43	85.29	2.43	711.85	20.32	712.28	20.75
7	P101 B	156.42	3.13	7.56	0.00	3.04	7.56	1.55	1765.26	59.55	11.66	9314.68	1823.84	11079.94	3589.10
8	P103 B	8.35	6.26	6.61	0.00	6.17	6.62	1.55	0.43	46.17	40.50	385.32	337.98	385.75	338.41
9	P102 A	8.35	6.61	6.26	0.00	6.52	6.26	1.55	0.43	41.64	44.97	347.49	375.27	347.92	375.70
10	P101 A	156.42	7.57	2.93	0.00	7.48	2.94	1.55	1765.26	11.02	58.41	1724.37	9136.78	3489.63	10902.04
11	P103 A	8.35	9.10	0.25	0.00	9.01	0.25	1.55	0.43	2.47	83.64	20.63	698.00	21.06	698.43
Jumlah		716.93							6580.25			16706.84	15048.82	23287.09	21629.07

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 2)
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P200 C	90.84	0.00	4.95	0.00	-0.09	4.96	1.55	743.24	26.98	2.42	2451.09	219.53	3194.33	962.77
2	P200 D	90.84	-3.50	3.50	0.00	-3.59	3.51	1.55	743.24	14.70	15.31	1335.55	1390.51	2078.79	2133.75
3	P314 C	5.49	-1.92	4.63	0.00	-2.01	4.64	1.55	7.89	23.90	6.44	131.19	35.34	139.08	43.23
4	P314 D	5.49	-4.63	1.92	0.00	-4.72	1.92	1.55	7.89	6.10	24.70	33.50	135.57	41.39	143.46
5	P210 C	39.70	-1.95	4.71	0.00	-2.04	4.72	1.55	59.10	24.64	6.57	978.28	260.76	1037.38	319.86
6	P210 D	39.70	-4.71	1.95	0.00	-4.80	1.95	1.55	59.10	6.23	25.45	247.24	1010.48	306.34	1069.58
7	P209 D	21.22	-6.06	1.45	0.00	-6.15	1.45	1.55	9.19	4.52	40.18	95.93	852.52	105.12	861.71
8	P208 C	55.97	-2.76	6.66	0.00	-2.85	6.66	1.55	166.19	46.74	10.51	2616.05	587.98	2782.24	754.17
9	P208 D	55.97	-6.66	2.76	0.00	-6.74	2.76	1.55	166.19	10.03	47.88	561.24	2679.99	727.43	2846.18
10	P400 C	57.15	-3.50	8.46	0.00	-3.59	8.46	1.55	273.89	73.98	15.31	4228.16	874.81	4502.05	1148.70
11	P400 D	57.15	-8.46	3.50	0.00	-8.55	3.51	1.55	273.89	14.70	75.43	840.23	4311.01	1114.12	4584.90
Jumlah		519.52							2509.82			13518.45	12358.49	16028.27	14868.31

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 2)
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P112 C	167.82	-1.28	3.09	0.00	-1.37	3.09	1.55	1517.51	11.97	4.28	2008.89	718.06	3526.40	2235.57
2	P112 D	167.82	-3.09	1.28	0.00	-3.18	1.28	1.55	1517.51	4.05	12.50	680.16	2098.58	2197.67	3616.10
3	P111 D	4.51	-5.32	0.97	0.00	-5.41	0.97	1.55	0.07	3.35	31.66	15.10	142.67	15.17	142.75
4	P311 D	26.06	-6.36	0.73	0.00	-6.45	0.73	1.55	12.85	2.94	43.97	76.63	1145.71	89.48	1158.56
5	P106 D	4.51	-7.40	0.48	0.00	-7.49	0.49	1.55	0.07	2.65	58.44	11.92	263.36	11.99	263.43
6	P103 C	8.35	-0.25	9.10	0.00	-0.34	9.10	1.55	0.43	85.29	2.52	711.85	21.05	712.28	21.48
7	P101 C	156.42	-3.13	7.56	0.00	-3.22	7.56	1.55	1765.26	59.55	12.77	9314.68	1997.01	11079.94	3762.27
8	P102 C	8.35	-6.26	6.61	0.00	-6.35	6.62	1.55	0.43	46.17	42.71	385.32	356.46	385.75	356.89
9	P103 D	8.35	-6.61	6.26	0.00	-6.70	6.26	1.55	0.43	41.64	47.30	347.49	394.79	347.92	395.22
10	P101 D	156.42	-7.57	2.93	0.00	-7.66	2.94	1.55	1765.26	11.02	61.09	1724.37	9555.70	3489.63	11320.96
11	P102 D	8.35	-9.10	0.25	0.00	-9.19	0.25	1.55	0.43	2.47	86.85	20.63	724.86	21.06	725.29
Jumlah		716.93							6580.25			15297.04	17418.26	21877.29	23998.51

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 3)
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P200 F	90.84	-3.50	-3.50	0.00	-3.59	-3.50	1.55	743.24	14.66	15.31	1331.50	1390.51	2074.74	2133.75
2	P200 E	90.84	-4.95	0.00	0.00	-5.04	0.00	1.55	743.24	2.41	27.83	218.82	2528.53	962.06	3271.77
3	P314 F	5.49	-1.92	-4.63	0.00	-2.01	-4.63	1.55	7.89	23.84	6.44	130.86	35.34	138.76	43.23
4	P314 E	5.49	-4.63	-1.92	0.00	-4.72	-1.92	1.55	7.89	6.08	24.70	33.36	135.57	41.26	143.46
5	P210 F	39.70	-1.95	-4.71	0.00	-2.04	-4.71	1.55	59.10	24.58	6.57	975.90	260.76	1035.00	319.86
6	P210 E	39.70	-4.71	-1.95	0.00	-4.80	-1.95	1.55	59.10	6.20	25.45	246.25	1010.48	305.36	1069.58
7	P209 F	21.22	-1.45	-6.06	0.00	-1.54	-6.05	1.55	9.19	39.06	4.78	828.80	101.34	838.00	110.53
8	P208 F	55.97	-2.76	-6.66	0.00	-2.85	-6.65	1.55	166.19	46.66	10.51	2611.31	587.98	2777.50	754.17
9	P208 E	55.97	-6.66	-2.76	0.00	-6.74	-2.75	1.55	166.19	9.99	47.88	559.28	2679.99	725.46	2846.18
10	P400 F	57.15	-3.50	-8.46	0.00	-3.59	-8.45	1.55	273.89	73.88	15.31	4222.01	874.81	4495.90	1148.70
11	P400 E	57.15	-8.46	-3.50	0.00	-8.55	-3.50	1.55	273.89	14.66	75.43	837.68	4311.01	1111.57	4584.90
Jumlah		519.5 2							2509.82			11995.79	13916.30	14505.61	16426.12

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 3)
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P112 F	167.82	-1.28	-3.09	0.00	-1.37	-3.09	1.55	1517.51	11.93	4.28	2002.30	718.06	3519.81	2235.57
2	P112 E	167.82	-3.09	-1.28	0.00	-3.18	-1.28	1.55	1517.51	4.04	12.50	677.43	2098.58	2194.94	3616.10
3	P111 F	4.51	-0.97	-5.32	0.00	-1.06	-5.32	1.55	0.07	30.68	3.52	138.25	15.88	138.32	15.95
4	P311F	26.06	-0.73	-6.36	0.00	-0.81	-6.35	1.55	12.85	42.79	3.07	1115.15	80.06	1128.00	92.91
5	P106 F	4.51	-0.48	-7.40	0.00	-0.57	-7.39	1.55	0.07	57.08	2.74	257.22	12.33	257.29	12.40
6	P102 F	8.35	-0.25	-9.10	0.00	-0.34	-9.10	1.55	0.43	85.18	2.52	710.88	21.05	711.31	21.48
7	P101 F	156.42	-3.13	-7.56	0.00	-3.22	-7.55	1.55	1765.26	59.45	12.77	9299.64	1997.01	11064.90	3762.27
8	P103 F	8.35	-6.26	-6.61	0.00	-6.35	-6.61	1.55	0.43	46.09	42.71	384.62	356.46	385.05	356.89
9	P102 E	8.35	-6.61	-6.26	0.00	-6.70	-6.26	1.55	0.43	41.56	47.30	346.82	394.79	347.25	395.22
10	P101 E	156.42	-7.57	-2.93	0.00	-7.66	-2.93	1.55	1765.26	10.99	61.09	1718.54	9555.70	3483.80	11320.96
11	P103 E	8.35	-9.10	-0.25	0.00	-9.19	-0.24	1.55	0.43	2.47	86.85	20.60	724.86	21.03	725.29
Jumlah		716.93							6580.25			16671.45	15974.78	23251.70	22555.03

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 4)
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P200 G	90.84	0.00	-4.95	0.00	-0.09	-4.95	1.55	743.24	26.92	2.42	2445.37	219.53	3188.61	962.77
2	P200 H	90.84	3.50	-3.50	0.00	3.41	-3.50	1.55	743.24	14.66	14.07	1331.50	1277.96	2074.74	2021.20
3	P314 G	5.49	1.92	-4.63	0.00	1.83	-4.63	1.55	7.89	23.84	5.76	130.86	31.61	138.76	39.51
4	P314 H	5.49	4.63	-1.92	0.00	4.54	-1.92	1.55	7.89	6.08	23.06	33.36	126.57	41.26	134.47
5	P210 G	39.70	1.95	-4.71	0.00	1.86	-4.71	1.55	59.10	24.58	5.88	975.90	233.36	1035.00	292.46
6	P210 H	39.70	4.71	-1.95	0.00	4.62	-1.95	1.55	59.10	6.20	23.79	246.25	944.32	305.36	1003.42
7	P209 H	21.22	6.06	-1.45	0.00	5.97	-1.45	1.55	9.19	4.50	38.03	95.54	807.06	104.73	816.25
8	P208 G	55.97	2.76	-6.66	0.00	2.67	-6.65	1.55	166.19	46.66	9.53	2611.31	533.40	2777.50	699.59
9	P208 H	55.97	6.66	-2.76	0.00	6.57	-2.75	1.55	166.19	9.99	45.53	559.28	2548.25	725.46	2714.43
10	P400 G	57.15	3.50	-8.46	0.00	3.41	-8.45	1.55	273.89	73.88	14.07	4222.01	804.00	4495.90	1077.89
11	P400 H	57.15	8.46	-3.50	0.00	8.37	-3.50	1.55	273.89	14.66	72.44	837.68	4140.06	1111.57	4413.95
Jumlah		519.52							2509.82			13489.07	11666.11	15998.89	14175.93

TOP DECK
COG TOP DECK (KUADRAN 4)
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P112 G	167.82	1.28	-3.09	0.00	1.19	-3.09	1.55	1517.51	11.93	3.83	2002.30	642.14	3519.81	2159.65
2	P112 H	167.82	3.09	-1.28	0.00	3.00	-1.28	1.55	1517.51	4.04	11.41	677.43	1915.23	2194.94	3432.74
3	P111 H	4.51	5.32	-0.97	0.00	5.23	-0.96	1.55	0.07	3.34	29.78	15.04	134.19	15.11	134.27
4	P311 H	26.06	6.36	-0.73	0.00	6.27	-0.72	1.55	12.85	2.93	41.72	76.39	1087.11	89.24	1099.95
5	P106 H	4.51	7.40	-0.48	0.00	7.31	-0.48	1.55	0.07	2.64	55.82	11.89	251.57	11.96	251.64
6	P103 G	8.35	0.25	-9.10	0.00	0.16	-9.10	1.55	0.43	85.18	2.43	710.88	20.32	711.31	20.75
7	P101 G	156.42	3.13	-7.56	0.00	3.04	-7.55	1.55	1765.26	59.45	11.66	9299.64	1823.84	11064.90	3589.10
8	P102 G	8.35	6.26	-6.61	0.00	6.17	-6.61	1.55	0.43	46.09	40.50	384.62	337.98	385.05	338.41
9	P103 H	8.35	6.61	-6.26	0.00	6.52	-6.26	1.55	0.43	41.56	44.97	346.82	375.27	347.25	375.70
10	P101 H	156.42	7.57	-2.93	0.00	7.48	-2.93	1.55	1765.26	10.99	58.41	1718.54	9136.78	3483.80	10902.04
11	P102 H	8.35	9.10	-0.25	0.00	9.01	-0.24	1.55	0.43	2.47	83.64	20.60	698.00	21.03	698.43
Jumlah		716.93							6580.25			15264.15	16422.43	21844.41	23002.68

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping A

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 A	91.16	9.94	0.00	-0.54	9.85	0.00	1.01	750.99	1.02	98.12	93.19	8944.18	844.17	9695.16
2	P300 A	5.72	0.64	0.00	-0.47	0.55	0.00	1.08	1.20	1.17	1.48	6.71	8.46	7.91	9.66
3	P202 A	6.91	1.28	0.00	-0.42	1.19	0.00	1.13	0.42	1.28	2.70	8.82	18.65	9.24	19.07
4	P301 A	5.76	1.93	0.00	-0.42	1.84	0.00	1.13	1.15	1.28	4.67	7.36	26.91	8.51	28.06
5	P203 A	5.89	2.58	0.00	-0.37	2.49	0.00	1.18	0.27	1.40	7.61	8.26	44.82	8.53	45.10
6	P302 A	5.39	3.23	0.00	-0.37	3.14	0.00	1.18	1.00	1.40	11.27	7.56	60.75	8.56	61.76
7	P204 A	4.87	3.88	0.00	-0.32	3.79	0.00	1.24	0.17	1.53	15.91	7.45	77.46	7.62	77.63
8	P303 A	6.21	4.71	0.00	-0.32	4.62	0.00	1.24	1.64	1.53	22.90	9.50	142.20	11.14	143.84
9	P205 A	3.57	5.54	0.00	-0.25	5.45	0.00	1.31	0.08	1.71	31.45	6.09	112.27	6.17	112.34
10	P304 A	7.22	6.68	0.00	-0.25	6.59	0.00	1.31	3.27	1.71	45.17	12.32	326.11	15.58	329.38
11	P206 A	2.05	7.82	0.00	-0.15	7.73	0.00	1.40	0.02	1.96	61.72	4.02	126.53	4.04	126.55
12	P207 A	1.80	9.91	0.00	-0.12	9.82	0.00	1.44	0.01	2.06	98.49	3.71	177.28	3.72	177.29
Jumlah		146.55							760.21			174.98	10065.62	935.20	10825.84

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping B

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 B	91.16	3.50	3.50	-0.54	3.41	3.51	1.01	750.99	13.32	12.68	1213.84	1156.05	1964.83	1907.04
2	P300 B	5.72	0.45	0.45	-0.47	0.36	0.46	1.08	1.20	1.38	1.31	7.90	7.47	9.10	8.67
3	P202 B	6.91	0.91	0.91	-0.42	0.82	0.91	1.13	0.42	2.10	1.95	14.54	13.44	14.95	13.86
4	P301 B	5.76	1.37	1.37	-0.42	1.28	1.37	1.13	1.15	3.15	2.91	18.14	16.74	19.29	17.90
5	P203 B	5.89	1.83	1.83	-0.37	1.74	1.83	1.18	0.27	4.74	4.42	27.94	26.02	28.22	26.29
6	P302 B	5.39	2.28	2.28	-0.37	2.20	2.29	1.18	1.00	6.63	6.22	35.75	33.54	36.76	34.54
7	P204 B	4.87	2.74	2.74	-0.32	2.66	2.75	1.24	0.17	9.08	8.58	44.21	41.80	44.37	41.96
8	P303 B	6.21	3.33	3.33	-0.32	3.24	3.33	1.24	1.64	12.65	12.04	78.54	74.80	80.17	76.43
9	P205 B	3.57	3.92	3.92	-0.25	3.83	3.92	1.31	0.08	17.09	16.38	61.01	58.47	61.08	58.55
10	P304 B	7.22	4.72	4.72	-0.25	4.64	4.73	1.31	3.27	24.05	23.19	173.66	167.46	176.92	170.73
11	P206 B	2.05	5.53	5.53	-0.15	5.44	5.53	1.40	0.02	32.57	31.56	66.76	64.70	66.78	64.72
12	P207 B	1.80	7.01	7.01	-0.12	6.92	7.01	1.44	0.01	51.19	49.92	92.14	89.85	92.15	89.86
Jumlah		146.55							760.21			1834.43	1750.34	2594.64	2510.55

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping C

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 C	91.16	0.00	4.95	-0.54	-0.09	4.96	1.01	750.99	25.60	1.03	2333.32	93.90	3084.31	844.89
2	P300 C	5.72	0.00	0.64	-0.47	-0.09	0.64	1.08	1.20	1.59	1.18	9.08	6.75	10.29	7.96
3	P202 C	6.91	0.00	1.28	-0.42	-0.09	1.28	1.13	0.42	2.93	1.28	20.22	8.88	20.64	9.30
4	P301 C	5.76	0.00	1.93	-0.42	-0.09	1.93	1.13	1.15	5.02	1.28	28.90	7.40	30.06	8.55
5	P203 C	5.89	0.00	2.58	-0.37	-0.09	2.58	1.18	0.27	8.07	1.41	47.56	8.30	47.83	8.58
6	P302 C	5.39	0.00	3.23	-0.37	-0.09	3.23	1.18	1.00	11.86	1.41	63.90	7.60	64.90	8.60
7	P204 C	4.87	0.00	3.88	-0.32	-0.09	3.88	1.24	0.17	16.61	1.54	80.89	7.49	81.05	7.66
8	P303 C	6.21	0.00	4.71	-0.32	-0.09	4.71	1.24	1.64	23.75	1.54	147.51	9.55	149.15	11.19
9	P205 C	3.57	0.00	5.54	-0.25	-0.09	5.55	1.31	0.08	32.45	1.71	115.86	6.12	115.94	6.19
10	P304 C	7.22	0.00	6.68	-0.25	-0.09	6.68	1.31	3.27	46.38	1.71	334.89	12.37	338.16	15.64
11	P206 C	2.05	0.00	7.82	-0.15	-0.09	7.82	1.40	0.02	63.15	1.97	129.45	4.03	129.47	4.05
12	P207 C	1.80	0.00	9.91	-0.12	-0.09	9.91	1.44	0.01	100.29	2.07	180.53	3.73	180.54	3.74
Jumlah		146.55							760.21			3492.12	176.13	4252.34	936.34

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping D

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 D	91.16	-3.50	3.50	-0.54	-3.59	3.51	1.01	750.99	13.32	13.92	1213.84	1269.00	1964.83	2019.98
2	P300 D	5.72	-0.45	0.45	-0.47	-0.54	0.46	1.08	1.20	1.38	1.47	7.90	8.39	9.10	9.59
3	P202 D	6.91	-0.91	0.91	-0.42	-0.99	0.91	1.13	0.42	2.10	2.27	14.54	15.66	14.95	16.08
4	P301 D	5.76	-1.37	1.37	-0.42	-1.45	1.37	1.13	1.15	3.15	3.39	18.14	19.52	19.29	20.68
5	P203 D	5.89	-1.83	1.83	-0.37	-1.91	1.83	1.18	0.27	4.74	5.06	27.94	29.82	28.22	30.10
6	P302 D	5.39	-2.28	2.28	-0.37	-2.37	2.29	1.18	1.00	6.63	7.03	35.75	37.89	36.76	38.90
7	P204 D	4.87	-2.74	2.74	-0.32	-2.83	2.75	1.24	0.17	9.08	9.55	44.21	46.52	44.37	46.69
8	P303 D	6.21	-3.33	3.33	-0.32	-3.42	3.33	1.24	1.64	12.65	13.22	78.54	82.11	80.17	83.75
9	P205 D	3.57	-3.92	3.92	-0.25	-4.01	3.92	1.31	0.08	17.09	17.77	61.01	63.42	61.08	63.50
10	P304 D	7.22	-4.72	4.72	-0.25	-4.81	4.73	1.31	3.27	24.05	24.87	173.66	179.53	176.92	182.80
11	P206 D	2.05	-5.53	5.53	-0.15	-5.62	5.53	1.40	0.02	32.57	33.52	66.76	68.71	66.78	68.73
12	P207 D	1.80	-7.01	7.01	-0.12	-7.09	7.01	1.44	0.01	51.19	52.39	92.14	94.31	92.15	94.32
Jumlah		146.55							760.21			1834.43	1914.88	2594.64	2675.10

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping E

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 E	91.16	-9.94	0.00	-0.54	-10.03	0.00	1.01	750.99	1.02	101.63	93.19	9264.74	844.17	10015.73
2	P300 E	5.72	-0.64	0.00	-0.47	-0.73	0.00	1.08	1.20	1.17	1.71	6.71	9.75	7.91	10.96
3	P202 E	6.91	-1.28	0.00	-0.42	-1.37	0.00	1.13	0.42	1.28	3.15	8.82	21.78	9.24	22.20
4	P301 E	5.76	-1.93	0.00	-0.42	-2.02	0.00	1.13	1.15	1.28	5.36	7.36	30.85	8.51	32.00
5	P203 E	5.89	-2.58	0.00	-0.37	-2.67	0.00	1.18	0.27	1.40	8.52	8.26	50.20	8.53	50.47
6	P302 E	5.39	-3.23	0.00	-0.37	-3.32	0.00	1.18	1.00	1.40	12.41	7.56	66.91	8.56	67.92
7	P204 E	4.87	-3.88	0.00	-0.32	-3.97	0.00	1.24	0.17	1.53	17.28	7.45	84.15	7.62	84.31
8	P303 E	6.21	-4.71	0.00	-0.32	-4.80	0.00	1.24	1.64	1.53	24.56	9.50	152.55	11.14	154.18
9	P205 E	3.57	-5.54	0.00	-0.25	-5.63	0.00	1.31	0.08	1.71	33.41	6.09	119.26	6.17	119.34
10	P304 E	7.22	-6.68	0.00	-0.25	-6.77	0.00	1.31	3.27	1.71	47.53	12.32	343.17	15.58	346.44
11	P206 E	2.05	-7.82	0.00	-0.15	-7.91	0.00	1.40	0.02	1.96	64.49	4.02	132.20	4.04	132.22
12	P207 E	1.80	-9.91	0.00	-0.12	-10.00	0.00	1.44	0.01	2.06	101.99	3.71	183.58	3.72	183.59
Jumlah		146.55							760.21			174.98	10459.15	935.20	11219.36

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping F

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 F	91.16	-3.50	-3.50	-0.54	-3.59	-3.50	1.01	750.99	13.27	13.92	1209.78	1269.00	1960.77	2019.98
2	P300 F	5.72	-0.45	-0.45	-0.47	-0.54	-0.45	1.08	1.20	1.38	1.47	7.87	8.39	9.07	9.59
3	P202 F	6.91	-0.91	-0.91	-0.42	-0.99	-0.90	1.13	0.42	2.09	2.27	14.46	15.66	14.87	16.08
4	P301 F	5.76	-1.37	-1.37	-0.42	-1.45	-1.36	1.13	1.15	3.13	3.39	18.04	19.52	19.19	20.68
5	P203 F	5.89	-1.83	-1.83	-0.37	-1.91	-1.82	1.18	0.27	4.72	5.06	27.81	29.82	28.08	30.10
6	P302 F	5.39	-2.28	-2.28	-0.37	-2.37	-2.28	1.18	1.00	6.60	7.03	35.60	37.89	36.60	38.90
7	P204 F	4.87	-2.74	-2.74	-0.32	-2.83	-2.74	1.24	0.17	9.04	9.55	44.04	46.52	44.20	46.69
8	P303 F	6.21	-3.33	-3.33	-0.32	-3.42	-3.33	1.24	1.64	12.60	13.22	78.28	82.11	79.91	83.75
9	P205 F	3.57	-3.92	-3.92	-0.25	-4.01	-3.92	1.31	0.08	17.04	17.77	60.83	63.42	60.91	63.50
10	P304 F	7.22	-4.72	-4.72	-0.25	-4.81	-4.72	1.31	3.27	23.99	24.87	173.22	179.53	176.49	182.80
11	P206 F	2.05	-5.53	-5.53	-0.15	-5.62	-5.53	1.40	0.02	32.49	33.52	66.61	68.71	66.63	68.73
12	P207 F	1.80	-7.01	-7.01	-0.12	-7.09	-7.00	1.44	0.01	51.10	52.39	91.98	94.31	91.99	94.32
Jumlah		146.55							760.21			1828.51	1914.88	2588.72	2675.10

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping G

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 G	91.16	0.00	-4.95	-0.54	-0.09	-4.95	1.01	750.99	25.53	1.03	2327.57	93.90	3078.56	844.89
2	P300 G	5.72	0.00	-0.64	-0.47	-0.09	-0.64	1.08	1.20	1.58	1.18	9.04	6.75	10.24	7.96
3	P202 G	6.91	0.00	-1.28	-0.42	-0.09	-1.28	1.13	0.42	2.91	1.28	20.11	8.88	20.53	9.30
4	P301 G	5.76	0.00	-1.93	-0.42	-0.09	-1.93	1.13	1.15	4.99	1.28	28.76	7.40	29.92	8.55
5	P203 G	5.89	0.00	-2.58	-0.37	-0.09	-2.58	1.18	0.27	8.04	1.41	47.37	8.30	47.64	8.58
6	P302 G	5.39	0.00	-3.23	-0.37	-0.09	-3.23	1.18	1.00	11.81	1.41	63.68	7.60	64.68	8.60
7	P204 G	4.87	0.00	-3.88	-0.32	-0.09	-3.88	1.24	0.17	16.56	1.54	80.65	7.49	80.81	7.66
8	P303 G	6.21	0.00	-4.71	-0.32	-0.09	-4.71	1.24	1.64	23.69	1.54	147.14	9.55	148.77	11.19
9	P205 G	3.57	0.00	-5.54	-0.25	-0.09	-5.54	1.31	0.08	32.38	1.71	115.61	6.12	115.69	6.19
10	P304 G	7.22	0.00	-6.68	-0.25	-0.09	-6.68	1.31	3.27	46.30	1.71	334.28	12.37	337.55	15.64
11	P206 G	2.05	0.00	-7.82	-0.15	-0.09	-7.82	1.40	0.02	63.05	1.97	129.25	4.03	129.26	4.05
12	P207 G	1.80	0.00	-9.91	-0.12	-0.09	-9.90	1.44	0.01	100.17	2.07	180.30	3.73	180.31	3.74
Jumlah		146.55							760.21			3483.75	176.13	4243.97	936.34

TOP DECK
Member Miring Tampak Samping H

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P201 H	91.16	3.50	-3.50	-0.54	3.41	-3.50	1.01	750.99	13.27	12.68	1209.78	1156.05	1960.77	1907.04
2	P300 H	5.72	0.45	-0.45	-0.47	0.36	-0.45	1.08	1.20	1.38	1.31	7.87	7.47	9.07	8.67
3	P202 H	6.91	0.91	-0.91	-0.42	0.82	-0.90	1.13	0.42	2.09	1.95	14.46	13.44	14.87	13.86
4	P301 H	5.76	1.37	-1.37	-0.42	1.28	-1.36	1.13	1.15	3.13	2.91	18.04	16.74	19.19	17.90
5	P203 H	5.89	1.83	-1.83	-0.37	1.74	-1.82	1.18	0.27	4.72	4.42	27.81	26.02	28.08	26.29
6	P302 H	5.39	2.28	-2.28	-0.37	2.20	-2.28	1.18	1.00	6.60	6.22	35.60	33.54	36.60	34.54
7	P204 H	4.87	2.74	-2.74	-0.32	2.66	-2.74	1.24	0.17	9.04	8.58	44.04	41.80	44.20	41.96
8	P303 H	6.21	3.33	-3.33	-0.32	3.24	-3.33	1.24	1.64	12.60	12.04	78.28	74.80	79.91	76.43
9	P205 H	3.57	3.92	-3.92	-0.25	3.83	-3.92	1.31	0.08	17.04	16.38	60.83	58.47	60.91	58.55
10	P304 H	7.22	4.72	-4.72	-0.25	4.64	-4.72	1.31	3.27	23.99	23.19	173.22	167.46	176.49	170.73
11	P206 H	2.05	5.53	-5.53	-0.15	5.44	-5.53	1.40	0.02	32.49	31.56	66.61	64.70	66.63	64.72
12	P207 H	1.80	7.01	-7.01	-0.12	6.92	-7.00	1.44	0.01	51.10	49.92	91.98	89.85	91.99	89.86
Jumlah		146.55							760.21			1828.51	1750.34	2588.72	2510.55

CONNECTOR

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	Top Deck Center	135.45	0.00	0.00	-0.53	-0.09	0.00	1.03	13.84	1.05	1.06	142.88	143.94	156.73	157.78
2	Ball Joint	100.00	0.00	0.00	-1.53	-0.09	0.00	0.03	1.89	0.00	0.01	0.07	0.86	1.97	2.75
3	Lower Deck Center	81.01	0.00	0.00	-1.71	-0.09	0.00	0.16	3.50	0.03	0.03	2.13	2.76	5.63	6.26
Jumlah		316.46							19.24			145.08	147.55	164.32	166.79

**RAILING
RAILING LUAR**

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	RL A	72.80	8.45	3.50	0.60	8.36	3.50	2.15	348.84	16.90	74.55	1230.53	5426.80	1579.37	5775.64
2	RL B	72.80	3.50	8.45	0.60	3.41	8.45	2.15	348.84	76.09	16.27	5538.94	1184.42	5887.77	1533.25
3	RL C	72.80	-3.50	8.45	0.60	-3.59	8.45	2.15	348.84	76.09	17.51	5538.94	1274.54	5887.77	1623.37
4	RL D	72.80	-8.45	3.50	0.60	-8.54	3.50	2.15	348.84	16.90	77.54	1230.53	5644.38	1579.37	5993.21
5	RLE	72.80	-8.45	-3.50	0.60	-8.54	-3.50	2.15	348.84	16.86	77.54	1227.29	5644.38	1576.13	5993.21
6	RLF	72.80	-3.50	-8.45	0.60	-3.59	-8.45	2.15	348.84	75.98	17.51	5531.11	1274.54	5879.95	1623.37
7	RL G	72.80	3.50	-8.45	0.60	3.41	-8.45	2.15	348.84	75.98	16.27	5531.11	1184.42	5879.95	1533.25
8	RL H	72.80	8.45	-3.50	0.60	8.36	-3.50	2.15	348.84	16.86	74.55	1227.29	5426.80	1576.13	5775.64
Jumlah		582.37							2790.69			27055.73	27060.28	29846.42	29850.97

**RAILING
RAILING DALAM**

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	RL A	57.28	6.65	2.76	0.60	6.56	2.76	2.15	169.97	12.27	47.69	702.67	2731.59	872.64	2901.55
2	RL B	57.28	2.76	6.65	0.60	2.67	6.65	2.15	169.97	48.90	11.77	2800.93	674.15	2970.90	844.12
3	RL C	57.28	-2.76	6.65	0.60	-2.85	6.65	2.15	169.97	48.90	12.74	2800.93	730.07	2970.90	900.04
4	RL D	57.28	-6.65	2.76	0.60	-6.74	2.76	2.15	169.97	12.27	50.04	702.67	2866.32	872.64	3036.29
5	RL E	57.28	-6.65	-2.76	0.60	-6.74	-2.76	2.15	169.97	12.23	50.04	700.65	2866.32	870.62	3036.29
6	RL F	57.28	-2.76	-6.65	0.60	-2.85	-6.65	2.15	169.97	48.81	12.74	2796.08	730.07	2966.05	900.04
7	RL G	57.28	2.76	-6.65	0.60	2.67	-6.65	2.15	169.97	48.81	11.77	2796.08	674.15	2966.05	844.12
8	RL H	57.28	6.65	-2.76	0.60	6.56	-2.76	2.15	169.97	12.23	47.69	700.65	2731.59	870.62	2901.55
Jumlah		458.27							1359.76			14000.66	14004.24	15360.42	15364.00

RAILING JEMBATAN 1

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	RJ1 A	21.86	1.45	6.06	0.60	1.36	6.06	2.15	9.45	41.39	6.49	904.83	141.76	914.28	151.21
2	RJ1 B	21.86	-6.06	1.45	0.60	-6.15	1.45	2.15	9.45	6.74	42.43	147.40	927.58	156.85	937.03
3	RJ1 C	21.86	-1.45	-6.06	0.60	-1.54	-6.06	2.15	9.45	41.32	7.00	903.14	152.97	912.59	162.42
4	RJ1 D	21.86	6.06	-1.45	0.60	5.97	-1.45	2.15	9.45	6.72	40.29	147.00	880.73	156.44	890.18
Jumlah		87.44							37.79			2102.37	2103.05	2140.15	2140.84

RAILING JEMBATAN 2

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	RJ2 A	21.86	0.00	6.66	0.60	-0.09	6.66	2.15	9.45	49.03	4.64	1071.74	101.41	1081.19	110.86
2	RJ2 B	21.86	-6.66	0.00	0.60	-6.75	0.00	2.15	9.45	4.63	50.17	101.24	1096.73	110.68	1106.18
3	RJ2 C	21.86	0.00	-6.66	0.60	-0.09	-6.66	2.15	9.45	48.94	4.64	1069.89	101.41	1079.34	110.86
4	RJ2 D	21.86	6.66	0.00	0.60	6.57	0.00	2.15	9.45	4.63	47.82	101.24	1045.24	110.68	1054.69
Jumlah		87.44							37.79			2344.11	2344.79	2381.89	2382.58

RAILING HOTEL

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	RH A	40.56	4.70	1.95	0.60	4.61	1.95	2.15	60.34	8.45	25.90	342.58	1050.42	402.92	1110.76
2	RH B	40.56	1.95	4.70	0.60	1.86	4.70	2.15	60.34	26.75	8.10	1085.03	328.41	1145.37	388.75
3	RH C	40.56	-1.95	4.70	0.60	-2.04	4.70	2.15	60.34	26.75	8.79	1085.03	356.38	1145.37	416.72
4	RH D	40.56	-4.70	1.95	0.60	-4.79	1.95	2.15	60.34	8.45	27.56	342.58	1117.85	402.92	1178.19
5	RH E	40.56	-4.70	-1.95	0.60	-4.79	-1.95	2.15	60.34	8.42	27.56	341.57	1117.85	401.91	1178.19
6	RH F	40.56	-1.95	-4.70	0.60	-2.04	-4.70	2.15	60.34	26.69	8.79	1082.61	356.38	1142.95	416.72
7	RH G	40.56	1.95	-4.70	0.60	1.86	-4.70	2.15	60.34	26.69	8.10	1082.61	328.41	1142.95	388.75
8	RH H	40.56	4.70	-1.95	0.60	4.61	-1.95	2.15	60.34	8.42	25.90	341.57	1050.42	401.91	1110.76
Jumlah		324.48							482.71			5703.59	5706.12	6186.30	6188.83

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 1
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P215 A	41.32	4.94	2.05	-1.93	4.85	2.05	-0.38	67.54	4.34	23.65	179.25	977.34	246.79	1044.88
2	P215 B	41.32	2.05	4.94	-1.93	1.96	4.94	-0.38	67.54	24.55	3.97	1014.40	164.09	1081.93	231.63
3	P905 A	90.00	6.69	2.77	-2.11	6.60	2.77	-0.56	270.17	8.01	43.91	720.66	3951.48	990.83	4221.64
4	P905 B	90.00	2.77	6.69	-2.11	2.68	6.69	-0.56	270.17	45.12	7.51	4061.10	675.68	4331.27	945.84
5	P902 A	106.62	3.92	0.00	-1.77	3.83	0.00	-0.22	546.32	0.05	14.72	5.02	1569.44	551.34	2115.76
6	P902 A'	106.62	3.92	0.00	-2.27	3.83	0.00	-0.72	546.32	0.51	15.19	54.80	1619.23	601.12	2165.55
7	P902 B	106.62	2.77	2.77	-1.77	2.68	2.77	-0.22	546.32	7.74	7.24	825.55	772.26	1371.87	1318.58
8	P902 B'	106.62	2.77	2.77	-2.27	2.68	2.77	-0.72	546.32	8.21	7.71	875.34	822.04	1421.65	1368.36
9	P216 A	4.47	1.09	0.45	-1.54	1.00	0.45	0.01	0.36	0.20	0.99	0.92	4.44	1.27	4.80
10	P216 B	4.47	0.45	1.09	-1.54	0.36	1.09	0.01	0.36	1.18	0.13	5.30	0.58	5.65	0.94
Jumlah		698.06							2861.40			7742.34	10556.58	10603.73	13417.98

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 1
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P121 A	8.74	5.16	4.82	-2.00	5.07	4.82	-0.45	0.41	23.43	25.91	204.71	226.34	205.11	226.75
2	P121 A'	8.74	7.05	0.24	-2.00	6.97	0.25	-0.45	0.41	0.26	48.72	2.28	425.58	2.68	425.98
3	P121 B	8.74	0.24	7.05	-2.00	0.15	7.06	-0.45	0.41	50.00	0.22	436.80	1.96	437.20	2.36
4	P121 B'	8.74	4.82	5.16	-2.00	4.73	5.16	-0.45	0.41	26.85	22.56	234.53	197.07	234.94	197.47
5	P332 A	79.12	5.81	2.41	-2.00	5.73	2.41	-0.45	465.46	6.01	32.98	475.85	2609.54	941.31	3074.99
6	P332 B	79.12	2.41	5.81	-2.00	2.32	5.82	-0.45	465.46	34.04	5.58	2693.19	441.56	3158.65	907.02
Jumlah		193.18							932.54			4047.36	3902.04	4979.90	4834.58

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 1
Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P326 A	6.39	0.63	0.00	-1.73	0.54	0.00	-0.18	1.03	0.03	0.32	0.21	2.05	1.24	3.08
2	P327 A	10.81	2.38	0.00	-1.89	2.29	0.00	-0.33	4.99	0.11	5.34	1.20	57.73	6.19	62.72
3	P327 A'	10.81	4.62	0.00	-2.08	4.54	0.00	-0.53	4.99	0.28	20.85	3.01	225.44	8.01	230.43
4	P328 A	10.10	6.79	0.00	-2.27	6.70	0.00	-0.72	4.07	0.51	45.46	5.18	459.20	9.25	463.26
5	P326 B	6.39	0.44	0.44	-1.73	0.35	0.45	-0.18	1.03	0.23	0.16	1.48	1.01	2.51	2.04
6	P327 B	10.81	1.68	1.68	-1.89	1.59	1.68	-0.33	4.99	2.94	2.64	31.79	28.55	36.79	33.54
7	P327 B'	10.81	3.27	3.27	-2.08	3.18	3.27	-0.53	4.99	10.99	10.40	118.86	112.46	123.85	117.45
8	P328 B	10.10	4.80	4.80	-2.27	4.72	4.81	-0.72	4.07	23.62	22.75	238.58	229.77	242.65	233.84
9	P214 A	6.80	1.25	0.00	-1.79	1.16	0.00	-0.24	0.15	0.06	1.40	0.38	9.49	0.53	9.64
10	P214 A'	6.80	3.50	0.00	-1.98	3.41	0.00	-0.43	0.15	0.19	11.79	1.26	80.18	1.41	80.32
11	P214 A''	6.80	5.74	0.00	-2.18	5.65	0.00	-0.63	0.15	0.39	32.37	2.66	220.09	2.81	220.24
12	P214 B	6.80	0.88	0.88	-1.79	0.79	0.88	-0.24	0.15	0.84	0.68	5.69	4.65	5.84	4.80
13	P214 B'	6.80	2.47	2.47	-1.98	2.38	2.47	-0.43	0.15	6.30	5.86	42.86	39.83	43.01	39.98
14	P214 B''	6.80	4.06	4.06	-2.18	3.97	4.06	-0.63	0.15	16.91	16.17	114.98	109.98	115.13	110.13
Jumlah		117.03							31.07			568.15	1580.43	599.21	1611.49

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 2
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P215 C	41.32	-2.05	4.94	-1.93	-2.13	4.94	-0.38	67.54	24.55	4.69	1014.40	193.98	1081.93	261.52
2	P215 D	41.32	-4.94	2.05	-1.93	-5.03	2.05	-0.38	67.54	4.34	25.40	179.25	1049.50	246.79	1117.04
3	P905 C	90.00	-2.77	6.69	-2.11	-2.86	6.69	-0.56	270.17	45.12	8.49	4061.10	763.88	4331.27	1034.05
4	P905 D	90.00	-6.69	2.77	-2.11	-6.78	2.77	-0.56	270.17	8.01	46.27	720.66	4164.47	990.83	4434.64
5	P902 C	106.62	0.00	3.92	-1.77	-0.09	3.92	-0.22	546.32	15.43	0.05	1645.16	5.85	2191.48	552.17
6	P902 C'	106.62	0.00	3.92	-2.27	-0.09	3.92	-0.72	546.32	15.90	0.52	1694.95	55.64	2241.27	601.95
7	P902 D	106.62	-2.77	2.77	-1.77	-2.86	2.77	-0.22	546.32	7.74	8.22	825.55	876.75	1371.87	1423.07
8	P902 D'	106.62	-2.77	2.77	-2.27	-2.86	2.77	-0.72	546.32	8.21	8.69	875.34	926.54	1421.65	1472.86
9	P216 C	4.47	-0.45	1.09	-1.54	-0.54	1.09	0.01	0.36	1.18	0.29	5.30	1.29	5.65	1.65
10	P216 D	4.47	-1.09	0.45	-1.54	-1.17	0.45	0.01	0.36	0.20	1.38	0.92	6.16	1.27	6.52
11	P325	34.83	-1.32	3.37	-1.77	-1.41	3.37	-0.22	40.48	11.43	2.03	398.17	70.83	438.64	111.30
Jumlah		732.89							2901.87			11420.80	8114.90	14322.67	11016.77

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 2
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P121 C	8.74	-4.82	5.16	-2.00	-4.91	5.16	-0.45	0.41	26.85	24.26	234.53	211.95	234.94	212.36
2	P121 C'	8.74	-0.24	7.05	-2.00	-0.33	7.06	-0.45	0.41	50.00	0.31	436.80	2.71	437.20	3.11
3	P121 D	8.74	-7.05	0.24	-2.00	-7.14	0.25	-0.45	0.41	0.26	51.21	2.28	447.37	2.68	447.78
4	P121 D'	8.74	-5.16	4.82	-2.00	-5.25	4.82	-0.45	0.41	23.43	27.74	204.71	242.28	205.11	242.69
5	P332 C	79.12	-2.41	5.81	-2.00	-2.50	5.82	-0.45	465.46	34.04	6.43	2693.19	508.95	3158.65	974.41
6	P332 D	79.12	-5.81	2.41	-2.00	-5.90	2.41	-0.45	465.46	6.01	35.04	475.85	2772.24	941.31	3237.69
7	P107 C	6.44	-0.34	1.03	-1.47	-0.43	1.03	0.08	0.58	1.06	0.19	6.85	1.23	7.43	1.81
8	P107 C'	2.36	-3.47	4.15	-1.77	-3.56	4.15	-0.22	0.04	17.29	12.70	40.73	29.91	40.77	29.95
9	P110 C	42.60	-1.83	2.86	-1.77	-1.92	2.86	-0.22	104.07	8.23	3.74	350.76	159.28	454.83	263.36
10	P124 C	24.32	-4.75	6.38	-2.13	-4.83	6.39	-0.58	1.78	41.13	23.69	1000.28	576.27	1002.05	578.05
11	P124 C'	24.32	-1.16	7.87	-2.13	-1.25	7.87	-0.58	1.78	62.30	1.89	1515.27	45.88	1517.04	47.65
12	P333 C	76.58	-3.04	7.34	-2.13	-3.13	7.35	-0.58	114.86	54.31	10.13	4159.49	775.97	4274.35	890.82
Jumlah		369.79							1155.64			11120.72	5774.03	12276.37	6929.67

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 2
Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P326 C	6.39	0.00	0.63	-1.73	-0.09	0.63	-0.18	1.03	0.43	0.04	2.73	0.26	3.76	1.29
2	P327 C	10.81	0.00	2.38	-1.89	-0.09	2.38	-0.33	4.99	5.77	0.12	62.35	1.28	67.34	6.27
3	P327 C'	10.81	0.00	4.62	-2.08	-0.09	4.63	-0.53	4.99	21.69	0.29	234.52	3.10	239.51	8.09
4	P328 C	10.10	0.00	6.79	-2.27	-0.09	6.80	-0.72	4.07	46.70	0.52	471.69	5.26	475.76	9.33
5	P326 D	6.39	-0.44	0.44	-1.73	-0.53	0.45	-0.18	1.03	0.23	0.31	1.48	2.01	2.51	3.04
6	P327 D	10.81	-1.68	1.68	-1.89	-1.77	1.68	-0.33	4.99	2.94	3.23	31.79	34.97	36.79	39.97
7	P327 D'	10.81	-3.27	3.27	-2.08	-3.36	3.27	-0.53	4.99	10.99	11.56	118.86	124.97	123.85	129.96
8	P328 D	10.10	-4.80	4.80	-2.27	-4.89	4.81	-0.72	4.07	23.62	24.45	238.58	246.93	242.65	251.00
9	P214 C	6.80	0.00	1.25	-1.79	-0.09	1.25	-0.24	0.15	1.62	0.06	10.99	0.43	11.14	0.58
10	P214 C'	6.80	0.00	3.50	-1.98	-0.09	3.50	-0.43	0.15	12.42	0.19	84.48	1.32	84.63	1.47
11	P214 C''	6.80	0.00	5.74	-2.18	-0.09	5.75	-0.63	0.15	33.41	0.40	227.19	2.72	227.34	2.87
12	P214 D	6.80	-0.88	0.88	-1.79	-0.97	0.88	-0.24	0.15	0.84	1.00	5.69	6.77	5.84	6.92
13	P214 D'	6.80	-2.47	2.47	-1.98	-2.56	2.47	-0.43	0.15	6.30	6.73	42.86	45.77	43.01	45.92
14	P214 D''	6.80	-4.06	4.06	-2.18	-4.15	4.06	-0.63	0.15	16.91	17.61	114.98	119.74	115.13	119.89
Jumlah		117.03							31.07			1648.19	595.53	1679.25	626.60

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 3
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P215 E	41.32	-4.94	-2.05	-1.93	-5.03	-2.04	-0.38	67.54	4.31	25.40	178.18	1049.50	245.71	1117.04
2	P215 F	41.32	-2.05	-4.94	-1.93	-2.13	-4.93	-0.38	67.54	24.49	4.69	1011.80	193.98	1079.34	261.52
3	P905 E	90.00	-6.69	-2.77	-2.11	-6.78	-2.77	-0.56	270.17	7.97	46.27	717.49	4164.47	987.66	4434.64
4	P905 F	90.00	-2.77	-6.69	-2.11	-2.86	-6.69	-0.56	270.17	45.04	8.49	4053.44	763.88	4323.61	1034.05
5	P902 E	106.62	-3.92	0.00	-1.77	-4.01	0.00	-0.22	546.32	0.05	16.11	5.02	1717.23	551.34	2263.55
6	P902 E'	106.62	-3.92	0.00	-2.27	-4.01	0.00	-0.72	546.32	0.51	16.57	54.80	1767.02	601.12	2313.33
7	P902 F	106.62	-2.77	-2.77	-1.77	-2.86	-2.77	-0.22	546.32	7.71	8.22	821.79	876.75	1368.11	1423.07
8	P902 F'	106.62	-2.77	-2.77	-2.27	-2.86	-2.77	-0.72	546.32	8.17	8.69	871.58	926.54	1417.90	1472.86
9	P216 E	4.47	-1.09	-0.45	-1.54	-1.17	-0.45	0.01	0.36	0.20	1.38	0.89	6.16	1.25	6.52
10	P216 F	4.47	-0.45	-1.09	-1.54	-0.54	-1.08	0.01	0.36	1.17	0.29	5.24	1.29	5.59	1.65
Jumlah		698.06							2861.40			7720.23	11466.83	10581.62	14328.23

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 3
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P121 E	8.74	-5.16	-4.82	-2.00	-5.25	-4.81	-0.45	0.41	23.37	27.74	204.17	242.28	204.58	242.69
2	P121 E'	8.74	-7.05	-0.24	-2.00	-7.14	-0.24	-0.45	0.41	0.26	51.21	2.25	447.37	2.66	447.78
3	P121 F	8.74	-0.24	-7.05	-2.00	-0.33	-7.05	-0.45	0.41	49.91	0.31	436.01	2.71	436.42	3.11
4	P121 F'	8.74	-4.82	-5.16	-2.00	-4.91	-5.16	-0.45	0.41	26.78	24.26	233.96	211.95	234.36	212.36
5	P332 E	79.12	-5.81	-2.41	-2.00	-5.90	-2.40	-0.45	465.46	5.98	35.04	473.43	2772.24	938.88	3237.69
6	P332 F	79.12	-2.41	-5.81	-2.00	-2.50	-5.81	-0.45	465.46	33.97	6.43	2687.34	508.95	3152.80	974.41
Jumlah		193.18							932.54			4037.16	4185.49	4969.70	5118.03

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 3
Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P326 E	6.39	-0.63	0.00	-1.73	-0.71	0.00	-0.18	1.03	0.03	0.54	0.21	3.46	1.24	4.49
2	P327 E	10.81	-2.38	0.00	-1.89	-2.46	0.00	-0.33	4.99	0.11	6.18	1.20	66.81	6.19	71.81
3	P327 E'	10.81	-4.62	0.00	-2.08	-4.71	0.00	-0.53	4.99	0.28	22.49	3.01	243.13	8.01	248.12
4	P328 E	10.10	-6.79	0.00	-2.27	-6.88	0.00	-0.72	4.07	0.51	47.87	5.18	483.46	9.25	487.53
5	P326 F	6.39	-0.44	-0.44	-1.73	-0.53	-0.44	-0.18	1.03	0.23	0.31	1.44	2.01	2.47	3.04
6	P327 F	10.81	-1.68	-1.68	-1.89	-1.77	-1.68	-0.33	4.99	2.92	3.23	31.56	34.97	36.56	39.97
7	P327 F'	10.81	-3.27	-3.27	-2.08	-3.36	-3.27	-0.53	4.99	10.95	11.56	118.41	124.97	123.40	129.96
8	P328 F	10.10	-4.80	-4.80	-2.27	-4.89	-4.80	-0.72	4.07	23.56	24.45	237.97	246.93	242.03	251.00
9	P214 E	6.80	-1.25	0.00	-1.79	-1.33	0.00	-0.24	0.15	0.06	1.84	0.38	12.49	0.53	12.64
10	P214 E'	6.80	-3.50	0.00	-1.98	-3.58	0.00	-0.43	0.15	0.19	13.03	1.26	88.58	1.41	88.73
11	P214 E''	6.80	-5.74	0.00	-2.18	-5.83	0.00	-0.63	0.15	0.39	34.40	2.66	233.90	2.81	234.05
12	P214 F	6.80	-0.88	-0.88	-1.79	-0.97	-0.88	-0.24	0.15	0.83	1.00	5.62	6.77	5.77	6.92
13	P214 F'	6.80	-2.47	-2.47	-1.98	-2.56	-2.47	-0.43	0.15	6.27	6.73	42.64	45.77	42.79	45.92
14	P214 F''	6.80	-4.06	-4.06	-2.18	-4.15	-4.06	-0.63	0.15	16.86	17.61	114.63	119.74	114.78	119.89
Jumlah		117.03							31.07			566.17	1713.01	597.24	1744.07

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 4
Bagian Member

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P215 G	41.32	2.05	-4.94	-1.93	1.96	-4.93	-0.38	67.54	24.49	3.97	1011.80	164.09	1079.34	231.63
2	P215 H	41.32	4.94	-2.05	-1.93	4.85	-2.04	-0.38	67.54	4.31	23.65	178.18	977.34	245.71	1044.88
3	P905 G	90.00	2.77	-6.69	-2.11	2.68	-6.69	-0.56	270.17	45.04	7.51	4053.44	675.68	4323.61	945.84
4	P905 H	90.00	6.69	-2.77	-2.11	6.60	-2.77	-0.56	270.17	7.97	43.91	717.49	3951.48	987.66	4221.64
5	P902 G	106.62	0.00	-3.92	-1.77	-0.09	-3.92	-0.22	546.32	15.38	0.05	1639.85	5.85	2186.17	552.17
6	P902 G'	106.62	0.00	-3.92	-2.27	-0.09	-3.92	-0.72	546.32	15.85	0.52	1689.63	55.64	2235.95	601.95
7	P902 H	106.62	2.77	-2.77	-1.77	2.68	-2.77	-0.22	546.32	7.71	7.24	821.79	772.26	1368.11	1318.58
8	P902 H'	106.62	2.77	-2.77	-2.27	2.68	-2.77	-0.72	546.32	8.17	7.71	871.58	822.04	1417.90	1368.36
9	P216 G	4.47	0.45	-1.09	-1.54	0.36	-1.08	0.01	0.36	1.17	0.13	5.24	0.58	5.59	0.94
10	P216 H	4.47	1.09	-0.45	-1.54	1.00	-0.45	0.01	0.36	0.20	0.99	0.89	4.44	1.25	4.80
11	P325	34.83	1.32	-3.37	-1.77	1.23	-3.37	-0.22	40.48	11.39	1.57	396.67	54.55	437.15	95.03
Jumlah		732.89							2901.87			11386.56	7483.95	14288.43	10385.82

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 4
Bagian Plat

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P121 G	8.74	4.82	-5.16	-2.00	4.73	-5.16	-0.45	0.41	26.78	22.56	233.96	197.07	234.36	197.47
2	P121 G'	8.74	0.24	-7.05	-2.00	0.15	-7.05	-0.45	0.41	49.91	0.22	436.01	1.96	436.42	2.36
3	P121 H	8.74	7.05	-0.24	-2.00	6.97	-0.24	-0.45	0.41	0.26	48.72	2.25	425.58	2.66	425.98
4	P121 H'	8.74	5.16	-4.82	-2.00	5.07	-4.81	-0.45	0.41	23.37	25.91	204.17	226.34	204.58	226.75
5	P332 G	79.12	2.41	-5.81	-2.00	2.32	-5.81	-0.45	465.46	33.97	5.58	2687.34	441.56	3152.80	907.02
6	P332 H	79.12	5.81	-2.41	-2.00	5.73	-2.40	-0.45	465.46	5.98	32.98	473.43	2609.54	938.88	3074.99
7	P 107 G	6.44	0.34	-1.03	-1.47	0.25	-1.02	0.08	0.58	1.05	0.07	6.76	0.45	7.34	1.03
8	P107 G'	2.36	3.47	-4.15	-1.77	3.38	-4.15	-0.22	0.04	17.23	11.47	40.61	27.02	40.64	27.06
9	P110 G	42.60	1.83	-2.86	-1.77	1.74	-2.85	-0.22	104.07	8.20	3.09	349.21	131.66	453.28	235.74
10	P124 G	24.32	4.75	-6.38	-2.13	4.66	-6.38	-0.58	1.78	41.05	22.02	998.30	535.45	1000.08	537.23
11	P124 G'	24.32	1.16	-7.87	-2.13	1.07	-7.87	-0.58	1.78	62.20	1.48	1512.83	35.92	1514.61	37.69
12	P333 G	76.58	3.04	-7.34	-2.13	2.95	-7.34	-0.58	114.86	54.22	9.06	4152.34	693.57	4267.20	808.43
Jumlah		369.79							1155.64			11097.21	5326.12	12252.85	6481.76

LOWER DECK
COG Lower Deck Kuadran 4
Member Miring Tampak Samping

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P326 G	6.39	0.00	-0.63	-1.73	-0.09	-0.62	-0.18	1.03	0.42	0.04	2.68	0.26	3.71	1.29
2	P327 G	10.81	0.00	-2.38	-1.89	-0.09	-2.37	-0.33	4.99	5.74	0.12	62.02	1.28	67.02	6.27
3	P327 G'	10.81	0.00	-4.62	-2.08	-0.09	-4.62	-0.53	4.99	21.63	0.29	233.88	3.10	238.87	8.09
4	P328 G	10.10	0.00	-6.79	-2.27	-0.09	-6.79	-0.72	4.07	46.61	0.52	470.81	5.26	474.88	9.33
5	P326 H	6.39	0.44	-0.44	-1.73	0.35	-0.44	-0.18	1.03	0.23	0.16	1.44	1.01	2.47	2.04
6	P327 H	10.81	1.68	-1.68	-1.89	1.59	-1.68	-0.33	4.99	2.92	2.64	31.56	28.55	36.56	33.54
7	P327 H'	10.81	3.27	-3.27	-2.08	3.18	-3.27	-0.53	4.99	10.95	10.40	118.41	112.46	123.40	117.45
8	P328 H	10.10	4.80	-4.80	-2.27	4.72	-4.80	-0.72	4.07	23.56	22.75	237.97	229.77	242.03	233.84
9	P214 G	6.80	0.00	-1.25	-1.79	-0.09	-1.24	-0.24	0.15	1.60	0.06	10.88	0.43	11.03	0.58
10	P214 G'	6.80	0.00	-3.50	-1.98	-0.09	-3.49	-0.43	0.15	12.38	0.19	84.17	1.32	84.32	1.47
11	P214 G''	6.80	0.00	-5.74	-2.18	-0.09	-5.74	-0.63	0.15	33.34	0.40	226.69	2.72	226.84	2.87
12	P214 H	6.80	0.88	-0.88	-1.79	0.79	-0.88	-0.24	0.15	0.83	0.68	5.62	4.65	5.77	4.80
13	P214 H'	6.80	2.47	-2.47	-1.98	2.38	-2.47	-0.43	0.15	6.27	5.86	42.64	39.83	42.79	39.98
14	P214 H''	6.80	4.06	-4.06	-2.18	3.97	-4.06	-0.63	0.15	16.86	16.17	114.63	109.98	114.78	110.13
Jumlah		117.03							31.07			1643.42	540.62	1674.48	571.68

COG BOAT LANDING

Boat Landing 1-4

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P906 BL 1	17.58	8.24	3.00	-2.00	8.15	3.00	-0.45	5.95	9.22	66.65	162.08	1171.64	168.02	1177.58
2	P906 BL 2	17.58	8.24	1.50	-2.00	8.15	1.50	-0.45	5.95	2.46	66.65	43.25	1171.64	49.19	1177.58
3	P906 BL 3	17.58	8.24	0.00	-2.00	8.15	0.00	-0.45	5.95	0.20	66.65	3.53	1171.64	9.47	1177.58
4	P906 BL 4	17.58	8.24	-1.50	-2.00	8.15	-1.50	-0.45	5.95	2.44	66.65	42.91	1171.64	48.86	1177.58
5	P906 BL 5	17.58	8.24	-3.00	-2.00	8.15	-3.00	-0.45	5.95	9.18	66.65	161.41	1171.64	167.35	1177.58
6	P906 BL 6	13.18	9.24	2.25	-2.00	9.15	2.25	-0.45	2.54	5.28	83.95	69.58	1106.86	72.12	1109.40
7	P906 BL 7	13.18	9.24	0.75	-2.00	9.15	0.75	-0.45	2.54	0.77	83.95	10.12	1106.86	12.66	1109.40
8	P906 BL 8	13.18	9.24	-0.75	-2.00	9.15	-0.75	-0.45	2.54	0.76	83.95	10.00	1106.86	12.54	1109.40
9	P906 BL 9	13.18	9.24	-2.25	-2.00	9.15	-2.25	-0.45	2.54	5.25	83.95	69.20	1106.86	71.74	1109.40
10	P906 BL 10	31.73	8.24	3.00	-3.50	8.15	3.00	-1.95	34.62	12.81	70.24	406.58	2228.84	441.20	2263.45
11	P906 BL 11	22.24	8.24	1.50	-2.78	8.15	1.50	-1.22	11.97	3.76	67.94	83.51	1510.92	95.48	1522.89
12	P906 BL 12	22.24	8.24	-1.50	-2.78	8.15	-1.50	-1.22	11.97	3.74	67.94	83.08	1510.92	95.05	1522.89
13	P906 BL 13	31.73	8.24	-3.00	-3.50	8.15	-3.00	-1.95	34.62	12.78	70.24	405.37	2228.84	439.99	2263.45
Jumlah		248.57							133.05			1550.62	17765.12	1683.67	17898.17

COG BOAT LANDING

Boat Landing 2-3

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P906 BL 1	17.58	-8.24	3.00	-2.00	-8.33	3.00	-0.45	5.95	9.22	69.56	162.08	1222.87	168.02	1228.82
2	P906 BL 2	17.58	-8.24	1.50	-2.00	-8.33	1.50	-0.45	5.95	2.46	69.56	43.25	1222.87	49.19	1228.82
3	P906 BL 3	17.58	-8.24	0.00	-2.00	-8.33	0.00	-0.45	5.95	0.20	69.56	3.53	1222.87	9.47	1228.82
4	P906 BL 4	17.58	-8.24	-1.50	-2.00	-8.33	-1.50	-0.45	5.95	2.44	69.56	42.91	1222.87	48.86	1228.82
5	P906 BL 5	17.58	-8.24	-3.00	-2.00	-8.33	-3.00	-0.45	5.95	9.18	69.56	161.41	1222.87	167.35	1228.82
6	P906 BL 6	13.18	-9.24	2.25	-2.00	-9.33	2.25	-0.45	2.54	5.28	87.22	69.58	1149.95	72.12	1152.48
7	P906 BL 7	13.18	-9.24	0.75	-2.00	-9.33	0.75	-0.45	2.54	0.77	87.22	10.12	1149.95	12.66	1152.48
8	P906 BL 8	13.18	-9.24	-0.75	-2.00	-9.33	-0.75	-0.45	2.54	0.76	87.22	10.00	1149.95	12.54	1152.48
9	P906 BL 9	13.18	-9.24	-2.25	-2.00	-9.33	-2.25	-0.45	2.54	5.25	87.22	69.20	1149.95	71.74	1152.48
10	P906 BL 10	31.73	-8.24	3.00	-3.50	-8.33	3.00	-1.95	34.62	12.81	73.16	406.58	2321.31	441.20	2355.93
11	P906 BL 11	22.24	-8.24	1.50	-2.78	-8.33	1.50	-1.22	11.97	3.76	70.86	83.51	1575.73	95.48	1587.70
12	P906 BL 12	22.24	-8.24	-1.50	-2.78	-8.33	-1.50	-1.22	11.97	3.74	70.86	83.08	1575.73	95.05	1587.70
13	P906 BL 13	31.73	-8.24	-3.00	-3.50	-8.33	-3.00	-1.95	34.62	12.78	73.16	405.37	2321.31	439.99	2355.93
Jumlah		248.57							133.05			1550.62	18508.23	1683.67	18641.28

BUOYANCY FRAME
Buoyancy Frame Kuadran 1

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P909 A	52.80	6.69	2.77	-3.50	6.60	2.77	-1.95	158.43	11.49	47.39	606.70	2502.11	765.13	2660.54
2	P906 A	174.00	6.69	2.77	-5.00	6.60	2.77	-3.45	522.84	19.58	55.48	3407.68	9653.92	3930.53	10176.76
3	P904 A	127.20	7.84	0.00	-3.50	7.75	0.00	-1.95	96.37	3.79	63.87	482.65	8123.64	579.02	8220.01
4	P907 A	16.66	7.52	0.76	-2.76	7.43	0.77	-1.20	5.00	2.03	56.72	33.88	944.78	38.88	949.77
5	P907 A'	16.67	6.96	2.13	-2.76	6.87	2.13	-1.20	5.00	5.99	48.62	99.88	810.36	104.88	815.36
6	P907 A''	16.66	6.43	3.41	-2.76	6.34	3.42	-1.20	5.00	13.12	41.60	218.49	692.91	223.49	697.91
7	P907 A'''	16.67	5.86	4.78	-2.76	5.77	4.78	-1.20	5.00	24.28	34.77	404.61	579.46	409.61	584.46
8	P908 A	18.01	7.52	0.76	-2.76	7.43	0.77	-1.20	6.31	2.03	56.72	36.64	1021.56	42.95	1027.87
9	P908 A'	17.97	6.96	2.13	-2.76	6.87	2.13	-1.20	6.27	5.99	48.62	107.68	873.62	113.95	879.88
10	P908 A''	18.01	6.43	3.41	-2.76	6.34	3.42	-1.20	6.31	13.12	41.60	236.25	749.23	242.56	755.54
11	P908 A'''	17.97	5.86	4.78	-2.76	5.77	4.78	-1.20	6.27	24.28	34.77	436.19	624.69	442.46	630.96
12	P909 B	52.80	2.77	6.69	-3.50	2.68	6.69	-1.95	158.43	48.61	10.99	2566.42	580.31	2724.86	738.74
13	P906 B	174.00	2.77	6.69	-5.00	2.68	6.69	-3.45	522.84	56.70	19.08	9865.86	3320.70	10388.71	3843.55
14	P904 B	127.20	5.54	5.54	-3.50	5.45	5.55	-1.95	96.37	34.55	33.55	4395.29	4267.11	4491.66	4363.48
15	P907 B	16.66	0.76	7.52	-2.76	0.67	7.53	-1.20	5.00	58.09	1.90	967.61	31.68	972.60	36.68
16	P907 B'	16.67	2.13	6.96	-2.76	2.04	6.96	-1.20	5.00	49.89	5.61	831.47	93.51	836.47	98.51
17	P907 B''	16.66	3.41	6.43	-2.76	3.32	6.43	-1.20	5.00	42.77	12.50	712.39	208.21	717.39	213.20
18	P907 B'''	16.67	4.78	5.86	-2.76	4.69	5.86	-1.20	5.00	35.84	23.41	597.23	390.16	602.23	395.16
19	P908 B	18.01	0.76	7.52	-2.76	0.67	7.53	-1.20	6.31	58.09	1.90	1046.24	34.26	1052.55	40.57

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
20	P908 B'	17.97	2.13	6.96	-2.76	2.04	6.96	-1.20	6.27	49.89	5.61	896.38	100.81	902.64	107.08
21	P908B''	18.01	3.41	6.43	-2.76	3.32	6.43	-1.20	6.31	42.77	12.50	770.29	225.13	776.60	231.44
22	P908 B'''	17.97	4.78	5.86	-2.76	4.69	5.86	-1.20	6.27	35.84	23.41	643.85	420.62	650.11	426.88
Jumlah		985.20							1645.61			29363.68	36248.77	31009.29	37894.38

BUOYANCY FRAME
Buoyancy Frame Kuadran 2

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P909 C	52.80	-2.77	6.69	-3.50	-2.86	6.69	-1.95	158.43	48.61	11.97	2566.42	632.06	2724.86	790.49
2	P906 C	174.00	-2.77	6.69	-5.00	-2.86	6.69	-3.45	522.84	56.70	20.06	9865.86	3491.24	10388.71	4014.09
3	P904 C	127.20	0.00	7.84	-3.50	-0.09	7.84	-1.95	96.37	65.29	3.80	8305.32	483.65	8401.69	580.02
4	P907 C	16.66	-0.76	7.52	-2.76	-0.85	7.53	-1.20	5.00	58.09	2.17	967.61	36.18	972.60	41.17
5	P907 C'	16.67	-2.13	6.96	-2.76	-2.22	6.96	-1.20	5.00	49.89	6.36	831.47	106.06	836.47	111.06
6	P907 C''	16.66	-3.41	6.43	-2.76	-3.50	6.43	-1.20	5.00	42.77	13.71	712.39	228.32	717.39	233.31
7	P907 C'''	16.67	-4.78	5.86	-2.76	-4.86	5.86	-1.20	5.00	35.84	25.10	597.23	418.31	602.23	423.31
8	P908 C	18.01	-0.76	7.52	-2.76	-0.85	7.53	-1.20	6.31	58.09	2.17	1046.24	39.12	1052.55	45.43
9	P908 C'	17.97	-2.13	6.96	-2.76	-2.22	6.96	-1.20	6.27	49.89	6.36	896.38	114.34	902.64	120.61
10	P908 C''	18.01	-3.41	6.43	-2.76	-3.50	6.43	-1.20	6.31	42.77	13.71	770.29	246.87	776.60	253.18
11	P908 C'''	17.97	-4.78	5.86	-2.76	-4.86	5.86	-1.20	6.27	35.84	25.10	643.85	450.96	650.11	457.23
12	P909 D	52.80	-6.69	2.77	-3.50	-6.78	2.77	-1.95	158.43	11.49	49.76	606.70	2627.07	765.13	2785.50
13	P906 D	174.00	-6.69	2.77	-5.00	-6.78	2.77	-3.45	522.84	19.58	57.85	3407.68	10065.71	3930.53	10588.55
14	P904 D	127.20	-5.54	5.54	-3.50	-5.63	5.55	-1.95	96.37	34.55	35.51	4395.29	4516.49	4491.66	4612.86
15	P907 D	16.66	-7.52	0.76	-2.76	-7.61	0.77	-1.20	5.00	2.03	59.38	33.88	989.10	38.88	994.10
16	P907 D'	16.67	-6.96	2.13	-2.76	-7.05	2.13	-1.20	5.00	5.99	51.09	99.88	851.37	104.88	856.37
17	P907 D''	16.66	-6.43	3.41	-2.76	-6.51	3.42	-1.20	5.00	13.12	43.87	218.49	730.77	223.49	735.76
18	P907 D'''	16.67	-5.86	4.78	-2.76	-5.95	4.78	-1.20	5.00	24.28	36.84	404.61	614.01	409.61	619.01
19	P908 D	18.01	-7.52	0.76	-2.76	-7.61	0.77	-1.20	6.31	2.03	59.38	36.64	1069.48	42.95	1075.79

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
20	P908 D'	17.97	-6.96	2.13	-2.76	-7.05	2.13	-1.20	6.27	5.99	51.09	107.68	917.83	113.95	924.09
21	P908D''	18.01	-6.43	3.41	-2.76	-6.51	3.42	-1.20	6.31	13.12	43.87	236.25	790.15	242.56	796.47
22	P908 D'''	17.97	-5.86	4.78	-2.76	-5.95	4.78	-1.20	6.27	24.28	36.84	436.19	661.94	442.46	668.21
Jumlah		985.20							1645.61			37186.35	30081.01	38831.96	31726.62

BUOYANCY FRAME
Buoyancy Frame Kuadran 3

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P909 E	52.80	-6.69	-2.77	-3.50	-6.78	-2.77	-1.95	158.43	11.46	49.76	604.84	2627.07	763.27	2785.50
2	P906 E	174.00	-6.69	-2.77	-5.00	-6.78	-2.77	-3.45	522.84	19.55	57.85	3401.55	10065.71	3924.39	10588.55
3	P904 E	127.20	-7.84	0.00	-3.50	-7.93	0.00	-1.95	96.37	3.79	66.64	482.65	8476.31	579.02	8572.68
4	P907 E	16.66	-7.52	-0.76	-2.76	-7.61	-0.76	-1.20	5.00	2.02	59.38	33.72	989.10	38.72	994.10
5	P907 E'	16.67	-6.96	-2.13	-2.76	-7.05	-2.13	-1.20	5.00	5.97	51.09	99.43	851.37	104.43	856.37
6	P907 E''	16.66	-6.43	-3.41	-2.76	-6.51	-3.41	-1.20	5.00	13.07	43.87	217.77	730.77	222.77	735.76
7	P907 E'''	16.67	-5.86	-4.78	-2.76	-5.95	-4.77	-1.20	5.00	24.22	36.84	403.60	614.01	408.60	619.01
8	P908 E	18.01	-7.52	-0.76	-2.76	-7.61	-0.76	-1.20	6.31	2.02	59.38	36.46	1069.48	42.77	1075.79
9	P908 E'	17.97	-6.96	-2.13	-2.76	-7.05	-2.13	-1.20	6.27	5.97	51.09	107.19	917.83	113.46	924.09
10	P908 E''	18.01	-6.43	-3.41	-2.76	-6.51	-3.41	-1.20	6.31	13.07	43.87	235.47	790.15	241.78	796.47
11	P908 E'''	17.97	-5.86	-4.78	-2.76	-5.95	-4.77	-1.20	6.27	24.22	36.84	435.10	661.94	441.37	668.21
12	P909 F	52.80	-2.77	-6.69	-3.50	-2.86	-6.69	-1.95	158.43	48.52	11.97	2561.93	632.06	2720.36	790.49
13	P906 F	174.00	-2.77	-6.69	-5.00	-2.86	-6.69	-3.45	522.84	56.62	20.06	9851.05	3491.24	10373.89	4014.09
14	P904 F	127.20	-5.54	-5.54	-3.50	-5.63	-5.54	-1.95	96.37	34.48	35.51	4386.32	4516.49	4482.69	4612.86
15	P907 F	16.66	-0.76	-7.52	-2.76	-0.85	-7.52	-1.20	5.00	57.99	2.17	966.01	36.18	971.01	41.17
16	P907 F'	16.67	-2.13	-6.96	-2.76	-2.22	-6.95	-1.20	5.00	49.80	6.36	830.00	106.06	835.00	111.06
17	P907 F''	16.66	-3.41	-6.43	-2.76	-3.50	-6.42	-1.20	5.00	42.69	13.71	711.03	228.32	716.03	233.31
18	P907 F'''	16.67	-4.78	-5.86	-2.76	-4.86	-5.86	-1.20	5.00	35.76	25.10	595.98	418.31	600.99	423.31
19	P908 F	18.01	-0.76	-7.52	-2.76	-0.85	-7.52	-1.20	6.31	57.99	2.17	1044.52	39.12	1050.83	45.43

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
20	P908 F'	17.97	-2.13	-6.96	-2.76	-2.22	-6.95	-1.20	6.27	49.80	6.36	894.78	114.34	901.05	120.61
21	P908F''	18.01	-3.41	-6.43	-2.76	-3.50	-6.42	-1.20	6.31	42.69	13.71	768.81	246.87	775.13	253.18
22	P908 F'''	17.97	-4.78	-5.86	-2.76	-4.86	-5.86	-1.20	6.27	35.76	25.10	642.51	450.96	648.77	457.23
Jumlah		985.20							1645.61			29310.73	38073.68	30956.33	39719.29

BUOYANCY FRAME
Buoyancy Frame Kuadran 4

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P909 G	52.80	2.77	-6.69	-3.50	2.68	-6.69	-1.95	158.43	48.52	10.99	2561.93	580.31	2720.36	738.74
2	P906 G	174.00	2.77	-6.69	-5.00	2.68	-6.69	-3.45	522.84	56.62	19.08	9851.05	3320.70	10373.89	3843.55
3	P904 G	127.20	0.00	-7.84	-3.50	-0.09	-7.84	-1.95	96.37	65.19	3.80	8292.64	483.65	8389.01	580.02
4	P907 G	16.66	0.76	-7.52	-2.76	0.67	-7.52	-1.20	5.00	57.99	1.90	966.01	31.68	971.01	36.68
5	P907 G'	16.67	2.13	-6.96	-2.76	2.04	-6.95	-1.20	5.00	49.80	5.61	830.00	93.51	835.00	98.51
6	P907 G''	16.66	3.41	-6.43	-2.76	3.32	-6.42	-1.20	5.00	42.69	12.50	711.03	208.21	716.03	213.20
7	P907 G'''	16.67	4.78	-5.86	-2.76	4.69	-5.86	-1.20	5.00	35.76	23.41	595.98	390.16	600.99	395.16
8	P908 G	18.01	0.76	-7.52	-2.76	0.67	-7.52	-1.20	6.31	57.99	1.90	1044.52	34.26	1050.83	40.57
9	P908 G'	17.97	2.13	-6.96	-2.76	2.04	-6.95	-1.20	6.27	49.80	5.61	894.78	100.81	901.05	107.08
10	P908 G''	18.01	3.41	-6.43	-2.76	3.32	-6.42	-1.20	6.31	42.69	12.50	768.81	225.13	775.13	231.44
11	P908 G'''	17.97	4.78	-5.86	-2.76	4.69	-5.86	-1.20	6.27	35.76	23.41	642.51	420.62	648.77	426.88
12	P909 H	52.80	6.69	-2.77	-3.50	6.60	-2.77	-1.95	158.43	11.46	47.39	604.84	2502.11	763.27	2660.54
13	P906 H	174.00	6.69	-2.77	-5.00	6.60	-2.77	-3.45	522.84	19.55	55.48	3401.55	9653.92	3924.39	10176.76
14	P904 H	127.20	5.54	-5.54	-3.50	5.45	-5.54	-1.95	96.37	34.48	33.55	4386.32	4267.11	4482.69	4363.48
15	P907 H	16.66	7.52	-0.76	-2.76	7.43	-0.76	-1.20	5.00	2.02	56.72	33.72	944.78	38.72	949.77
16	P907 H'	16.67	6.96	-2.13	-2.76	6.87	-2.13	-1.20	5.00	5.97	48.62	99.43	810.36	104.43	815.36
17	P907 H''	16.66	6.43	-3.41	-2.76	6.34	-3.41	-1.20	5.00	13.07	41.60	217.77	692.91	222.77	697.91
18	P907 H'''	16.67	5.86	-4.78	-2.76	5.77	-4.77	-1.20	5.00	24.22	34.77	403.60	579.46	408.60	584.46
19	P908 H	18.01	7.52	-0.76	-2.76	7.43	-0.76	-1.20	6.31	2.02	56.72	36.46	1021.56	42.77	1027.87

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
20	P908 H'	17.97	6.96	-2.13	-2.76	6.87	-2.13	-1.20	6.27	5.97	48.62	107.19	873.62	113.46	879.88
21	P908H''	18.01	6.43	-3.41	-2.76	6.34	-3.41	-1.20	6.31	13.07	41.60	235.47	749.23	241.78	755.54
22	P908 H'''	17.97	5.86	-4.78	-2.76	5.77	-4.77	-1.20	6.27	24.22	34.77	435.10	624.69	441.37	630.96
Jumlah		985.20							1645.61			37120.71	28608.78	38766.32	30254.39

FLOATER

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	BV1 A	69.05	8.01	-0.26	-3.50	7.92	-0.26	-1.95	53.79	3.86	66.48	266.60	4590.61	320.39	4644.41
2	BV2 A	69.05	8.01	0.26	-3.50	7.92	0.26	-1.95	53.79	3.86	66.48	266.83	4590.61	320.62	4644.41
3	BV3 A	38.97	7.62	-0.15	-3.50	7.53	-0.15	-1.95	29.59	3.82	60.56	148.68	2359.95	178.27	2389.53
4	BV4 A	38.97	7.62	0.15	-3.50	7.53	0.15	-1.95	29.59	3.82	60.56	148.76	2359.95	178.34	2389.53
5	BV1 B	69.05	5.84	5.49	-3.50	5.75	5.49	-1.95	53.79	33.91	36.84	2341.80	2543.84	2395.60	2597.64
6	BV2 B	69.05	5.49	5.84	-3.50	5.40	5.84	-1.95	53.79	37.90	32.92	2617.15	2272.95	2670.94	2326.75
7	BV3 B	38.97	5.50	5.29	-3.50	5.41	5.29	-1.95	29.59	31.76	33.03	1237.53	1286.87	1267.12	1316.46
8	BV4 B	38.97	5.29	5.50	-3.50	5.20	5.50	-1.95	29.59	34.02	30.80	1325.80	1200.11	1355.38	1229.69
9	BV1 C	69.05	0.26	8.01	-3.50	0.17	8.01	-1.95	53.79	67.94	3.82	4691.36	264.06	4745.15	317.86
10	BV2 C	69.05	-0.26	8.01	-3.50	-0.35	8.01	-1.95	53.79	67.94	3.92	4691.36	270.44	4745.15	324.23
11	BV3 C	38.97	0.15	7.62	-3.50	0.06	7.63	-1.95	29.59	61.95	3.80	2414.06	148.00	2443.65	177.58
12	BV4 C	38.97	-0.15	7.62	-3.50	-0.24	7.63	-1.95	29.59	61.95	3.85	2414.06	150.05	2443.65	179.64
13	BV1 D	69.05	-5.49	5.84	-3.50	-5.57	5.84	-1.95	53.79	37.90	34.86	2617.15	2406.91	2670.94	2460.71
14	BV2 D	69.05	-5.84	5.49	-3.50	-5.93	5.49	-1.95	53.79	33.91	38.91	2341.80	2686.40	2395.60	2740.19
15	BV3 D	38.97	-5.29	5.50	-3.50	-5.37	5.50	-1.95	29.59	34.02	32.67	1325.80	1272.95	1355.38	1302.53
16	BV4 D	38.97	-5.50	5.29	-3.50	-5.58	5.29	-1.95	29.59	31.76	34.97	1237.53	1362.61	1267.12	1392.19
17	BV1 E	69.05	-8.01	0.26	-3.50	-8.09	0.26	-1.95	53.79	3.86	69.31	266.83	4786.14	320.62	4839.94
18	BV2 E	69.05	-8.01	-0.26	-3.50	-8.09	-0.26	-1.95	53.79	3.86	69.31	266.60	4786.14	320.39	4839.94
19	BV3 E	38.97	-7.62	0.15	-3.50	-7.71	0.15	-1.95	29.59	3.82	63.26	148.76	2465.01	178.34	2494.60

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
20	BV4 E	38.97	-7.62	-0.15	-3.50	-7.71	-0.15	-1.95	29.59	3.82	63.26	148.68	2465.01	178.27	2494.60
21	BV1 F	69.05	-5.84	-5.49	-3.50	-5.93	-5.48	-1.95	53.79	33.84	38.91	2336.98	2686.40	2390.78	2740.19
22	BV2 F	69.05	-5.49	-5.84	-3.50	-5.57	-5.83	-1.95	53.79	37.83	34.86	2612.02	2406.91	2665.81	2460.71
23	BV3 F	38.97	-5.50	-5.29	-3.50	-5.58	-5.28	-1.95	29.59	31.69	34.97	1234.91	1362.61	1264.50	1392.19
24	BV4 F	38.97	-5.29	-5.50	-3.50	-5.37	-5.49	-1.95	29.59	33.95	32.67	1323.07	1272.95	1352.66	1302.53
25	BV1 G	69.05	-0.26	-8.01	-3.50	-0.35	-8.00	-1.95	53.79	67.84	3.92	4684.32	270.44	4738.12	324.23
26	BV2 G	69.05	0.26	-8.01	-3.50	0.17	-8.00	-1.95	53.79	67.84	3.82	4684.32	264.06	4738.12	317.86
27	BV3 G	38.97	-0.15	-7.62	-3.50	-0.24	-7.62	-1.95	29.59	61.86	3.85	2410.29	150.05	2439.87	179.64
28	BV4 G	38.97	0.15	-7.62	-3.50	0.06	-7.62	-1.95	29.59	61.86	3.80	2410.29	148.00	2439.87	177.58
29	BV1 H	69.05	5.49	-5.84	-3.50	5.40	-5.83	-1.95	53.79	37.83	32.92	2612.02	2272.95	2665.81	2326.75
30	BV2 H	69.05	5.84	-5.49	-3.50	5.75	-5.48	-1.95	53.79	33.84	36.84	2336.98	2543.84	2390.78	2597.64
31	BV3 H	38.97	5.29	-5.50	-3.50	5.20	-5.49	-1.95	29.59	33.95	30.80	1323.07	1200.11	1352.66	1229.69
32	BV4 H	38.97	5.50	-5.29	-3.50	5.41	-5.28	-1.95	29.59	31.69	33.03	1234.91	1286.87	1264.50	1316.46
33	BT1 A	133.01	6.99	2.89	-3.40	6.90	2.90	-1.85	230.84	11.80	50.98	1569.93	6780.73	1800.76	7011.56
34	BT2 A	133.01	6.40	2.65	-3.40	6.31	2.65	-1.85	230.84	10.45	43.23	1390.56	5749.60	1621.40	5980.44
35	BB1 A	93.05	6.99	2.89	-5.00	6.90	2.90	-3.45	159.20	20.28	59.45	1886.60	5531.63	2045.80	5690.83
36	BB2 A	93.05	6.40	2.65	-5.00	6.31	2.65	-3.45	159.20	18.93	51.70	1761.13	4810.35	1920.33	4969.54
37	BT1 B	133.01	2.86	6.90	-3.40	2.77	6.90	-1.85	230.84	51.05	11.09	6791.02	1474.51	7021.85	1705.35
38	BT2 B	133.01	2.69	6.48	-3.40	2.60	6.49	-1.85	230.84	45.50	10.16	6051.91	1351.72	6282.75	1582.56
39	BB1 B	93.05	2.86	6.90	-5.00	2.77	6.90	-3.45	159.20	59.53	19.56	5538.83	1819.86	5698.03	1979.05

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
40	BB2 B	93.05	2.69	6.48	-5.00	2.60	6.49	-3.45	159.20	53.97	18.64	5021.82	1733.96	5181.01	1893.16
41	BT1 C	133.01	-2.86	6.90	-3.40	-2.95	6.90	-1.85	230.84	51.05	12.10	6791.02	1608.98	7021.85	1839.81
42	BT2 C	133.01	-2.69	6.48	-3.40	-2.77	6.49	-1.85	230.84	45.50	11.11	6051.91	1478.09	6282.75	1708.93
43	BB1 C	93.05	-2.86	6.90	-5.00	-2.95	6.90	-3.45	159.20	59.53	20.57	5538.83	1913.91	5698.03	2073.11
44	BB2 C	93.05	-2.69	6.48	-5.00	-2.77	6.49	-3.45	159.20	53.97	19.59	5021.82	1822.36	5181.01	1981.56
45	BT1 D	133.01	-6.99	2.89	-3.40	-7.07	2.90	-1.85	230.84	11.80	53.45	1569.93	7109.35	1800.76	7340.19
46	BT2 D	133.01	-6.40	2.65	-3.40	-6.49	2.65	-1.85	230.84	10.45	45.49	1390.56	6050.61	1621.40	6281.45
47	BB1 D	93.05	-6.99	2.89	-5.00	-7.07	2.90	-3.45	159.20	20.28	61.92	1886.60	5761.51	2045.80	5920.71
48	BB2 D	93.05	-6.40	2.65	-5.00	-6.49	2.65	-3.45	159.20	18.93	53.96	1761.13	5020.90	1920.33	5180.10
49	BT1 E	133.01	-6.99	-2.89	-3.40	-7.07	-2.89	-1.85	230.84	11.77	53.45	1565.03	7109.35	1795.87	7340.19
50	BT2 E	133.01	-6.40	-2.65	-3.40	-6.49	-2.65	-1.85	230.84	10.42	45.49	1386.08	6050.61	1616.91	6281.45
51	BB1 E	93.05	-6.99	-2.89	-5.00	-7.07	-2.89	-3.45	159.20	20.24	61.92	1883.17	5761.51	2042.37	5920.71
52	BB2 E	93.05	-6.40	-2.65	-5.00	-6.49	-2.65	-3.45	159.20	18.89	53.96	1757.99	5020.90	1917.19	5180.10
53	BT1 F	133.01	-2.86	-6.90	-3.40	-2.95	-6.90	-1.85	230.84	50.97	12.10	6779.34	1608.98	7010.18	1839.81
54	BT2 F	133.01	-2.69	-6.48	-3.40	-2.77	-6.48	-1.85	230.84	45.42	11.11	6040.94	1478.09	6271.78	1708.93
55	BB1 F	93.05	-2.86	-6.90	-5.00	-2.95	-6.90	-3.45	159.20	59.44	20.57	5530.66	1913.91	5689.86	2073.11
56	BB2 F	93.05	-2.69	-6.48	-5.00	-2.77	-6.48	-3.45	159.20	53.89	19.59	5014.14	1822.36	5173.34	1981.56
57	BT1 G	133.01	2.86	-6.90	-3.40	2.77	-6.90	-1.85	230.84	50.97	11.09	6779.34	1474.51	7010.18	1705.35
58	BT2 G	133.01	2.69	-6.48	-3.40	2.60	-6.48	-1.85	230.84	45.42	10.16	6040.94	1351.72	6271.78	1582.56
59	BB1 G	93.05	2.86	-6.90	-5.00	2.77	-6.90	-3.45	159.20	59.44	19.56	5530.66	1819.86	5689.86	1979.05

No	Nama Bagian	Berat (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
60	BB2 G	93.05	2.69	-6.48	-5.00	2.60	-6.48	-3.45	159.20	53.89	18.64	5014.14	1733.96	5173.34	1893.16
61	BT1 H	133.01	6.99	-2.89	-3.40	6.90	-2.89	-1.85	230.84	11.77	50.98	1565.03	6780.73	1795.87	7011.56
62	BT2 H	133.01	6.40	-2.65	-3.40	6.31	-2.65	-1.85	230.84	10.42	43.23	1386.08	5749.60	1616.91	5980.44
63	BB1 H	93.05	6.99	-2.89	-5.00	6.90	-2.89	-3.45	159.20	20.24	59.45	1883.17	5531.63	2042.37	5690.83
64	BB2 H	93.05	6.40	-2.65	-5.00	6.31	-2.65	-3.45	159.20	18.89	51.70	1757.99	4810.35	1917.19	4969.54
Jumlah		5345.20							7574.63			180058.64	180169.99	187633.26	187744.61

Inersia Struktur		Inersia Total	
Rolling	Pitching	Rolling	Pitching
570106.38	606173.14	647526.64	683593.41

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN G
PERHITUNGAN MOMEN INERSIA MASSA
TAMBAH

FLOATER

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	BV1 A	0.805	257.02	8.01	-0.26	-4.14	8.01	-0.26	0.07	62.30	0.07	64.10	18.63	16474.86	80.94	16537.16
2	BV2 A	0.805	257.02	8.01	0.26	-4.14	8.01	0.26	0.07	62.30	0.07	64.10	18.63	16474.86	80.94	16537.16
3	BV3 A	0.903	96.49	7.62	-0.15	-4.14	7.62	-0.15	0.07	21.48	0.03	58.11	2.56	5607.27	24.04	5628.75
4	BV4 A	0.903	96.49	7.62	0.15	-4.14	7.62	0.15	0.07	21.48	0.03	58.11	2.56	5607.27	24.04	5628.75
5	BV1 B	0.805	257.02	5.84	5.49	-4.14	5.84	5.49	0.07	62.30	30.09	34.07	7733.52	8757.82	7795.82	8820.12
6	BV2 B	0.805	257.02	5.49	5.84	-4.14	5.49	5.84	0.07	62.30	34.07	30.09	8757.82	7733.52	8820.12	7795.82
7	BV3 B	0.903	96.49	5.50	5.29	-4.14	5.50	5.29	0.07	21.48	27.94	30.20	2695.41	2913.84	2716.89	2935.31
8	BV4 B	0.903	96.49	5.29	5.50	-4.14	5.29	5.50	0.07	21.48	30.20	27.94	2913.84	2695.41	2935.31	2716.89
9	BV1 C	0.805	257.02	0.26	8.01	-4.14	0.26	8.01	0.07	62.30	64.10	0.07	16474.86	18.63	16537.16	80.94
10	BV2 C	0.805	257.02	-0.26	8.01	-4.14	-0.26	8.01	0.07	62.30	64.10	0.07	16474.86	18.63	16537.16	80.94
11	BV3 C	0.903	96.49	0.15	7.62	-4.14	0.15	7.62	0.07	21.48	58.11	0.03	5607.27	2.56	5628.75	24.04
12	BV4 C	0.903	96.49	-0.15	7.62	-4.14	-0.15	7.62	0.07	21.48	58.11	0.03	5607.27	2.56	5628.75	24.04
13	BV1 D	0.805	257.02	-5.49	5.84	-4.14	-5.49	5.84	0.07	62.30	34.07	30.09	8757.82	7733.52	8820.12	7795.82
14	BV2 D	0.805	257.02	-5.84	5.49	-4.14	-5.84	5.49	0.07	62.30	30.09	34.07	7733.52	8757.82	7795.82	8820.12
15	BV3 D	0.903	96.49	-5.29	5.50	-4.14	-5.29	5.50	0.07	21.48	30.20	27.94	2913.84	2695.41	2935.31	2716.89
16	BV4 D	0.903	96.49	-5.50	5.29	-4.14	-5.50	5.29	0.07	21.48	27.94	30.20	2695.41	2913.84	2716.89	2935.31
17	BV1 E	0.805	257.02	-8.01	0.26	-4.14	-8.01	0.26	0.07	62.30	0.07	64.10	18.63	16474.86	80.94	16537.16
18	BV2 E	0.805	257.02	-8.01	-0.26	-4.14	-8.01	-0.26	0.07	62.30	0.07	64.10	18.63	16474.86	80.94	16537.16
19	BV3 E	0.903	96.49	-7.62	0.15	-4.14	-7.62	0.15	0.07	21.48	0.03	58.11	2.56	5607.27	24.04	5628.75
20	BV4 E	0.903	96.49	-7.62	-0.15	-4.14	-7.62	-0.15	0.07	21.48	0.03	58.11	2.56	5607.27	24.04	5628.75

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
21	BV1 F	0.805	257.02	-5.84	-5.49	-4.14	-5.84	-5.49	0.07	62.30	30.09	34.07	7733.52	8757.82	7795.82	8820.12
22	BV2 F	0.805	257.02	-5.49	-5.84	-4.14	-5.49	-5.84	0.07	62.30	34.07	30.09	8757.82	7733.52	8820.12	7795.82
23	BV3 F	0.903	96.49	-5.50	-5.29	-4.14	-5.50	-5.29	0.07	21.48	27.94	30.20	2695.41	2913.84	2716.89	2935.31
24	BV4 F	0.903	96.49	-5.29	-5.50	-4.14	-5.29	-5.50	0.07	21.48	30.20	27.94	2913.84	2695.41	2935.31	2716.89
25	BV1 G	0.805	257.02	-0.26	-8.01	-4.14	-0.26	-8.01	0.07	62.30	64.10	0.07	16474.86	18.63	16537.16	80.94
26	BV2 G	0.805	257.02	0.26	-8.01	-4.14	0.26	-8.01	0.07	62.30	64.10	0.07	16474.86	18.63	16537.16	80.94
27	BV3 G	0.903	96.49	-0.15	-7.62	-4.14	-0.15	-7.62	0.07	21.48	58.11	0.03	5607.27	2.56	5628.75	24.04
28	BV4 G	0.903	96.49	0.15	-7.62	-4.14	0.15	-7.62	0.07	21.48	58.11	0.03	5607.27	2.56	5628.75	24.04
29	BV1 H	0.805	257.02	5.49	-5.84	-4.14	5.49	-5.84	0.07	62.30	34.07	30.09	8757.82	7733.52	8820.12	7795.82
30	BV2 H	0.805	257.02	5.84	-5.49	-4.14	5.84	-5.49	0.07	62.30	30.09	34.07	7733.52	8757.82	7795.82	8820.12
31	BV3 H	0.903	96.49	5.29	-5.50	-4.14	5.29	-5.50	0.07	21.48	30.20	27.94	2913.84	2695.41	2935.31	2716.89
32	BV4 H	0.903	96.49	5.50	-5.29	-4.14	5.50	-5.29	0.07	21.48	27.94	30.20	2695.41	2913.84	2716.89	2935.31
33	BT1 A	0.830	606.27	6.99	2.89	-3.37	6.99	2.89	0.84	1052.13	9.07	49.49	5497.02	30002.75	6549.15	31054.88
34	BT2 A	0.830	606.27	6.40	2.65	-3.37	6.40	2.65	0.84	1052.13	7.72	41.63	4680.41	25240.04	5732.54	26292.17
35	BB1 A	0.900	657.42	6.99	2.89	-5	6.99	2.89	-0.79	1124.82	9.00	49.42	5916.48	32489.85	7041.30	33614.68
36	BB2 A	0.900	657.42	6.40	2.65	-5	6.40	2.65	-0.79	1124.82	7.65	41.56	5030.97	27325.29	6155.79	28450.11
37	BT1 B	0.830	606.27	2.86	6.90	-3.37	2.86	6.90	0.84	1052.13	48.29	8.87	29278.85	5374.99	30330.98	6427.12
38	BT2 B	0.830	606.27	2.69	6.48	-3.37	2.69	6.48	0.84	1052.13	42.74	7.91	25911.69	4796.87	26963.82	5849.00
39	BB1 B	0.900	657.42	2.86	6.90	-5	2.86	6.90	-0.79	1124.82	48.23	8.80	31704.88	5784.15	32829.70	6908.97
40	BB2 B	0.900	657.42	2.69	6.48	-5	2.69	6.48	-0.79	1124.82	42.67	7.84	28053.61	5157.26	29178.43	6282.08
41	BT1 C	0.830	606.27	-2.86	6.90	-3.37	-2.86	6.90	0.84	1052.13	48.29	8.87	29278.85	5374.99	30330.98	6427.12

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
42	BT2 C	0.830	606.27	-2.69	6.48	-3.37	-2.69	6.48	0.84	1052.13	42.74	7.91	25911.69	4796.87	26963.82	5849.00
43	BB1 C	0.900	657.42	-2.86	6.90	-5	-2.86	6.90	-0.79	1124.82	48.23	8.80	31704.88	5784.15	32829.70	6908.97
44	BB2 C	0.900	657.42	-2.69	6.48	-5	-2.69	6.48	-0.79	1124.82	42.67	7.84	28053.61	5157.26	29178.43	6282.08
45	BT1 D	0.830	606.27	-6.99	2.89	-3.37	-6.99	2.89	0.84	1052.13	9.07	49.49	5497.02	30002.75	6549.15	31054.88
46	BT2 D	0.830	606.27	-6.40	2.65	-3.37	-6.40	2.65	0.84	1052.13	7.72	41.63	4680.41	25240.04	5732.54	26292.17
47	BB1 D	0.900	657.42	-6.99	2.89	-5	-6.99	2.89	-0.79	1124.82	9.00	49.42	5916.48	32489.85	7041.30	33614.68
48	BB2 D	0.900	657.42	-6.40	2.65	-5	-6.40	2.65	-0.79	1124.82	7.65	41.56	5030.97	27325.29	6155.79	28450.11
49	BT1 E	0.830	606.27	-6.99	-2.89	-3.37	-6.99	-2.89	0.84	1052.13	9.07	49.49	5497.02	30002.75	6549.15	31054.88
50	BT2 E	0.830	606.27	-6.40	-2.65	-3.37	-6.40	-2.65	0.84	1052.13	7.72	41.63	4680.41	25240.04	5732.54	26292.17
51	BB1 E	0.900	657.42	-6.99	-2.89	-5	-6.99	-2.89	-0.79	1124.82	9.00	49.42	5916.48	32489.85	7041.30	33614.68
52	BB2 E	0.900	657.42	-6.40	-2.65	-5	-6.40	-2.65	-0.79	1124.82	7.65	41.56	5030.97	27325.29	6155.79	28450.11
53	BT1 F	0.830	606.27	-2.86	-6.90	-3.37	-2.86	-6.90	0.84	1052.13	48.29	8.87	29278.85	5374.99	30330.98	6427.12
54	BT2 F	0.830	606.27	-2.69	-6.48	-3.37	-2.69	-6.48	0.84	1052.13	42.74	7.91	25911.69	4796.87	26963.82	5849.00
55	BB1 F	0.900	657.42	-2.86	-6.90	-5	-2.86	-6.90	-0.79	1124.82	48.23	8.80	31704.88	5784.15	32829.70	6908.97
56	BB2 F	0.900	657.42	-2.69	-6.48	-5	-2.69	-6.48	-0.79	1124.82	42.67	7.84	28053.61	5157.26	29178.43	6282.08
57	BT1 G	0.830	606.27	2.86	-6.90	-3.37	2.86	-6.90	0.84	1052.13	48.29	8.87	29278.85	5374.99	30330.98	6427.12
58	BT2 G	0.830	606.27	2.69	-6.48	-3.37	2.69	-6.48	0.84	1052.13	42.74	7.91	25911.69	4796.87	26963.82	5849.00
59	BB1 G	0.900	657.42	2.86	-6.90	-5	2.86	-6.90	-0.79	1124.82	48.23	8.80	31704.88	5784.15	32829.70	6908.97
60	BB2 G	0.900	657.42	2.69	-6.48	-5	2.69	-6.48	-0.79	1124.82	42.67	7.84	28053.61	5157.26	29178.43	6282.08
61	BT1 H	0.830	606.27	6.99	-2.89	-3.37	6.99	-2.89	0.84	1052.13	9.07	49.49	5497.02	30002.75	6549.15	31054.88
62	BT2 H	0.830	606.27	6.40	-2.65	-3.37	6.40	-2.65	0.84	1052.13	7.72	41.63	4680.41	25240.04	5732.54	26292.17

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
63	BB1 H	0.900	657.42	6.99	-2.89	-5	6.99	-2.89	-0.79	1124.82	9.00	49.42	5916.48	32489.85	7041.30	33614.68
64	BB2 H	0.900	657.42	6.40	-2.65	-5	6.40	-2.65	-0.79	1124.82	7.65	41.56	5030.97	27325.29	6155.79	28450.11
Jumlah			25875.00							36171.74			721111.29	721500.42	757283.03	757672.16

BUOYANCY FRAME

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
1	P909 A	0.98	13.67	6.69	2.77	-3.40	6.69	2.77	-3.40	41.02	19.238	56.329	263.00	770.06	304.02	811.08
2	P906 A	0.98	195.07	6.69	2.77	-4.90	6.69	2.77	-0.72	586.15	8.200	45.291	1599.58	8834.80	2185.72	9420.95
3	P904 A	0.91	75.92	7.84	0.00	-3.40	7.84	0.00	0.78	16.78	0.602	62.052	45.68	4710.88	62.46	4727.66
4	P908 A	0.98	9.34	7.52	0.76	-2.76	7.52	0.76	1.42	3.27	2.601	58.614	24.28	547.28	27.55	550.55
5	P908 A'	0.98	9.31	6.96	2.13	-2.76	6.96	2.13	1.42	3.25	6.551	50.418	61.02	469.61	64.27	472.86
6	P908 A''	0.98	9.34	6.43	3.41	-2.76	6.43	3.41	1.42	3.27	13.667	43.299	127.61	404.28	130.88	407.56
7	P908 A'''	0.98	9.31	5.86	4.78	-2.76	5.86	4.78	1.42	3.25	24.819	36.370	231.17	338.76	234.42	342.01
8	P909 B	0.98	13.67	2.77	6.69	-3.40	2.77	6.69	0.78	41.02	45.371	8.280	620.25	113.19	661.27	154.22
9	P906 B	0.98	195.07	2.77	6.69	-4.90	2.77	6.69	-0.72	586.15	45.291	8.200	8834.80	1599.58	9420.95	2185.72
10	P904 B	0.91	75.92	5.54	5.54	-3.40	5.54	5.54	0.78	16.78	31.327	31.327	2378.27	2378.27	2395.05	2395.05
11	P908 B	0.98	9.34	0.76	7.52	-2.76	0.76	7.52	1.42	3.27	58.614	2.601	547.28	24.28	550.55	27.55
12	P908 B'	0.98	9.31	2.13	6.96	-2.76	2.13	6.96	1.42	3.25	50.418	6.551	469.61	61.02	472.86	64.27
13	P908B''	0.98	9.34	3.41	6.43	-2.76	3.41	6.43	1.42	3.27	43.299	13.667	404.28	127.61	407.56	130.88
14	P908 B'''	0.98	9.31	4.78	5.86	-2.76	4.78	5.86	1.42	3.25	36.370	24.819	338.76	231.17	342.01	234.42
15	P909 C	0.98	13.67	-2.77	6.69	-3.40	-2.77	6.69	0.78	41.02	45.371	8.280	620.25	113.19	661.27	154.22
16	P906 C	0.98	195.07	-2.77	6.69	-4.90	-2.77	6.69	-0.72	586.15	45.291	8.200	8834.80	1599.58	9420.95	2185.72
17	P904 C	0.91	75.92	0.00	7.84	-3.40	0.00	7.84	0.78	16.78	62.052	0.602	4710.88	45.68	4727.66	62.46
18	P908 C	0.98	9.34	-0.76	7.52	-2.76	-0.76	7.52	1.42	3.27	58.614	2.601	547.28	24.28	550.55	27.55
19	P908 C'	0.98	9.31	-2.13	6.96	-2.76	-2.13	6.96	1.42	3.25	50.418	6.551	469.61	61.02	472.86	64.27
20	P908 C''	0.98	9.34	-3.41	6.43	-2.76	-3.41	6.43	1.42	3.27	43.299	13.667	404.28	127.61	407.56	130.88

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
21	P908 C'''	0.98	9.31	-4.78	5.86	-2.76	-4.78	5.86	1.42	3.25	36.370	24.819	338.76	231.17	342.01	234.42
22	P909 D	0.98	13.67	-6.69	2.77	-3.40	-6.69	2.77	0.78	41.02	8.280	45.371	113.19	620.25	154.22	661.27
23	P906 D	0.98	195.07	-6.69	2.77	-4.90	-6.69	2.77	-0.72	586.15	8.200	45.291	1599.58	8834.80	2185.72	9420.95
24	P904 D	0.91	75.92	-5.54	5.54	-3.40	-5.54	5.54	0.78	16.78	31.327	31.327	2378.27	2378.27	2395.05	2395.05
25	P908 D	0.98	9.34	-7.52	0.76	-2.76	-7.52	0.76	1.42	3.27	2.601	58.614	24.28	547.28	27.55	550.55
26	P908 D'	0.98	9.31	-6.96	2.13	-2.76	-6.96	2.13	1.42	3.25	6.551	50.418	61.02	469.61	64.27	472.86
27	P908D''	0.98	9.34	-6.43	3.41	-2.76	-6.43	3.41	1.42	3.27	13.667	43.299	127.61	404.28	130.88	407.56
28	P908 D'''	0.98	9.31	-5.86	4.78	-2.76	-5.86	4.78	1.42	3.25	24.819	36.370	231.17	338.76	234.42	342.01
29	P909 E	0.98	13.67	-6.69	-2.77	-3.40	-6.69	-2.77	0.78	41.02	8.280	45.371	113.19	620.25	154.22	661.27
30	P906 E	0.98	195.07	-6.69	-2.77	-4.90	-6.69	-2.77	-0.72	586.15	8.200	45.291	1599.58	8834.80	2185.72	9420.95
31	P904 E	0.91	75.92	-7.84	0.00	-3.40	-7.84	0.00	0.78	16.78	0.602	62.052	45.68	4710.88	62.46	4727.66
32	P908 E	0.98	9.34	-7.52	-0.76	-2.76	-7.52	-0.76	1.42	3.27	2.601	58.614	24.28	547.28	27.55	550.55
33	P908 E'	0.98	9.31	-6.96	-2.13	-2.76	-6.96	-2.13	1.42	3.25	6.551	50.418	61.02	469.61	64.27	472.86
34	P908 E''	0.98	9.34	-6.43	-3.41	-2.76	-6.43	-3.41	1.42	3.27	13.667	43.299	127.61	404.28	130.88	407.56
35	P908 E'''	0.98	9.31	-5.86	-4.78	-2.76	-5.86	-4.78	1.42	3.25	24.819	36.370	231.17	338.76	234.42	342.01
36	P909 F	0.98	13.67	-2.77	-6.69	-3.40	-2.77	-6.69	0.78	41.02	45.371	8.280	620.25	113.19	661.27	154.22
37	P906 F	0.98	195.07	-2.77	-6.69	-4.90	-2.77	-6.69	-0.72	586.15	45.291	8.200	8834.80	1599.58	9420.95	2185.72
38	P904 F	0.91	75.92	-5.54	-5.54	-3.40	-5.54	-5.54	0.78	16.78	31.327	31.327	2378.27	2378.27	2395.05	2395.05
39	P908 F	0.98	9.34	-0.76	-7.52	-2.76	-0.76	-7.52	1.42	3.27	58.614	2.601	547.28	24.28	550.55	27.55
40	P908 F'	0.98	9.31	-2.13	-6.96	-2.76	-2.13	-6.96	1.42	3.25	50.418	6.551	469.61	61.02	472.86	64.27
41	P908F''	0.98	9.34	-3.41	-6.43	-2.76	-3.41	-6.43	1.42	3.27	43.299	13.667	404.28	127.61	407.56	130.88

No	Nama Bagian	CA	Berat Disp x CA (kg)	x (m)	y (m)	z (m)	x-X (m)	y-Y (m)	z-Z (m)	Ic (m ⁴)	r ² (rolling)	r ² (pitching)	Berat x r ² (Rolling)	Berat x r ² (Pitching)	I tot (Rolling)	I tot (Pitching)
42	P908 F'''	0.98	9.31	-4.78	-5.86	-2.76	-4.78	-5.86	1.42	3.25	36.370	24.819	338.76	231.17	342.01	234.42
43	P909 G	0.98	13.67	2.77	-6.69	-3.40	2.77	-6.69	0.78	41.02	45.371	8.280	620.25	113.19	661.27	154.22
44	P906 G	0.98	195.07	2.77	-6.69	-4.90	2.77	-6.69	-0.72	586.15	45.291	8.200	8834.80	1599.58	9420.95	2185.72
45	P904 G	0.91	75.92	0.00	-7.84	-3.40	0.00	-7.84	0.78	16.78	62.052	0.602	4710.88	45.68	4727.66	62.46
46	P908 G	0.98	9.34	0.76	-7.52	-2.76	0.76	-7.52	1.42	3.27	58.614	2.601	547.28	24.28	550.55	27.55
47	P908 G'	0.98	9.31	2.13	-6.96	-2.76	2.13	-6.96	1.42	3.25	50.418	6.551	469.61	61.02	472.86	64.27
48	P908 G''	0.98	9.34	3.41	-6.43	-2.76	3.41	-6.43	1.42	3.27	43.299	13.667	404.28	127.61	407.56	130.88
49	P908 G'''	0.98	9.31	4.78	-5.86	-2.76	4.78	-5.86	1.42	3.25	36.370	24.819	338.76	231.17	342.01	234.42
50	P909 H	0.98	13.67	6.69	-2.77	-3.40	6.69	-2.77	0.78	41.02	8.280	45.371	113.19	620.25	154.22	661.27
51	P906 H	0.98	195.07	6.69	-2.77	-4.90	6.69	-2.77	-0.72	586.15	8.200	45.291	1599.58	8834.80	2185.72	9420.95
52	P904 H	0.91	75.92	5.54	-5.54	-3.40	5.54	-5.54	0.78	16.78	31.327	31.327	2378.27	2378.27	2395.05	2395.05
53	P908 H	0.98	9.34	7.52	-0.76	-2.76	7.52	-0.76	1.42	3.27	2.601	58.614	24.28	547.28	27.55	550.55
54	P908 H'	0.98	9.31	6.96	-2.13	-2.76	6.96	-2.13	1.42	3.25	6.551	50.418	61.02	469.61	64.27	472.86
55	P908H''	0.98	9.34	6.43	-3.41	-2.76	6.43	-3.41	1.42	3.27	13.667	43.299	127.61	404.28	130.88	407.56
56	P908 H'''	0.98	9.31	5.86	-4.78	-2.76	5.86	-4.78	1.42	3.25	24.819	36.370	231.17	338.76	234.42	342.01
Jumlah			2575.67							5255.89			72663.38	72663.38	77919.26	77919.26

Inersia Struktur		Inersia Total	
Rolling	Pitching	Rolling	Pitching
41427.63	41427.63	835202.29	835591.42

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN H
PERHITUNGAN GAYA LINGKUNGAN

PERHITUNGAN ENVIRONMENTAL LOAD - ANGIN

WIND PARAMETERS			
Bagian	Notasi	Ukuran	Satuan
Massa Jenis Udara	ρ udara	0.0012	ton/m ³
Kecepatan Angin	V _w	8.61	m/s
Luas Bangunan Atas yang Tegak Lurus dengan Arah Angin	A	38	m ²
Koefisien Ketinggian Kargo	C _{xw}	0.5	
Gaya Angin	F_{xw}	0.845	kN

$$F_W = \frac{1}{2} \times C_{xw} \times \rho_w \times V_W^2 \times A$$

OCIMF

Asumsi

1. Tinggi bangunan yang digunakan adalah tinggi dari ball joint sampai atap hotel
2. Nilai kecepatan angin berdasarkan data angin periode ulang 100 tahunan

PERHITUNGAN ENVIRONMENTAL LOAD - ARUS

$$F_{xc} = \frac{1}{2} C_{xc} \rho_c V_c^2 L_{BP} T \text{ (N)}$$

CURRENT PARAMETER			
Bagian	Notasi	Ukuran	Satuan
Massa jenis air laut	ρ	1.03	ton/m ³
Kecepatan arus data lingkungan 100 tahun	Vc	1.72	m/s
asumsikan $\theta = 90$ agar nilainya maksimum = 1	$\sin \theta$	1.00	

Sehingga, didapat total gaya arus:			
Fxc =	32.59	kN	

1. Nilai kecepatan arus berdasarkan data arus periode ulang 100 tahunan

Floater								
Nama Bagian	Deg	L (m)	OD (m)	WT (m)	ID (m)	Luas Penampang (m ²)	Cd	Gaya Arus (kN)
Buoyancy Tengah 1 XA	0	2.25	0.64	0.02	0.60	0.16	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 1 XA	0	2.25	0.45	0.02	0.42	0.16	0.70	0.000
Buoyancy Tengah 2 XA	0	2.25	0.64	0.02	0.60	0.16	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 2 XA	0	2.25	0.45	0.02	0.42	0.16	0.70	0.000
Buoyancy Tengah 1 AB	45	4.50	0.64	0.02	0.60	1.43	0.73	1.118
Buoyancy Bawah 1 AB	45	4.50	0.45	0.02	0.42	2.02	0.70	1.516
Buoyancy Tengah 2 AB	45	4.50	0.64	0.02	0.60	1.43	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 2 AB	45	4.50	0.45	0.02	0.42	2.02	0.70	0.000
Buoyancy Tengah 1 BC	90	4.50	0.64	0.02	0.60	1.43	0.73	1.581
Buoyancy Bawah 1 BC	90	4.50	0.45	0.02	0.42	2.02	0.70	2.144
Buoyancy Tengah 2 BC	90	4.50	0.64	0.02	0.60	1.43	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 2 BC	90	4.50	0.45	0.02	0.42	2.02	0.70	0.000
Buoyancy Tengah 1 CD	45	4.50	0.64	0.02	0.60	1.43	0.73	1.118
Buoyancy Bawah 1 CD	45	4.50	0.45	0.02	0.42	2.02	0.70	1.516
Buoyancy Tengah 2 CD	45	4.50	0.64	0.02	0.60	1.43	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 2 CD	45	4.50	0.45	0.02	0.42	2.02	0.70	0.000
Buoyancy Tengah 1 DX	0	2.25	0.64	0.02	0.60	0.16	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 1 DX	0	2.25	0.45	0.02	0.42	0.16	0.70	0.000
Buoyancy Tengah 2 DX	0	2.25	0.64	0.02	0.60	0.16	0.73	0.000
Buoyancy Bawah 2 DX	0	2.25	0.45	0.02	0.42	0.16	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 1 A		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906

Nama Bagian	Deg	L (m)	OD (m)	WT (m)	ID (m)	Luas Penampang (m ²)	Cd	Gaya Arus (kN)
Buoyancy Vertikal 2 A		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 3 A		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 4 A		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 1 B		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 2 B		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 3 B		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 4 B		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 1 C		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 2 C		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 3 C		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 4 C		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 1 D		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 2 D		1.60	0.50	0.02	0.47	0.80	0.75	0.906
Buoyancy Vertikal 3 D		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Buoyancy Vertikal 4 D		1.60	0.23	0.02	0.20	0.36	0.70	0.000
Total						31.26		16.24

Buoyancy Frame								
Nama Bagian	DEG	L (m)	OD (m)	WT (m)	ID (m)	Luas Penampang (m ²)	Cd	Gaya Arus (kN)
P908 XA	0	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.000
P908 XA	0	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.000
P909 XA	0	0.75	0.08	0.01	0.07	0.005	0.47	0.000
P906 XA	0	0.75	0.20	0.01	0.19	0.032	0.47	0.000
P904 A	0	1.60	0.25	0.01	0.24	0.406	0.68	0.000
P908 AB	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P908 AB'	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P908 AB''	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P908 AB'''	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P909 AB	45	1.50	0.08	0.01	0.07	0.114	0.47	0.057
P906 AB	45	1.50	0.20	0.01	0.19	0.305	0.47	0.153
P904 B		1.60	0.25	0.01	0.24	0.406	0.68	0.000
P908 BC	90	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.119
P908 BC'	90	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.119
P908 BC''	90	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.119
P908 BC'''	90	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.119
P909 BC	90	1.50	0.08	0.01	0.07	0.114	0.47	0.081
P906 BC	90	1.50	0.20	0.01	0.19	0.305	0.47	0.217
P904 C		1.60	0.25	0.01	0.24	0.406	0.68	0.000
P908 CD	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P908 CD'	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P908 CD''	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084

Nama Bagian	DEG	L (m)	OD (m)	WT (m)	ID (m)	Luas Penampang (m ²)	Cd	Gaya Arus (kN)
P908 CD'''	45	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.084
P909 CD	45	1.50	0.08	0.01	0.07	0.114	0.47	0.057
P906 CD	45	1.50	0.20	0.01	0.19	0.305	0.47	0.153
P904 D		1.60	0.25	0.01	0.24	0.406	0.68	0.000
P908 DX	0	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.000
P908 DX	0	2.19	0.08	0.01	0.07	0.166	0.47	0.000
P909 DX	0	0.75	0.08	0.01	0.07	0.005	0.47	0.000
P906 DX	0	0.75	0.20	0.01	0.19	0.032	0.47	0.000
Total						4.84		1.87

PERHITUNGAN ENVIRONMENTAL LOAD - GELOMBANG

Parameter Gelombang			
Bagian	Notasi	Ukuran	Satuan
Tinggi gelombang	H	2.14	m
Elevasi gelombang	ζ_0	1.07	m
Kedalaman air laut	d	20.00	m
Frekuensi sudut gelombang	ω	0.75	rad/s
Periode gelombang	T	8.33	s
Gravitasi	g	9.81	m/s ²
Panjang gelombang	λ_w	108.34	m
Angka gelombang	k_w	0.06	
Massa jenis air laut	ρ	1.03	ton/m ³
Sehingga, total gaya gelombang horizontal :			
Fh =	17.70	kN	

$$Fh = Cm \times \rho \times Vol \times \dot{u}$$

$$\dot{u} = \omega^2 \zeta_0 \frac{\cosh(k_w(z + d))}{\sinh(k_w d)} \cos(\omega t - k_w x)$$

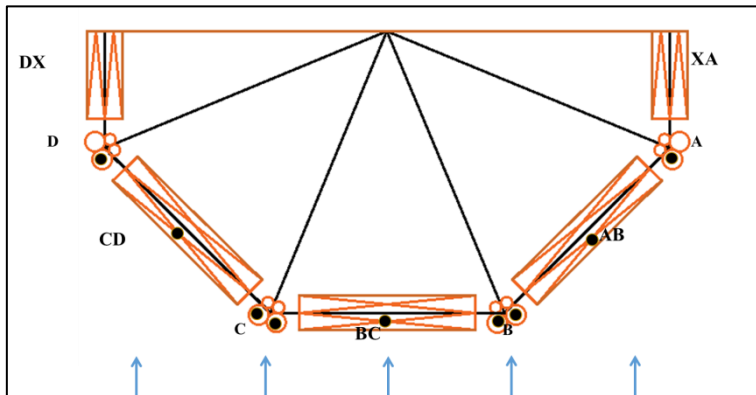
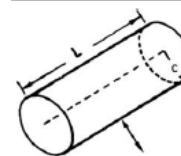


Table 2.3 (continued)

$L/(2c)$		$L/(2c)$
1.2	0.62	$\pi \rho a^2 b$
2.5	0.78	"
5.0	0.90	"
9.0	0.96	"
∞	1.00	"

(Wende1 1950)



Floater										
Nama Bagian	Deg	L (m)	OD (m)	WT (m)	Vol (m ²)	Cm	z	x	u	Fh (kN)
Buoyancy Tengah 1 XA	0	2.25	0.64	0.02	0.36	1.83	0.32	7.50	0.68	0.000
Buoyancy Bawah 1 XA	0	2.25	0.45	0.02	0.36	1.90	1.82	7.50	0.73	0.000
Buoyancy Tengah 2 XA	0	2.25	0.64	0.02	0.36	1.83	0.32	7.00	0.69	0.000
Buoyancy Bawah 2 XA	0	2.25	0.45	0.02	0.36	1.90	1.82	7.00	0.74	0.000
Buoyancy Tengah 1 AB	45	4.50	0.64	0.02	0.71	1.83	0.32	5.30	0.72	0.678
Buoyancy Bawah 1 AB	45	4.50	0.45	0.02	0.71	1.90	1.82	5.30	0.77	0.758
Buoyancy Tengah 2 AB	45	4.50	0.64	0.02	0.71	1.83	0.32	5.00	0.72	0.000
Buoyancy Bawah 2 AB	45	4.50	0.45	0.02	0.71	1.90	1.82	5.00	0.78	0.000
Buoyancy Tengah 1 BC	90	4.50	0.64	0.02	0.71	1.83	0.32	0.00	0.75	1.006
Buoyancy Bawah 1 BC	90	4.50	0.45	0.02	0.71	1.90	1.82	0.00	0.81	1.124
Buoyancy Tengah 2 BC	90	4.50	0.64	0.02	0.71	1.83	0.32	0.00	0.75	0.000
Buoyancy Bawah 2 BC	90	4.50	0.45	0.02	0.71	1.90	1.82	0.00	0.81	0.000
Buoyancy Tengah 1 CD	45	4.50	0.64	0.02	0.71	1.83	0.32	-5.30	0.72	0.678
Buoyancy Bawah 1 CD	45	4.50	0.45	0.02	0.71	1.90	1.82	-5.30	0.77	0.758
Buoyancy Tengah 2 CD	45	4.50	0.64	0.02	0.71	1.83	0.32	-5.00	0.72	0.000
Buoyancy Bawah 2 CD	45	4.50	0.45	0.02	0.71	1.90	1.82	-5.00	0.78	0.000
Buoyancy Tengah 1 DX	90	2.25	0.64	0.02	0.36	1.83	0.32	-7.50	0.68	0.000
Buoyancy Bawah 1 DX	90	2.25	0.45	0.02	0.36	1.90	1.82	-7.50	0.73	0.000
Buoyancy Tengah 2 DX	90	2.25	0.64	0.02	0.36	1.83	0.32	-7.00	0.69	0.000
Buoyancy Bawah 2 DX	90	2.25	0.45	0.02	0.36	1.90	1.82	-7.00	0.74	0.000
Buoyancy Vertikal 1 A		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	7.50	0.73	0.418
Buoyancy Vertikal 2 A		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	7.30	0.73	0.420
Buoyancy Vertikal 3 A		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	7.10	0.73	0.000

Nama Bagian	Deg	L (m)	OD (m)	WT (m)	Vol (m ²)	Cm	z	x	ū	Fh (kN)
Buoyancy Vertikal 4 A		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	7.00	0.74	0.000
Buoyancy Vertikal 1 B		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	3.30	0.79	0.452
Buoyancy Vertikal 2 B		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	2.80	0.79	0.455
Buoyancy Vertikal 3 B		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	3.10	0.79	0.000
Buoyancy Vertikal 4 B		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	2.80	0.79	0.000
Buoyancy Vertikal 1 C		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	-3.30	0.79	0.452
Buoyancy Vertikal 2 C		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	-2.80	0.79	0.455
Buoyancy Vertikal 3 C		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	-3.10	0.79	0.000
Buoyancy Vertikal 4 C		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	-2.80	0.79	0.000
Buoyancy Vertikal 1 D		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	-7.50	0.73	0.418
Buoyancy Vertikal 2 D		1.60	0.50	0.02	0.31	1.80	1.60	-7.30	0.73	0.420
Buoyancy Vertikal 3 D		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	-7.10	0.73	0.000
Buoyancy Vertikal 4 D		1.60	0.23	0.02	0.07	1.90	1.60	-7.00	0.74	0.000
Total					14.42					8.49

Buoyancy Frame										
Nama Bagian	Deg	L (m)	OD (m)	WT (m)	Vol (m ²)	Cm	z	x	<i>u</i>	Fh (kN)
P908 XA	0	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	7.2	0.70	0.000
P908 XA	0	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	7.2	0.70	0.000
P909 XA	0	0.75	0.08	0.01	0.00	1.98	0.08	7.2	0.68	0.000
P906 XA	0	0.75	0.20	0.01	0.02	1.98	1.70	7.2	0.74	0.000
P904 A	0	1.60	0.25	0.01	0.08	1.91	1.60	7.2	0.73	0.000
P908 AB	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	6.7	0.71	0.010
P908 AB'	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	5.7	0.73	0.010
P908 AB''	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	4.6	0.74	0.011
P908 AB'''	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	3.6	0.75	0.011
P909 AB	45	1.50	0.08	0.01	0.01	1.98	0.08	5.1	0.71	0.007
P906 AB	45	1.50	0.20	0.01	0.05	1.98	1.70	5.1	0.77	0.054
P904 B		1.60	0.25	0.01	0.08	1.91	1.60	3	0.79	0.000
P908 BC	90	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	2.3	0.76	0.015
P908 BC'	90	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	0.8	0.77	0.016
P908 BC''	90	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-2.3	0.76	0.015
P908 BC'''	90	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-0.8	0.77	0.016
P909 BC	90	1.50	0.08	0.01	0.01	1.98	0.08	0	0.74	0.010
P906 BC	90	1.50	0.20	0.01	0.05	1.98	1.70	0	0.81	0.079
P904 C		1.60	0.25	0.01	0.08	1.91	1.60	-3	0.79	0.000
P908 CD	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-6.7	0.71	0.010
P908 CD'	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-5.7	0.73	0.010
P908 CD''	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-4.6	0.74	0.011

Nama Bagian	Deg	L (m)	OD (m)	WT (m)	Vol (m ²)	Cm	z	x	ū	Fh (kN)
P908 CD'''	45	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-3.6	0.75	0.011
P909 CD	45	1.50	0.08	0.01	0.01	1.98	0.08	-5.1	0.71	0.007
P906 CD	45	1.50	0.20	0.01	0.05	1.98	1.70	-5.1	0.77	0.054
P904 D		1.60	0.25	0.01	0.08	1.91	1.60	-7.2	0.73	0.000
P908 DX	0	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-7.2	0.70	0.000
P908 DX	0	2.19	0.08	0.01	0.01	1.98	0.80	-7.2	0.70	0.000
P909 DX	0	0.75	0.08	0.01	0.00	1.98	0.08	-7.2	0.68	0.000
P906 DX	0	0.75	0.20	0.01	0.02	1.98	1.70	-7.2	0.74	0.000
Total					0.58					0.36

PERHITUNGAN ENVIRONMENTAL LOAD - TOTAL

No	Gaya (kN)		Arah	Total Fenv Keseluruhan (kN)
1	Angin	0.845	x(+)	51.13
2	Arus	32.593	x(+)	
3	Gelombang-H	17.696	x(+)	

MOORING

MBL tot = 3 x Fenv (kN)	153.40	(Untuk 2 tali)
MBL tiap tali =	76.70	(Untuk 1 tali)

BUOY

Feff = 1.3 x Fenv (kN)	66.47	(Untuk 1 buoy)
------------------------	-------	----------------

ANCHOR

Max Design Load (Hd) = Fenv / 2	25.57	(Untuk 1 Anchor)
---------------------------------	-------	------------------

BIODATA PENULIS



Aulia Pramestya Sulaksono merupakan anak bungsu dari dua bersaudara yang lahir di Malang, 9 Januari 1998. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN 01 Papahan Karanganyar, SMPN 1 Karangayar, dan SMAN 1 Karanganyar. Setelah lulus SMA pada tahun 2016, penulis diterima di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Semasa kuliah, penulis aktif dalam berbagai kegiatan pelatihan, kepanitiaan organisasi, kompetisi, dan kegiatan sosial baik di dalam maupun di luar kampus. Beberapa pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis yaitu, LKMM TD FTK ITS, LKMW HIMATEKLA, dan beberapa pelatihan *software*. Untuk kepanitiaan, penulis berkesempatan menjadi Staff Recycle Art ITS EXPO 2017 dan Koordinator Kesekretariatan OCEANO 2019. Dalam hal organisasi, penulis dipercaya menjadi Kepala Divisi Kompetisi Departemen Inovasi Karya serta Staff Ocean Underwater Robotic Club HIMATEKLA, Pengurus Harian LDJ Bahrul ‘Ilmi, dan Staff Divisi Media UKM ITS Archery. Kompetisi yang pernah diikuti Penulis yaitu MATE Internasional ROV Competition 2019 dan PIMNAS 32. Kegiatan sosial yang pernah Penulis ikuti salah satunya yaitu Beach Clean Up bersama Sea Soldier Surabaya.

Pada tahun 2019 penulis juga berkesempatan melaksanakan kerja praktik di PT ZEE Indonesia di divisi *marine* selama 2 bulan. Pada akhir masa studi penulis melakukan penelitian tugas akhir bertema hidrodinamika dengan judul “Studi Perancangan *Catenary Mooring System* pada Keramba Jaring Apung Ocean Farm ITS (OFITS)”. Semoga apa yang telah Penulis tulis dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak orang. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih telah meluangkan waktunya untuk membaca tugas akhir ini. Apabila ada saran ataupun kritik dapat disampaikan ke Penulis.

Email : auliapramestya@gmail.com