

SURAT - TUGAS

Nomor: 719-D/3125/FT-UNTAR/VIII/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada Saudara:

Ir. Sunarjo Leman, M.T.

Untuk melaksanakan **Pengabdian Kepada Masyarakat** dengan data sebagai berikut :

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Design Structural Review Design Berthing & Mooring Dolphin Meureubo, Aceh
Waktu Pelaksanaan : 05 Januari 2020 – 24 Juli 2020
Mitra : PT. Diagram Triproporsi Engineering Consultant

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.

05 Agustus 2020

Dekan



Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.

Tembusan :

1. Kaprodi. Sarjana Teknik Sipil
2. Kasubag. Personalia
3. Arsip

PROGRAM STUDI :

- Sarjana Arsitektur, Magister Arsitektur, Sarjana Perencanaan Wilayah dan Kota, Magister Perencanaan Wilayah dan Kota
- Sarjana Teknik Sipil, Magister Teknik Sipil, Doktor Teknik Sipil
- Sarjana Teknik Mesin, Sarjana Teknik Industri, Sarjana Teknik Elektro

Jl. Letjen. S. Parman No.1 - Jakarta 11440

P : (021) 5663124 - 5672548 - 5638335

MPWK : (021) 56967322, MTS : (021) 5655801 - 5655802, DTS : (021) 56967015 - 5645907

F : (021) 5663277, MTS : (021) 5655805, MPWK : (021) 5645956

E : ft@untar.ac.id

LAPORAN
PEMERIKSAAN DESIGN STRUKTURAL
PT. DIAGRAM TRIPROPORSI



PT MIFA BERSAUDARA
SURVEY ASSESSMENT & REVIEW DESIGN
BERTHING & MOORING DOLPHIN MEUREUBO, ACEH

Ir. Sunarjo Leman, M.T.
NIDN: 0319106502

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA
2020



PT DIAGRAM TRIPROPORSI Engineering Consultant

Agnesia Building 1st Floor, Jl Pemuda 73B Jakarta 13220

Phone : 021-4701356/57, 021-4892042, 021-4720895

E-mail : project@diagramtripoporsi.com | website : www.diagramtripoporsi.com

No. : 040/DTP/VII/2020

Jakarta, 5 Januari 2020

Kepada Yth,

Bapak Ir. Sunarjo Leman, M.T

di tempat

Perihal : Surat Penugasan Sebagai Senior Engineer

Dengan hormat,

Berdasarkan pembahasan melalui email dan telepon, dengan ini kami menunjuk Ir. Sunarjo Leman, M.T sebagai Senior Engineer yang bertugas memeriksa design structural Review Design Berthing & Mooring Dolphin Meureubo, Aceh. Pemberi Tugas adalah PT MIFA Bersaudara. Waktu pelaksanaan dimulai pada 5 januari 2020 sampai 24 juli 2020.

Demikian kami sampaikan dan terima kasih atas perhatian dan Kerjasama Bapak

HORMAT KAMI,
PT DIAGRAM TRIPROPORSI



Ir. MM Nani Irawati
Direktur

LAPORAN PELAKSANAAN PEMERIKSAAN STRUKTURAL DETAIL PT. DIAGRAM TRIPROPORSI

Berikut kami sampaikan laporan pelaksanaan kegiatan berdasarkan surat permohonan PT. Diagram Triproporsi No. 040/DTP/VII/2020 tanggal 5 Januari 2020, perihal Surat penugasan sebagai senior Engineer untuk memeriksa design structural Review Design Berthing & Mooring Dolphin Meureubo, Aceh. dengan periode 5 Januari 2020 sampai 24 Juli 2020 telah selesai dilaksanakan.

Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat berdasarkan bidang keahlian yang dilakukan dosen sebagai salah satu bentuk pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi. Penugasan dari PT. Diagram Triproporsi adalah bentuk nyata kepercayaan untuk pemanfaatan ilmu dan profesionalisme dosen khususnya program studi Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Karena hal tersebut maka PT. Diagram Triproporsi meminta Ir. Sunarjo Leman, MT. untuk dapat membantu memeriksa dan membimbing junior engineer yang ada dalam melaksanakan analisis dan sekaligus melakukan pemeriksaan pekerjaan design struktural Pekerjaan Detail Engineering tersebut.

Pekerjaan tersebut dua di atas sudah diselesaikan dengan sebaik-baiknya dan sudah dilampirkan cover laporan pekerjaan tersebut dalam laporan ini.

Demikian laporan pelaksanaan kegiatan yang ditugaskan oleh PT. Diagram Triproporsi disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Jakarta, 30 Juni 2020



Ir. Sunarjo Leman, M.T.

PT MIFA BERSAUDARA

SURVEY ASSESSMENT & REVIEW DESIGN BERTHING & MOORING DOLPHIN MEUREUBO, ACEH



LAPORAN PENDAHULUAN

JUNI 2020



DAFTAR ISI

BAB 1.	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Ukuran Kapal.....	1
BAB 2.	DESAIN KRITERIA	5
2.1	Standar dan referensi.....	5
2.2	Properti Material.....	5
2.2.1	Tiang Pancang	5
2.2.2	Bracing Struktur	5
2.2.3	Baja Struktural.....	5
2.3	Data Bathimetri.....	5
2.4	Data Pasang Surut	6
2.5	Data Tanah	7
2.6	Pembebanan	8
2.6.1	Beban Mati (DL)	8
2.6.2	Beban Hidup (LL).....	10
2.6.3	Beban Gempa (Eq)	10
2.6.4	Berthing Energy (Be)	12
2.6.5	Mooring Load (M)	14
2.7	Kombinasi Beban.....	14
BAB 3.	PERMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR	16
3.1	Umum	16
3.1.1	Input penampang struktur	16
3.1.2	Perhitungan Fixity Point.....	17
3.1.3	Hasil Analisa	18
3.2	Breasting Dolphin I (BD1).....	18
3.2.1	Umum	18
3.2.2	Modelisasi	19
3.2.3	Pembebanan	19
3.2.4	Hasil Analisa	21
3.2.5	Kesimpulan.....	24
3.3	Breasting Dolphin II (BD2).....	24
3.3.1	Umum	24
3.3.2	Modelisasi	25

3.3.3	Pembebanan	25
3.3.4	Hasil Analisa	28
3.3.5	Kesimpulan.....	30
3.4	Mooring Dolphin I (MD1).....	30
3.4.1	Umum	30
3.4.2	Modelisasi	31
3.4.3	Pembebanan	31
3.4.4	Hasil Analisa	34
3.4.5	Kesimpulan.....	37
3.5	Mooring Dolphin II (MD2).....	37
3.5.1	Umum	37
3.5.2	Modelisasi	38
3.5.3	Pembebanan	39
3.5.4	Hasil Analisa	42
3.5.5	Kesimpulan.....	45
BAB 4.	PERMODELAN DAN ANALISA GELOMBANG.....	46
4.1	Kondisi Angin.....	46
4.2	Kondisi Gelombang	48
4.3	Pemodelan Gelombang.....	48
4.3.1	Peramalan Gelombang Perairan Dalam (<i>Hindcasting</i>)	48
4.3.2	Analisis Transformasi Gelombang (Refraksi dan Difraksi)	50
BAB 5.	KESIMPULAN	53
5.1	Kesimpulan Pemodelan Struktur	53
5.2	Kesimpulan Pemodelan Gelombang.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Layout Eksisting dan Struktur yang Dianalisa.....	1
Gambar 1.2 Plot Tongkang 10000 DWT dengan Layout Eksisting	2
Gambar 2.1 Peta Bathimetri (sumber: Laporan Survey PEKERJAAN RE CHECK BATHYMETRI MEULABOH –N A D, BAMA)	6
Gambar 2.2 Kondisi Pasang Surut (sumber: Laporan Survey PEKERJAAN RE CHECK BATHYMETRI MEULABOH –N A D, BAMA)	7
Gambar 2.3 Layout Boring Borehole.....	7
Gambar 2.4 30 T Double Drum Electric Winch (sumber: Gambar 30T Double Drum Winch Electric Drum EXP DDJ 300-00)	9
Gambar 2.5 30 T Single Drum Electric Winch (sumber: Gambar 30T Single Drum Winch Electric Drum EXP DDJ 300-00)	9
Gambar 2.6 Fairlead.....	10
Gambar 2.7 Peta Percepatan Spektrum Respons 0.2 Detik.....	10
Gambar 2.8 Peta Percepatan Spektrum Respons 1.0 Detik.....	11
Gambar 2.9 Kurva Respon Spektrum Lokasi Meureubo, Aceh	12
Gambar 2.10 Respon Spektrum Struktur pada program struktur	12
Gambar 2.11 Fender Eksisting yang Dipergunakan dalam Struktur	13
Gambar 2.12 Kurva Performa Fender Pneumatic \varnothing 2500 \times 5500 (sumber: Katalog Pneumatic Fender Trelleborg)	13
Gambar 2.13 Bollard Tee 150 Ton yang Dipergunakan di Mooring Dolphin	14
Gambar 3.1 Modelisasi Elemen Struktur Dolphin: (a) Tiang Pancang ; (b) Bracing Tiang; (c) Balok Baja WF.....	16
Gambar 3.2 Modelisasi Elemen Pelat Baja 20 mm	17
Gambar 3.3 Breasting Dolphin I Dermaga MIFA	18
Gambar 3.4 Model 3D Breasting Dolphin I	19
Gambar 3.5 Berat Fender BD1 (unit: ton;m)	19
Gambar 3.6 Beban Hidup Terbagi Rata BD1 (unit: ton;m)	20
Gambar 3.7 Aplikasi Beban Berthing pada BD I (unit: ton;m)	20
Gambar 3.8 Hasil Analisa Rasio PMM struktur BD 1.....	22
Gambar 3.9 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 BD1 (0.762).....	23
Gambar 3.10 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 609/16 BD1 (0.462).....	23
Gambar 3.11 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 \times 300 BD1 (0.170)	24
Gambar 3.12 Breasting Dolphin II Dermaga MIFA.....	24
Gambar 3.13 Model 3D Breasting Dolphin II	25
Gambar 3.14 Beban peralatan pada BD2 (unit: ton;m): (a) Fairlead BD2 (b) Berat Fender (c) Berat Bollard; (d) Berat Single Winch	26
Gambar 3.15 Beban Hidup Terbagi Rata BD2 (unit: ton;m)	26
Gambar 3.16 Aplikasi Beban Berthing pada Breasting Dolphin II (unit: ton;m)	27
Gambar 3.17 Hasil Analisa Rasio Tiang	28
Gambar 3.18 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 BD2 (0.784).....	29
Gambar 3.19 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 609/16 BD2 (0.395).....	29
Gambar 3.20 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 \times 300 BD2 (0.176)	30
Gambar 3.21 Tampak Samping dan Depan Mooring Dolphin I Dermaga MIFA	30
Gambar 3.22 Posisi Tali Mooring Dolphin I.....	31
Gambar 3.23 Model 3D Mooring Dolphin I	31

Gambar 3.24 Berat Bollard (unit: ton;m).....	32
Gambar 3.25 Berat Fairlead (unit: ton;m)	32
Gambar 3.26 Berat Double Winch (unit: ton;m).....	32
Gambar 3.27 Beban Hidup Terbagi Rata (unit: ton;m)	33
Gambar 3.28 Aplikasi Beban Mooring pada Mooring Dolphin I (unit: ton;m).....	33
Gambar 3.29 Hasil Analisa Rasio Tiang	34
Gambar 3.30 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 MD1 (1.001).....	35
Gambar 3.31 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia 609/16 MD1 (0.817).....	35
Gambar 3.32 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 × 300 MD1 (0.398)	36
Gambar 3.33 Peningkatan Rasio PMM tiang pada struktur dolphin MD1	37
Gambar 3.34 Tampak Atas Mooring Dolphin II Dermaga MIFA	37
Gambar 3.35 Tampak Samping dan Depan Mooring Dolphin II Dermaga MIFA	38
Gambar 3.36 Posisi Tali Mooring Dolphin II.....	38
Gambar 3.37 Model 3D Mooring Dolphin II	39
Gambar 3.38 Berat Bollard MD2 (unit: ton;m)	39
Gambar 3.39 Berat Fairlead MD2(unit: ton;m).....	40
Gambar 3.40 Berat Double Winch MD2 (unit: ton;m).....	40
Gambar 3.41 Beban Hidup Terbagi Rata MD2 (unit: ton;m)	40
Gambar 3.42 Aplikasi Beban Mooring pada Mooring Dolphin II (unit: ton;m).....	41
Gambar 3.43 Hasil Analisa Rasio Tiang	42
Gambar 3.44 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16	43
Gambar 3.45 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 609/16.....	43
Gambar 3.46 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 × 300	44
Gambar 3.47 Hasil Analisa Rasio Tiang	45
Gambar 4.1 Windrose Tahun 2015-2019 (Sumber : Analisa Konsultan)	46
Gambar 4.2 Windrose per Tahun (2015-2019) (Sumber : Analisa Konsultan)	47
Gambar 4.3 Waverose Tahun 2015-2019 (sumber: analisa konsultan)	49
Gambar 4.4 Waverose per Tahun (2015-2019) (sumber: analisa konsultan).....	50
Gambar 4.5 Transformasi Gelombang Arah Selatan (Hs = 5.37 m)	51
Gambar 4.6 Transformasi Gelombang Arah Barat Daya (Hs = 5.05 m)	51
Gambar 4.7 Transformasi Gelombang Arah Barat (Hs = 5.01 m)	52
Gambar 4.8 Transformasi Gelombang Arah Barat Laut (Hs = 3.96 m)	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Ukuran Kapal Tongkang 10000 DWT.....	2
Tabel 2.1 Daftar Properti Material Struktur (sumber: gambar BAMA-BLCS -05-BD-004)	5
Tabel 2.2 Koordinat Titik Boring	8
Tabel 2.3 Ringkasan Kondisi Tanah Titik Boring BH-01.....	8
Tabel 2.4 Ringkasan Kondisi Tanah Titik Boring BH-02.....	8
Tabel 2.5 Parameter-Parameter Pembebanan Gempa	11
Tabel 2.6 Perhitungan Energi Berthing Tongkang 10000 DWT.....	12
Tabel 2.7 Correlation between GT and Mooring Load (OCDI 2009).....	14
Tabel 3.1 Perhitungan Fixity Point BD 1, BD2, MD1	17
Tabel 3.2 Perhitungan Fixity Point MD 2	18
Tabel 3.3 Sumber Massa Gempa Struktur BD1.....	21
Tabel 3.4 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) BD1	21
Tabel 3.5 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur BD1	21
Tabel 3.6 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur BD1.....	22
Tabel 3.7 Sumber Massa Gempa Struktur BD2.....	27
Tabel 3.8 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) BD2	27
Tabel 3.9 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur BD2	27
Tabel 3.10 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur	28
Tabel 3.11 Sumber Massa Gempa Struktur MD1	33
Tabel 3.12 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) MD1.....	33
Tabel 3.13 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur MD1	34
Tabel 3.14 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur	34
Tabel 3.15 Sumber Massa Gempa Struktur MD2	41
Tabel 3.16 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) MD2.....	41
Tabel 3.17 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur MD2	41
Tabel 3.18 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur MD2.....	42
Tabel 3.19 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur	45
Tabel 4.1 Arah dan Tinggi Gelombang Perairan Dalam di Meulaboh (2015-2019) (sumber : analisa konsultan).....	48
Tabel 5.1 Kesimpulan analisa struktur dermaga MIFA	53

BAB 1. PENDAHULUAN

Laporan ini bertujuan untuk memberikan informasi awal mengenai analisa awal struktur dari Dermaga MIFA Bersaudara berdasarkan data-data awal yang telah dibahas dalam laporan desain kriteria sebelumnya.

Hasil dari laporan ini akan dilengkapi begitu adanya data-data yang lebih lengkap setelah dilakukan hasil survey / analisa gelombang yang lebih detail.

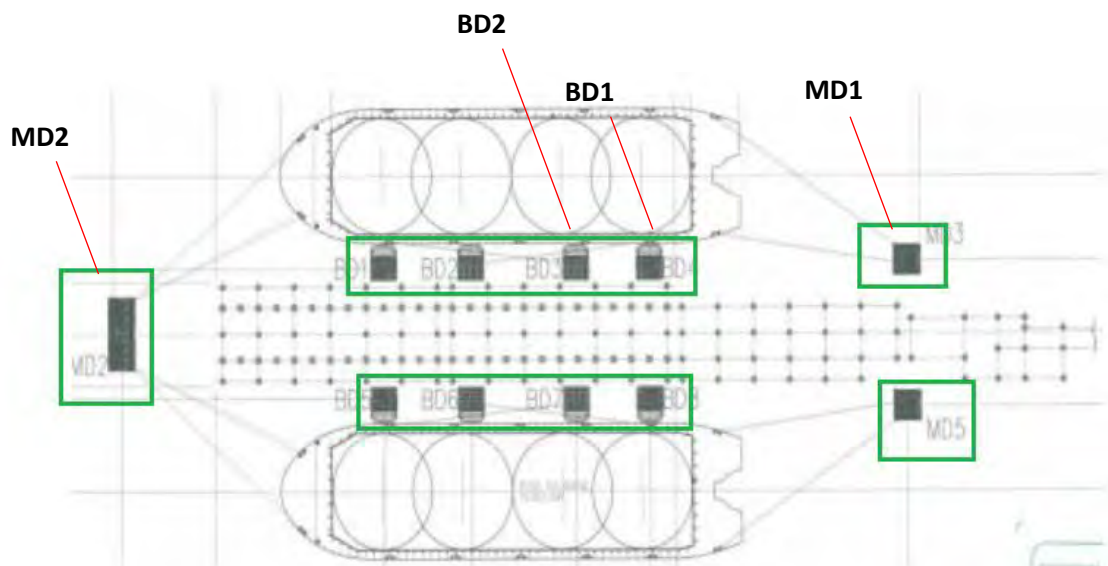
1.1 Latar Belakang

PT. MIFA berencana untuk meningkatkan kapasitas produksi batu bara dengan cara mengakomodir kapasitas kapal yang lebih besar, yaitu dengan kapal tongkang 10000 DWT.

PT. Diagram Triproporsi (DTP) melakukan *review design* terhadap dermaga eksisting dengan data-data yang telah disediakan, sebagai informasi awal mengenai kondisi struktur saat ini untuk kemudian dapat dilengkapi dengan data hasil survey lapangan yang akan dilakukan nantinya.

Review Design akan dilakukan pada struktur Mooring Dolphin dan Breasting Dolphin. Secara total terdapat beberapa variasi tipe Dolphin :

- Breasting Dolphin 1 (BD1)
- Breasting Dolphin 2 (BD2)
- Mooring Dolphin 1 (MD1)
- Mooring Dolphin 2 (MD2)

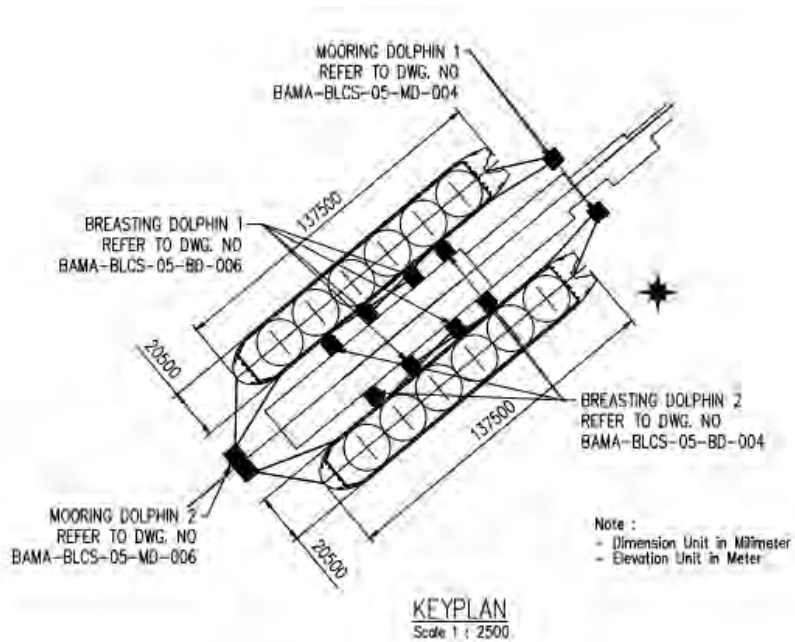
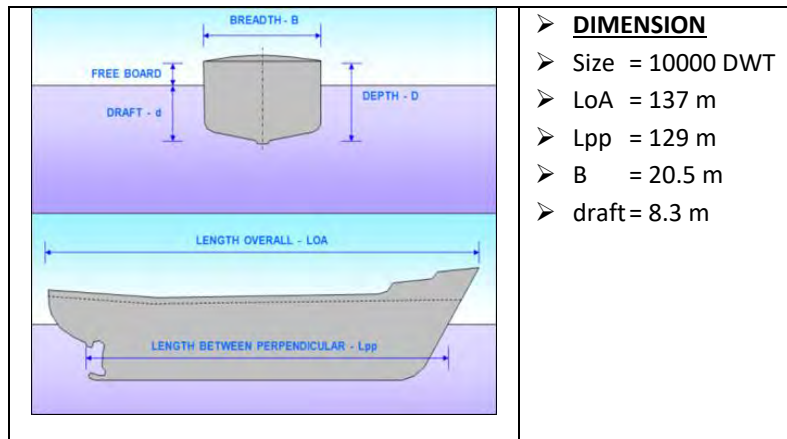


Gambar 1.1 Layout Eksisting dan Struktur yang Dianalisa

1.2 Ukuran Kapal

Karena informasi data kapal dari PT. MIFA tidak tersedia, maka data kapal dipergunakan berdasarkan data dari standar PIANC, seperti yang tertuang dalam Tabel 1.1 berikut :

Tabel 1.1 Ukuran Kapal Tongkang 10000 DWT



Gambar 1.2 Plot Tongkang 10000 DWT dengan Layout Eksisting

BAB 2. DESAIN KRITERIA

2.1 Standar dan referensi

Standard peraturan yang digunakan dalam pekerjaan analisa struktur ini antara lain:

- Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 03-28470-2013.
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. SNI 03-1726-2012.
- Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. SNI 1729-2015.
- UFC 4-152-01. Unified Facilities Criteria (UFC) Design: Piers and Wharves.
- Katalog Aksesoris Dermaga (Bollard, Fender).
- PIANC. Guidelines for The Design of Fender Systems, 2002 dan 2014.
- OCDI. Technical Standard and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan, 2002 dan 2009.

2.2 Properti Material

2.2.1 Tiang Pancang

Tiang pancang yang dipergunakan pada struktur eksisting adalah tiang pancang baja dengan standard ASTM A252 Grade 2 (fy 240 MPa) diameter 800 dan tebal 16 mm.

Menurut informasi yang didapatkan dari PT. MIFA, jetty selesai dibangun pada tahun 2014. Kemudian pada tahun 2017, dilakukan pemasangan *Cathodic Protection*. Dengan demikian, memperhitungkan laju korosi sebesar 0,1 mm/tahun selama 3 tahun (2014-2017), tebal tiang yang akan digunakan dalam analisa adalah $16 - 0,1 \times 3 = 15,7$ mm.

2.2.2 Bracing Struktur

Bracing yang dipergunakan untuk struktur adalah tiang pancang baja ASTM A252 grade 2 dengan diameter 600 tebal 16 mm.

Sama halnya dengan tiang pancang, dengan memperhitungkan laju korosi selama 3 tahun (2014-2017), tebal tiang yang akan digunakan dalam pemodelan adalah 15,7 mm.

2.2.3 Baja Struktural

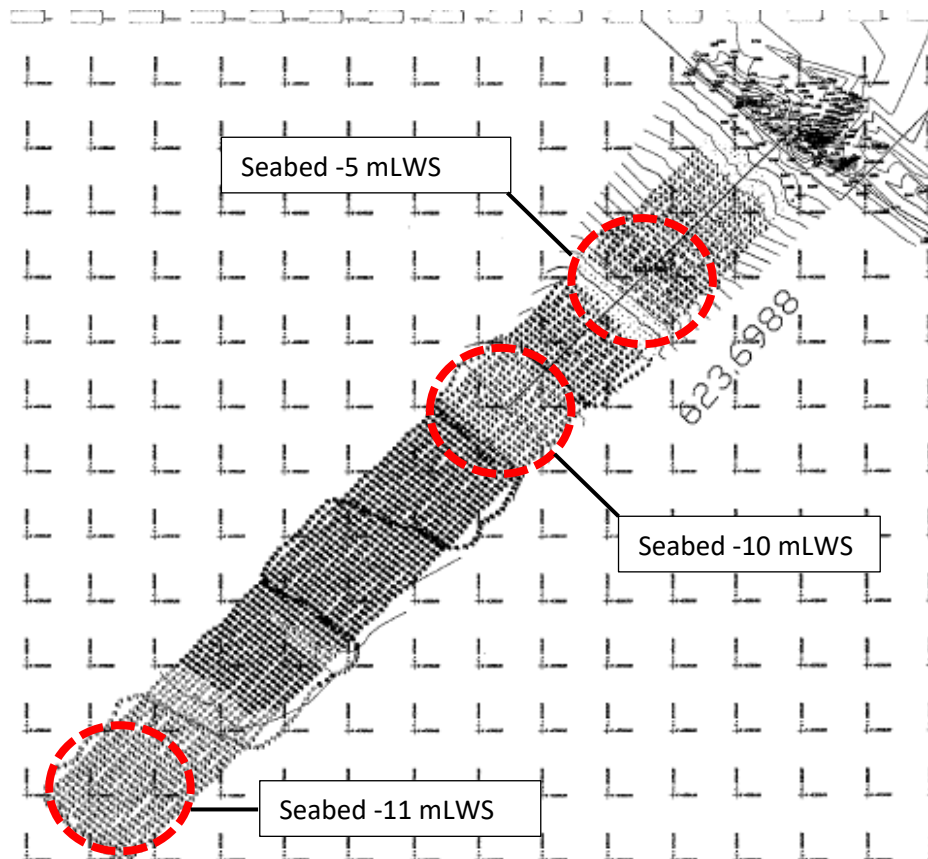
Baja struktural pelat mempergunakan mutu baja A36 (240 MPa), sementara untuk baja WF mempergunakan standar ASTM A252 grade 2 (fy 240 MPa).

Tabel 2.1 Daftar Properti Material Struktur (sumber: gambar BAMA-BLCS -05-BD-004)

NO	MATERIAL	t (mm)	SPEC.	NO	PILE	D PILE		GRADE
						OD (mm)	ID (mm)	
1	PLATE	12	ASTM A36	1.	P1	600	568	ASTM A252 GRADE 3
2	PLATE	20	ASTM A36	2.	P2	800	768	ASTM A252 GRADE 3
				3.	WF 588x300x10x16			ASTM A252 GRADE 2

2.3 Data Bathimetri

Berdasarkan laporan survey PEKERJAAN RE-CHECK BATHYMETRI MEULABOH –N A D, yang telah dilakukan oleh PT. BAMA, kedalaman laut – 5 mLWS berada pada jarak 270 m dari pantai. Sementara untuk kedalaman -10 mLWS, berjarak 690 m.



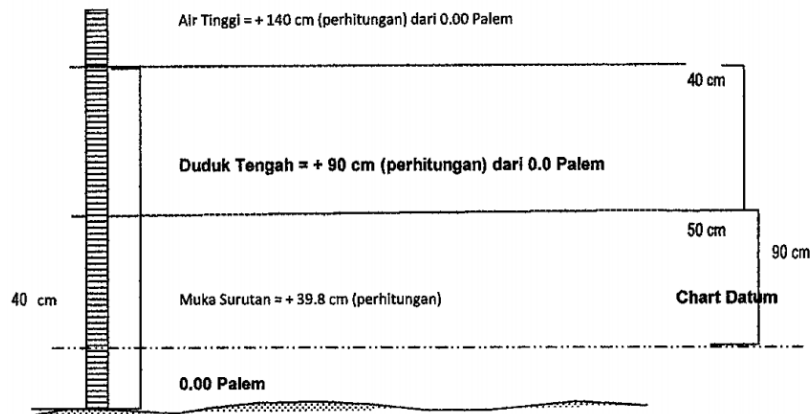
Gambar 2.1 Peta Bathimetri

(sumber: Laporan Survey PEKERJAAN RE CHECK BATHYMETRI MEULABOH –N A D, BAMA)

2.4 Data Pasang Surut

Data pasang diperoleh dari laporan survey PEKERJAAN RE CHECK BATHYMETRI MEULABOH –N A D, yang telah dilakukan oleh PT. BAMA, dari hasil survey, diketahui bahwa kondisi pasang pada area proyek termasuk Pasang Harian Ganda (semi-Diurnal), dengan kesimpulan sebagai berikut:

- LWS : 0.4 cm
- MSL : 90 cm
- HWS : 120 cm
- Tidal range : 60 cm



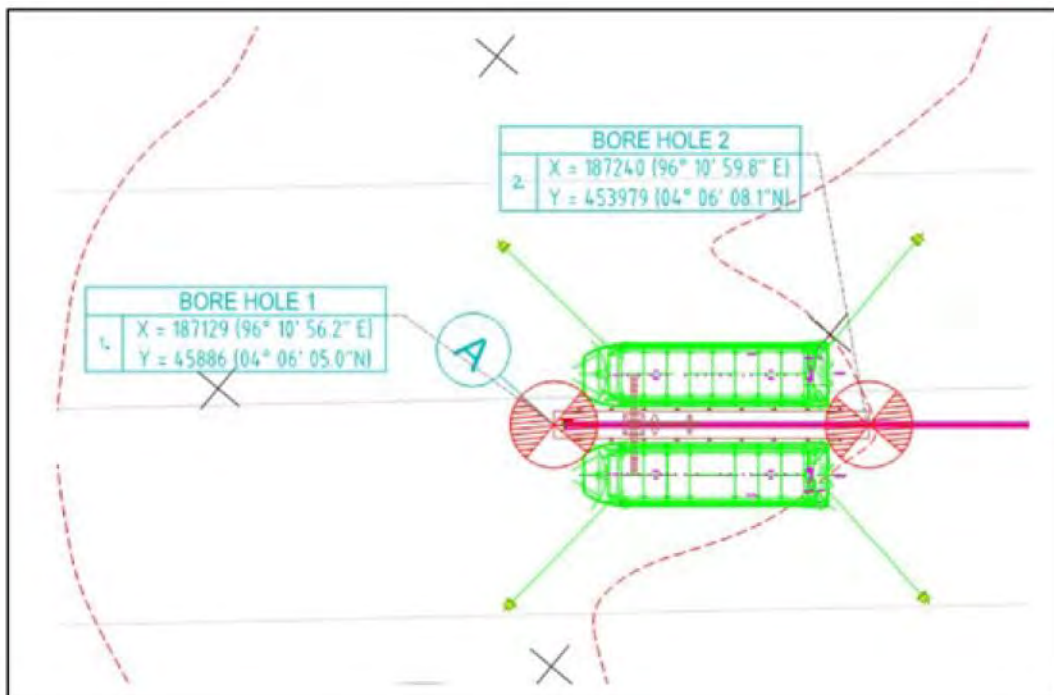
Gambar 2.2 Kondisi Pasang Surut

(sumber: Laporan Survey PEKERJAAN RE CHECK BATHYMETRI MEULABOH –N A D, BAMA)

2.5 Data Tanah

Data tanah yang dipergunakan sebagai referensi dalam laporan ini mempergunakan hasil laporan soil yang diberikan dari PT.MIFA, Offshore Geotechnical Final Report 2012, yang dilakukan oleh PT. Media Djaya Bersama.

Hanya terdapat 2 data boring yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Layout Boring Borehole

(sumber: MDB Offshore Geotech Report, 2012)

Tabel 2.2 Koordinat Titik Boring

Table 2 Coordinates of Sampling location

No	ID	Easting	Northing	Elevation (LWS)
OFFSHORE SOIL BORING				
1	BH-01	96° 10' 56.2"	04° 06' 05.0"	9.2 m
2	BH-02	96° 10' 59.8"	04° 06' 08.1"	8.8 m
3	BH-03	96° 11' 09.7"	04° 06' 16.4"	6.0 m

Tabel 2.3 Ringkasan Kondisi Tanah Titik Boring BH-01

Table 3 Summary of major strata encountered at BH-01

Location : BH-01				
Coordinates : E. 96° 10' 56.2"			Elevation : LWS+ 9.2m	
N. 04° 06' 05.0"				
Depth Below Seabed (m)		Thickness (m)	Description	Remark
From	To			
0.00	3.00	3	Very Soft SANDY CLAY	LAYER 1
3.00	6.45	3.45	Very Soft SILTY CLAY with Few Sands	LAYER 2
6.45	13.20	6.75	Stiff SILTY CLAY with Few Sands	LAYER 3
13.20	19.00	5.80	Medium Stiff SILTY CLAY with Few Sands	LAYER 4
19.00	23.50	4.50	Medium Dense SAND with Trace Clay	LAYER 5
23.50	29.20	5.70	Hard COAL	LAYER 6

Tabel 2.4 Ringkasan Kondisi Tanah Titik Boring BH-02

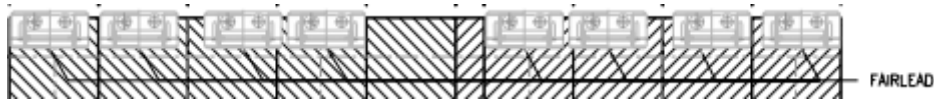
Table 4 Summary of major strata encountered at BH-02

Location : BH-02				
Coordinates : E. 96° 10' 59.8"			Elevation : LWS+ 8.8m	
N. 04° 06' 08.1"				
Depth Below Seabed (m)		Thickness (m)	Description	Remark
From	To			
0.00	4.00	4	Very Soft SANDY CLAY	LAYER 1
4.00	9.50	5.50	Very Soft SILTY CLAY with Few Sands	LAYER 2
9.50	11.00	1.50	Stiff SILTY CLAY with Few Sands	LAYER 3
11.00	15.70	4.70	Medium Stiff SILTY CLAY with Few Sands	LAYER 4
15.70	16.15	0.45	Very Stiff SILTY CLAY	LAYER 5
16.15	19.50	3.35	Stiff SANDY CLAY	LAYER 6
19.50	27.50	8	Medium Dense SAND with Trace Clay	LAYER 7
27.50	28.37	0.87	Hard COAL	LAYER 8

2.6 Pembebanan

2.6.1 Beban Mati (DL)

Beban mati terdiri dari material struktur dan berat dari peralatan yang akan ada di atasnya.



Gambar 2.6 Fairlead

Beban ini akan dijadikan sebagai joint load yang diaplikasikan sesuai dengan posisi equipment tersebut pada struktur.

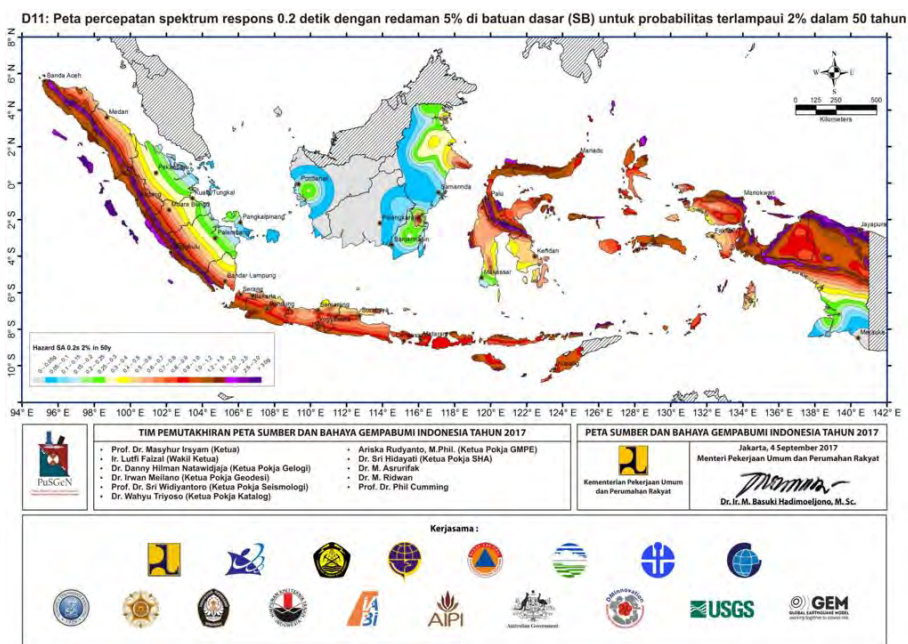
2.6.2 Beban Hidup (LL)

Struktur yang akan dianalisa pada pekerjaan ini adalah struktur breasting dolphin dan mooring dolphin, diasumsikan pada ke 2 struktur ini, hanya akan ada beban dari pekerja yang akan melakukan kegiatan operasional, sehingga diambil beban hidup sebesar 500 kg/m².

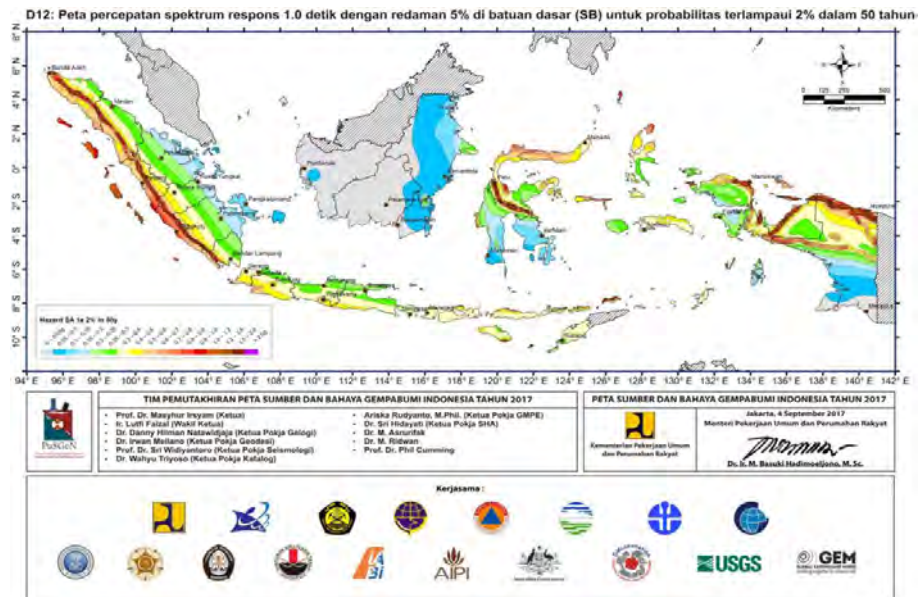
2.6.3 Beban Gempa (Eq)

Perhitungan beban gempa pada struktur berdasarkan pada SNI 03-1726-2012. Beban gempa tersebut akan tergantung pada lokasi struktur yang terkait dengan percepatan gempa pada batuan dasar dan klasifikasi situsnya, dari data tanah yang diberikan pada boring log BH-01 dan BH-02 dari sub-bab 2.5, maka kondisi tanah dikategorikan sebagai kondisi tanah lunak.

Pengambilan percepatan batuan dasar dalam perencanaan ini mengacu peta zonasi gempa tahun 2017 seperti yang ditunjukkan pada dan Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.7 Peta Percepatan Spektrum Respons 0.2 Detik



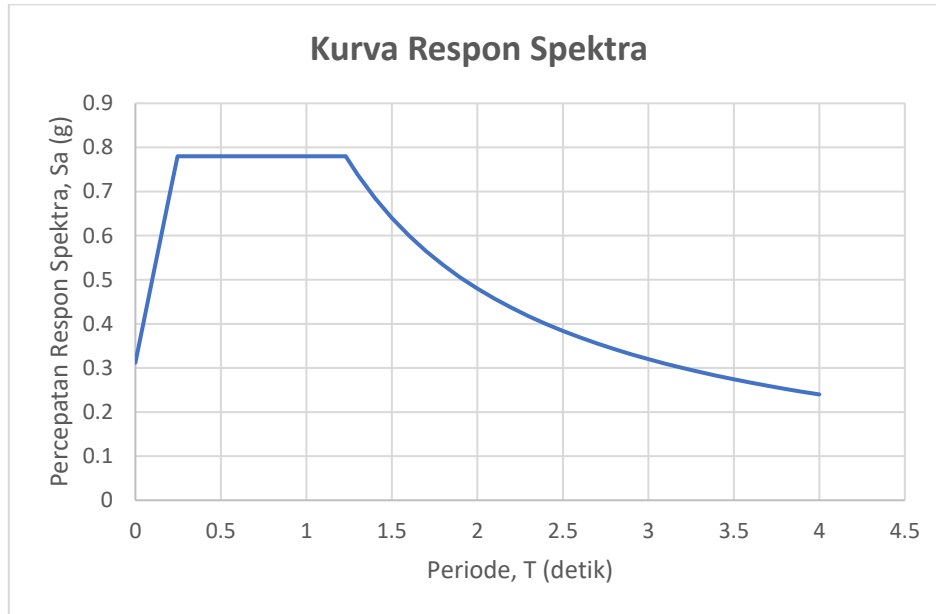
Gambar 2.8 Peta Percepatan Spektrum Respons 1.0 Detik

Berdasarkan gambar di atas, nilai percepatan gempa di batuan dasar pada periode pendek dan pada periode 1 detik untuk lokasi Meureubo, Aceh, secara berurutan adalah 1.30 detik dan 0.60 detik.

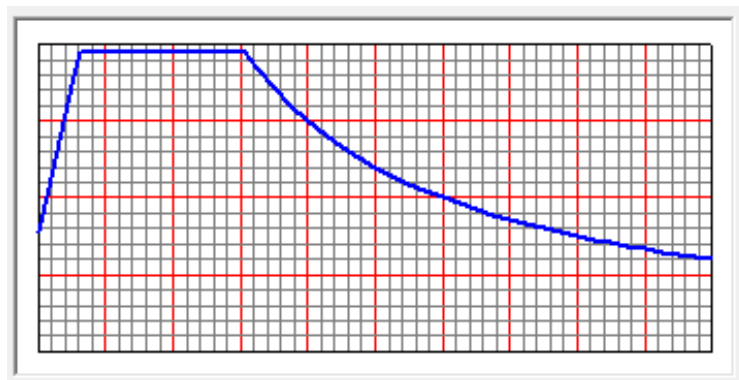
Dari nilai percepatan di batuan dasar tersebut maka akan didapatkan kurva respon spektrum berdasarkan parameter-parameter pembebanan gempa sebagai berikut :

Tabel 2.5 Parameter-Parameter Pembebanan Gempa

Parameter	Nilai
Jenis Tanah	Tanah Lunak (SE)
Percepatan gempa di batuan dasar pada periode $T = 0,2$ det (S_s)	1.3
Percepatan gempa di batuan dasar pada periode $T = 1,0$ det (S_1)	0.6
Koefisien Situs (F_a)	0.9
Koefisien Situs (F_v)	2.4
Respon spektra percepatan pada periode pendek $T = 0,2$ det (S_{Ms})	1.17
Respon spektra percepatan pada periode $T = 1,0$ det (S_{M1})	1.44
Percepatan spektrum desain pada periode $T = 0,2$ det (S_{Ds})	0.78
Percepatan spektrum desain pada periode $T = 1,0$ det (S_{D1})	0.96
Faktor Keutamaan Struktur (I)	1
Koefisien Modifikasi Respon (R)	3



Gambar 2.9 Kurva Respon Spektrum Lokasi Meureubo, Aceh



Gambar 2.10 Respon Spektrum Struktur pada program struktur

2.6.4 Berthing Energy (Be)

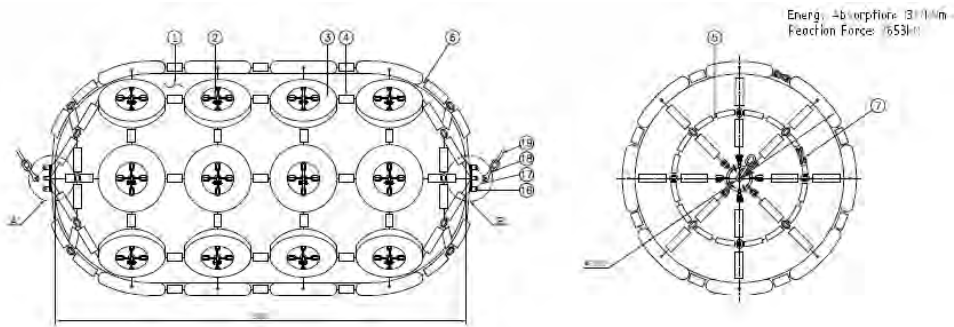
Ketika kapal akan bersandar, bagian badan kapal akan menabrak bagian struktur dermaga yaitu fender. Perhitungan energi tabrak kapal serta pemilihan fender dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut :

Tabel 2.6 Perhitungan Energi Berthing Tongkang 10000 DWT

BERTHING ENERGY CALCULATION (PIANC & OCDI 2002)		$E = \frac{M \times V^2}{2} \times C_M \times C_E \times C_C \times C_S \times A_B$	
Project	Berthing Energy estimate		
Location			
Vessel Type	Container ships		
Wave Condition	Open-Sea		
Ship Properties		Coefficient	
DWT	10000 tons	Contact Point	1/4 (for Wharf, Jetty)
Loa (Length Overall)	137 m	Cb (Block Coefficient)	0.960081767
Lpp (Length Perpendicular)	129 m	Ce (Eccentricity Coefficient)	0.548123778
B (Breadth)	20.5 m	Cm (Mass Coefficient)	1.662087916
D (Depth)	m	Cs (Softness Coefficient)	1
d (draft)	8.3 m	Cc (Berth Coefficient)	1
v (velocity)	0.15 m/sec	Ab (Abnormal Berth Coef.)	1.25
Berthing Energy (E)		28.23727905	ton-m

Dari hasil perhitungan, energi berthing kapal untuk 10000 DWT diperkirakan sebesar 28.24 ton.m (\pm 282.4 kN.m).

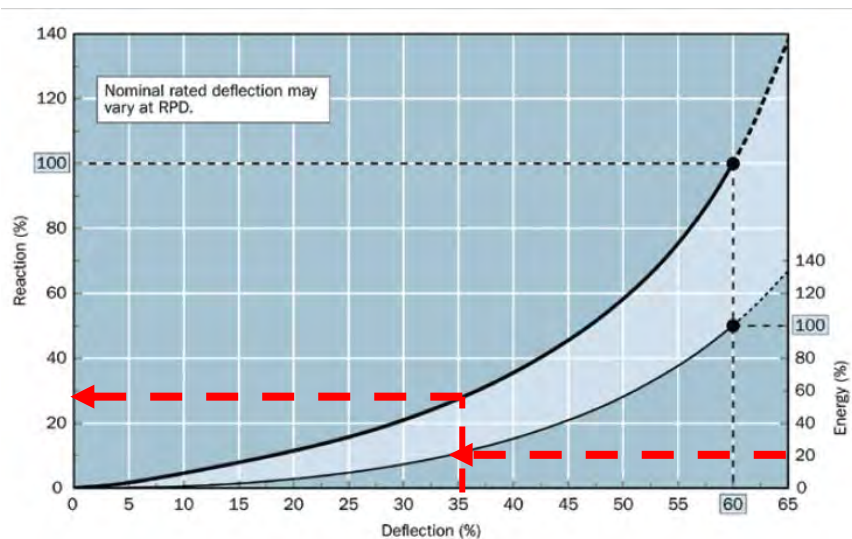
Dari data yang diperoleh dari PT. MIFA, fender yang dipergunakan di lokasi saat ini adalah Pneumatic Fender \varnothing 2500 \times 5500, dengan energi absorpsi 1317 kN.m, dan reaksi fender 2653 kN. Karena EA desain < EA fender yang tersedia, maka fender yang dipakai sudah mampu untuk mengakomodir tongkang 10000 DWT.



Gambar 2.11 Fender Eksisting yang Dipergunakan dalam Struktur

Dalam analisa desain, beban tumbukan kapal yang diaplikasikan pada struktur berthing dolphin tidak sepenuhnya diaplikasikan 100% pada struktur namun disesuaikan dengan berthing energy dari kapal yang akan bertambat.

Dari perhitungan berthing energy untuk kapal tongkang 10000 DWT seperti yang terlihat pada Tabel 2.6, maka reaksi fender disesuaikan sebagai berikut:



Gambar 2.12 Kurva Performa Fender Pneumatic \varnothing 2500 \times 5500
(sumber: Katalog Pneumatic Fender Trelleborg)

Berdasarkan grafik performa fender, berthing energy kapal tongkang 10000 DWT hanya 21.44% dari berthing energy yang mampu diakomodir fender, ($282.4 \text{ kN.m} / 1317 \text{ kN.m} = 21.44\%$), dimana berarti kapal tongkang 10000 DWT hanya akan menyebabkan 35% defleksi pada fender, dengan reaksi fender yang terjadi sebesar 28% dari reaksi fender pada katalog, yaitu: $0.28 \times 2653 \text{ kN} = 742.84 \text{ kN}$.

2.6.5 Mooring Load (M)

Besarnya gaya mooring pada struktur didasarkan pada standar OCDI, dimana korelasinya didasarkan pada *gross tonnage* (GT) kapal. Pendekatan nilai GT pada kapal tongkang diambil berdasarkan rumus $0.529 \times DWT$, sehingga :

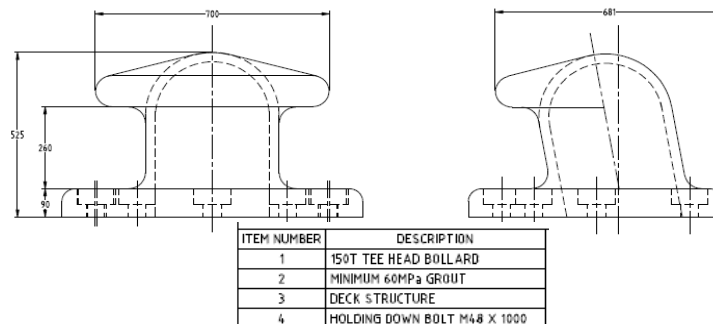
$$10000 \text{ DWT} \rightarrow 10000 \times 0.529 = 5290 \text{ GT}$$

Berdasarkan Tabel 2.7, maka untuk kapal 10000 DWT (atau setara dengan 5290 GT), diperlukan bollard dengan kapasitas 500 kN (± 50 ton).

Tabel 2.7 Correlation between GT and Mooring Load (OCDI 2009)

Gross Tonnage (GT) of Vessel (Tons)	Tractive Force Acting on a Mooring Post (kN)	Tractive Force Acting on a Bollard (kN)
200 < GT ≤ 500	150	150
500 < GT ≤ 1000	250	250
1000 < GT ≤ 2000	350	250
2000 < GT ≤ 3000	350	350
3000 < GT ≤ 5000	500	350
5000 < GT ≤ 10000	700	500
10000 < GT ≤ 20000	1000	700
20000 < GT ≤ 50000	1500	1000
50000 < GT ≤ 100000	2000	1000

Dari data yang diperoleh dari PT. MIFA, Bollard yang dipergunakan di lokasi saat ini adalah tipe tee dengan kapasitas 150 ton, maka dengan demikian bollard yang dipakai sudah mampu untuk mengakomodir tongkang 10000 DWT.



Gambar 2.13 Bollard Tee 150 Ton yang Dipergunakan di Mooring Dolphin

Dalam analisa desain, beban mooring yang diaplikasikan pada struktur mooring dolphin disesuaikan dengan kapasitas dari kapal tongkang 10000 DWT yaitu **50 tonf**, dengan asumsi bahwa kapal hanya membawa tali tambat yang sesuai dengan kapasitas kapalnya.

2.7 Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan struktur dermaga yang akan digunakan dalam pekerjaan perencanaan dan desain mengacu pada referensi UFC 4-152-01 dapat dilihat ini:

- Comb1 = 1.4 DL + 1.4 SDL
- Comb 2 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL
- Comb 3 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.2 C

- Comb 4 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL + 1.2 C
- Comb 5 = (1.0 + K) (DL + SDL) + 0.1 L ± 1.3 EQ
- Comb 6 = (1.0 - K) (DL + SDL) + 0.1 L ± 1.3 EQ
- Comb B1 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL + 1.2 C + 1.0 Be
- Comb B2 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.0 LL + 1.2 C + 1.0 Be
- Comb M1 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL + 1.2 C + 1.2 M
- Comb M2 = 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.0 LL + 1.2 C + 1.2 M
- Comb M3 = 0.9 DL + 0.9 SDL + 0.9 C + 1.2 M

BAB 3. PERMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR

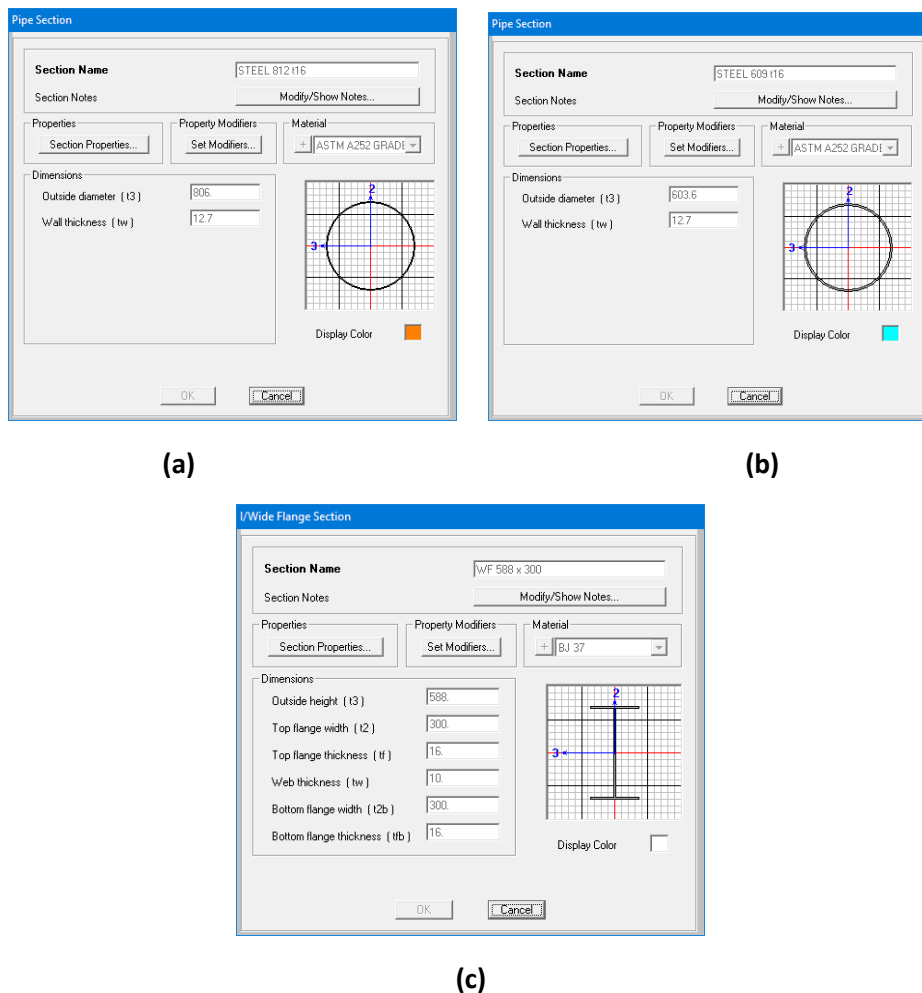
3.1 Umum

Permodelan dan analisa struktur dolphin dari PT.MIFA akan mempergunakan bantuan program analisa struktur secara 3 dimensi. Elemen balok dan tiang pancang dimodelkan dengan elemen garis, sementara untuk pelat lantai dimodelkan dengan elemen *membrane*.

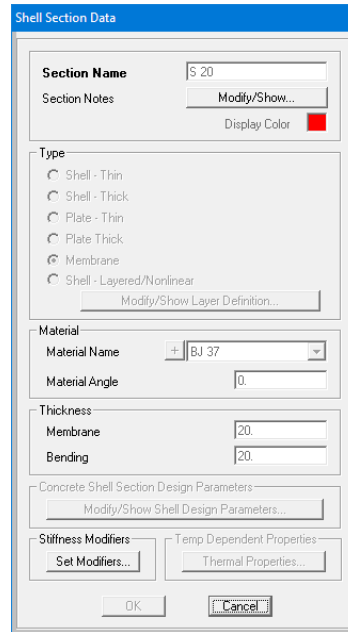
3.1.1 Input penampang struktur

Struktur dolphin pada dermaga MIFA terdiri atas komponen-komponen berikut:

- Tiang pancang : SPP \varnothing 813 – 16 mm
- Bracing tiang : SPP \varnothing 609 – 16 mm
- Balok baja : WF 588 x 300
- Pelat baja 20 mm



Gambar 3.1 Modelisasi Elemen Struktur Dolphin:
(a) Tiang Pancang ; (b) Bracing Tiang ; (c) Balok Baja WF



Gambar 3.2 Modelisasi Elemen Pelat Baja 20 mm

3.1.2 Perhitungan Fixity Point

Perhitungan Fixity point struktur didasarkan pada 2 data borlog yang ada, yaitu:

- BH1 = Mooring dolphin 2 (MD 2)
- BH2 = Breasting dolphin 1 (BD1), Breasting Dolphin 2 (BD2), dan Mooring Dolphin 1 (MD1).

Berikut adalah hasil perhitungan fixity point untuk masing-masing struktur

Tabel 3.1 Perhitungan Fixity Point BD 1, BD2, MD1

Diameter	=	81.2	cm	=	0.812	m
Tebal	=	1.57	cm	=	0.0157	m
E	=	200000	n/mm2	=	2000000	kg/cm2
N-SPT				=	12	
Elevasi				=	9	m
Inertia				=	311428.5867	cm4
Kh				=	1.8	
Beta				=	0.0028	
1/beta	=	361.3307994	cm	=	3.6133	m
Elevasi dari seabed ke top structure				=	14.2	m
Virtual Ground				=	9	m
Fixity Point (Panjang Total Tiang)				=	26.8133	m

Maka, panjang total tiang yang digunakan dalam permodelan struktur BD1, BD2, dan MD1 adalah 27 m.

Tabel 3.2 Perhitungan Fixity Point MD 2

Diameter	=	81.2	cm	=	0.812	m
tebal	=	1.57	cm	=	0.0157	m
E	=	200000	n/mm2	=	2000000	kg/cm2
N-SPT				=	12	
Elevasi				=	9	m
Inertia				=	311428.5867	cm4
Kh				=	1.8	
Beta				=	0.0028	
1/beta	=	361.3307994	cm	=	3.6133	m
Elevasi dari seabed ke top structure				=	15.0160	m
Virtual Ground				=	9	m
Fixity Point (Panjang Total Tiang)				=	27.6293	m

Maka, panjang total tiang yang digunakan untuk modelisasi struktur MD2 adalah 28 m.

3.1.3 Hasil Analisa

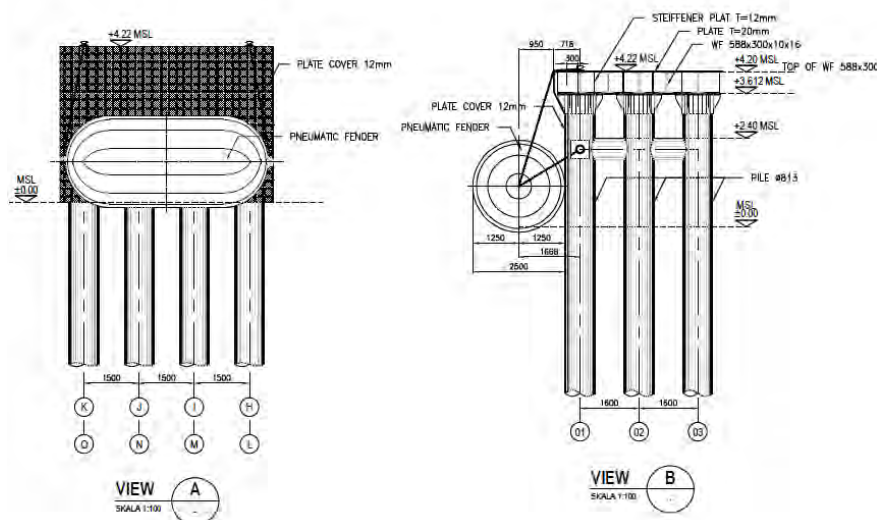
Hasil pengecekan pada struktur dolphin dicek sesuai dengan metode LRFD dengan bantuan Program Analisa struktur, dimana standar yang dipergunakan adalah standar yang diatur dalam SNI, dimana kapasitas struktur dicek dengan sebuah nilai rasio dari hasil kombinasi gaya aksial dan momen sebagai berikut:

- $\frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0.2; \frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{u33}}{\phi_b M_{n33}} + \frac{M_{u22}}{\phi_b M_{n22}} \right) < 1.0$
- $\frac{P_u}{\phi P_n} < 0.2; \frac{P_u}{2\phi P_n} + \left(\frac{M_{u33}}{\phi_b M_{n33}} + \frac{M_{u22}}{\phi_b M_{n22}} \right) < 1.0$

3.2 Breasting Dolphin I (BD1)

3.2.1 Umum

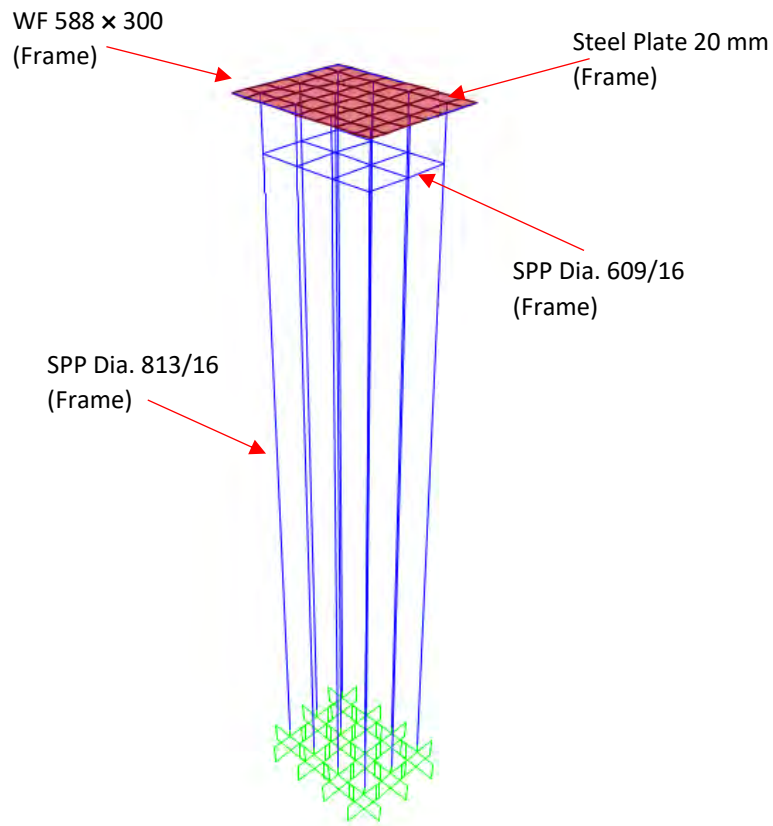
Berikut adalah posisi dan gambaran struktur BD1



Gambar 3.3 Breasting Dolphin I Dermaga MIFA

3.2.2 Modelisasi

Pemodelan struktur Breasting Dolphin I dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



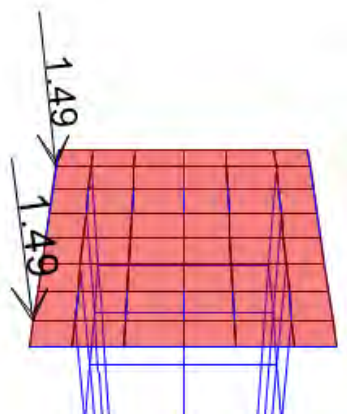
Gambar 3.4 Model 3D Breasting Dolphin I

3.2.3 Pembebanan

Berikut adalah pembebanan pada Breasting Dolphin I.

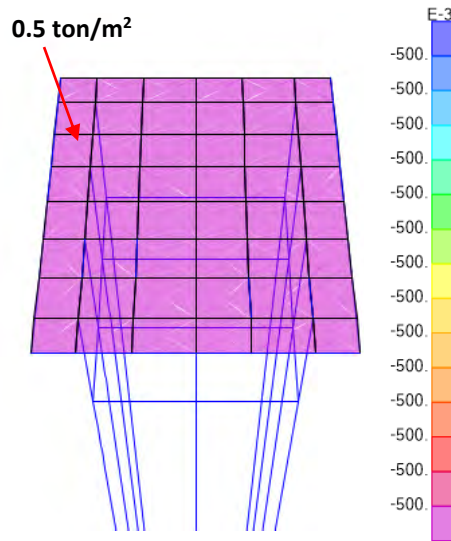
(1) Berat SDL

Berat SDL pada struktur terdiri dari berat *equipment* yang berada di atas struktur Breasting Dolphin I. Sesuai dengan Gambar 3.1, hanya terdapat beban fender pada struktur ini.



Gambar 3.5 Berat Fender BD1 (unit: ton;m)

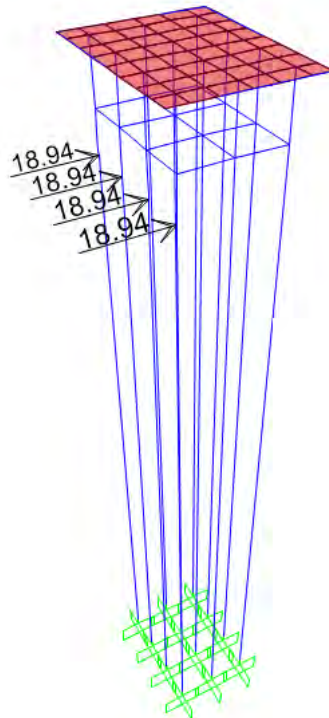
(2) Beban Hidup



Gambar 3.6 Beban Hidup Terbagi Rata BD1 (unit: ton;m)

(3) Beban Berthing

Beban berthing diaplikasikan pada keempat tiang. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, reaksi dari pneumatic fender yang terjadi yaitu 742.84 kN sehingga masing-masing tiang menerima gaya sebesar $742.84 \text{ kN.m}/4 = 185.71 \text{ kN}$ atau **18.94 ton**.



Gambar 3.7 Aplikasi Beban Berthing pada BD I (unit: ton;m)

(4) Beban Gempa

Pada SNI 1726 2012 pasal 7.9.4.1, ditetapkan bahwa gaya geser dasar ragam (Vt) tidak boleh kurang dari 85% V1, dimana V1 adalah gaya geser dasar gempa yang diperoleh dari hasil perhitungan gempa statik.

Tabel 3.3 hingga Tabel 3.4 menjelaskan perhitungan beban statik gempa dari struktur BD 1, sementara Tabel 3.5 menunjukkan hasil pengecekan gaya respons spektrum analisa terhadap gaya statik gempa dari struktur BD1

Tabel 3.3 Sumber Massa Gempa Struktur BD1

OutputCase	CaseType	GlobalFZ	Scale	Mass
Text	Text	Tonf	Text	Tonf
DEAD	LinStatic	101.3961	1	101.3961
SDL	LinStatic	2.97	1	2.97
LL	LinStatic	-12.5571	0.3	-3.76713
			SUM	100.59897

Tabel 3.4 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) BD1

	Sds	I	R	Cs	W	v1
X - Dir	0.78	1	3	0.23297252	100.59897	23.4368
Y - Dir	0.78	1	3	0.23297252	100.59897	23.4368

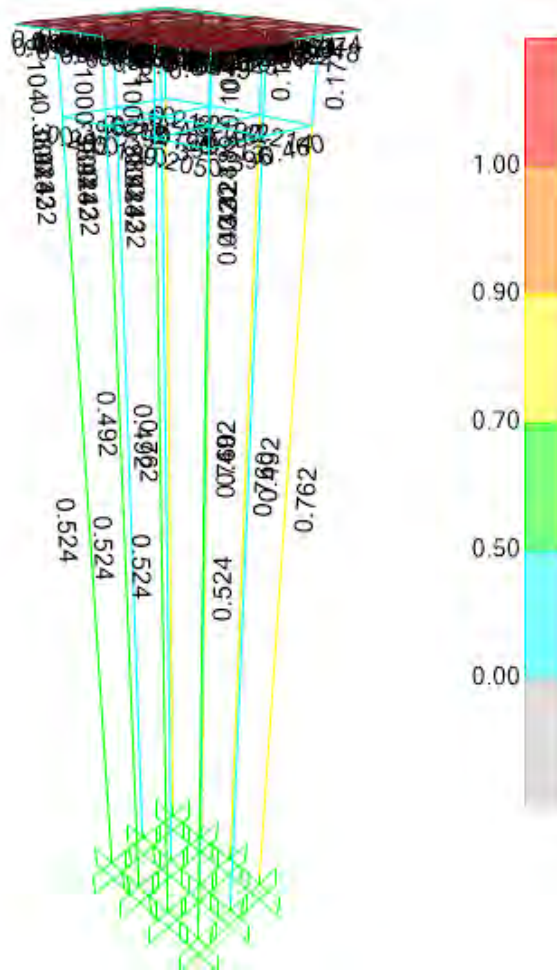
Tabel 3.5 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur BD1

OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	GlobalFX	GlobalFY	v1x	v1y	0.85 v1	V>0.85v1
Text	Text	Text	Unitless	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Unitless
EQX	LinRespSp	Max		27.3764	5.56E-10	23.4368		19.92127625	OK
EQY	LinRespSp	Max		5.065E-10	27.3182		23.43679559	19.92127625	OK

Dari Tabel 3.5 terlihat bahwa untuk analisa pertama, gaya geser dasar yang dihasilkan dari respons spektrum sudah melampaui 85% gaya geser statik ekuivalen sehingga gaya gempa yang diaplikasikan pada struktur BD1 sudah memenuhi syarat

3.2.4 Hasil Analisa

Dari pengecekan rasio kapasitas struktur dolphin BD1, didapat hasil sebagai berikut:



Gambar 3.8 Hasil Analisa Rasio PMM struktur BD 1

Gambar 3.8 menunjukkan bahwa hasil analisa PMM dari BD1 tidak melebihi kapasitas rasio maksimum (1.0), dengan detail rasio masing-masing elemen ditunjukkan pada Tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur BD1

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text
13	STEEL 812 t16	Column	No Messages	0.761892	PMM	COMBB2
15	STEEL 609 t16	Beam	No Messages	0.462071	PMM	SERVICE8
48	WF 588 x 300	Beam	No Messages	0.169698	Major Shear	COMBB1

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK								
Combo : COMBB2							Units Tonf, m, C	
Units : Tonf, m, C								
Frame : 13	Design Sect: STEEL 812 t16							
X Mid : 3.918	Design Type: Column							
Y Mid : 0.650	Frame Type : Moment Resisting Frame							
Z Mid : -10.200	Sect Class : Non-Compact							
Length : 25.200	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 25.200	RLLF : 1.000							
Area : 0.032	SMajor : 0.006	rMajor : 0.281	AUMajor: 0.016					
IMajor : 0.002	SMinor : 0.006	rMinor : 0.281	AUMinor: 0.016					
IMinor : 0.002	ZMajor : 0.008	E : 20394323.844						
Ixy : 0.000	ZMinor : 0.008	Fy : 24473.189						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
25.200	-71.751	83.073	-0.016	-6.154	0.002	0.001		
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1a)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.762	= 0.342	+ 0.420	+ 0.000	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-71.751	209.601	697.147					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	83.073	175.995	0.253	1.000	1.000	1.676	1.000	2.246
Minor Moment	-0.016	175.995	0.392	1.000	1.000	1.467	1.000	

Gambar 3.9 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 BD1 (0.762)

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK								
Combo : SERVICE8							Units Tonf, m, C	
Units : Tonf, m, C								
Frame : 15	Design Sect: STEEL 609 t16							
X Mid : 3.118	Design Type: Beam							
Y Mid : 2.150	Frame Type : Moment Resisting Frame							
Z Mid : 2.400	Sect Class : Compact							
Length : 1.600	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 1.600	RLLF : 1.000							
Area : 0.024	SMajor : 0.003	rMajor : 0.209	AUMajor: 0.012					
IMajor : 0.001	SMinor : 0.003	rMinor : 0.209	AUMinor: 0.012					
IMinor : 0.001	ZMajor : 0.004	E : 20394323.844						
Ixy : 0.000	ZMinor : 0.004	Fy : 24473.189						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
1.600	-13.623	-43.735	-0.005	48.501	0.005	0.021		
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.462	= 0.014	+ 0.448	+ 0.000	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-13.623	484.612	519.279					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-43.765	97.686	1.000	1.001	1.000	1.000	2.000	2.228
Minor Moment	-0.005	97.686	0.381	1.000	1.000	1.000	1.000	

Gambar 3.10 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 609/16 BD1 (0.462)

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units : Tonf, m, C
Combo : COMBB1							
Units : Tonf, m, C							
Frame : 48	Design Sect: WF 588 x 300						
X Mid : 1.093	Design Type: Beam						
Y Mid : 3.650	Frame Type : Moment Resisting Frame						
Z Mid : 4.200	Sect Class : Compact						
Length : 0.750	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc : 0.750	RLLF : 1.000						
Area : 0.015	SMajor : 0.003	rMajor : 0.248	AUMajor : 0.006				
IMajor : 9.287E-04	SMInor : 4.803E-04	rMinor : 0.069	AUMInor : 0.008				
IMInor : 7.205E-05	ZMajor : 0.004	E : 20394323.844					
Ixy : 0.000	ZMinor : 7.339E-04	Fy : 24473.189					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
0.750	0.094	0.821	-4.114E-04	13.187	-0.001	7.595E-06	
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
	0.011	= 0.000	+ 0.011	+ 0.000	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity				
Axial	0.094	313.468	333.912				
SHEAR DESIGN							
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion		
Major Shear	13.187	77.707	0.170	OK	0.000		
Minor Shear	0.001	105.724	1.009E-05	OK	0.000		

Gambar 3.11 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 x 300 BD1 (0.170)

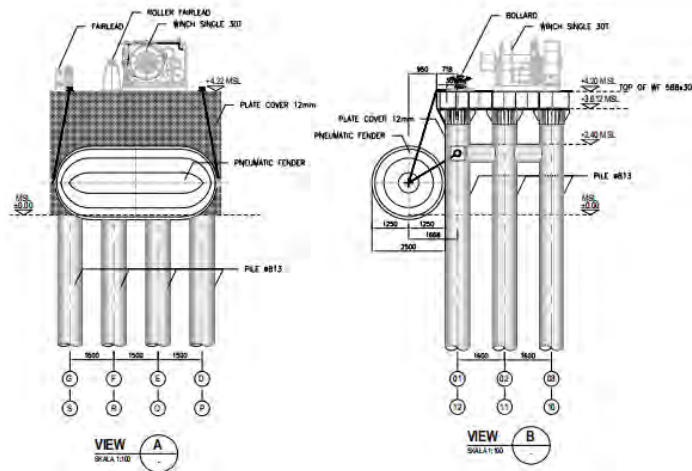
3.2.5 Kesimpulan

Struktur BD1 tidak mengalami overstress dan mampu untuk mengakomodir kapal tongkang 10000 DWT dengan baik.

3.3 Breasting Dolphin II (BD2)

3.3.1 Umum

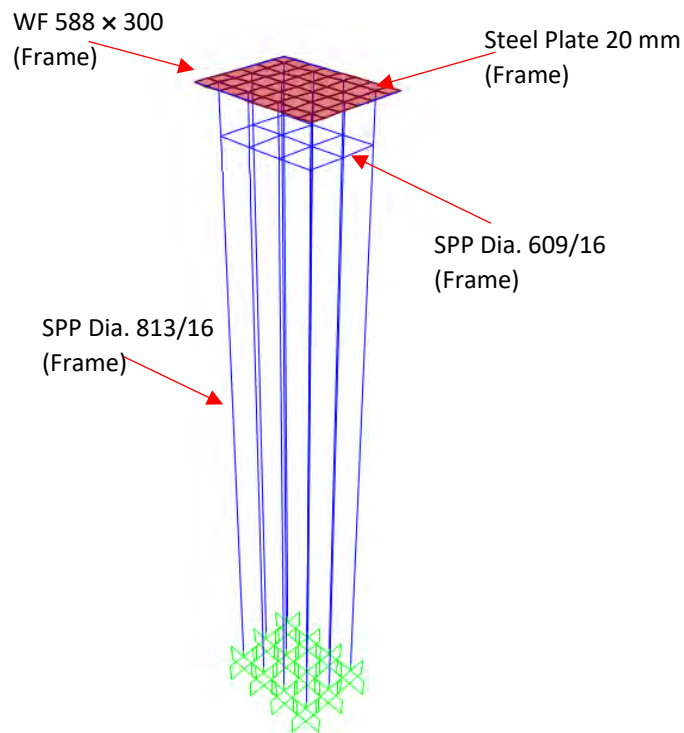
Berikut adalah posisi dan gambaran struktur Breasting Dolphin II.



Gambar 3.12 Breasting Dolphin II Dermaga MIFA

3.3.2 Modelisasi

Pemodelan struktur Breasting Dolphin II dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.13 Model 3D Breasting Dolphin II

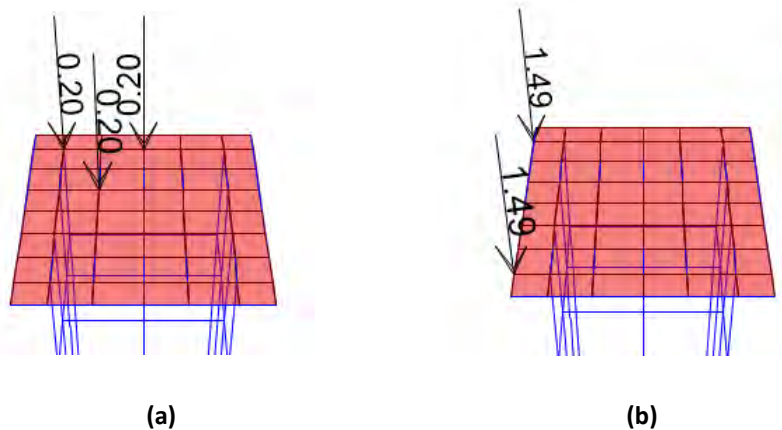
3.3.3 Pembebanan

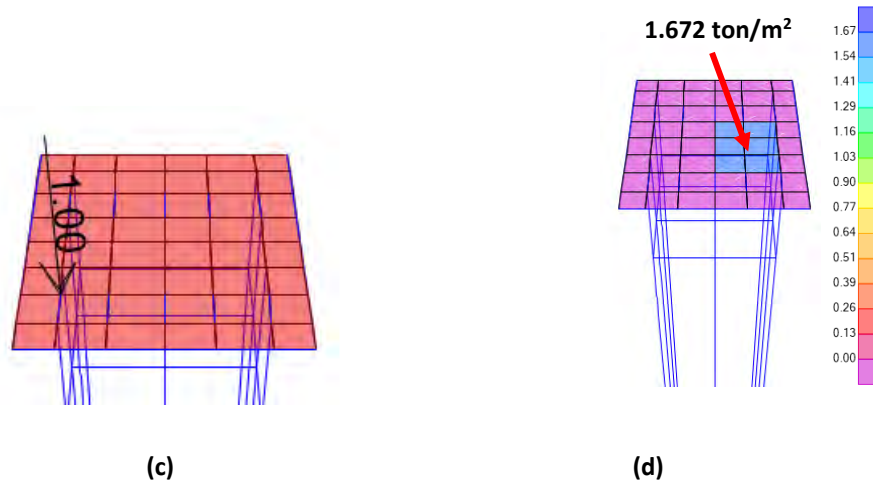
Berikut adalah pembebanan pada Breasting Dolphin II.

(1) Berat SDL

Berat SDL pada struktur terdiri dari berat *equipment* yang berada di atas struktur Breasting Dolphin II, di antaranya:

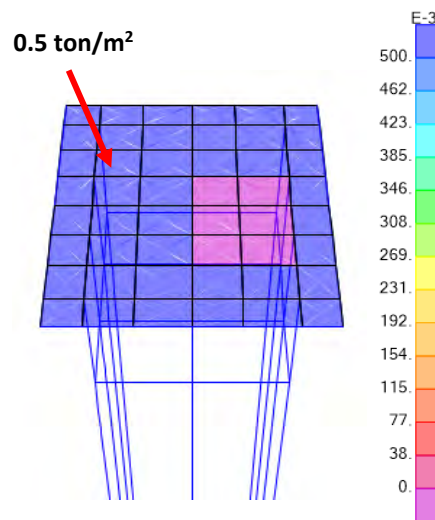
- Berat Bollard
- Berat Fender
- Berat Single Winch
- Berat Fairlead





Gambar 3.14 Beban peralatan pada BD2 (unit: ton;m): (a) Fairlead BD2 (b) Berat Fender (c) Berat Bollard; (d) Berat Single Winch

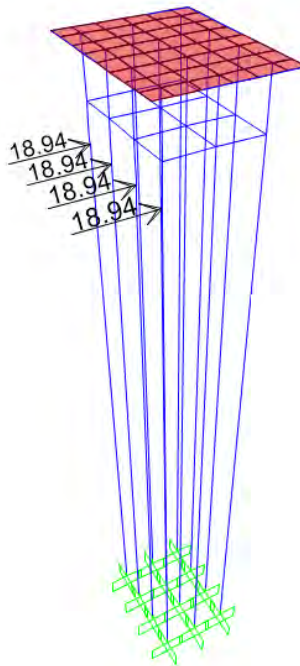
(2) Beban Hidup



Gambar 3.15 Beban Hidup Terbagi Rata BD2 (unit: ton;m)

(3) Beban Berthing

Sama halnya dengan Breasting Dolphin I, beban berthing pada Breasting Dolphin II diaplikasikan pada keempat tiang. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, reaksi dari pneumatic fender yang terjadi yaitu 742.84 kN sehingga masing-masing tiang menerima gaya sebesar $742.84 \text{ kN} / 4 = 185.71 \text{ kN}$ atau **18.94 ton**.



Gambar 3.16 Aplikasi Beban Berthing pada Breasting Dolphin II (unit: ton;m)

(4) Beban Gempa

Tabel 3.7 hingga Tabel 3.8 menjelaskan perhitungan beban statik gempa dari struktur BD 2, sementara Tabel 3.9 menunjukkan hasil pengecekan gaya respons spektrum analisa terhadap gaya statik gempa dari struktur BD2

Tabel 3.7 Sumber Massa Gempa Struktur BD2

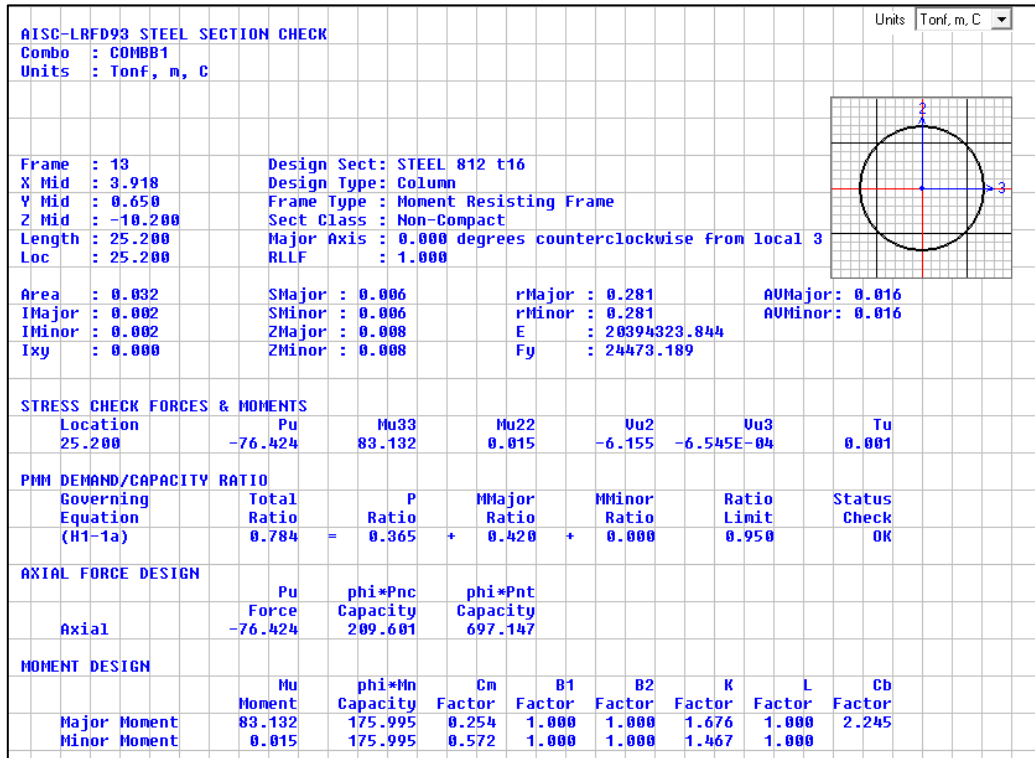
OutputCase	CaseType	GlobalFZ	Scale	Mass
Text	Text	Tonf	Text	Tonf
DEAD	LinStatic	101.3961	1	101.3961
SDL	LinStatic	13.6384	1	13.6384
LL	LinStatic	10.7571	0.3	3.22713
			SUM	118.26163

Tabel 3.8 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) BD2

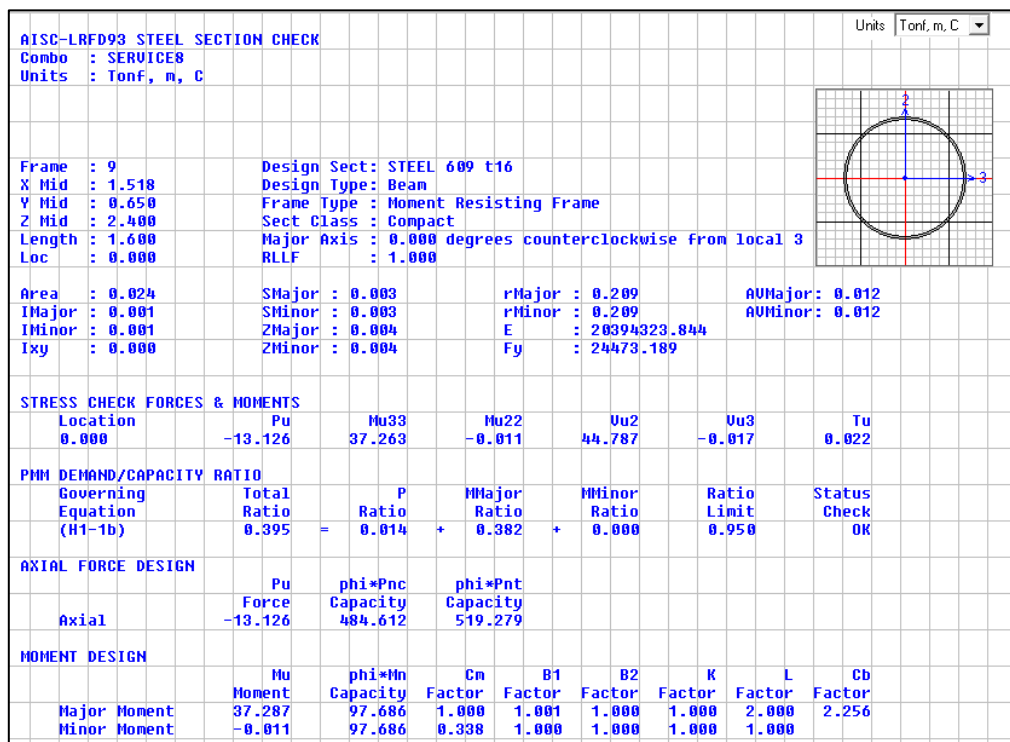
	Sds	I	R	Cs	W	v1
X - Dir	0.78	1	3	0.23297252	118.26163	27.5517
Y - Dir	0.78	1	3	0.23297252	118.26163	27.5517

Tabel 3.9 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur BD2

OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	GlobalFX	GlobalFY	v1x	v1y	0.85 v1	V>0.85v1
Text	Text	Text	Unitless	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Unitless
EQX	LinRespSp	Max		30.5141	0.000192	27.55171		23.4189535	OK
EQY	LinRespSp	Max		0.0001911	30.4496		27.55171001	23.4189535	OK



Gambar 3.18 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 BD2 (0.784)



Gambar 3.19 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 609/16 BD2 (0.395)

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK						
Units : Tonf, m, C						
Frame : 49 Design Sect: WF 588 x 300 X Mid : 1.893 Design Type: Beam Y Mid : 3.650 Frame Type : Moment Resisting Frame Z Mid : 4.200 Sect Class : Compact Length : 0.850 Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3 Loc : 0.850 RLLF : 1.000						
Area : 0.015 SMajor : 0.003 rMajor : 0.248 AVMajor: 0.006 IMajor : 9.287E-04 SMinor : 4.803E-04 rMinor : 0.069 AVMinor: 0.008 IMinor : 7.205E-05 ZMajor : 0.004 E : 20394323.844 Ixy : 0.000 ZMinor : 7.339E-04 Fy : 24473.189						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu
0.850	-0.481	-10.385	-0.002	13.653	0.006	-4.893E-05
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO						
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
	0.135	= 0.000	+ 0.134	+ 0.000	0.950	OK
AXIAL FORCE DESIGN						
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity			
Axial	-0.481	312.931	333.912			
SHEAR DESIGN						
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion	
Major Shear	13.653	77.707	0.176	OK	0.000	
Minor Shear	0.006	105.724	5.711E-05	OK	0.000	

Gambar 3.20 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 x 300 BD2 (0.176)

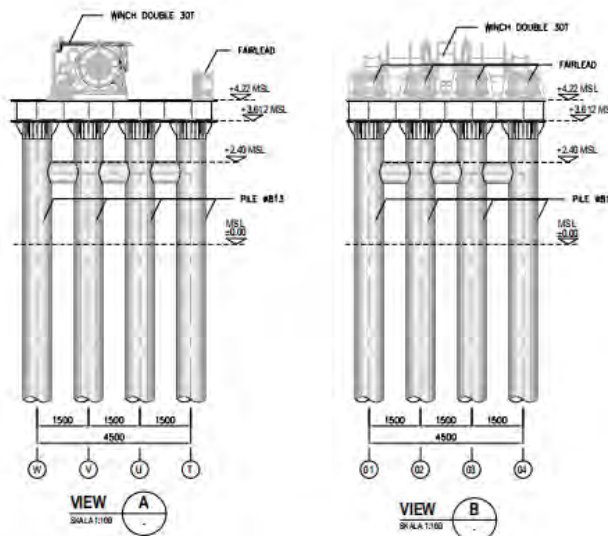
3.3.5 Kesimpulan

Struktur BD2 tidak mengalami overstress dan mampu untuk mengakomodir kapal tongkang 10000 DWT dengan baik.

3.4 Mooring Dolphin I (MD1)

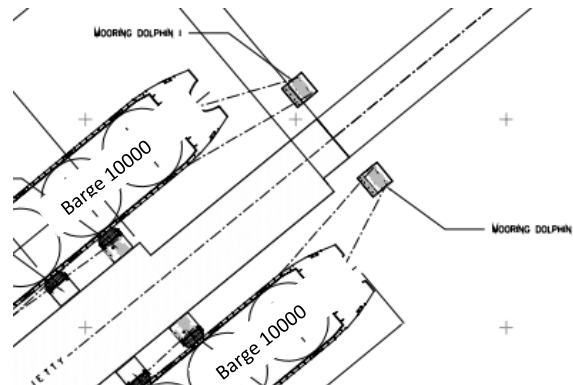
3.4.1 Umum

Berikut adalah posisi dan gambaran struktur Mooring Dolphin I.



Gambar 3.21 Tampak Samping dan Depan Mooring Dolphin I Dermaga MIFA

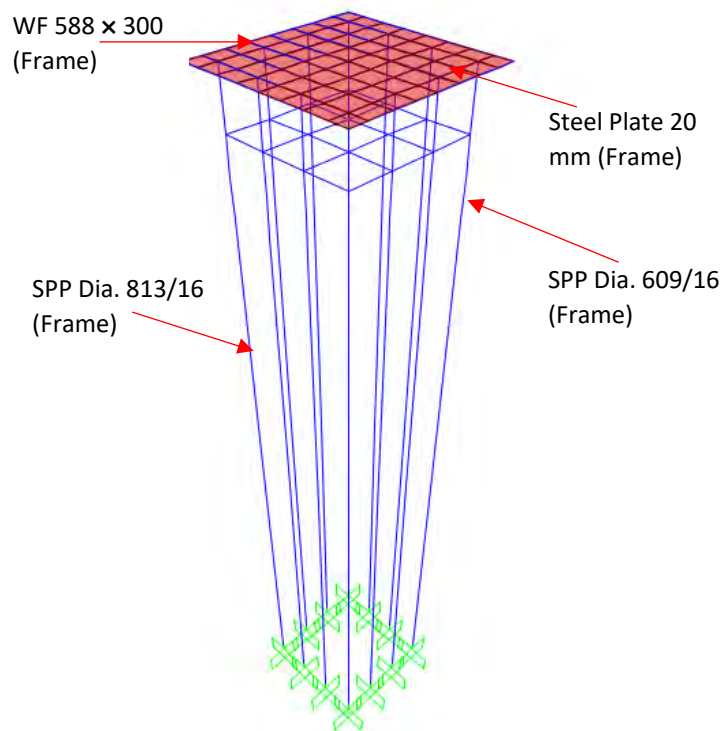
Masing-masing Mooring Dolphin I memiliki dua tali tambat yang terhubung ke kapal tongkang 10000 DWT. Adapun posisi tali dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.22 Posisi Tali Mooring Dolphin I

3.4.2 Modelisasi

Pemodelan struktur Mooring Dolphin I dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.23 Model 3D Mooring Dolphin I

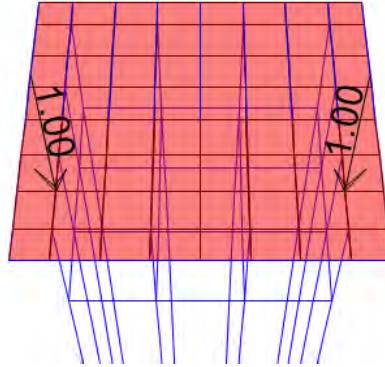
3.4.3 Pembebanan

Berikut adalah pembebanan pada Mooring Dolphin I.

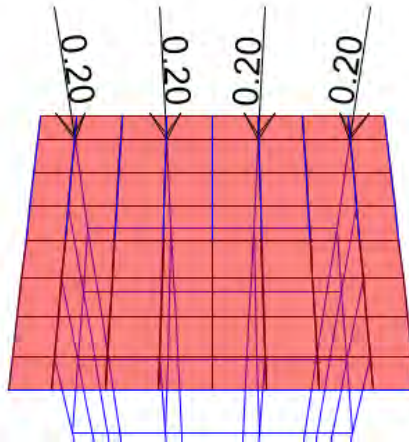
(1) Berat SDL

Berat SDL pada struktur terdiri dari berat *equipment* yang berada di atas struktur Mooring Dolphin I, di antaranya:

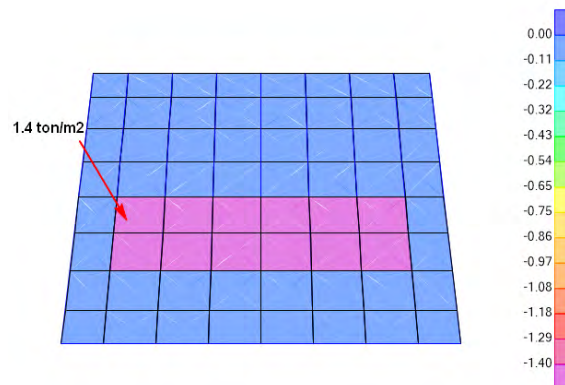
- Berat Bollard
- Berat Double Winch
- Berat Fairlead



Gambar 3.24 Berat Bollard (unit: ton;m)

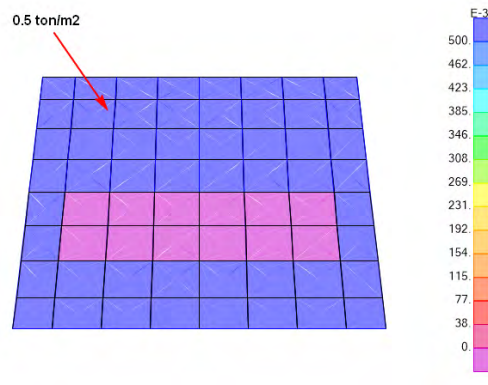


Gambar 3.25 Berat Fairlead (unit: ton;m)



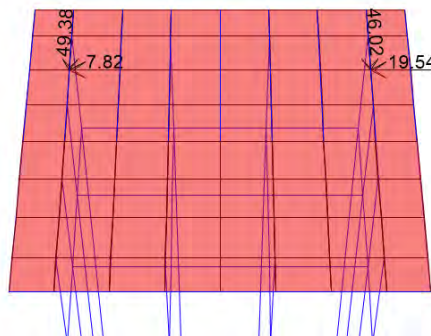
Gambar 3.26 Berat Double Winch (unit: ton;m)

(2) Beban Hidup



Gambar 3.27 Beban Hidup Terbagi Rata (unit: ton;m)

(3) Beban Mooring



Gambar 3.28 Aplikasi Beban Mooring pada Mooring Dolphin I (unit: ton;m)

(4) Beban Gempa

Tabel 3.11 hingga Tabel 3.12 menjelaskan perhitungan beban statik gempa dari struktur MD 1, sementara Tabel 3.13 menunjukkan hasil pengecekan gaya respons spektrum analisa terhadap gaya statik gempa dari struktur MD1

Tabel 3.11 Sumber Massa Gempa Struktur MD1

OutputCase	CaseType	GlobalFZ	Scale	Mass
Text	Text	Tonf	Text	Tonf
DEAD	LinStatic	101.762	1	101.762
SDL	LinStatic	-6.65	1	-6.65
LL	LinStatic	12.87	0.3	3.861
			SUM	98.973

Tabel 3.12 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) MD1

	Sds	I	R	Cs	W	v1
X - Dir	0.78	1	3	0.23297252	98.973	23.058
Y - Dir	0.78	1	3	0.23297252	98.973	23.058

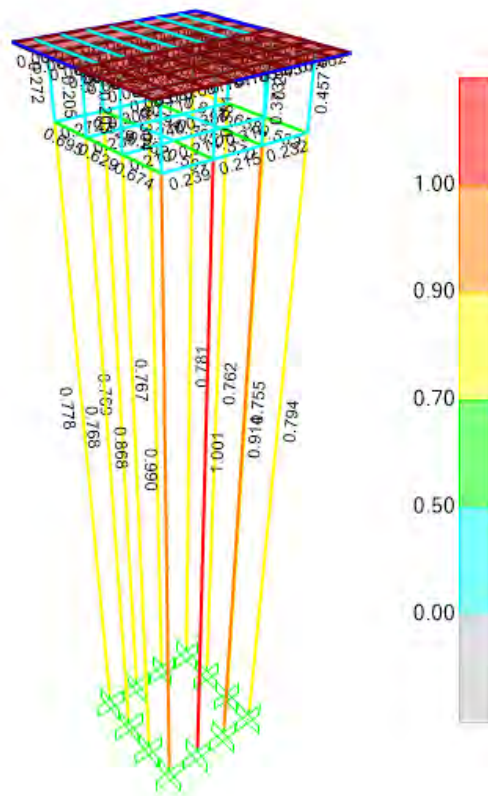
Tabel 3.13 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur MD1

OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	GlobalFX	GlobalFY	v1x	v1y	0.85 v1	V>0.85v1
Text	Text	Text	Unitless	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Unitless
EQX	LinRespSpec	Max		30.5451	0.6862	23.0586		19.59929087	OK
EQY	LinRespSpec	Max		0.6846	30.4746		23.058	19.59929087	OK

Dari Tabel 3.13, terlihat bahwa untuk analisa pertama, gaya geser dasar yang dihasilkan dari respons spektrum sudah melampaui 85% gaya geser statik ekuivalen sehingga gaya gempa yang diaplikasikan pada struktur MD1 sudah memenuhi syarat

3.4.4 Hasil Analisa

Dari pengecekan rasio kapasitas struktur dolphin MD1, didapat hasil sebagai berikut:

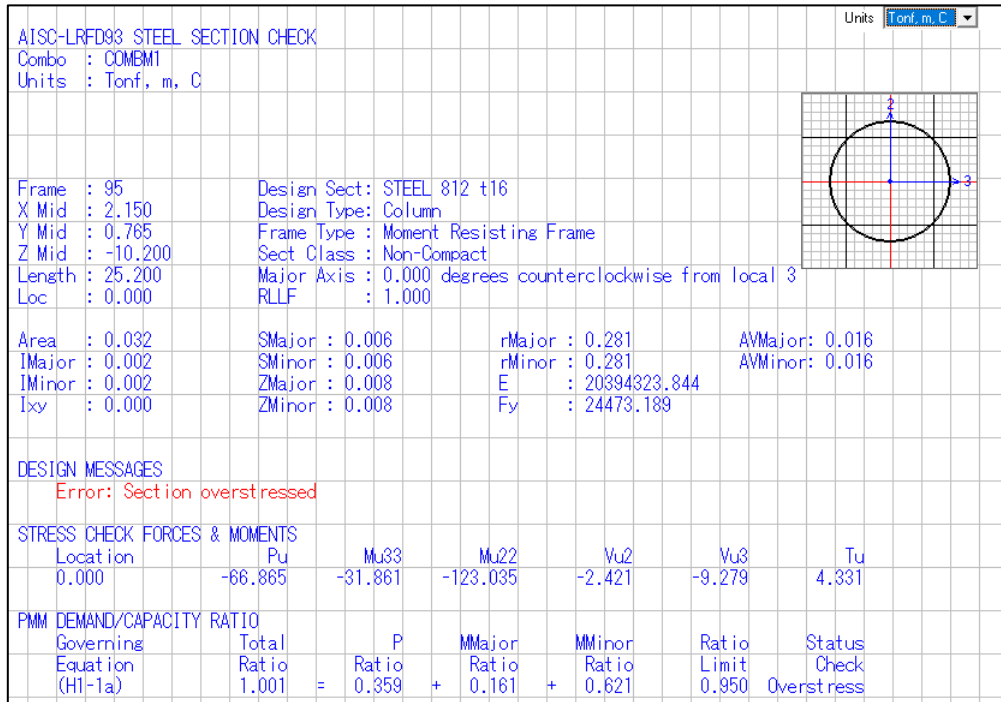


Gambar 3.29 Hasil Analisa Rasio Tiang

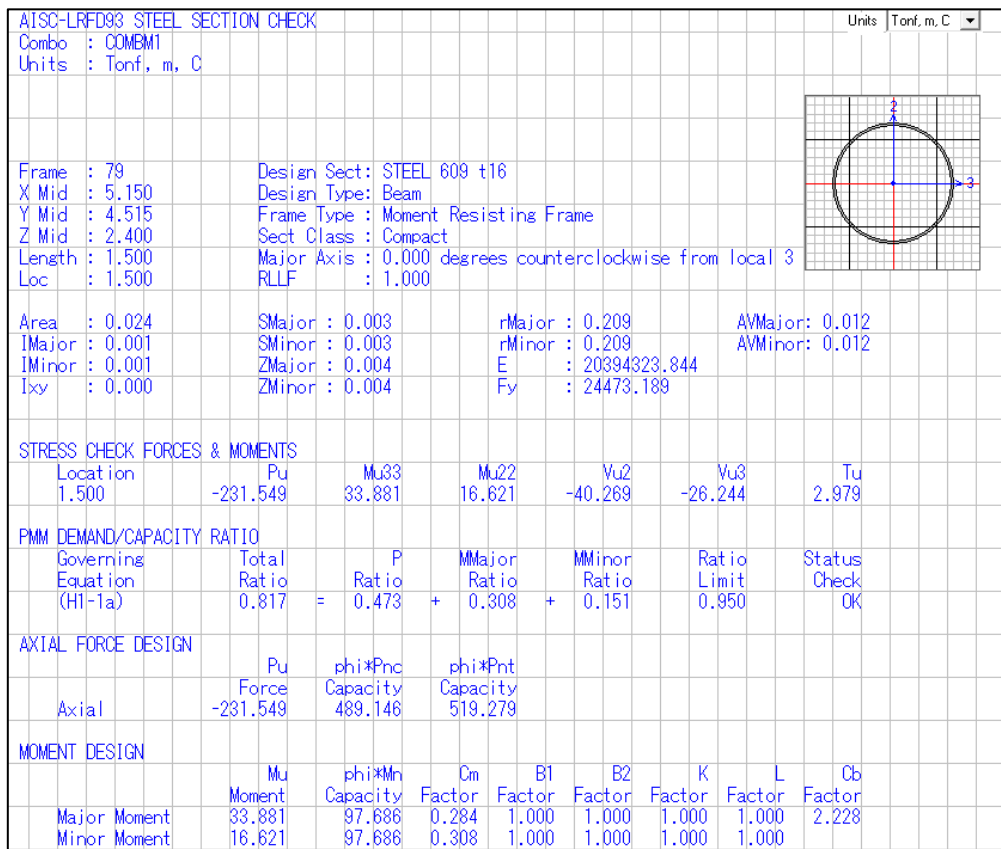
Gambar 3.29 menunjukkan bahwa hasil analisa PMM dari MD1 melebihi kapasitas rasio maksimum (1.0), dengan detail rasio masing-masing elemen ditunjukkan pada Tabel 3.14 berikut:

Tabel 3.14 Rasio Maksimum Masing-Masing Elemen Struktur

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text
95	STEEL 812 t16	Column	Overstressed	1.001049	PMM	COMBM1
79	STEEL 609 t16	Beam	No Messages	0.816775	PMM	COMBM1
9	WF 588 x 300	Beam	No Messages	0.398309	Major Shear	COMBM3



Gambar 3.30 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 MD1 (1.001)



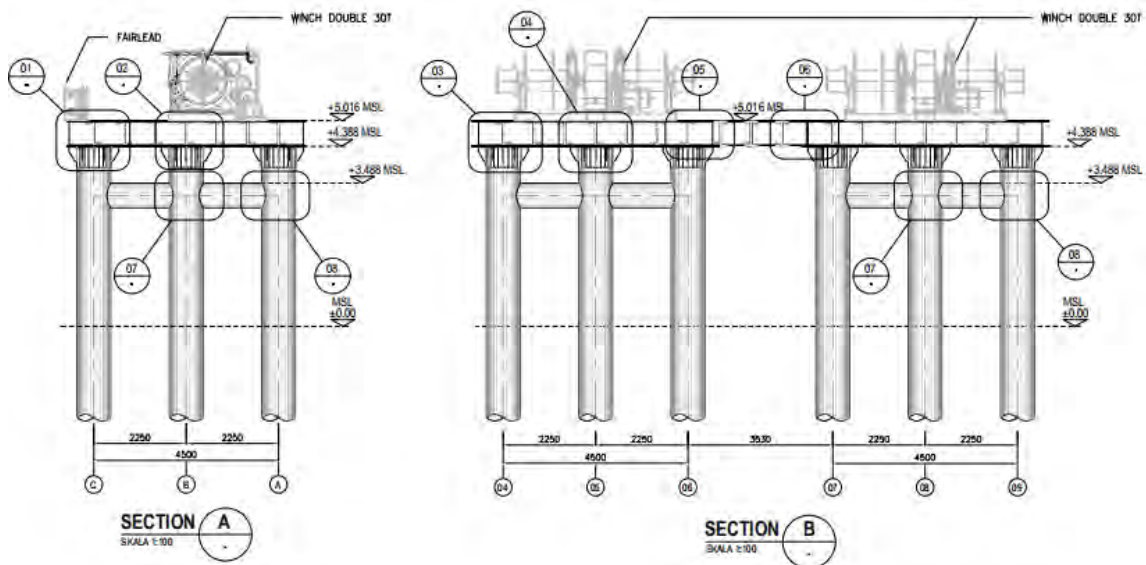
Gambar 3.31 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia 609/16 MD1 (0.817)

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units
Combo : COMB3							Tonf, m, C
Units : Tonf, m, C							
Frame : 9	Design Sect: WF 588 x 300						
X Mid : 0.650	Design Type: Beam						
Y Mid : 3.015	Frame Type : Moment Resisting Frame						
Z Mid : 4.200	Sect Class : Compact						
Length : 5.700	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc : 2.850	RLLF : 1.000						
Area : 0.015	SMajor : 0.003	rMajor : 0.248	AVMajor: 0.006				
IMajor : 9.287E-04	SMInor : 4.803E-04	rMinor : 0.069	AVMinor: 0.008				
IMInor : 7.205E-05	ZMajor : 0.004	E : 20394323.844					
Ixy : 0.000	ZMinor : 7.339E-04	Fy : 24473.189					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu	
2.850	0.000	-0.439	0.000	30.952	0.000	-5.110E-04	
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(H1-1b)	0.006	= 0.000	+ 0.006	+ 0.000	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt				
Axial Force	0.000	313.468	333.912				
SHEAR DESIGN							
	Vu	phi*Vn	Stress Ratio	Status Check	Tu	Torsion	
Major Shear	30.952	77.707	0.398	OK	0.000		
Minor Shear	0.000	105.724	0.000	OK	0.000		

Gambar 3.32 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 x 300 MD1 (0.398)

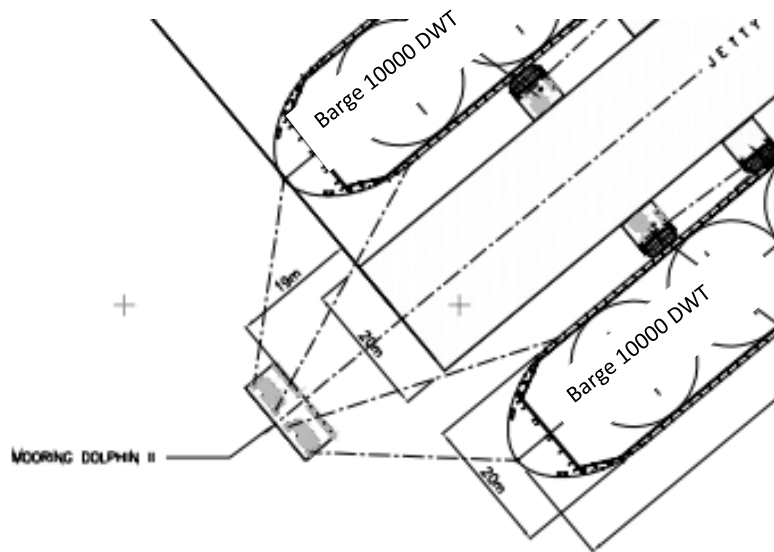
Dari hasil analisa terhadap MD1, terdapat kondisi dimana rasio PMM tiang pancang melebihi 1.0, sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan agar tiang terindikasi mengalami overstress bebannya dapat berkurang.

Konsep perbaikan yang diusulkan oleh konsultan adalah dengan menambahkan bracing pada tiang pancang baja sehingga panjang tekuk pada tiang pancang menjadi lebih pendek sehingga momen yang terjadi pada tiang pancang baja 813 lebih berkurang.



Gambar 3.35 Tampak Samping dan Depan Mooring Dolphin II Dermaga MIFA

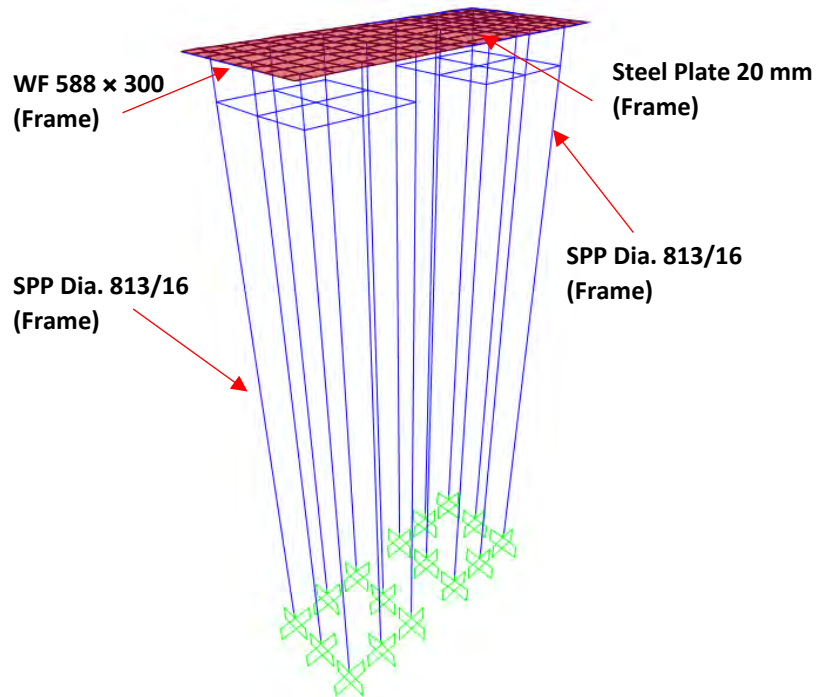
Mooring Dolphin II memiliki empat tali tambat yang terhubung ke kapal tongkang 10000 DWT. Adapun posisi tali dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.36 Posisi Tali Mooring Dolphin II

3.5.2 Modelisasi

Pemodelan struktur Mooring Dolphin II dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.37 Model 3D Mooring Dolphin II

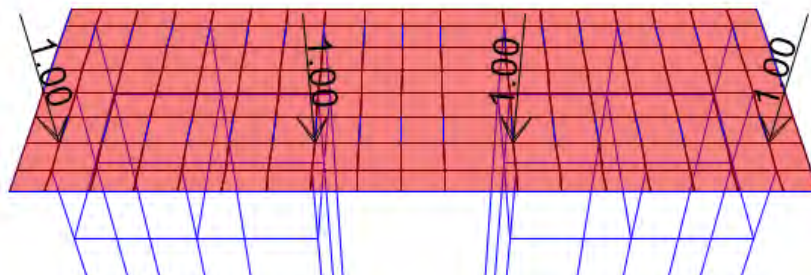
3.5.3 Pembebanan

Berikut adalah pembebanan pada Mooring Dolphin II.

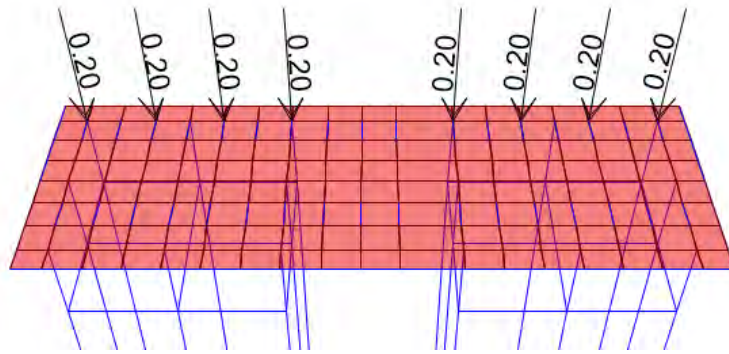
(1) Berat SDL

Berat SDL pada struktur terdiri dari berat *equipment* yang berada di atas struktur Mooring Dolphin II, di antaranya:

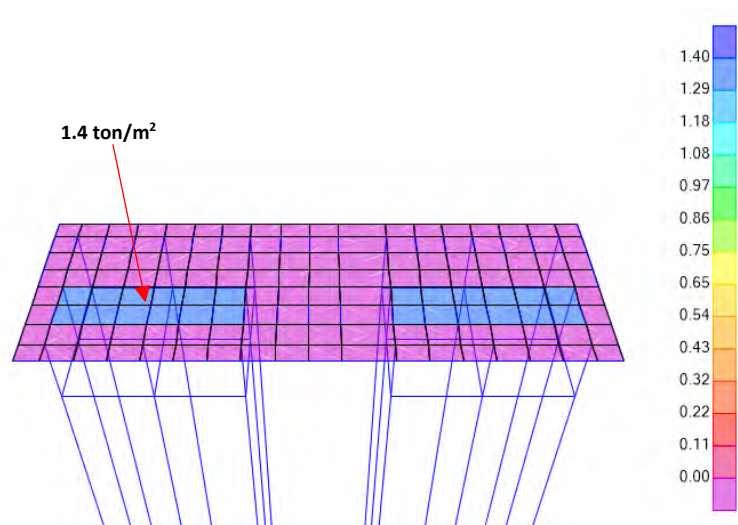
- Berat Bollard
- Berat Double Winch
- Berat Fairlead



Gambar 3.38 Berat Bollard MD2 (unit: ton;m)

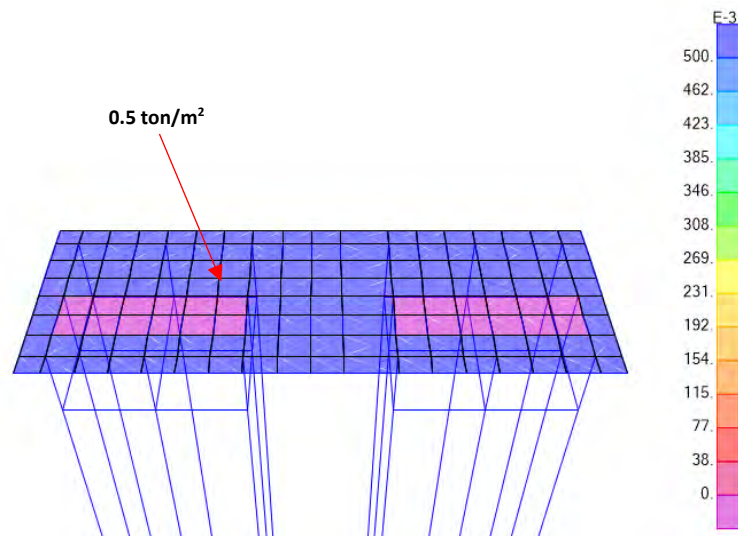


Gambar 3.39 Berat Fairlead MD2(unit: ton;m)



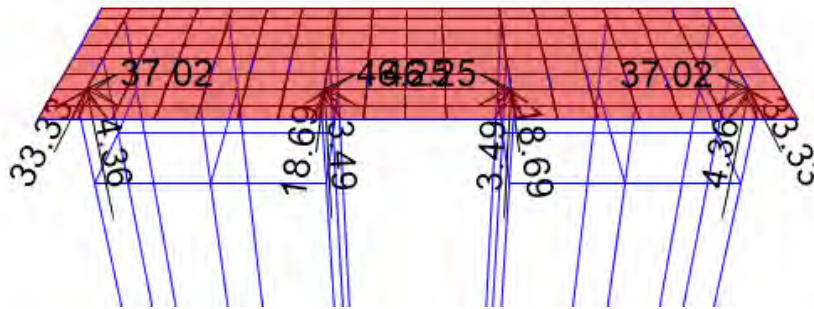
Gambar 3.40 Berat Double Winch MD2 (unit: ton;m)

(2) Beban Hidup



Gambar 3.41 Beban Hidup Terbagi Rata MD2 (unit: ton;m)

(3) Beban Mooring



Gambar 3.42 Aplikasi Beban Mooring pada Mooring Dolphin II (unit: ton;m)

(4) Beban Gempa

Tabel 3.15 hingga Tabel 3.16 menjelaskan perhitungan beban statik gempa dari struktur MD 2, sementara Tabel 3.17 menunjukkan hasil pengecekan gaya respons spektrum analisa terhadap gaya statik gempa dari struktur MD2

Tabel 3.15 Sumber Massa Gempa Struktur MD2

OutputCase	CaseType	GlobalFZ	Scale	Mass
Text	Text	Tonf	Text	Tonf
DEAD	LinStatic	168.6692	1	168.6692
SDL	LinStatic	24.5	1	24.5
LL	LinStatic	32.3805	0.3	9.71415
			SUM	202.88335

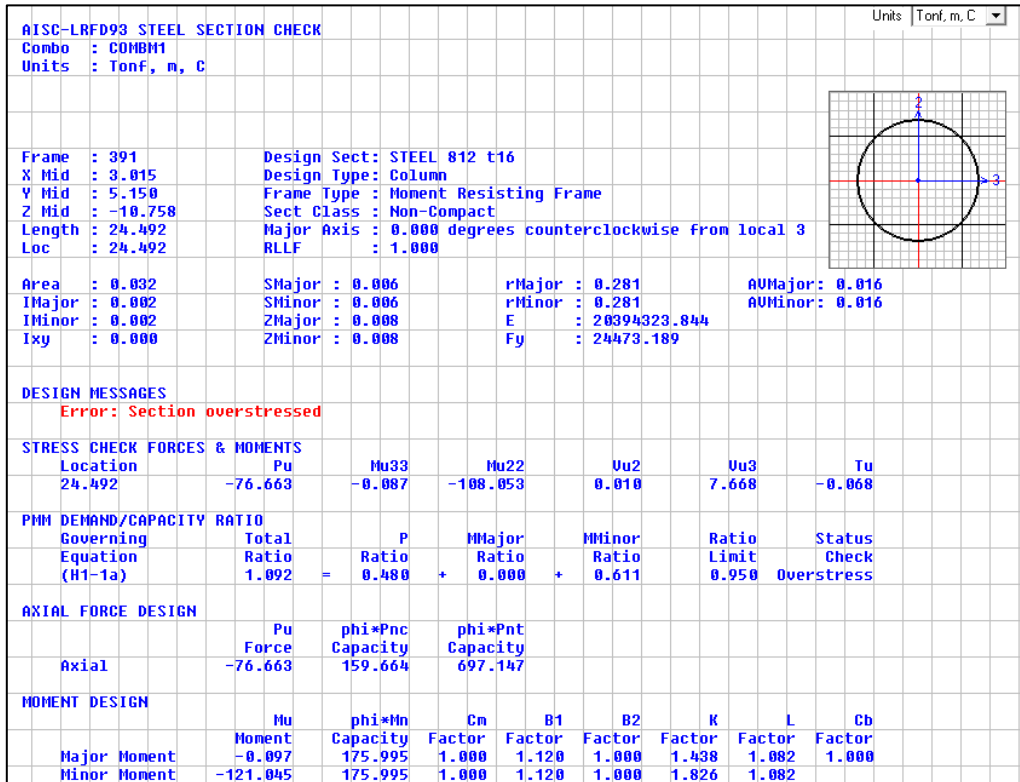
Tabel 3.16 Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen Struktur (v1) MD2

	Sds	I	R	Cs	W	v1
X - Dir	0.78	1	3	0.23297252	202.88335	47.2662
Y - Dir	0.78	1	3	0.23297252	202.88335	47.2662

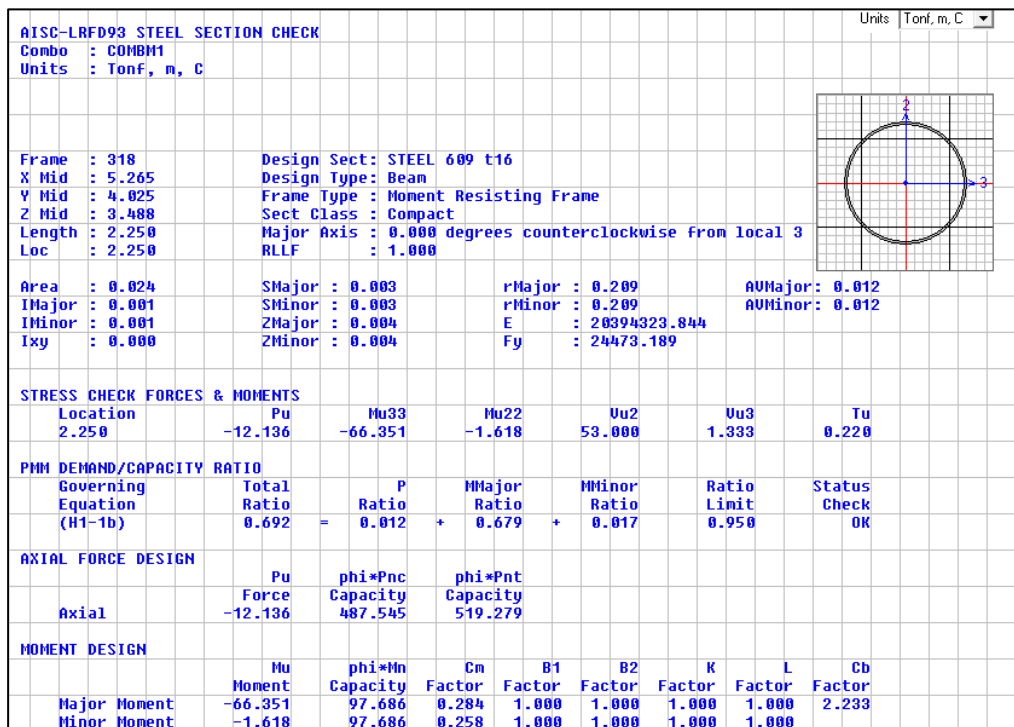
Tabel 3.17 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur MD2

OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	GlobalFX	GlobalFY	v1x	v1y	0.85 v1	V>0.85v1
Text	Text	Text	Unitless	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Unitless
EQX	LinRespSp	Max		58.2244	0.0105	47.26625		40.17630858	OK
EQY	LinRespSp	Max		0.0105	58.08		47.26624539	40.17630858	OK

Dari Tabel 3.18, terlihat bahwa untuk analisa pertama, gaya geser dasar yang dihasilkan dari respons spektrum sudah melampaui 85% gaya geser statik ekuivalen sehingga gaya gempa yang diaplikasikan pada struktur MD2 sudah memenuhi syarat



Gambar 3.44 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 813/16 MD2(1.092)



Gambar 3.45 Detail Analisa PMM Ratio SPP Dia. 609/16 MD2 (0.692)

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK									
Units Tonf, m, C									
Combo : COMB1 Units : Tonf, m, C									
Frame	: 159	Design Sect:	WF 588 x 300						
X Mid	: 3.015	Design Type:	Beam						
V Mid	: 4.775	Frame Type	: Moment Resisting Frame						
Z Mid	: 4.996	Sect Class	: Compact						
Length	: 0.750	Major Axis	: 0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc	: 0.750	RLLF	: 1.000						
Area	: 0.015	SMajor	: 0.003	rMajor	: 0.248	AUMajor	: 0.006		
IMajor	: 9.287E-04	SMinor	: 4.803E-04	rMinor	: 0.069	AUMinor	: 0.008		
IMinor	: 7.205E-05	ZMajor	: 0.004	E	: 20394323.844				
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 7.339E-04	Fy	: 24473.189				
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
Location		Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
0.750		-0.308	-33.411	0.058	25.706	-0.149	-6.965E-05		
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO									
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check			
	0.435	= 0.000	+ 0.431	+ 0.004	0.950	OK			
AXIAL FORCE DESIGN									
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity						
Axial	-0.308	310.101	333.912						
MOMENT DESIGN									
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor	
Major Moment	-33.412	77.497	1.000	1.000	1.000	1.000	6.000	1.300	
Minor Moment	0.058	15.869	0.231	1.000	1.000	1.000	1.000		

Gambar 3.46 Detail Analisa PMM Ratio WF 588 x 300 MD2 (0.435)

Dari hasil analisa terhadap MD2, terdapat kondisi dimana rasio PMM tiang pancang melebihi 1.0, sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan agar tiang terindikasi mengalami overstress beban nya dapat berkurang.

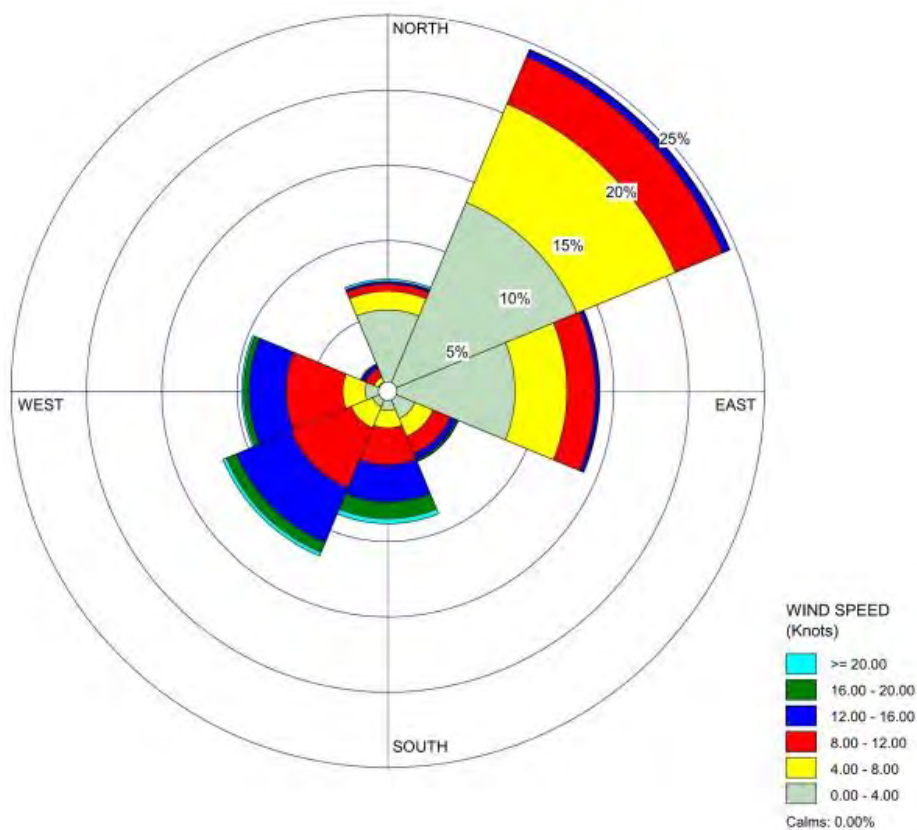
Serupa dengan perbaikan pada MD1, konsep perbaikan dilakukan dengan menambahkan bracing pada tiang pancang baja, sehingga panjang tekuk pada tiang pancang menjadi lebih pendek sehingga momen yang terjadi pada tiang berkurang.

BAB 4. PERMODELAN DAN ANALISA GELOMBANG

4.1 Kondisi Angin

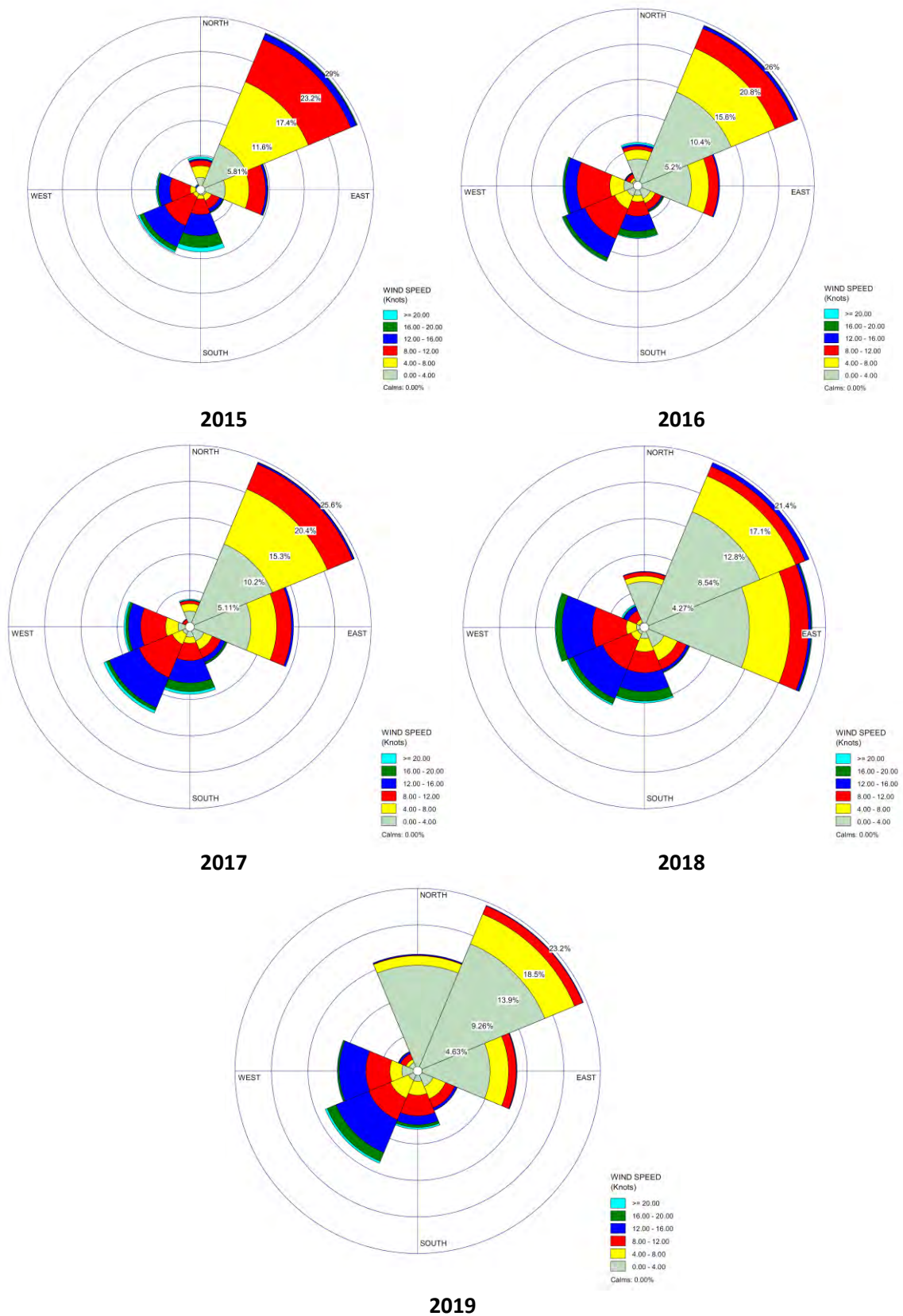
Untuk keperluan analisa, maka data arah dan kecepatan angin yang digunakan mengacu pada data yang tercatat di Stasiun Pengamatan Bandara Cut Nyak Dien, Meulaboh (<https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>). Data yang diperoleh dari tahun 2015 sampai dengan 2019.

Berdasarkan data yang didapat dan analisis angin berdasarkan windrose maka didapat kecepatan angin rata-rata 7.5 knots dengan arah angin dominan Timur Laut. Kecepatan angin tertinggi 24 knots. Analisis windrose ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Windrose Tahun 2015-2019

(Sumber : Analisa Konsultan)



2019
Gambar 4.2 Windrose per Tahun (2015-2019)
 (Sumber : Analisa Konsultan)

4.2 Kondisi Gelombang

Secara umum, lokasi Jetty PT MIFA, terletak di pesisir barat pulau Sumatera, yang langsung menghadap Samudera Hindia. Kondisi ini menyebabkan area sandar kapal rawan akan gelombang tinggi dan juga angin kencang, terlebih lagi jetty tidak terlindungi oleh pemecah gelombang.

Berdasarkan data angin, maka konsultan melakukan pemodelan gelombang untuk mengetahui tinggi gelombang di sekitar lokasi jetty PT MIFA. Data gelombang didapatkan dari hasil perhitungan hindcasting (metode dalam *Shore Protection Manual* 1984), yang kemudian akan dimodelkan secara matematis dengan perangkat lunak untuk melihat perubahan tinggi dan arah rambat gelombang (transformasi gelombang / refraksi dan difraksi).

4.3 Pemodelan Gelombang

4.3.1 Peramalan Gelombang Perairan Dalam (*Hindcasting*)

Berdasarkan data angin tahun 2015 - 2019 dan hasil hindcasting, diperoleh tinggi dan perioda maksimum gelombang maksimum.

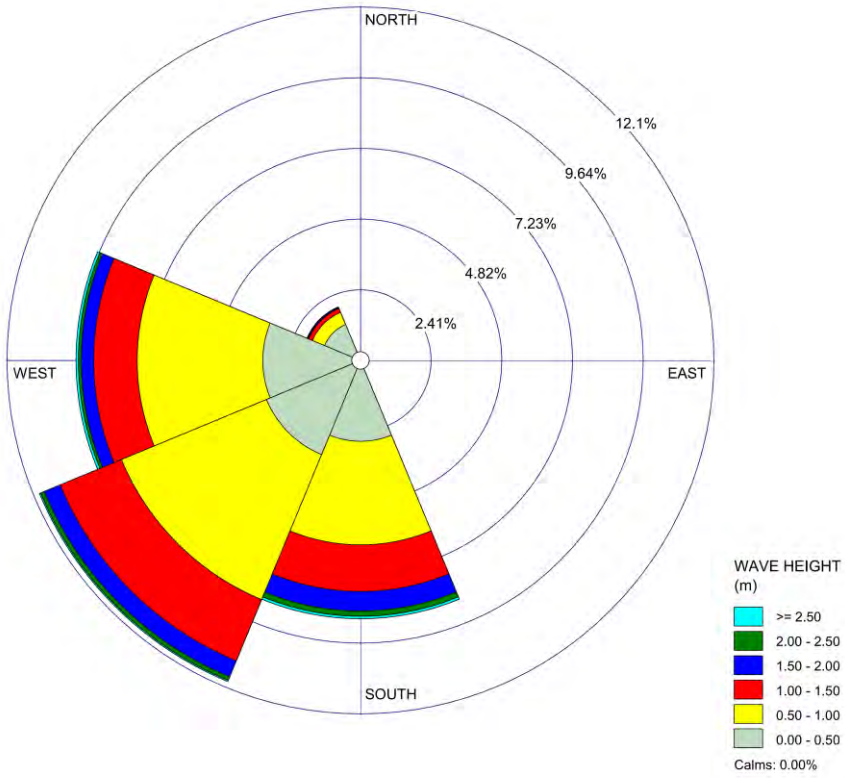
Tabel 4.1 Arah dan Tinggi Gelombang Perairan Dalam di Meulaboh (2015-2019)

(sumber : analisa konsultan)

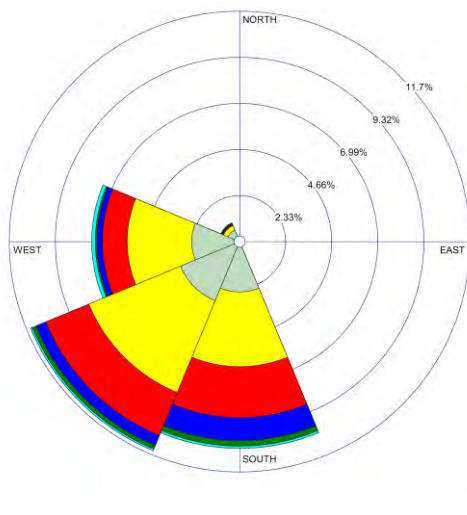
Tahun	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	5.37	2.94	3.99	3.96
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	2.57	2.76	2.94	1.85
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	5.05	5.01	1.27
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	2.29	2.51	2.91
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	2.94	2.94	2.23	1.51

Dari tabel dapat dilihat bahwa gelombang tertinggi berasal dari Selatan (S), Barat Daya (SW), dan Barat (W).

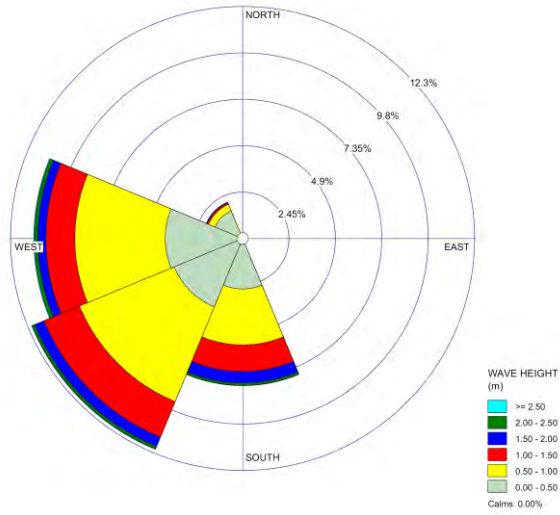
Untuk lebih jelas, distribusi gelombang dapat dilihat pada waverose di bawah ini.



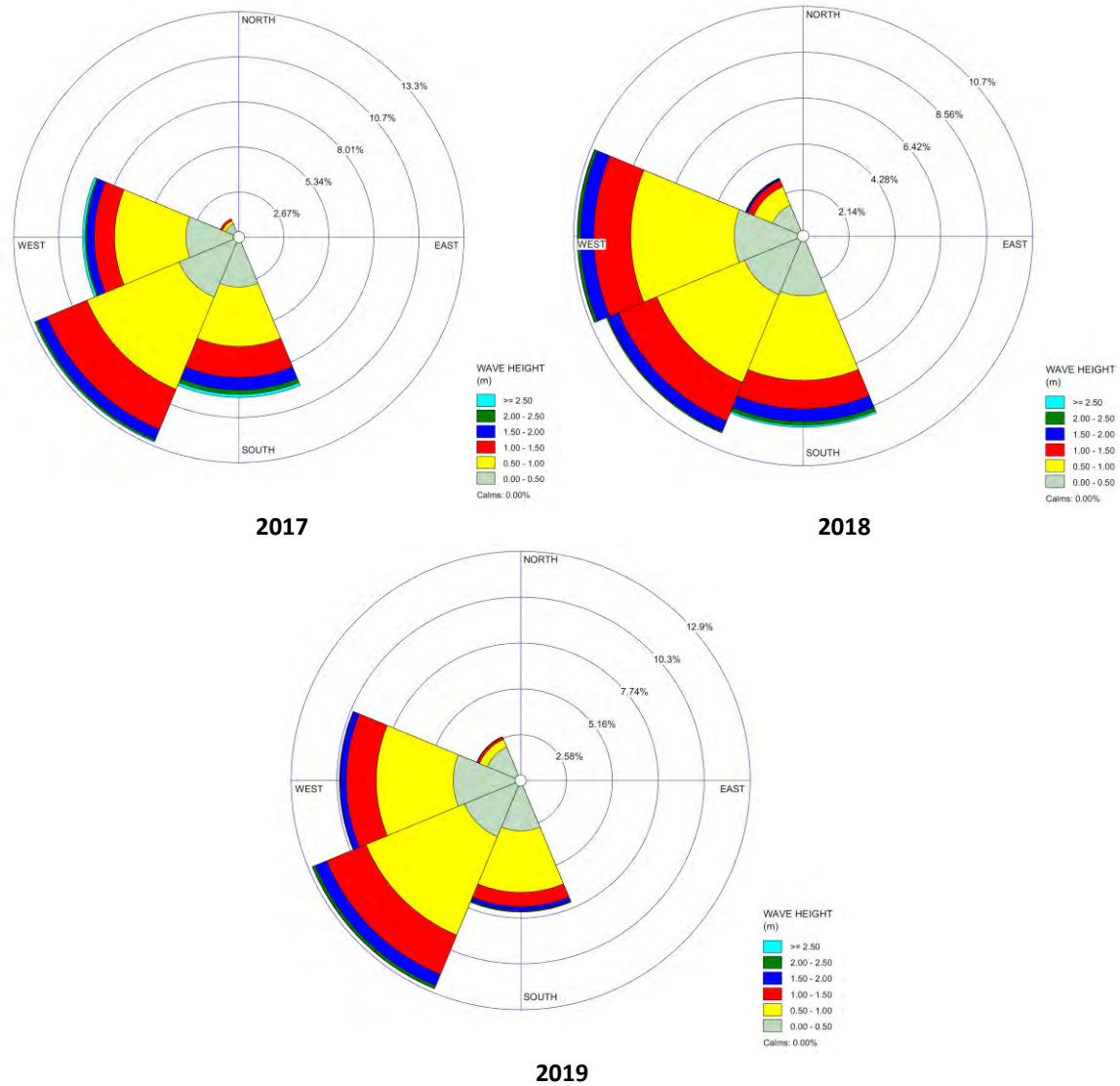
Gambar 4.3 Waverose Tahun 2015-2019
 (sumber: analisa konsultan)



2015



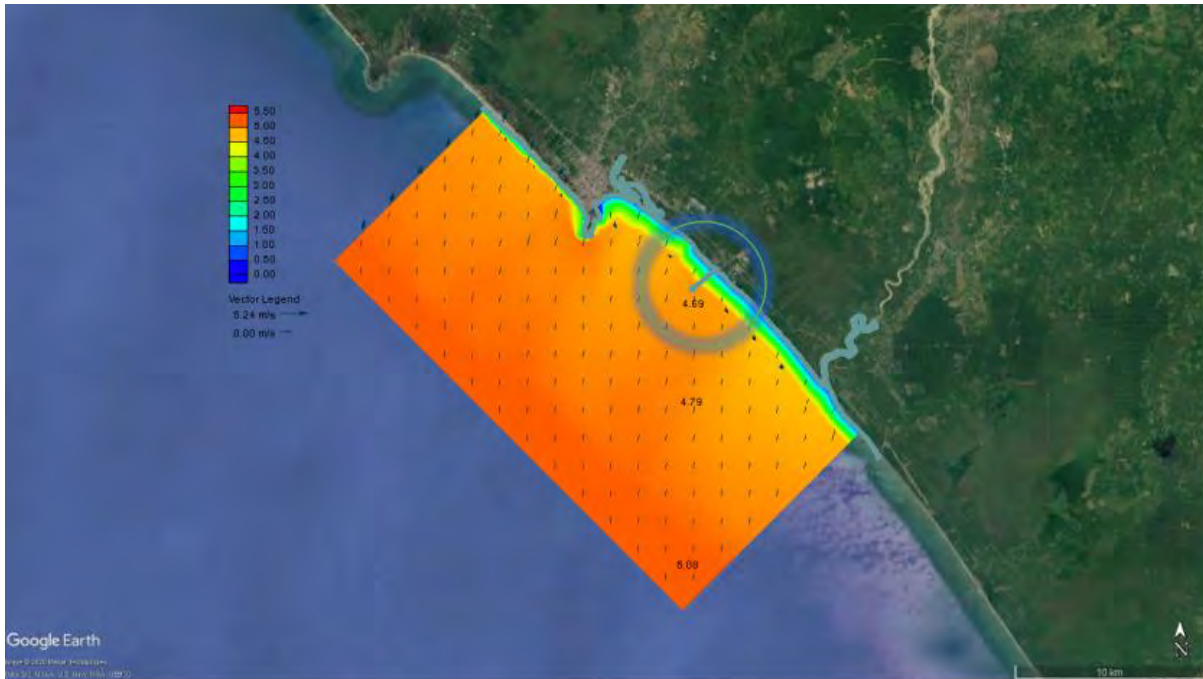
2016



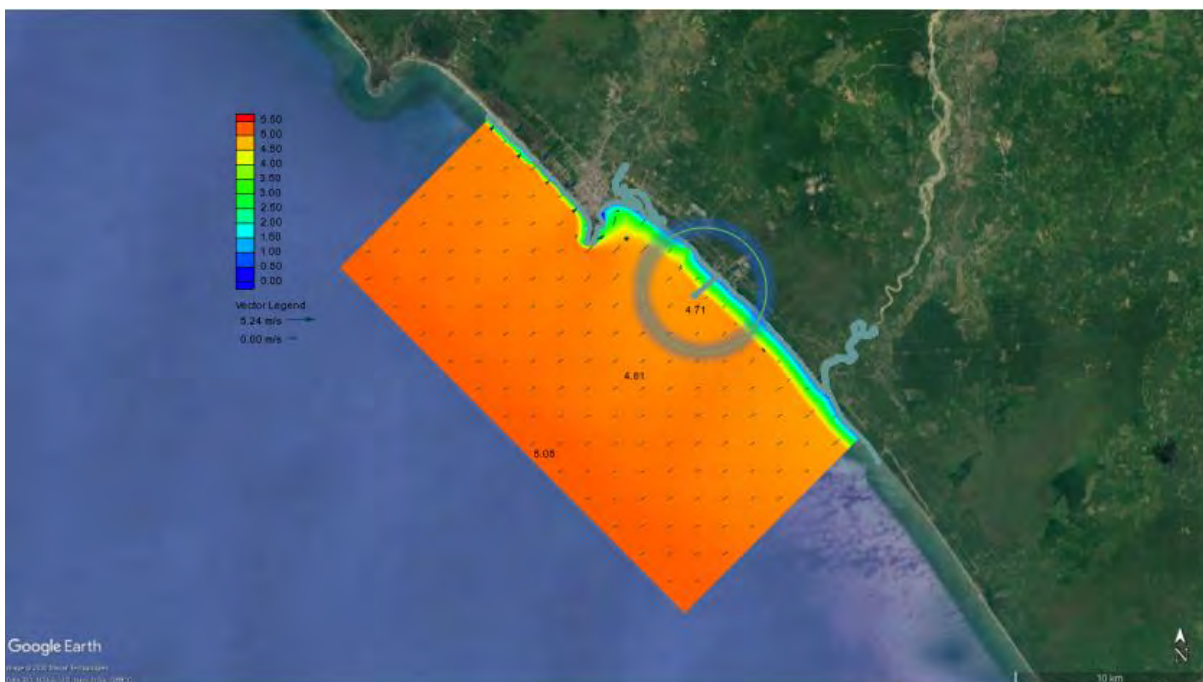
Gambar 4.4 Waverose per Tahun (2015-2019)
 (sumber: analisa konsultan)

4.3.2 Analisis Transformasi Gelombang (Refraksi dan Difraksi)

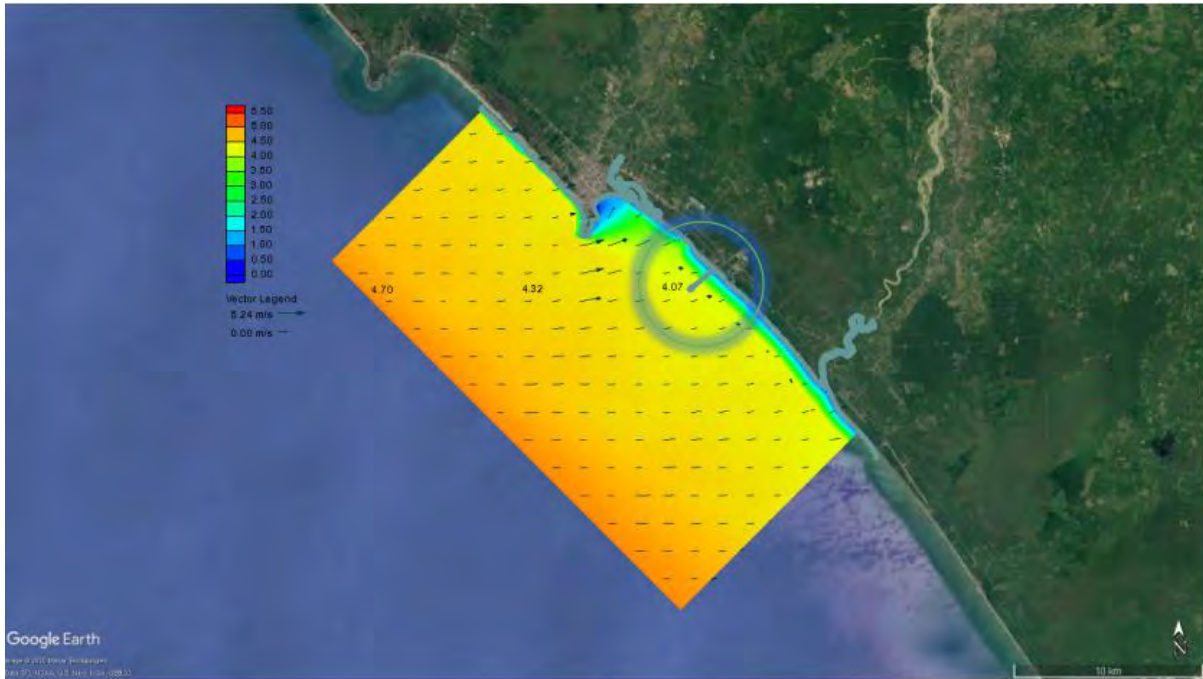
Akibat pengaruh difraksi dan refraksi, tinggi gelombang di laut dalam akan berbeda dengan tinggi gelombang di lokasi pelabuhan. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan modul STWAVE, hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 4.5 hingga Gambar 4.8 berikut.



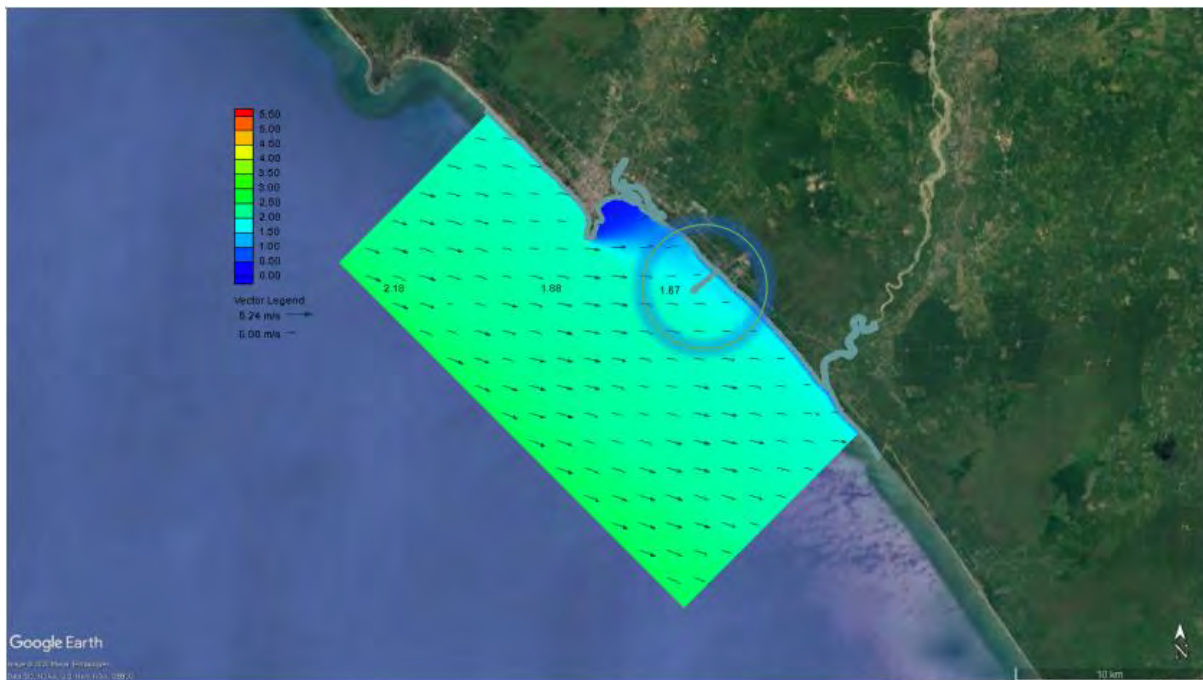
Gambar 4.5 Transformasi Gelombang Arah Selatan ($H_s = 5.37$ m)



Gambar 4.6 Transformasi Gelombang Arah Barat Daya ($H_s = 5.05$ m)



Gambar 4.7 Transformasi Gelombang Arah Barat ($H_s = 5.01$ m)



Gambar 4.8 Transformasi Gelombang Arah Barat Laut ($H_s = 3.96$ m)

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan Pemodelan Struktur

Dari hasil analisa yang telah dilakukan oleh konsultan, kondisi struktur breasting dolphin dan mooring dolphin dari dermaga MIFA dengan peningkatan kapasitas tongkang 10000 DWT dapat disimpulkan pada Tabel 5.1 berikut

Tabel 5.1 Kesimpulan analisa struktur dermaga MIFA

Struktur	Mampu mengakomodir Tongkang 10000 DWT	Penyebab	Rekomendasi
Breasting Dolphin 1	Ya	-	
Breasting Dolphin 1	Ya	-	
Mooring Dolphin 1	Tidak	Gaya mooring	Penambahan bracing
Mooring Dolphin 2	Tidak	Gaya mooring	Penambahan bracing

Hal ini dengan catatan bahwa diasumsikan kondisi pada tiang dermaga telah mengalami korosi pada ketebalan tiang sebesar **0.3mm**.

5.2 Kesimpulan Pemodelan Gelombang

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa lokasi jetty PT MIFA terletak di depan garis gelombang pecah (*breaking line*). Hal ini berarti, tinggi gelombang di jetty merupakan gelombang laut dalam atau alun (*swell*). Posisi jetty sudah searah dengan arah dominan gelombang, hal ini dapat meminimalisir kehilangan waktu sandar atau *downtime*.