TUGAS AKHIR - MO141326

STUDI ANALISIS ASSESMENT KEKUATAN *BOLLARD* TERKOROSI DI DERMAGA TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA (PT. TPS)

Agung Setya Wicaksana

NRP : 4312.100.126

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

Nur Syahroni., S.T., M.T., Ph.D

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI ANALISIS ASSESMENT KEKUATAN *BOLLARD* TERKOROSI DI DERMAGA TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA (PT. TPS)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AGUNG SETYA WICAKSANA

NRP. 4312 100126

Disetujui oleh:

1. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. (Pembimbing 1)
   .....
2. Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D. (Pembimbing 2)
   .....
3. Ir. Imam Rochani, M.Sc. (Penguji 1)
   .....
4. Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D (Penguji 2)
   .....
5. Yoyok Setyo H., S.T., M.T., Ph.D (Penguji 3)
   .....

SURABAYA, JULI 2017

STUDI ANALISIS ASSESMENT KEKUATAN *BOLLARD* TERKOROSI DI DERMAGA TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA (PT.TPS)

Nama Mahasiswa : Agung Setya Wicaksana

NRP : 4312100126

Jurusan : Teknik Kelautan – FTK ITS

Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) merupakan salah satu terminal petikemas utama di Indonesia untuk melayani perdagangan domestik maupun internasional khususnya untuk wilayah bagian Timur Indonesia. PT. TPS berencana mengembangkan kapasitas operasional dermaganya. Direncakan kapasitas kapal petikemas yang bisa dilayani adalah sampai dengan 60.000 DWT. Korosi yang mengakibatkan berkurangnya ketebalan baja *Mooring Bollard* dan anchor dapat menurunkan kemampuan, kapasitas dan daya dukung mooring bollard tersebut. Maka kekuatan dan daya dukung mooring bollard perlu diperhatikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan *Bollard* terkorosi yang berada di dermaga Terminal Petikemas Surabaya (PT.TPS) dalam kondisi operasi dan dalam kondisi badai. Berdasarkan data dari PT.TPS, *Bollard* mengalami penipisan ketebelan hingga mencapai ketebalan rata-rata 25 mm. Sehingga didapatkan kesimpulan dalam penelitian Tugas Akhir ini berupa Besar nilai *Safety Factor* dari *Bollard* terkorosi, berdasarkan besar kekuatan sisa *Yield Stress* material *Bollard* dibagi dengan *Actual Stress* yang terjadi adalah 2.45 pada kondisi operasi dan 0.93 pada kondisi badai. Sehingga *Bollard* terkorosi dengan ketebalan rata-rata 25 mm **Aman** untuk digunakan dalam kondisi operasi sementara untuk kondisi badai *Bollard* terkorosi dengan ketebalan rata-rata 25 mm **Tidak Aman** untuk digunakan.

Kata Kunci : *Mooring*, Pelabuhan, *Bollard*, Korosi, *Safety Factor*, PT.TPS.

(halaman sengaja dikosongkan)

STUDY ANALYSIS ASSESMENT OF BOLLARD STRENGTH ON TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA (PT. TPS) DOCK

Name : Agung Setya Wicaksana

REG. : 4312100126

Department : Ocean Engineering – FTK ITS

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

Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

PT. Surabaya Petikemas Terminal (TPS) is one of the main container terminals in Indonesia to serve both domestic and international trade especially for Eastern part of Indonesia. PT. TPS plans to expand its dock operational capacity. It is estimated that the capacity of container ships that can be served is up to 60,000 DWT. Corrosion resulting in reduced steel thickness of Mooring Bollard and anchor can decrease the ability, capacity and carrying capacity of the mooring bollard. The strength and carrying capacity of the mooring bollard should be analyzed. This study aims to analyze the strength of corroded Bollard located at the Terminal Petikemas Surabaya (PT.TPS) dock in operating conditions and in storm conditions. Based on data from PT.TPS, Bollard experienced thinning of the furniture to reach an average thickness of 25 mm. So the conclusion of this research is in the form of Value of Safety Factor from corroded bollard. Based on the remaining strength of Yield Stress Bollard material divided by Actual Stress that happened is 2.45 at operating condition and 0.93 in storm condition. Thus Bollard corroded with an average thickness of 25 mm Safe to use in temporary operating conditions for storm conditions Bollard corroded with an average thickness of 25 mm Not Safe to use.

Key word – mooring, dock, bollard, corrosion, safety factor, PT. TPS

(halaman sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir Tugas Akhir dengan judul "Studi Analisis Assesment Kekuatan *Bollard* Terkorosi di Dermaga Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS)".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini membahas tentang analisa kekuatan dari salah *Mooring Equipment* yang ada di pelabuhan yaitu *Bollard*, namun dalan kondisi *Bollard* tersebut terkorosi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Untuk itu semoga dalam laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan juga dapat menambah ilmu pengetahuan yang terkait bagi para pembaca.

Surabaya, 2017

Agung Setya Wicaksana

(halaman sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan kali ini, Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas akhir ini baik dukungan secara moril dan materi, diantaranya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus atas semua keberkahan dan kemudahan dalam mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua, kakak serta adik penulis yang secara tulus ikhlas memberikan doa dan dukungan sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan lancar.
3. Bapak Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu dan pebimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir
4. Bapak Nur Syahroni S.T.,M.T.,Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan ilmu dan pebimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir
5. Bapak Yoyok Setyo H., S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen wali selama masa perkuliahan di ITS – Surabaya
6. Bapak-bapak dosen penguji selama proses sidang proposal sampai sidang akhir berlangsung.
7. Kepada Auliya Aldi, Enggar, Rizqi August, Mas Hamzah, Sandy, Faisal, Zulwaqor, Farrel, Vito, Erras, Fiqhi, Aris, Fajar, Bayu, Fajri, Prasetyo, Nuraksatra karena telah membantu dan menyemangati penulis.
8. Teman-teman sejawat angkatan 2012 (Varuna) Teknik Kelautan ITS.
9. Teman-teman dari Laboratorioum OPRES yang selalu menemani penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman Paguyuban Kota Bogor SAFARY yang selalu menemani penulis.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh pihak yang secara langsung maupun tak langsung turut membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

(halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dermaga adalah bangunan di tepi laut (sungai, danau) yang berfungsi untuk melayani kapal, dalam bongkar/muat barang dan atau menaikkan/menurunkan penumpang (Asiyanto, 2008).

Dermaga dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *Wharf* atau Q*uai* dan *Jetty* atau *Pier* atau jembatan. *Wharf* adalah dermaga paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Jetty* atau P*ier* adalah dermaga yang menjorok ke laut (Bambang, 2009).

Dalam menjalankan fungsinya, dermaga dibantu oleh beberapa alat atau sarana pendukung. Contohnya dalam dermaga yang berfungsi sebagai transportasi massal, dibutuhkan jembatan penumpang, lahan parkir dan lain-lain. Namun dalam menjalankan fungsinya, dermaga akan selalu membutuhkan sistem penambatan (*Mooring*).

PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) merupakan salah satu terminal petikemas utama di Indonesia untuk melayani perdagangan domestik maupun internasional khususnya untuk wilayah bagian Timur Indonesia.

PT. TPS memiliki fasilitas utama berupa dermaga yang terdiri dari dermaga domestik sepanjang 600 m dan dermaga internasional sepanjang 1000 m seperti pada Gambar 1.1. PT. TPS berlokasi di bagian barat Pelabuhan Tanjung Perak, di bagian ujung alur pelayaran di antara pulau Jawa dan pulau Madura sepanjang 25 mil. Dermaga domestik berukuran 450 m, lebar 40 m dan kedalaman 7.5 m. Sedangkan dermaga internasional berukuran panjang 1000 m, lebar 50 m dan kedalaman 10.5 m.

Untuk mendukung fungsi dari dermaga milik PT Termina Petikemas Surabaya (TPS), dermaga tersebut dibantu oleh sistem tambat berupa *Mooring Bollard*

(Gambar 1.2). *Mooring Bollard* merupakan sarana penopang proses penambatan yang esensial, dimana *mooring bollard* merupakan fasilitas dimana tali tambat kapal ditambatkan pada dermaga.

Gambar 1.1 Dermaga Terminal Petikemas Surabaya

Mooring bollard memiliki konstruksi penopang berupa *Anchor*. *Anchor* ini berupa mur yang mengikat baut mooring bollard untuk menjaga kestabilan dan kekuatan *Mooring Bollard* agar tidak terjadi dislokasi dan deformasi struktur *Mooring Bollard*.

Gambar 1.2 *Bollard* Pada Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya

Dengan semakin berkembangnya perdagangan domestik maupun internasional, terjadi peningkatan secara signifikan pengiriman barang melalui petikemas. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka PT. TPS berencana mengembangkan kapasitas operasional dermaganya. Direncakan kapasitas kapal petikemas yang bisa dilayani adalah sampai dengan 60.000 DWT.

Korosi yang mengakibatkan berkurangnya ketebalan baja mooring bolllard dan anchor dapat menurunkan kemampuan, kapasitas dan daya dukung mooring bollard tersebut. Berkaitan dengan rencana operasional PT.TPS kedepannya yang akan menerima proses pekerjaan bongkar muat kapal 60.000 DWT, maka kekuatan dan daya dukung mooring bollard perlu diperhatikan agar dapat mengakomodasi besarnya penambahan kapasitas kapal tersebut.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang di bahas pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Berapa besar *Line Tension* maksimum yang terjadi pada *Mooring Line*?
2. Bagaimana respon *Mooring Bollard* (*Stress, Strain* dan deformasi) terkorosi saat menerima *Line Tension* maksimum?
3. Berapa besar *Safety Factor* yang terjadi pada struktur *Bollard* yang terkorosi?

1.3 TUJUAN

Adapun tujuan yang dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui besar *Line Tension* maksimum yang terjadi pada *Mooring Line*.
2. Mengetahui respon *Mooring Bollard* (*Stress*, *Strain* dan deformasi) terkorosi saat menerima *Line Tension* maksimum.
3. Mengetahui besar *Safety Factor* yang terjadi pada struktur *Bollard* yang terkorosi.

1.4 MANFAAT

Hasil penelitian dari pengerjaan Tugas Akhir ini diharapkan menjadi informasi mengenai data-data yang akan dicari sesuai rumusan masalah diatas dan dapat menjadi referensi bagi perusahaan, lembaga penelitian atau instansi lain yang terkait

maupun pihak *Independent* serta mahasiswa yang membutuhkan dan memiliki studi kasus yang sama atau hampir sama dengan penelitian dalan studi Tugas Akhir ini.

1.5 BATASAN MASALAH

Untuk memfokuskan ruang lingkup dari permasalahan yang telah dijabarkan di atas, maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Kapal yang dikaji adalah kapal dengan DWT (*Dead Weight Toonage*) 60.000 DWT.
2. Jenis *Mooring Bollard* yang dikaji merupakan *Mooring Bollard* tipe *T-Head Bollard* dengan kapasitas 150 ton dalam keadaan terkorosi dengan ketebalan *Bollard* sesuai dengan laporan sebelumnya.
3. Arah pembebanan gelombang yang dikaji adalah dari arah 0°, 45°, 90°, 135°, dan 180°.
4. Pasang dan surut diabaikan
5. Kondisi pembebanan dibagi menjadi 2 yaitu kondisi operasi dan badai dimana dalam kondisi pembebanan tersebut tidak terjadi bongkar muat dan kapal sedang bersandar.
6. Kondisi muatan yang dikaji adalah *Full Load*
7. Tipe tali tambat yang digunakan adalah *Nylon Hawser*.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan kerja praktik adalah sebagai sebagai berikut :

1. BAB I Pendahuluan

   Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian.
2. BAB II Dasar Teori

   Berisi tentang studi literature dan dasar teori yang digunakan sebagai dasar dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. BAB III Metodologi Penelitian

   Berisi tentang alur pengerjaan dan metodologi yang dipakai dalam mengerjakan tugas akhir ini.

4. BAB IV Analisa dan Pembahasan

   Berisi tentang pembahasan dan hasil dari analisa yang dilakukan serta sudah disesuaikan dengan metode penelitian dan dasar teori yang ada.

5. BAB V Kesimpulan

   Berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisa dan pembahasan dalam penelitian tugas akhir ini.

6. Daftar Pustaka

   Berisi tentang daftar tinjauan atau referensi terkait yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

7. Lampiran

   Berisikan data atau informasi terkait yang turut digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini.

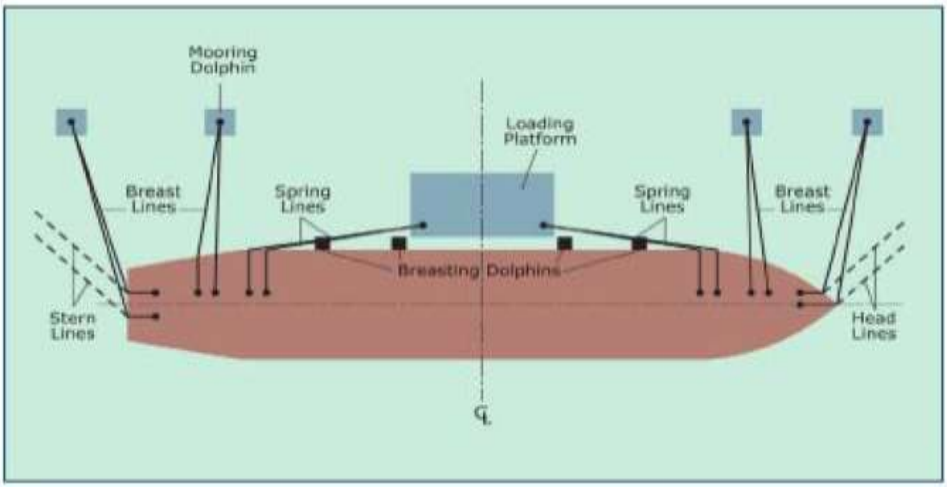
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Menurut *Oil Companies International Marine Forum* (OCIMF) dalam bukunya ”*Mooring Equipment Guidance*”, sistem pertambatan (*Mooring System*) adalah sistem keamanan yang diterapkan ketika kapal sedang berlabuh. Biasanya tempat berlabuh sebuah kapal tanker adalah pelabuhan dan pulau.

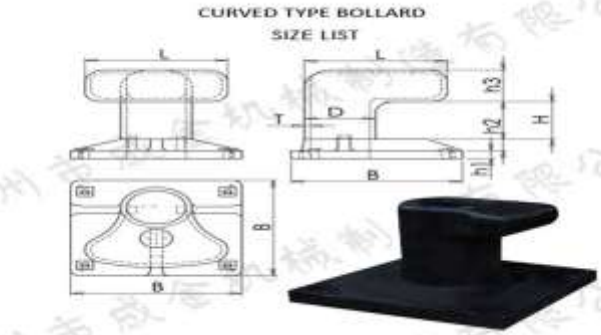
Pengoperasian kapal yang berfungsi sebagai tambatan seperti *Single Point Mooring* (SPM), *Multi-Bouy Moorings* (MBM), *Floating Production, Storage and Offloading Vessels*, *Emergency Towing*, *Tug Handling*, *Barge Mooring*, *Canal Transit*, *Ship-to-Ship Transfer* masih termasuk dalam kategori sistem pertambatan.dan memperlukan klasifikasi tertentu.



Gambar 2.1 Sistem *Mooring* Pada Tanker Terminal (OCIMF, 2008)

Sistem pertambatan terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Fixed Mooring* (terpancang) dan *Fleet Mooring*. *Fixed Mooring* terdiri dari elemen structural, secara permanen tertancap. Elemen struktural termasuk *Platform*, *Cells*, *Dolphins*, *Spuds* (Gambar 2.1). Biasanya *Fixed Mooring* terdapat tali, katrol dan lain-lain. Sementara itu *Fleet Mooring* terdiri dari elemen struktural dan tidak permanen tertancap. (*Naval Facilities Engineering Command*,1986).

Bollard (Gambar 2.2) berbentuk pendek dan memiliki *Column* berbahan dasar baja dengan dasarnya adalah plat. *Bollard* berfungsi untuk sebagai tambatan tali tambat dari struktur tertentu. *Bollard* memiliki berbagai macam bentuk dan memiliki berbagai kapasitas beban penahannya (*Naval Facilities Engineering Command*,1986).



型号	尺寸SIZE(mm)								重量
	D	H	T	L	B	h1	h2	h3	
5T	150	170	20	300	350	30	60	120	70
10T	200	210	20	400	480	40	70	160	140
15T	250	250	20	500	600	50	80	200	245
25T	300	290	21	600	720	65	95	240	420
35T	300	290	25	600	720	65	95	240	440
50T	350	330	29	700	840	70	100	280	665
70T	400	370	33	800	1000	90	120	320	1100
100T	450	410	39	900	1200	95	125	360	1670

Gambar 2.2 Spesifikasi *T-Head Bollard*

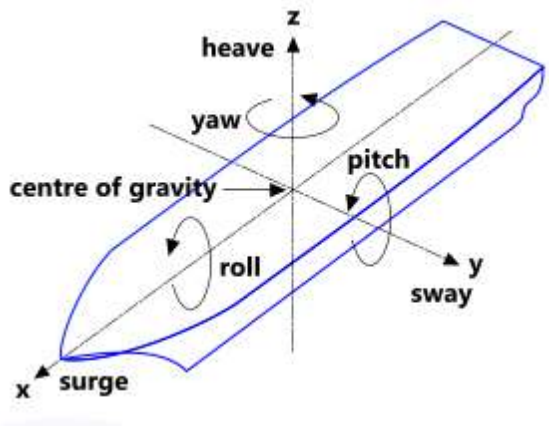
2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Teori Dasar Gerak Bangunan Laut

Pada dasarnya benda yang mengapung mempunyai 6 mode gerakan bebas yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu 3 mode gerakan translasional dan 3 mode gerakan rotasional. Berikut adalah keenam mode gerakan tersebut dengan ilustrasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.

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

Definisi gerakan bangunan laut dalam enam derajat kebebasan dapat dijelaskan dengan Gambar. 2.3. Dengan memakai konversi sumbu tangan kanan tiga gerakan translasi pada arah sumbu x,y dan z, adalah masing-masing *surge* (ζ1), *sway* (ζ2) dan *heave* (ζ3), sedangkan untuk gerakan rotasi terhadap ketiga sumbu adalah *roll* (ζ4), *pitch* (ζ5) dan *yaw* (ζ6).



Gambar 2.3 *Six Degrees of Freedom of Vessel* (Allen, 2006)

Dengan asumsi bahwa gerakan-gerakan osilasi tersebut adalah linier dan harmonik, maka enam persamaan diferensial gerakan kopel dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sum_{n=1}^{6}\left[\left(M_{jk} + A_{jk}\right)\zeta_k + B_{jk}\zeta_k + C_{jk}\zeta_k\right] = F_j e^{iwt}, j = 1 \qquad (2.1)$$

Dengan,

M*jk* = matriks massa dan momen inersia massa bangunan laut,

A*jk* = matriks koefisien-koefisien massa tambah hidrodinamik,

B*jk* = matriks koefisien-koefisien redaman hidrodinamik,

C*jk* = matriks koefisien-koefisien kekakuan atau gaya dan momen hidrostatik,

F*j* = matriks gaya eksitasi (*F*1, *F*2, *F*3) dan momen eksitasi (*M*4, *M*5, *M*6) dalam fungsi kompleks (dinyatakan oleh *e*),

*F*1 = gaya eksitasi yang menyebabkan gerakan *surge*,

*F*2 = gaya eksitasi yang menyebabkan gerakan *sway*,

*F*3 = gaya eksitasi yang menyebabkan gerakan *heave*,

*M*4 = momen eksitasi yang menyebabkan gerakan *roll*,

*M*5 = momen eksitasi yang menyebabkan gerakan *pitch*,

*M*6 = momen eksitasi yang menyebabkan gerakan *yaw*,

ζ_k = elevasi gerakan pada moda ke *k*,

ζ_k = elevasi kecepatan gerak pada moda ke *k*,

ζ_k = elevasi percepatan gerak pada moda ke *k*.

Langkah berikutnya dalam menyelesaikan persamaan gerak adalah menentukan harga koefisien-koefisien massa tambah, redaman dan hidrostatik. Dari persamaan gerak ini didapatkan hasil berupa karakteristik gerakan kapal. Informasi ini pada umumnya disajikan dalam bentuk grafik, di mana perbandingan gerakan pada mode tertentu ζj dengan parameter tinggi (atau amplitudo gelombang, ζa) diberikan sebagai fungsi frekuensi encounter ω_e dari sumber eksitasi.

2.2.2 Response Amplitude Operators (RAO)

Setelah menjelaskan dengan seksama tentang teori gerakan bangunan laut, pada akhirnya hasil yang diperlukan oleh perancang, serta pada tahap tertentu oleh opertaor, adalah informasi tentang karakteristik gerakan itu sendiri. Informasi ini pada umumnya disajikan dalam bentuk grafik, dimana absisnya adalah berupa parameter frekuensi, sedangkan ordinatnya adalah merupakan rasio antara amplitude

gerakan pada metode tertentu, ζ_{ko}, dengan amplitude gelombang, ζ_o, yang dikenal sebagai *Response Amplitude Operator* (RAO). Frekuensi yang dipakai sebagai absis dapat berupa frekuensi gelombang insiden, ω, frekuensi gelombang papasan, ω_e atau frekuensi non-dimensi, disesuaikan dengan keperluan analisisnya. Pemakaian frekuensi non-dimensi akan memberikan fleksibilitas bila data respons gerakan akan diskala untuk menganalisis perilaku bangunan laut yang lebih besar, ataupun lebih kecil, namun mempunyai konfigurasi yang tetap; yang umumnya dijumpai pada pemodelan fisik di laboratorium hidrodinamika. Frekuensi non-dimensi, baik yang terkait dengan gelombang insiden maupun gelombang papasan, adalah parameter yang diperoleh dari frekuensi gelombang dengan memperhitungkan ukuran panjang bangunan, *L* , dan percepatan gravitasi, *g*.

Response Amplitude Operator (RAO) atau disebut juga dengan *Transfer Function* merupakan fungsi respon gerakan dinamis struktur yang disebabkan akibat gelombang dengan rentang frekuensi tertentu. RAO merupakan alat untuk mentransfer gaya gelombang menjadi respon gerakan dinamis struktur. Menurut Chakrabarti (1987), persamaan RAO dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$RAO\ (\omega) = \frac{\zeta_{ko}(\omega)}{\zeta_o(\omega)} \tag{2.2}$$

Dimana :

$\zeta_{ko}(\omega)$ = amplitudo struktur

$\zeta_o(\omega)$ = amplitudo gelombang orde-1

2.2.3 Teori Gelombang

Besarnya kecepatan gelombang efektif dihitung dengan persamaan kecepatan gelombang sesuai teori gelombang yang berlaku. Penentuan teori gelombang menggunakan diagram *Region of Validity* dengan parameter sebagai berikut (Mouselli, 1981) :

$$\left(\frac{H}{gT^2}\right) \text{ dan } \left(\frac{d}{gT^2}\right) \tag{2.3}$$

Dengan :

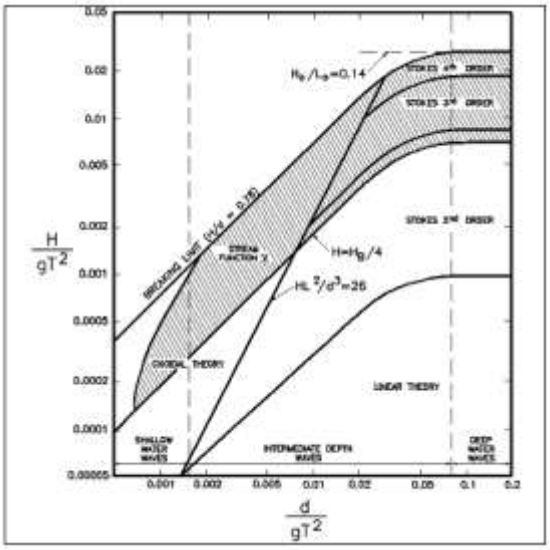
H : Tinggi gelombang (m)

g : Gravitasi (m/s^2)

d : kedalaman perairan (m)

T : Periode gelombang (s)

Nilai yang didapat dari perhitungan persamaan berguna untuk menentukan teori gelombang dengan memakai grafik *Regions of Validity of Wave Theories*. *Grafik Regions of Validity of Wave Theories* dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar 2.4 Grafik *Region of Validity of Wave Theories* (Mouselli, 1981)

Dari grafik tersebut, didapatkan teori gelombang yang berlaku untuk analisa. Setiap teori gelombang memiliki turunan persamaan tersendiri dalam menghitung nilai kecepatan gelombang efektif.

Kebanyakan perhitungan teori gelombang pada perairan tertutup menggunakan teori gelombang *stoke*. Teori gelombang *stoke* merupakan solusi untuk perairan yang membutuhkan tingkat akurasi lebih tinggi dari teori gelombang linier. *Stoke* memasukkan ekspresi deret kecepatan potensial dalamn persamaan *Laplace* dan

syarat batas dasar laut (Febrian, 2012). Persamaan kecepatan horizontal partikel air yang digunakan pada teori *stoke* orde dua dapat diketahui dari persamaan berikut :

$$U = \frac{\pi H}{T}\frac{\cosh ks}{\sinh kd}.\cos\theta + \frac{3}{4}\left(\frac{\pi H}{L}\right)\frac{\pi H}{T}\frac{\cosh 2ks}{\sinh^4 kd}.\cos 2\theta \qquad (2.4)$$

Dengan :

U = kecepatan horizontal partikel air, (m/s)

k = angka gelombang = $2\pi/L$

L = panjang gelombang, (m)

s = jarak vertikal titik yang ditinjau dari dasar laut, (m)

θ = sudut fase = kx – ωt

x = jarak horizontal titik yang ditinjau, (m)

ω = frekuensi gelombang, (rad/s) = $2\,\pi\,/\,T$

t = waktu yang ditempuh untuk mencapai jarak horizontal titik yang ditinjau, (s)

Persamaan kecepatan horizontal partikel air jika diturunkan akan menjadi percepatan horizontal partikel air dimana persamaannya dapat dilihat pada rumus berikut ini :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{2\pi^2 H}{T}\frac{\cosh ks}{\sinh kd}.\sin\theta + \frac{3\pi^2 H}{T^2}\left(\frac{\pi H}{L}\right)\frac{\cosh 2ks}{\sinh^4 kd}.\sin 2\theta \qquad (2.5)$$

Kecepatan partikel efektif dari partikel air pada kedalaman tertentu dapat dihitung menggunakan persamaan *Mouselli* (1981) seperti berikut :

$$U_{eff}{}^2 = 0{,}778\,.\,U_o{}^2.\left(\frac{D}{y_o}\right)^{0.286} \qquad (2.6)$$

Dengan:

U_{eff} = kecepatan efektif partikel air pada ketinggian yo, (m/s)

U_o = kecepatan horizontal partikel air yang diketahui pada yo, (m/s)

y_o = ketinggian orbit partikel dari dasar laut, (m)

Setelah mendapatkan nilai dari kecepatan partikel gelombang efektif dan kecepatan partikel arus efektif, maka untuk menghitung kecepatan efektif total (U_e) adalah dengan me-resultan kedua kecepatan tersebut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ue = Uw + Uc \quad (2.6)$$

2.2.4 Beban Gelombang

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

D⁄λ > 1 = gelombang mendekati pemantulan murni, persamaan morison tidak valid

D⁄λ > 0,2 = difraksi gelombang perlu diperhitungkan, persamaan morison tidak valid

D⁄λ < 0,2 = persamaan morison valid

Berikut adalah teori yang digunakan pada perhitungan gaya gelombang (Indiyono, 2003), yaitu :

a. Teori Morison

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

b. Teroi Froude-Krylov

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

c. Teori Difraksi

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

2.2.5 Spektrum Gelombang

Teori gelombang reguler dapat diaplikasikan pada saat desain metode *single wave* di gunakan. Ini tergantung dari metode yang digunakan pada saat proses pendesainan. Pada gelombang acak, ini di deskripsikan dengan densitas spektrum energi. Spektrum energi gelombang mendeskripsikan energi yang terkandung dari gelombang dan itu diditribusikan keseluruh jangkauan frekuensi pada gelombang acak. Oleh karena itu. Metode gelombang acak mungkin berguna khususnya pada tahap perencanaan bangunan terapung. (Chakrabakti. 1972) Pemilihan spektrum energi gelombang didasarkan pada kondisi *real* laut yang ditinjau.

Spektrum gelombang yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah spektrum JONSWAP. Persamaan spektrum JONSWAP merupakan modifikasi dari persamaan spektrum Pierson-Morkowitz yang disesuaikan dengan kondisi laut yang ada (Djatmiko,2012). JONSWAP merupakan proyek yang dilakukan pada perairan North Sea.Spektrum JONSWAP mendeskripsikan angin yang membangkitkan gelombang dengan kondisi *sea state* yang ekstrim.

Kriteria yang ada di DNV RP-C205, bahwa spektrum JONSWAP dapat diaplikasikan untuk perairan dengan :

$3.6 < Tp / (Hs)1/2 < 5$ (2.7)

Hal ini didukung dengan pernyataan yang ada pada buku Chakrabharti (1987) bahwa pada kondisi survival di perairan Teluk Meksiko, yang tepat adalah penggunaan spektrum JONSWAP.

Formulasi spektra JONSWAP banyak dipakai dalam perancangan dan analsis bangunan lepas pantai yang dioperasikan di Indonesia. Hal yang mendasari pemakai spektra JONSWAP dikarenakan karena perairan Indonesia di mana kebanyakan bangunan lepas pantai untuk kegiatan migas dioperasikan adalah perairan kepulauan atau tertutup. Namun dari sejulah kajian, untuk perairan Indonesia disarankan memakai parameter γ berkisar dari 2.0 hingga 2.5. Hal ini pada intinya adalah untuk mengurangi dominasi energi yang dikontribusikan oleh frekuensi gelombang tertentu saja (Djatmiko,2012).

Persamaan spektrum JONSWAP dapat ditulis sebagai berikut :

$$Sj(\omega) = A_\gamma S_{PM}(\omega)\gamma^{\exp\left(-0.5\left(\exp\left(\frac{\omega-\omega_p}{\sigma\omega_p}\right)^2\right)\right)} \quad (2.8)$$

Dengan :

S_{PM} = Spektrum *Pierson-Moskowitz*

$$= \frac{5}{16} Hs^2 \omega_p{}^4 \omega^{-5} . \exp\left(\frac{-5}{4}\left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{-4}\right) \quad (2.9)$$

H_s = tinggi gelombang signifikan

ω_p = $2\pi/Tp$ (*Angular Spectral Peak Frequency*)

ɣ = non-dimensional parameter bentuk puncak

= 2.0-2.5 untuk perairan Indonesia

σ = *Spectra Width Parameter*

$\sigma = 0.07$ untuk $\omega \leq \omega_p$

$\sigma = 0.09$ untuk $\omega > \omega_p$

A_γ = 1-0.287 ln(ɣ) adalah *Normalizing Factor*

2.2.6 Spektrum Respon Struktur

Spektrum respons didefinisikan sebagai respons kerapatan energi pada struktur akibat gelombang. Spektrum respons merupakan perkalian antara spektrum gelombang dengan RAO kuadrat, secara matematis dapat ditulis seperti pada persamaaan 2.10 :

$$S_R = [RAO(\omega)]^2 S(\omega) \quad (2.10)$$

Dimana :

S_R = Spektrum Respons (m^2-sec)

$S(\omega)$ = Spektrum Gelombang (m^2-sec)

$RAO(\omega)$ = Transfer Function

ω = Frekuensi gelombang (rad/sec)s

2.2.7 *Bollard*

Bollard merupakan salah satu perlengkapan pada dermaga atau pelabuhan yang memiliki fungsi sebagai penambatan tali kapal saat kapal berlabuh. *Bollard* terbuat dari besi cor/baja dan ditanamkan pada fondasi atau bibir dermaga sehingga mampu untuk menahan gaya yang bekerja pada penambatan kapal di dermaga. Adapun jenis-jenis *Bollard* yang beredar di pasaran yaitu :

1. *Tee Bollard* : *Bollard* yang berbentuk seperti kepala ular dan dengan kaki berbentuk setengah lingkaran. Seperti pada Gambar 2.5

Gambar 2.5 *Tee Bollard*

2. *Bitt Bollard* : *Bollard* dengan bentuk bagian atas berupa lingkaran. Seperti pada Gambar 2.6

Gambar 2.6 *Bitt Bollard*

3. *Cross Bollard* : *Bollard* dengan bentuk seperti salib. Seperti pada Gambar 2.7

Gambar 2.7 *Cross Bollard*

4. *Staghorn Bollard* : *Bollard* dengan bentuk bagian atas bulat ditengah dan disampingnya terdapat tanduk-tanduk untuk menambatkan tali. Seperti pada Gambar 2.8.

Gambar 2.8 *Staghorn Bollard*

2.2.8 Korosi

Korosi diartikan sebagai kerusakan atau keausan dari material akibat terjadinya reaksi dengan lingkungannya yang didukung oleh faktor – faktor tertentu. Beberapa ahli korosi berpendapat bahwa perkaratan tidak hanya terjadi pada logam saja, namun non-logam juga mengalami korosi yang di golongkan dalam korosi non-logam. Suatu contoh, lunturnya warna cat akibat sengatan matahari, mengendornya karet akibat pengaruh panas dan cuaca, lapuknya kayu konstruksi akibat jamur dll.

Secara garis besar faktor – faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya korosi adalah :

- Material konstruksi

Material yang dipakai untuk membuat benda konstruksi sangat berpengaruh terhadap laju korosi, dengan demikian harus dipilih sebaik mungkin untuk mengurangi dampak korosi

- Kondisi lingkungan / media

Kondisi lingkungan dimana konstruksi akan dibuat dan digunakan juga merupakan salah satu faktor dalam proses dan kecepatan korosi. Material di

lingkungan air laut akan sangat berbeda dengan lingkungan air tawar. Korosi yang timbul akan dipengaruhi oleh media korosif yang terkandung pada lingkungan

- Bentuk konstruksi

Bentuk korosi yang oleh sebagian orang diabaikan efeknya terhadap proses korosi sebenarnya tidak sedikit dampak negatifnya. Karena bentuk ini sedikit banyak juga akan berpengaruh terhadap kecepatan korosi. Sebagai contoh pipa yang dibengkokkan dengan radius 180° akan sangat berlainan korosinya dengan pipa yang lurus.

- Fungsi konstruksi

Konstruksi baja yang digunakan untuk operasi panas akan berlainan jika dibandingkan dengan suhu operasi rendah. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan jika konstruksi tersebut akan dibuat harus dipertimbangkan untuk apa alat tersebut dibuat atau operasi yang bagaimana konstruksi tersebut dipakai

Keempat faktor ini satu sama lain saling berpengaruh dan harus dipertimbangkan secara simultan agar didapatkan bentuk konstruksi yang secara teknis maupun ekonomis dapat menguntungkan.

Berdasar pada teori kimia, korosi terjadi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungannya. Reaksi oksidasi diartikan sebagai reaksi yang menghasilkan electron atau reaksi pelepasan electron dan reduksi adalah reaksi antara dua unsur yang menggunakan atau mengikat electron, sebagai contoh ;

$$Na \longrightarrow Na^{+} + 1e^{-} \text{ (Oksidasi)}$$

$$Cl + e^{-} \longrightarrow Cl \text{ (Reduksi)}$$

$$Na + Cl \longrightarrow Na^{+} + Cl^{-} \text{ (Redoks)}$$

Pada proses korosi, salah satu hasil reaksi tersebut diatas akan bereaksi dengan logam lain. Kemudian hasil reaksinya tersebut akan bereaksi lagi dengan logam dan mengakibatkan pengikisan unsur logam tersebut. Proses ini biasa disebut korosi dan diawali terlebih dulu dengan berubahnya logam menjadi ion logam.

Menurut hasil inspeksi, korosi yang terjadi pada *Bollard* yang ada di Terminal Petikemas (PT. TPS) Surabaya adalah korosi jenis *General* (Seragam). Korosi seragam adalah korosi yang terjadi pada permukaan material akibat bereaksi dengan oksigen Biasanya korosi seragam ini terjadi pada material yang memiliki ukuran butir yang halus dan *homogenitas*yang tinggi.

Korosi seragam adalah jenis korosi dimana pada korosi tipe ini laju korosi yang terjadi pada seluruh permukaan logam atau paduan yang terpapar atau terbuka ke lingkungan berlangsung dengan laju yang hampir sama. Hampir seluruh permukaan logam menampakkan terjadinya proses korosi.

Korosi ini terjadi pada seluruh permukaan logam yang kontak dengan air dengan intensitas yang sama. Akibat korosi ini biasanya logam akan mengalami kehilangan berat paling besar dibandingkan dengan korosi lain. Korosi ini biasa terjadi pada baja karbon yang berada dalam lingkungan atmosfer maupun korosif, sedangkan pada tembaga terjadi laju korosi yang rendah karena adanya lapisan film pelindung pada permukaannya sehingga tembaga memiliki ketahanan korosi yang tinggi

Jenis korosi ini adalah yang paling umum dimana korosi terjadi secara menyeluruh pada permukaan logam yang terekspos pada lingkungan korosif. Korosi ini sering pula disebut sebagai penipisan (thinning) atau *general corrosion*. Contoh paling umum adalah korosi pada logam yang terekspos di udara. Contoh lain adalah serangan oleh asam seperti HCl,H_2SO_4,HF,senyawa sulfur, dan sebagainya.

Mekanisme *General Corrosion* : dengan distribusi seragam dari reaktan katodik atas seluruh permukaan logam yang terekspos. Pada lingkungan asam (pH < 7), terjadi reduksi ion hydrogen dan pada lingkungan basa (pH > 7) atau netral terjadi reduksi oksigen. Kedua berlangsung secara “seragam” dan tidak ada lokasi preferensial atau lokasi reaksi katodik atau anodic. Katoda dan anoda terletak secara acak dan bergantian sepanjang waktu. Hasil akhirnya adalah hilangnya kurang lebih yang seragam dimensi.

2.2.9 *Line Tension*

Menurut API RP 2SK *Third Edition* (2005) *Maximum Tension* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$T_{max} = T_{mean} + T_{lfmax} + T_{wfsig} \quad (2.11)$$

$$T_{max} = T_{mean} + T_{wfmax} + T_{lfsig} \quad (2.12)$$

Dimana :

T_{max} = *Maximum Tension*

T_{mean} = *Mean Tension*

Twfmax = Maximum wave frequency tension
Twfsig = Significant wave frequency tension
Tlfmax = Maximum low frequency tension
Tlfsig = Significant low frequency tension

Persamaan diatas dapat diaplikasikan pada kondisi *Intact* dan *Damage*

Breaking Strength merupakan batasan tegangan maksimum dari *Chain Line* yang tidak boleh dilampaui, artinya *Chain Line* tidak boleh memiliki tegangan lebih dari *Breaking Strength*

$$BS = CBS\ (D - 2\Delta t\ x\ T)/D \quad (2.13)$$

Dengan :

BS : *Breaking Strength*

CBS : *Catalog Breaking Strength*

D : diameter *Mooring Line*

Δt : *Corrosion Allowance*

T : *Service Time*

Menurut API RP 2T untuk *Unity Check* tidak boleh melebihi nilai satu. Secara matematis persamaan *Unity Check* dapat dituliskan sebagai berikut :

$$UC = \frac{\sigma_n \, x \, SF}{\sigma_y} < 1 \qquad (2.14)$$

Dengan :

UC : *Unity Check*

σ_n : Tegangan Nominal

σ_y : Tegangan *Yield* material

Sedangkan kondisi batas tegangan ijin didapat dengan membagi *Yield Strength* dengan *Safety Factor* :

$$\frac{1}{SF} = \frac{\sigma_n}{BS} \qquad (2.15)$$

Dengan syarat $\sigma_n < \sigma_n$, dengan :

σ_{ijin} : tegangan ijin

SF : *Safety Factor*

Safety Factor untuk kondisi analisis *Mooring* dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 *Safety Factor for Mooring Line*

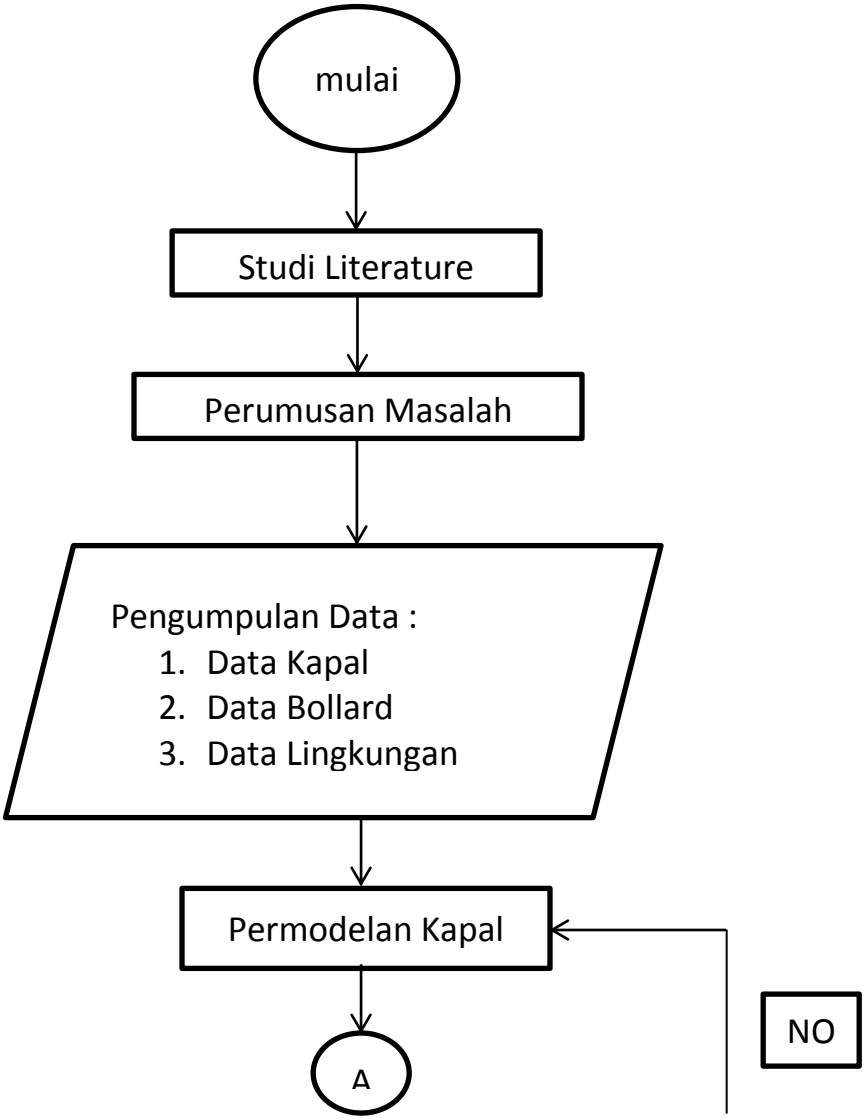
Condition	**Percent of Breaking Strength (Tension Limit)**	**Safety Factor**
Intact (ULS)	60	>1.67
Damage (ALS)	80	>1.25

BAB III

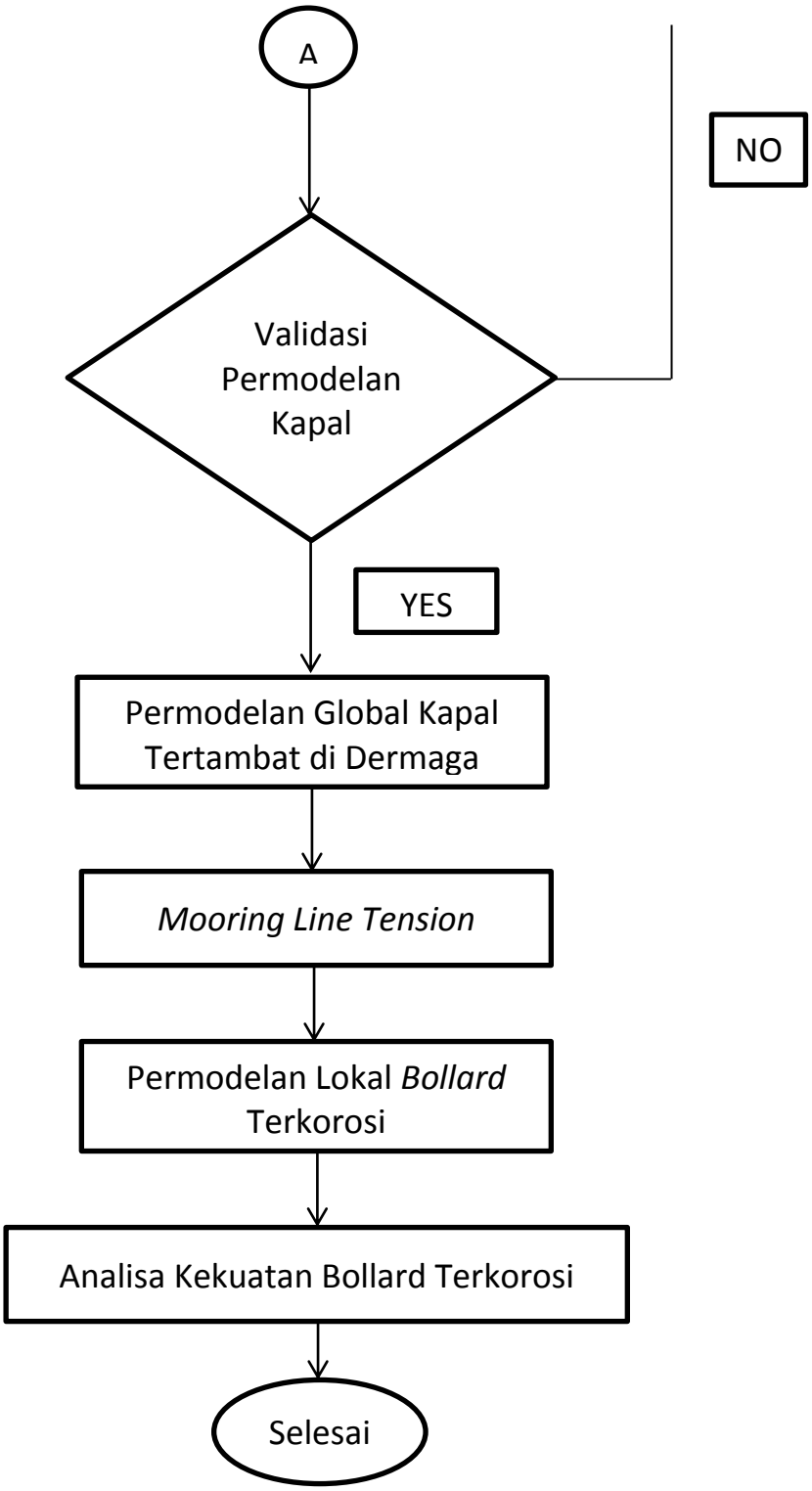
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR (*FLOW CHART*)

Metodologi penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir ini digambarkan dalam *Flow Chart* pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas akhir (Lanjutan)

3.2 PENJELASAN METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan Diagram Alir (*Flow Chart*) adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

   Studi literatur merupakan langkah awal yang dilakukan guna membentuk kerangka berpikir terhadap permasalahan yang akan diteliti. Tahap ini dilakukan dengan mempelajari literatur dari buku-buku pendukung, *Codes*, internet, referensi studi sebelumnya dan pencarian data di lapangan.

2. Perumusan Masalah

   Menentukan topik masalah yang akan dilakukan dalam studi Tugas Akhir ini.

3. Pengumpulan Data

   Data-data yang diperlukan dalan Tugas Akhir ini meliputi :

   - Data kapal
   - Data *Bollard* terkorosi
   - Data lingkungan (*Metaocean*)

4. Permodelan Kapal

   Melakukan permodelan dari data *Sea Practicular* kapal yang memiliki 60.000 DWT dan menggunakan *Software* MAXSURF.

5. Validasi Permodelan

   Langkah berikutnya adalah melakukan validasi permodelan dengan menggunakan *Software* MAXSURF. Validasi dilakukan dengan mencari besar nilai hidrostatis pada *Software* MAXSURF dan dibandingkan dengan data awal kapal. Setelah mendapatkan validasi permodelan kapal, kita dapat mencari gerak *Freefloating* kapal tersebut.

6. Permodelan Global Kapal Tertambat di Dermaga

   Melakukan permodelan kapal yang tertambat di dermaga. Dalam permodelan ini dibantu dengan menggunakan *Software* ORCAFLEX.selain melakukan permodelan global kapal tertambat, dilakukan pula perhitungan beban yang diakibatkan gelombang, arus dan angin dari 5 arah pembebanan. Analisis ini bertujuan untuk memodelkan keadaan sesungguhnya di lapangan sehingga bisa mendapatkan besaran *Line tension*.

7. *Mooring Tension*

Analisis *Mooring Tension* ini dilakukan dengan menggunakan *Software* ORCAFLEX. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan besar tegangan atau *Tension* yang terjadi pada *Mooring Line*. Yang dipakai pada tugas akhir ini adalah *Mooring Line Tension* yang paling besar.

8. Permodelan Lokal *Bollard* Terkorosi

Melakukan permodelan *Bollard* yang terkorosi. Permodelan ini dibantu dengan menggunakan *Software* AUTOCAD. *Bollard* yang dimodelkan merupakan *Bollard* yang memiliki tebal baja paling tipis berdasarkan data yang diberikan.

9. Analisis Kekuatan

Analisis kekuatan dilakukan dengan menggunakan *Software* ANSYS. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *Stress, Strain* dan deformasi dari *Bollard* tersebut ketika menerima gaya *Line Tension* maksimum dari kapal tertambat. Serta melakukan perhitungan manual untuk mendapatkan *Safety Factor* dari *Actual Force* sehingga dapat dibandingkan dengan *Safety Factor* dari *Bollard* itu sendiri.

10. Kesimpulan dan Saran

Memberikan kesimpulan dan saran atau rekomendasi dari hasil Tugas Akhir ini.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

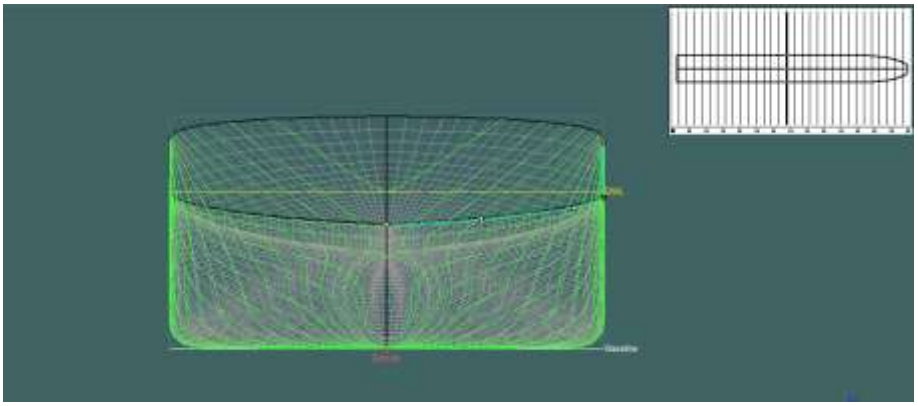
4.1 PERMODELAN KAPAL

Permodelan *Surface Container Ship* Sea-Land Comet dilakukan dengan *Software* Maxsurf. Permodelan Sea-Land Comet dilakukan untuk mendapatkan model dan data hidrostatis. Data yang digunakan sebagai input dalam permodelan *Container Ship* Sea-Land Comet pada maxsurf tertera pada Tabel 4.1 :

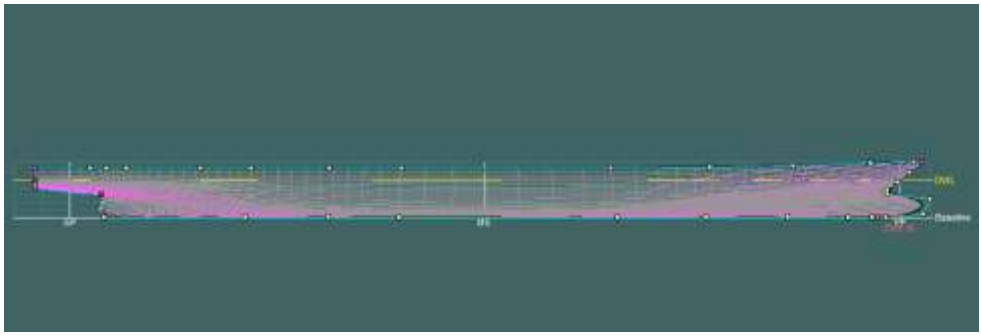
Tabel 4.1 *Principal Dimension* Sea-Land Comet

Principal Dimension	Nilai	Satuan
Length Perpendicular (LPP)	262.5	M
Length Over All (LOA)	273	M
Breadth	32	M
Draught	11.5	M
Height	18	M
Deadweight Toonage	59840	Ton

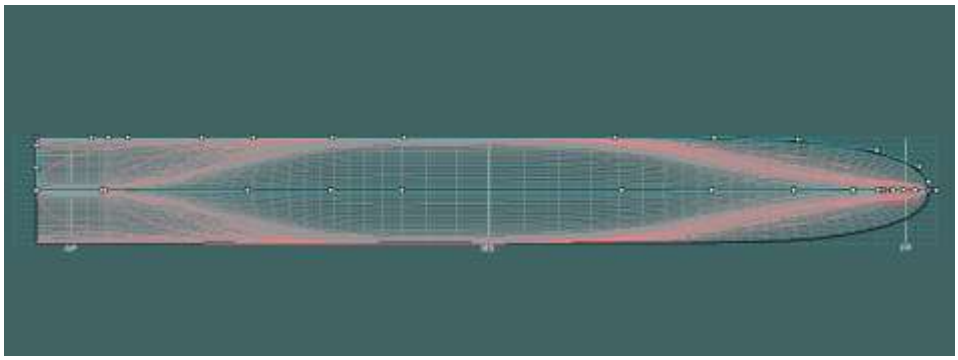
Hasil dari permodelan *Container Ship* Sea-Land Comet dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.4 :



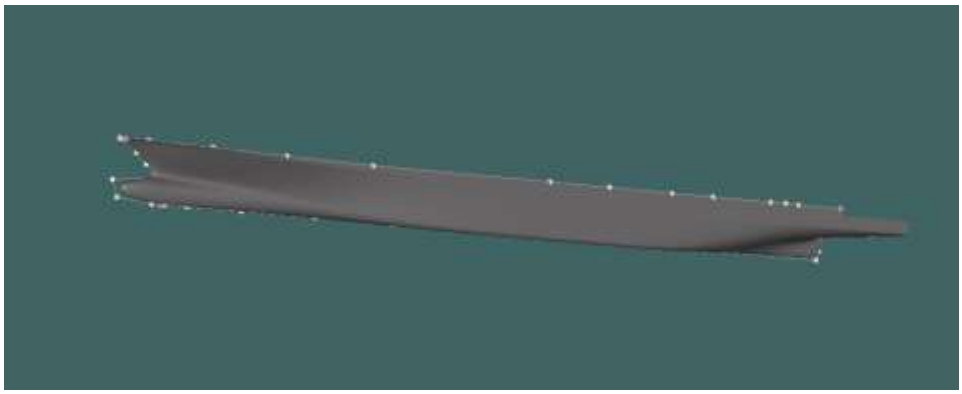
Gambar 4.1 Hasil Permodelan Sea-Land Comet Tampak Depan



Gambar 4.2 Hasil Permodelan Sea-Land Comet Tampak Samping



Gambar 4.3 Hasil Permodelan Sea-Land Comet Tampak Atas



Gambar 4.4 Hasil Permodelan Sea-Land Comet Tampak Isometri

4.2 VALIDASI PERMODELAN *CONTAINER SHIP* SEA-LAND COMET

Validasi model *Container Ship* Sea-Land Comet perlu dilakukan agar model menyerupai bentuk sebenarnya. Koreksi yang diijinkan untuk selisih model dengan struktur aslinya adalah 5%. Validasi model dilakukan dengan membandingkan data hidrostatis model dengan data hidrostatis *Container Ship* Sea-Land Comet yang sudah ada. Validasi *Container Ship* Sea-Land Comet dilakukan pada kondisi *Full Load*. Hasil dari validasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Hasil Validasi *Container Ship* Sea-Land Comet

	Data	Maxsurf	Koreksi (%)
Displacement (Ton)	67637.96	68924	0.09
Volume (M^3)	67255.7	67242.799	0.01
Draft to Baseline (M)	11.500	11.500	0.00
Immersed Depth (M)	11.500	11.500	0.00
Coefficient Prismatic (Cp)	0.659	0.691	0.009
Coefficient Block (Cb)	0.669	0.687	0.009
Coefficient Waterplane (Cwp)	0781	0.890	0.008
LCB *From Zero pt* (M)	143.88	143.925	0.009
LCF *From Zero pt* (M)	153.48	152.893	0.01
KB (M)	6.195	6.277	0.009

Dari validasi yang telah dilakukan pada kondisi *Full Load* terbukti tidak ada koreksi yang melebihi dari 5%. Hal ini menunjukkan bahwa model *Container Ship* Sea-Land Comet dapat diterima untuk analisis perhitungan RAO *Free Floating* dan tertambat.

4.2.1 Analisis Gerakan Kapal pada Keadaan Terapung Bebas (*Freefloating)*

Analisis gerakan kapal dilakukan dalam keadaan terapung bebas (*Free Floating*) dan tertambat. Analisis gerakan kapal terapung bebas dilakukan tanpa ada pengaruh penambatan. Gerakan struktur dapat dilihat dari kurva *Response Amplitude Operator* (RAO). Pada penelitian ini, analisis gerakan struktur kapal

dianalisis dalam kondisi *Full Load*. Kurva RAO menunjukkan amplitude gerakan yang terjadi per meter gelombang regular pada frekuensi tertentu.

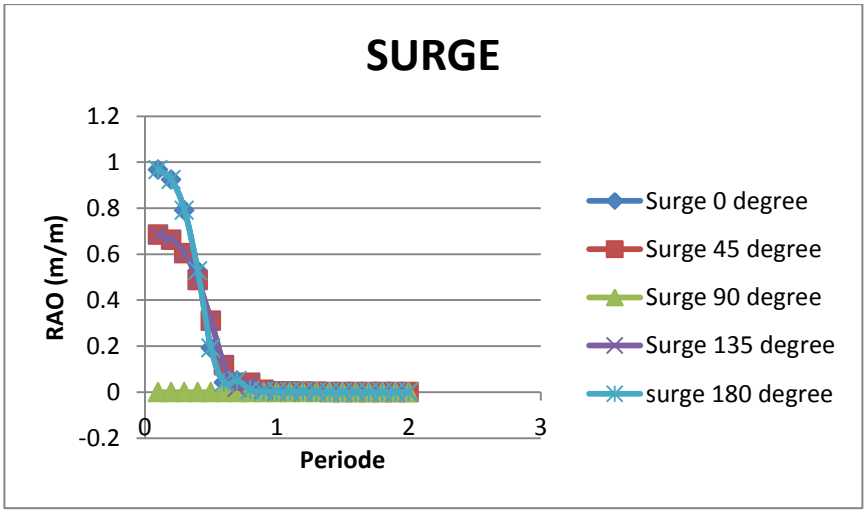
Pada dasarnya benda yang mengapung mempunyai 6 mode gerakan bebas yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu 3 mode gerakan translasional dan 3 mode gerakan rotasional ;

1. Mode gerak translasional
- Surge, gerakan transversal arah sumbu x
- Sway, gerakan transversal arah sumbu y
- Heave, gerakan transversal arah sumbu z

2. Mode gerak rotasional
- Roll, gerakan rotasional arah sumbu x
- Pitch, gerakan rotasional arah sumbu y
- Yaw, gerakan rotasional arah sumbu z

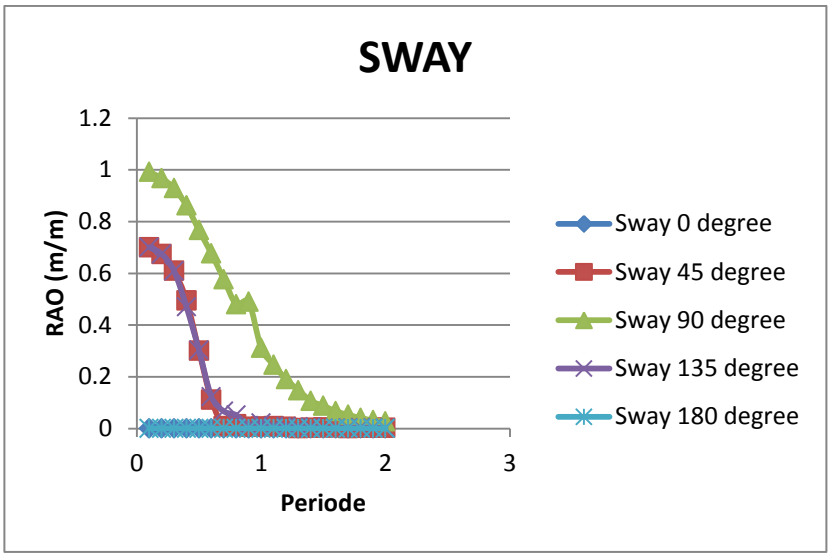
Gerakan struktur berbeda pada tiap arah gelombang datang. Pada Tugas Akhir ini arah gelombang yang ditinjau adalah 0°, 45°, 90°, dan 180°. Hasil dari amplitudo gerakan kapal pada setiap mode gerak dapat dilihat pada Gambar 4.5 – 4.10 :

1. Gerak translasional



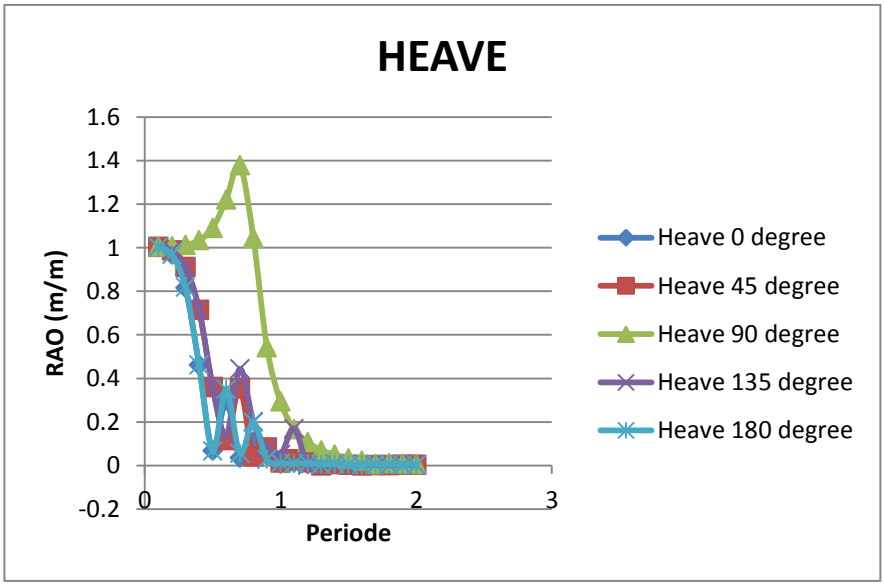
Gambar 4.5 Kurva RAO pada Mode Gerak Surge.

Dari Gambar 4.5 mode gerak Surge maksimal kapal Sea-Land Comet terjadi pada 0°. Dengan nilai sebesar 0.968 m/m pada periode 0.1π s.



Gambar 4.6 Kurva RAO pada Mode Gerak Sway

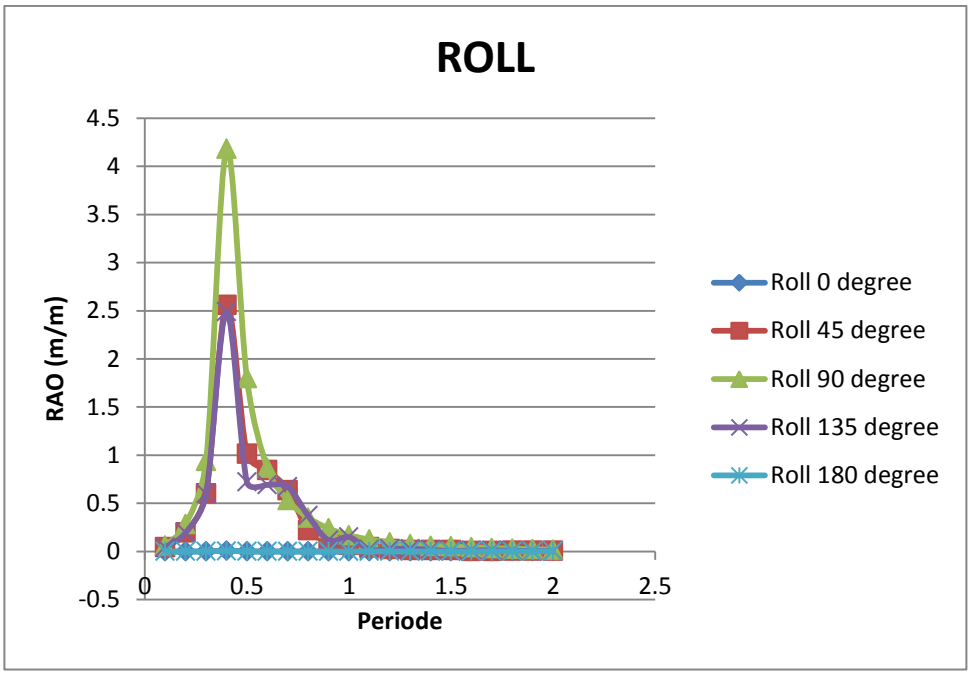
Dari Gambar 4.6 mode gerak Sway maksimal kapal Sea-Land Comet terjadi pada 90°. Dengan nilai sebesar 0.992 m/m pada periode 0.1π s.



Gambar 4.7 Kurva RAO pada Mode Gerak Heave

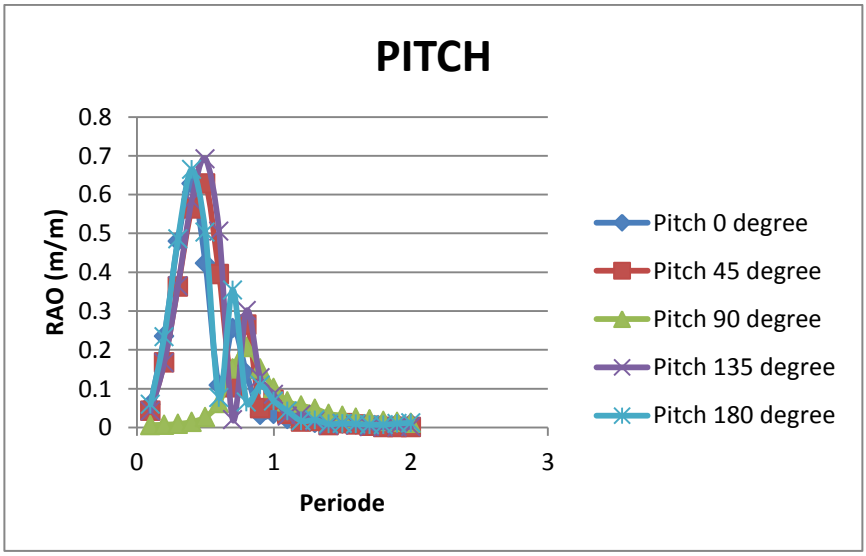
Dari Gambar 4.7 mode gerak Heave maksimal kapal Sea-Land Comet terjadi pada 90°. Dengan nilai sebesar 1.379 m/m pada periode 0.7π s.

2. Gerak rotasional



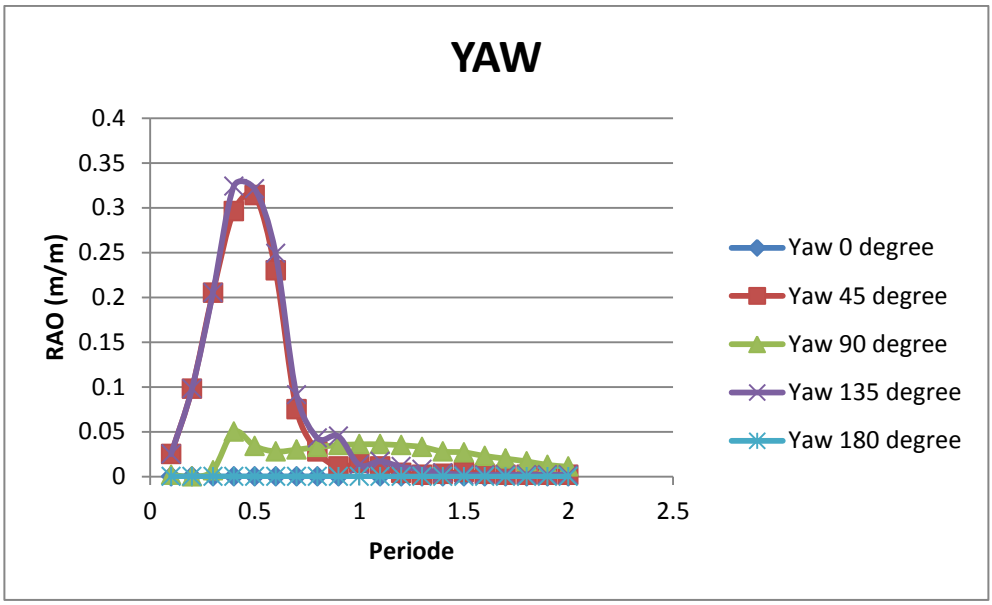
Gambar 4.8 Kurva RAO pada Mode Gerak Roll

Dari Gambar 4.8 mode gerak Roll maksimal kapal Sea-Land Comet terjadi pada 90°. Dengan nilai sebesar 4.18 °/m pada periode 0.4π s.



Gambar 4.9 Kurva RAO pada Mode Gerak Pitch

Dari Gambar 4.9 mode gerak Pitch maksimal kapal Sea-Land Comet terjadi pada 135°. Dengan nilai sebesar 0.692 °/m pada periode 0.5π s.



Gambar 4.10 Kurva RAO pada Mode Gerak Yaw

Dari Gambar 4.10 mode gerak Yaw maksimal kapal Sea-Land Comet terjadi pada 135°. Dengan nilai sebesar 0.324 °/m pada periode 0.4π s.

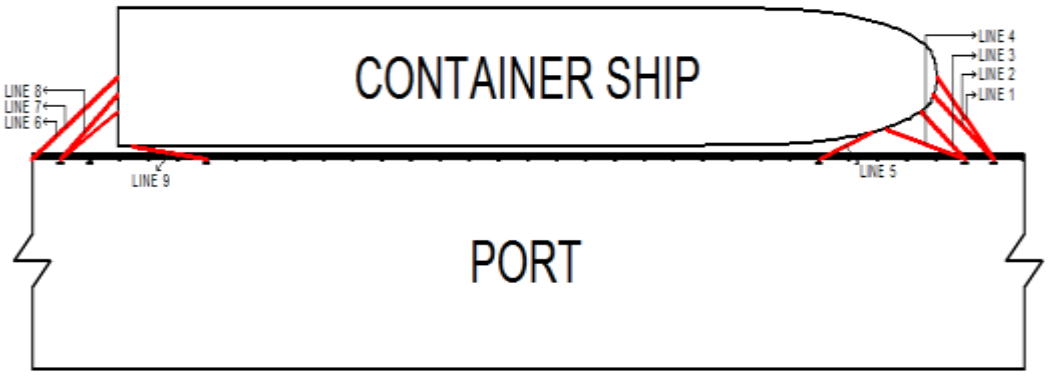
4.3 PERMODELAN GLOBAL KAPAL TERTAMBAT

Menurut *Oil Companies International Marine Forum* (OCIMF) dalam bukunya ”*Mooring Equipment Guidance*”, sistem pertambatan (*Mooring System*) pada pelabuhan ketika kapal berlabuh, sudut yang dibentuk antara titik penambatan kapal dengan titik panambatan pada pelabuhan diwajibkan antara 20° - 45°. Konfigurasi *Mooring Line Pattern* kapal tertambat

Permodelan global kapal tertambat dalam tugas akhir ini dibantu dengan *Software* ORCAFLEX. Pada *Software* ORCAFLEX harus ditentukan terlebih dahulu koordinat X, Y dan Z. Pada permodelan tugas akhir ini koordinat X ditentukan dari ujung kapal, koordinat Y ditentukan dari setengah lebar kapal Sea-Land Comet dan koordinat Z ditentukan dari *Seabed.*

Setelah mengetahui penentuan titik koordinat X, Y, Z, hal yang dilakukan selanjutnya adalah membuat konfigurasi kapal tertambat. Konfigurasi kapal

tertambat dapat dilihat pada Gambar 4.11 – 4.13 dan konfigurasi *Mooring Line Pattern* kapal tertambat dapat dilihat pada Tabel 4.3



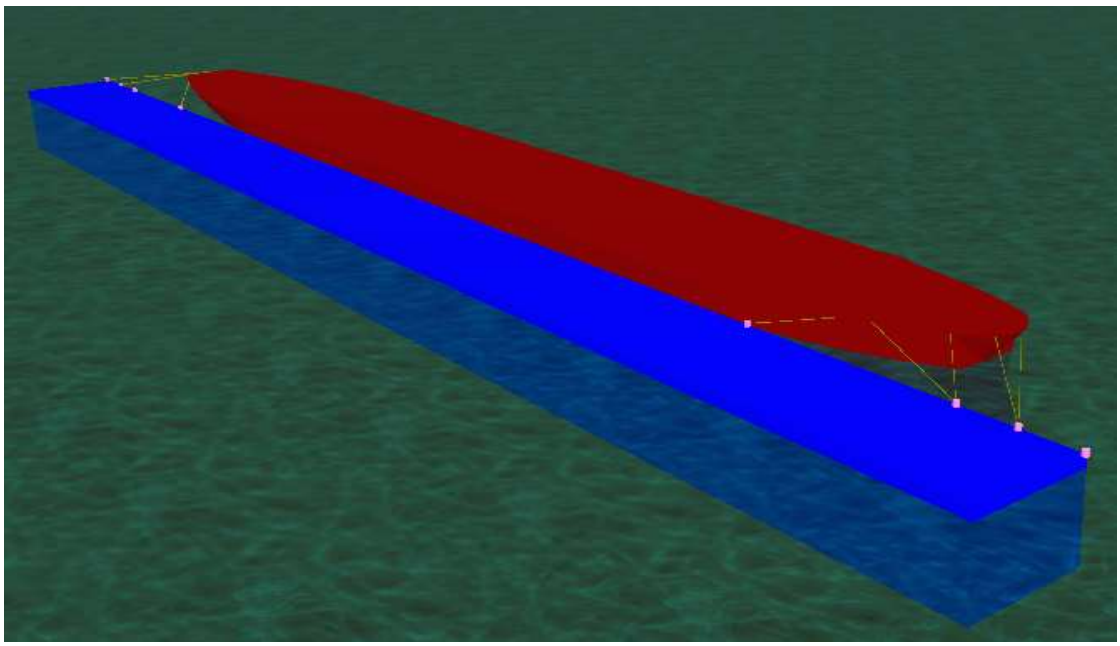
Gambar 4.11 Konfigurasi Kapal Tertambat

Tabel 4.3 Konfigurasi *Mooring Line Pattern* Kapal Tertambat

Mooring Line No	Keterangan
1	*Head Lines*
2	*Head Lines*
3	*Breast Line*
4	*Breast Line*
5	*Spring Lines*
6	*Stern Lines*
7	*Stern Lines*
8	*Breast Line*
9	*Spring Lines*

Gambar 4.12 Hasil Permodelan Konfigurasi Kapal Tertambat di ORCAFLEX

Dalam pemodelan global kapal tertambat di *Software* ORCAFLEX, diperlukan koordinat pada sumbu x,y dan z. Titik acuan penempatan *Bollard* diambil dari titik 0 *Port,* yang disajikan dalam Tabel 4.4 dan Gambar 4.14.

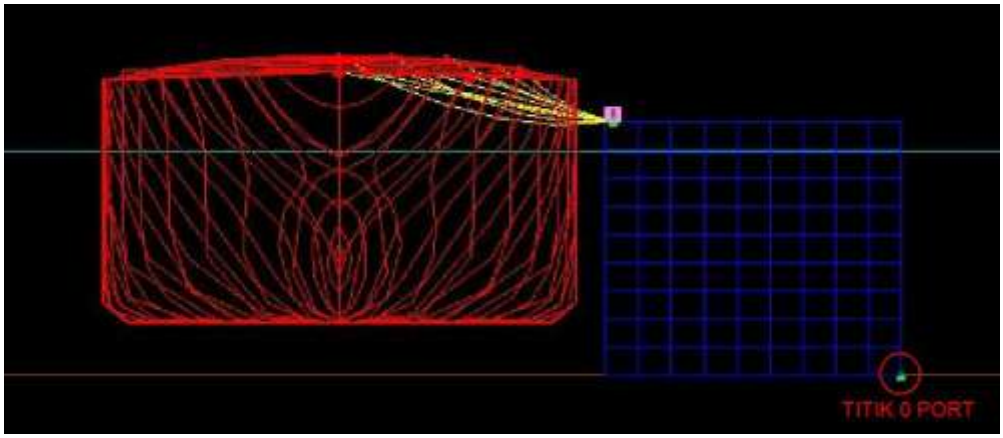


Gambar 4.13 Hasil Permodelan Konfigurasi Kapal Tertambat di ORCAFLEX

Tabel 4.4 Koordinat dan Ukuran Pemodelan *Port*

Port	Koordinat		
	X	Y	Z
	-295.00	-38.00	15.00
	Size		
	Length	Width	Height
	320	20	17

Kedalaman kolam labuh di dermaga Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS) adalah 15 meter. Dari koordinat dan ukuran pada pemodelan *Port* pada *Software* ORCAFLEX dapat diketahui tinggi dermaga adalah 2 meter diatas permukaan laut. sementara itu titik tengah dari *Port* sejajar dengan koordinat *Midship* kapal Sea-Land Comet. Untuk koordinat *Bollard* dapat dilihat pada Tabel 4.5 :



Gambar 4.14 Titik 0 *Port* pada Permodelan *Software* ORCAFLEX

Tabel 4.5 Koordinat *Bollard* pada *Software* ORCAFLEX

Bollard No.	Koordinat		
	X	Y	Z
1	-295.00	-18.500	2.00
2	-285.00	-18.500	2.00
3	-275.00	-18.500	2.00
4	-245.00	-18.500	2.00
5	-35.05	-18.500	2.00
6	5.05	-18.500	2.00
7	15.05	-18.500	2.00
8	25.05	-18.500	2.00
9	35.05	-18.500	2.00

Untuk koordinat *Mooring Line* pada pemodelan *Software* ORCAFLEX, titik X ditentukan dari ujung kapal, koordinat Y ditentukan dari setengah lebar kapal Sea-Land Comet dan koordinat Z ditentukan dari *Seabed*.

Sementara itu *Mooring Line* yang dipakai pada penelitian ini adalah tipe *Hawser* tipe *Nylon.* Material properties dari *Nylon Hawser* dapat dilihat pada Tabel 4.6. Untuk koordinat *Mooring line* dapat dilihat pada Tabel 4.7:

Tabel 4.6 Spesifikasi Tali Tambat *Nylon Hawser*

Spesifikasi Tali Tambat (*Hawser*)		
	Nilai	**Satuan**
Diameter	68	Mm
Berat per Satuan Panjang	1.16	Kg/m

Tabel 4.7 Koordinat *Mooring Line*

Mooring Line No.	Koordinat		
	X	Y	Z
1	0.00	0.00	18.00
2	-1.685	-3.548	17.937
3	-6.302	-7.235	17.901
4	-17.529	-10.801	17.269
5	-22.310	-12.170	17.151
6	-273	0	16.897
7	-273	-2.75	16.89
8	-273	-5.5	16.91
9	-263.39	-8.94	16.63
10	-263	-8.944	16.635

4.4 *MOORING LINE TENSION*

Untuk mencari *Tension* dari setiap *Mooring Line,* maka perlu ditentukan arah-arah pembebanan. Dalam tugas akhir ini arah pembebanan yang dikaji adalah dari arah 0°, 45°, 90°, 135°, dan 180° (Gambar 4.15).

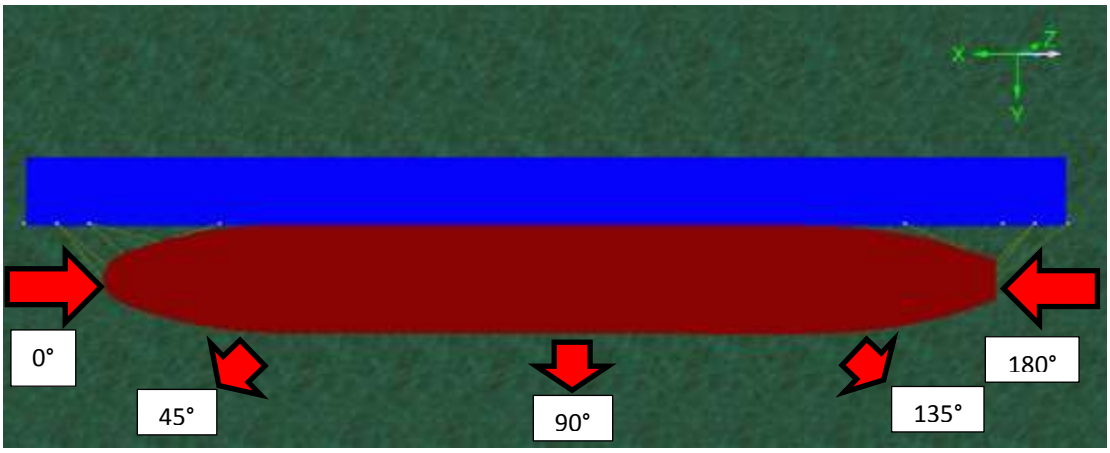
Yang dikategorikan sebagai beban dalam tugas akhir ini adalah beban gelombang, arus dan angin. Beban gelombang, arus dan angin datang dari arah-arah pembebanan yang ditentukan. Data gelombang, arus dan angin dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Data tersebut merupakan data operasi normal Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS). Dalam tugas akhir ini kita akan mencari *Mooring Line Tension* ketika dalam keadaan operasi normal dan keadaan badai, dimana keadaan lingkungan akan digandakan untuk mencari *Tension* yang bekerja di *Mooring line* saat kondisi badai.

Tabel 4.8 Data Lingkungan PT. Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS)

Beban Lingkungan	**Operasi**	**Badai**	
Angin	**Nilai**	**Nilai**	**Satuan**
Kecepatan, Vw	8.32	18.32	m/s^2
Gelombang	**Nilai**	**Nilai**	**Satuan**
Tinggi Gelombang Signifikan, Hs	0.7	1.2	m
Periode Gelombang,T	8	9.6	s
Arus	**Kedalaman (m)**	**Kecepatan (m/s^2)**	**Kecepatan (m/s^2)**
	0.00	0.70	1.00
	1.00	0.60	0.95
	2.00	0.50	0.8
	3.00	0.40	0.75
	4.00	0.30	0.70
	5.00	0.20	0.60
	7.00	0.15	0.60
	9.00	0.15	0.60
	10.00	0.15	0.50
	11.00	0.10	0.40
	12.00	0.10	0.30
	13.00	0.10	0.20
	14.00	0.10	0.10
	15.00	0.10	0.10

Sumber : Laporan 002/MB/ITS-TPS/XII/16/RE Terminal Petikemas (PT. TPS) Surabaya



Gambar 4.15 Arah Pembebanan Pada Model Kapal

Setelah menentukan arah pembebanan pada model kapal, maka kita dapatkan matriks kondisi pembebanan atau yang dinamakan *Load Case* seperti pada Tabel 4.9 :

Tabel 4.9 Matriks Kondisi Pembebanan

Kondisi	Arah			Keterangan
	Gelombang	Arus	Angin	
Operasi	0°	0°	0°	Co-linear
	45°	45°	45°	
	90°	90°	90°	
	135°	135°	135°	
	180°	180°	180°	
Badai	0°	0°	0°	Co-linear
	45°	45°	45°	
	90°	90°	90°	
	135°	135°	135°	
	180°	180°	180°	

Setelah memasukan matriks kondisi pembebanan tersebut, didapatkan besaran *Mooring Line Tension* yang terjadi pada saat operasi normal dan badai. Besaran *Mooring Line Tension* dapat dilihat pada Tabel 4.10 – 4.11 :

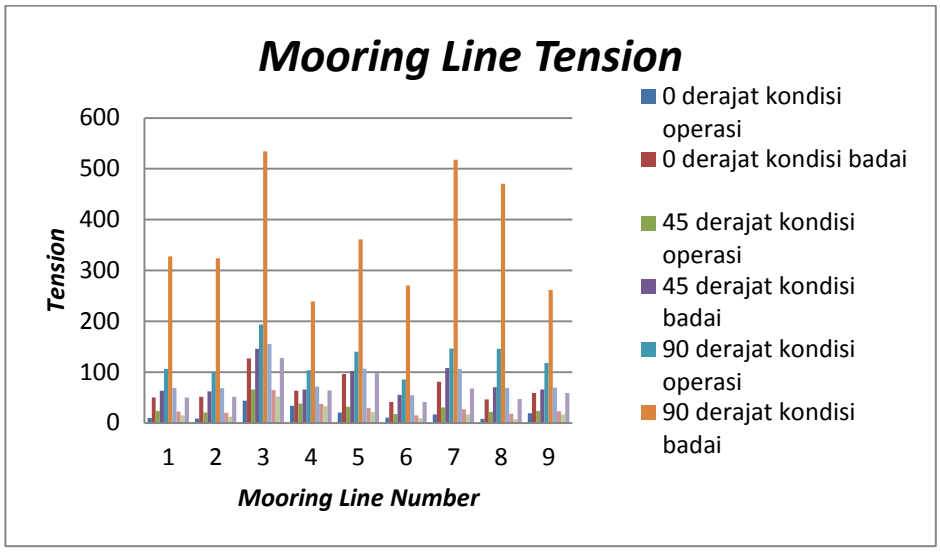
Tabel 4.10 Besar *Mooring Line Tension* pada *Software* ORCAFLEX kondisi operasi

Mooring Line	*Tension on Mooring Line* (kN)				
	Direction				
	0°	45°	90°	135°	180°
1	9.724	23.498	105.956	22.442	15.117
2	8.721	20.655	100.776	19.753	12.562
3	44.106	65.974	193.906	64.570	52.002
4	33.539	38.474	103.380	37.756	32.936
5	20.869	32.207	139.929	29.620	20.935
6	10.614	17.486	85.569	14.983	9.474
7	16.669	30.578	146.232	26.883	17.113
8	7.935	21.672	145.665	17.754	7.622
9	19.345	23.985	118.16	23.020	16.947

Tabel 4.11 Besar *Mooring Line Tension* pada *Software* ORCAFLEX kondisi badai

Mooring Line	*Tension on Mooring Line* (kN)				
	Direction				
	0°	45°	90°	135°	180°
1	50	63.092	327.902	69.042	50.025
2	51.202	62.163	323.868	68.604	51.473
3	126.934	145.687	534.594	155.544	127.441
4	63.121	66.140	239.17	71.693	63.871
5	95.862	102.543	361.466	106.554	97.976
6	41.275	54.992	270.722	54.267	41.458

7	80.805	108.178	517.708	106.318	67.616
8	46.254	70.630	470.928	68.918	46.834
9	59.122	66.083	261.904	69.468	59.02



Gambar 4.16 Grafik Nilai *Mooring Line Tension*

4.4.1 Analisa *Safety Factor* pada *Mooring Line*

Analisa *Safety Factor* pada *Mooring Line* pada tugas akhir ini didasarkan pada *Code* API RP 2SK *Third Edition* dimana satuan *Safety factor* pada *Mooring line* adalah *Breaking Strength*. *Breaking Strength* merupakan batasan tegangan maksimum dari *Chain Line* yang tidak boleh dilampaui, artinya *Chain Line* tidak boleh memiliki tegangan lebih dari *Breaking Strength*

$$BS = CBS\ (D - 2\Delta t\ x\ T)/D$$

Dengan :

BS : *Breaking Strength*

CBS : *Catalog Breaking Strength*

D : diameter *Mooring Line*

Δt : *Corrosion Allowance*

T : *Service Time*

Breaking Strength untuk *Mooring line M-Steel Winchline* dengan diameter 68 mm adalah 930 kN. Menurut API RP 2T untuk *Unity Check* tidak boleh melebihi nilai satu. Secara matematis persamaan *Unity Check* dapat dituliskan sebagai berikut :

$$UC = \frac{\sigma_n \, x \, SF}{\sigma_y} < 1$$

Dengan :

UC : *Unity Check*

σ_n : Tegangan Nominal

σ_y : Tegangan *Yield* material

Sedangkan kondisi batas tegangan ijin didapat dengan membagi *Yield Strength* dengan *Safety Factor* :

$$\frac{1}{SF} = \frac{\sigma_n}{BS}$$

Dengan syarat $\sigma_n < \sigma_n$, dengan :

σ_{ijin} : tegangan ijin

SF : *Safety Factor*

Safety Factor untuk kondisi analisis *Mooring* dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 *Safety Factor* untuk *Mooring Line*

Condition	**Percent of Breaking**	**Safety Factor**

	Strength (Tension Limit)	
Intact (ULS)	60	>1.67
Damage (ALS)	80	>1.25

Setelah mengetahui besaran *Tension* yang terjadi, kita dapat mengetahui *Safety Factor* pada kondisi operasi serta dalam kondisi badai. Besar *Safety Factor* dapat dilihat pada Tabel 4.13 - Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Besar *Safety Factor* Kondisi Operasi

Mooring Line	*Tension on Mooring Line* (kN)					MAX	SF	STATUS
	Direction							
	0°	45°	90°	135°	180°			
1	9.724	23.498	105.956	22.442	15.117	105.956	8.49	√
2	8.721	20.655	100.776	19.753	12.562	100.776	8.93	√
3	44.106	65.974	193.906	64.57	52.002	193.906	4.64	√
4	33.539	38.474	103.38	37.756	32.936	103.38	8.71	√
5	20.869	32.207	139.929	29.62	20.935	139.929	6.43	√
6	10.614	17.486	85.569	14.983	9.474	85.569	10.52	√
7	16.669	30.578	146.232	26.883	17.113	146.232	6.15	√
8	7.935	21.672	145.665	17.754	7.622	145.665	6.18	√
9	19.345	23.985	118.16	23.02	16.947	118.16	7.62	√

Tabel 4.14 Besar *Safety Factor* Kondisi Badai

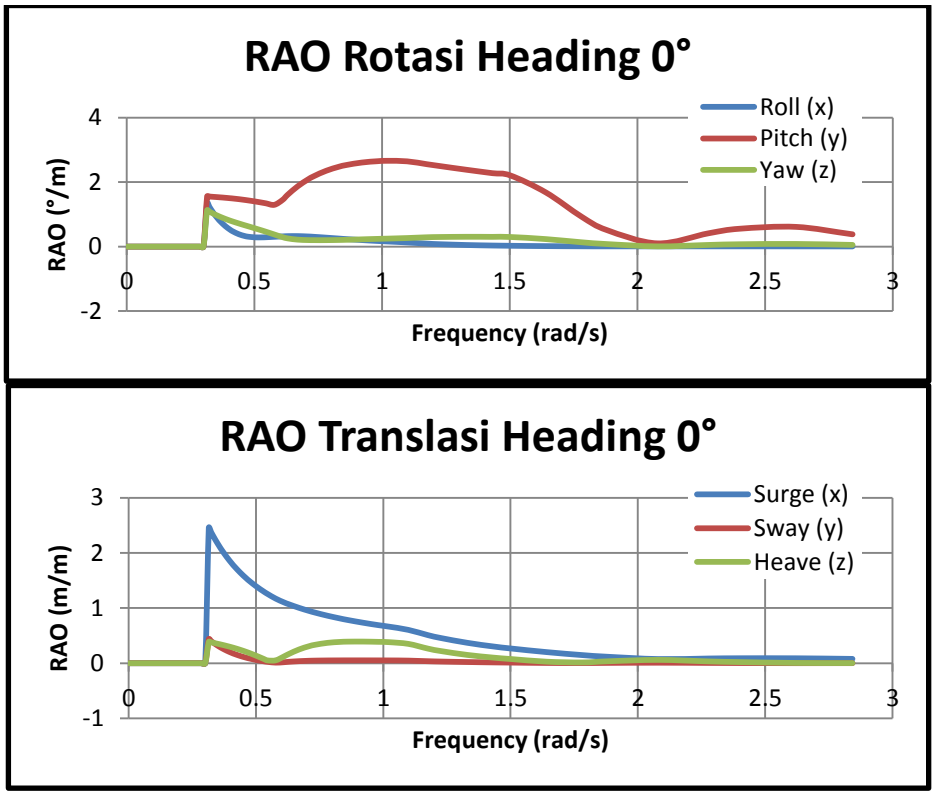
Mooring Line	*Tension on Mooring Line* (kN)					MAX	SF	STATUS
	Direction							
	0°	45°	90°	135°	180°			
1	50	63.092	327.902	69.042	50.025	327.902	2.74	√
2	51.202	62.163	323.868	68.604	51.473	323.868	2.78	√
3	126.93	145.69	534.594	155.54	127.44	534.594	1.68	√
4	63.121	66.14	239.17	71.693	63.871	239.17	3.76	√
5	95.862	102.54	361.466	106.55	97.976	361.466	2.49	√
6	41.275	54.992	270.722	54.267	41.458	270.722	3.32	√
7	80.805	108.18	517.708	106.32	67.616	517.708	1.74	√

8	46.254	70.63	470.928	68.918	46.834	470.928	1.91	√
9	59.122	66.083	261.904	69.468	59.02	261.904	3.44	√

4.4.2 *Response Amplitude Operator* Kapal Tertambat

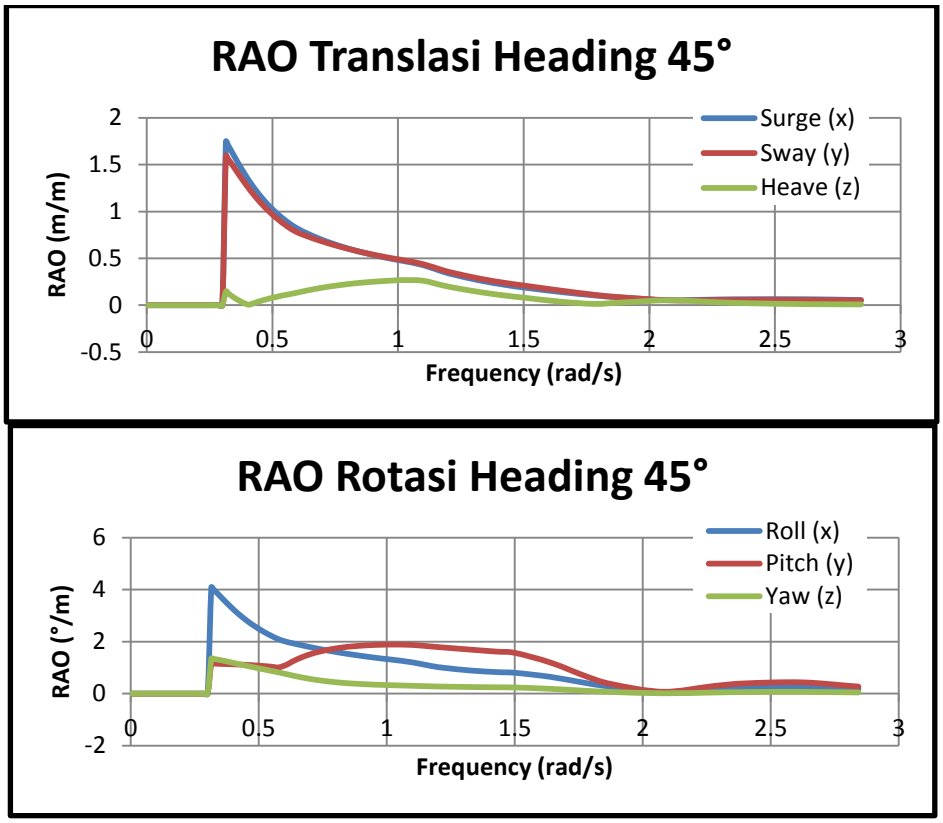
RAO dari kapal tertambat dapat dilihat pada Gambar 4.17 – Gambar 4.21 pada kondisi operasi dan Gambar 4.22 – Gambar 4.26 pada kondisi badai:

1. Kondisi Operasi



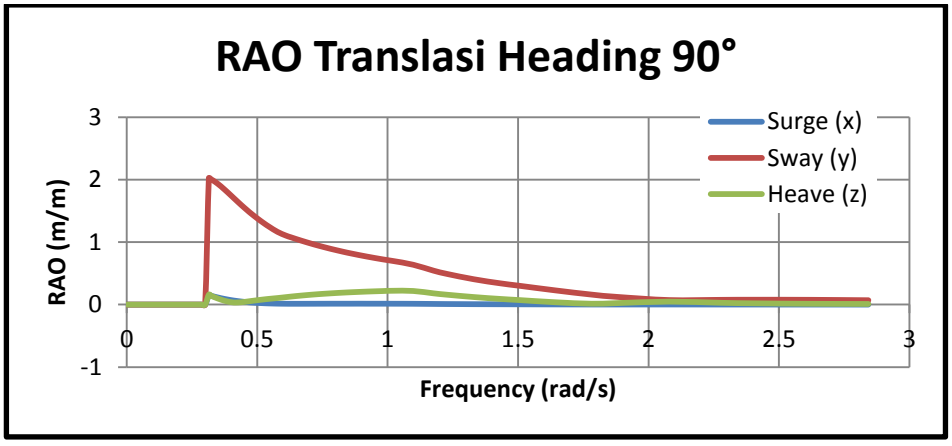
Gambar 4.17 Kurva RAO *Heading* 0°

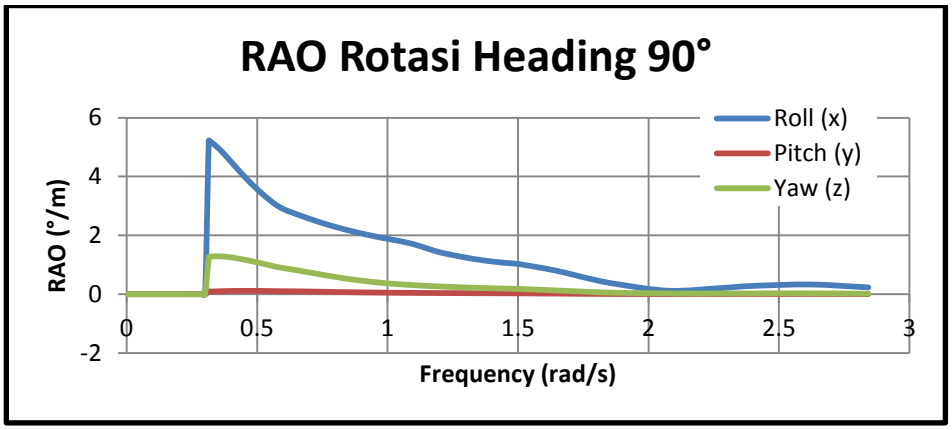
Dari Gambar 4.17 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 0° adalah moda gerak Pitch dengan besar 2.66 °/m pada frekuensi 1.09π dan moda gerak Surge dengan besar 2.45 m/m pada frekuensi 0



Gambar 4.18 Kurva RAO *Heading* 45°

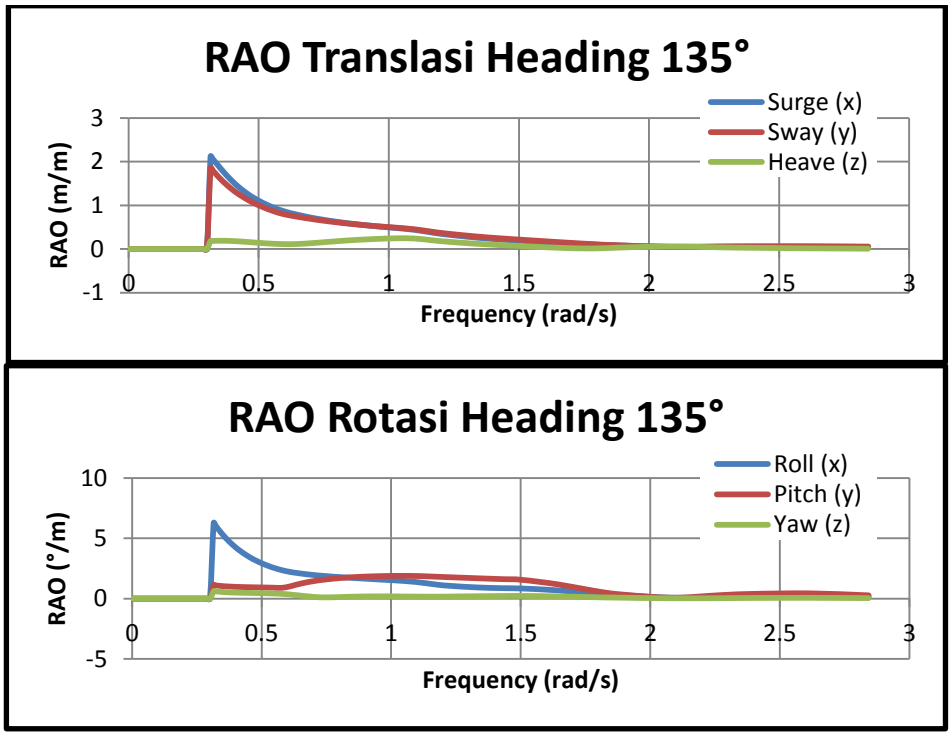
Dari Gambar 4.18 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 45° adalah moda gerak Surge dengan besar 1.78 m/m pada frekuensi 0.39π dan moda gerak Roll dengan besar 4.12 °/m pada frekuensi 0.39π.





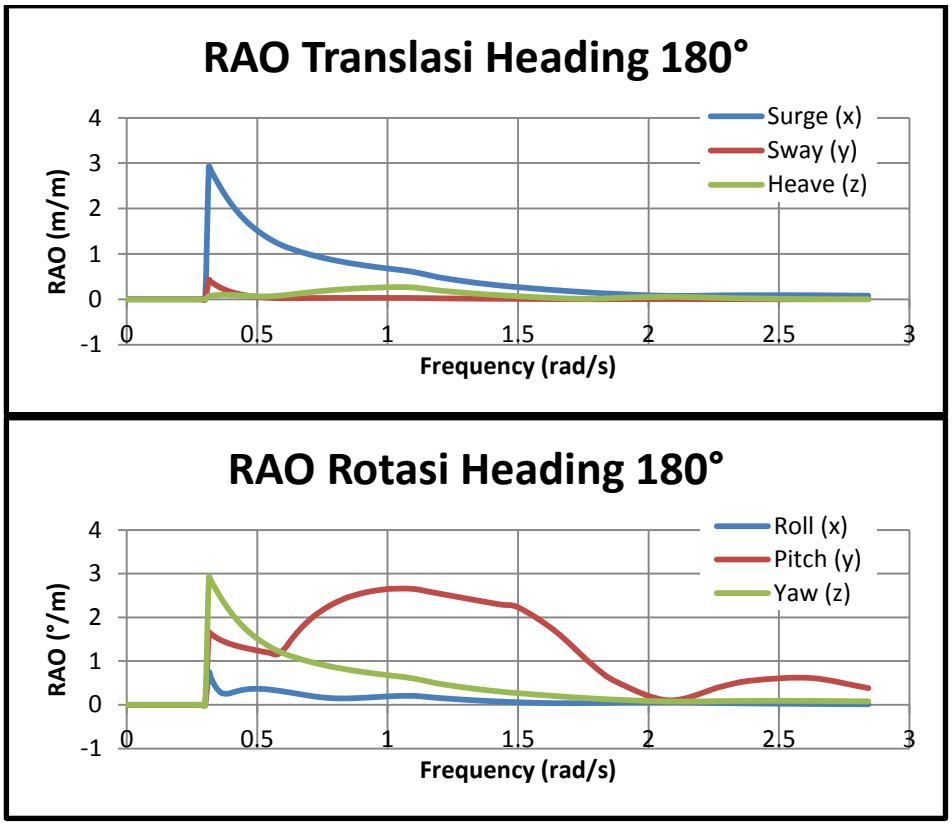
Gambar 4.19 Kurva RAO *Heading* 90°

Dari Gambar 4.19 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 90° adalah moda gerak Sway dengan besar 2.14 m/m dan moda gerak Roll dengan besar 5.47 °/m



Gambar 4.20 Kurva RAO *Heading* 135°

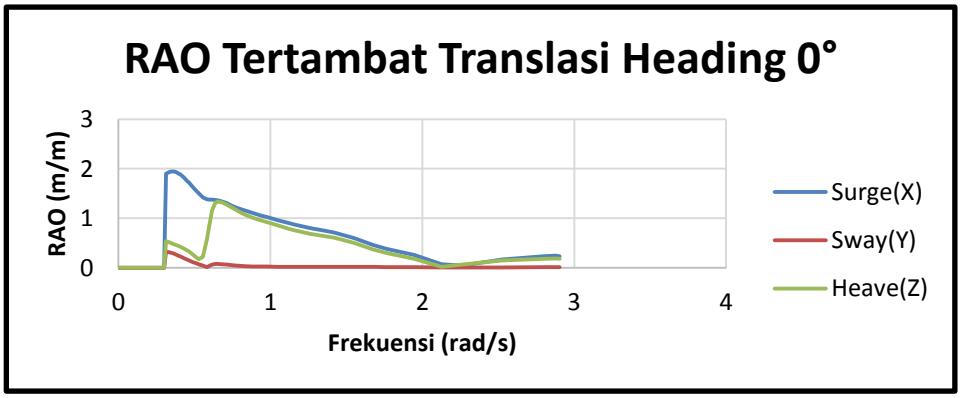
Dari Gambar 4.20 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 135° adalah moda gerak Surge dengan besar 2.09 m/m dan moda gerak Roll dengan besar 7.19 °/m

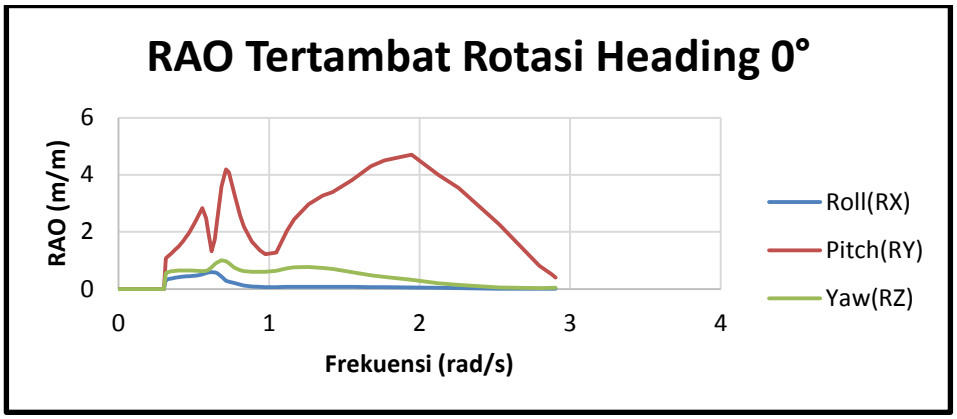


Gambar 4.21 Gambar RAO *Heading* 180°

Dari Gambar 4.21 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 180° adalah moda gerak Surge dengan besar 2.97 m/m dan moda gerak Yaw dengan besar 2.99 °/m

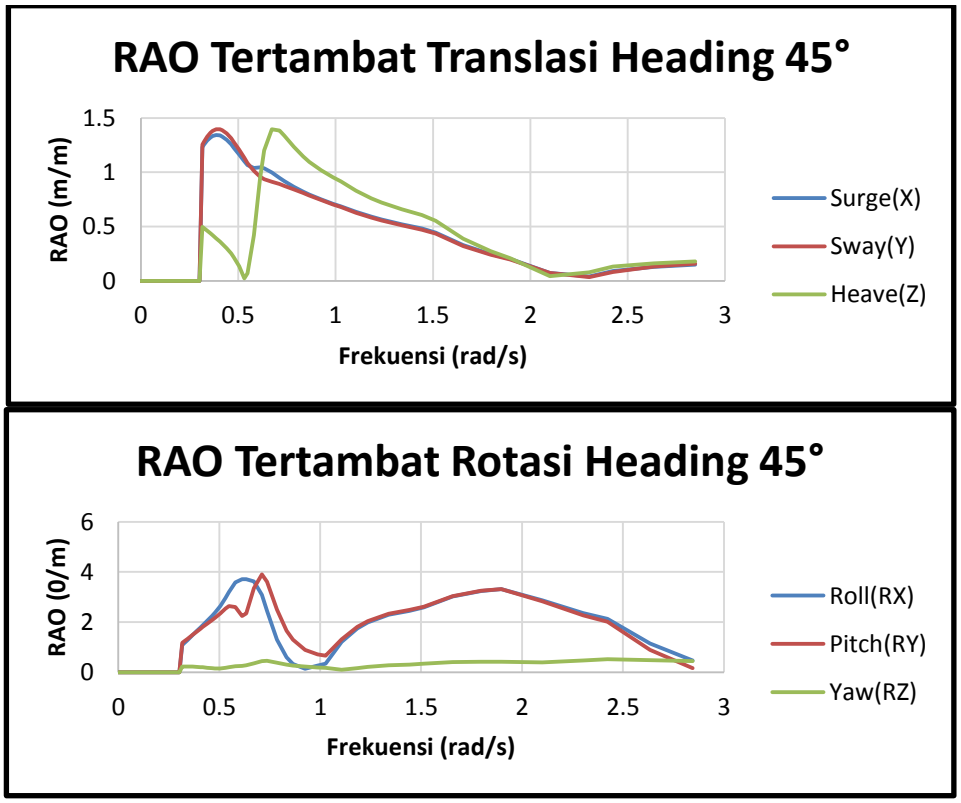
2. Kondisi Badai





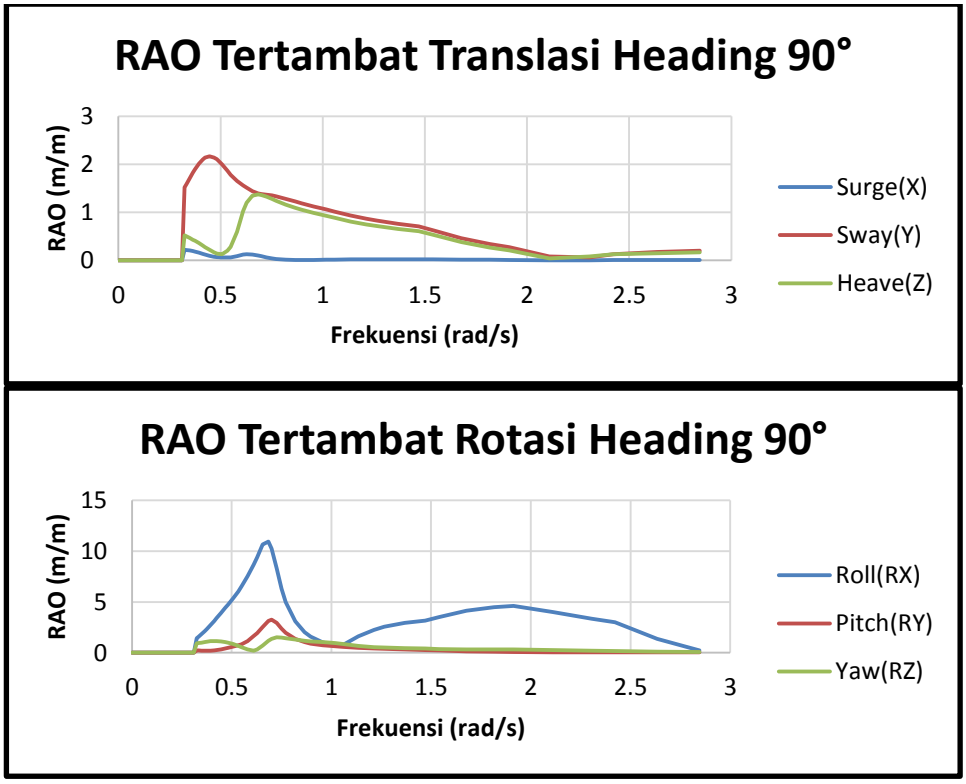
Gambar 4.22 Kurva RAO *Heading* 0°

Dari Gambar 4.22 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 0° adalah moda gerak Surge dengan besar 1.97 m/m dan moda gerak Yaw dengan besar 5.13 °/m



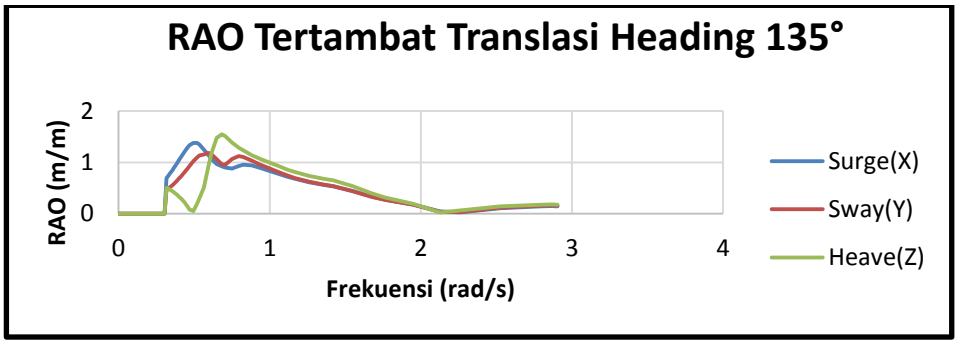
Gambar 4.23 Kurva RAO *Heading* 45°

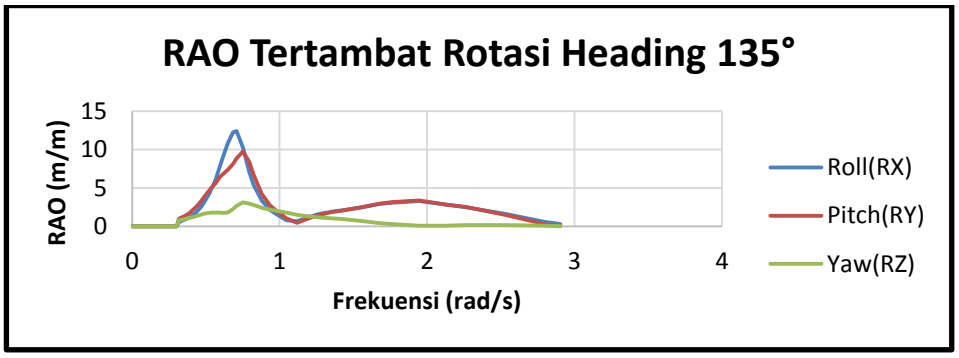
Dari Gambar 4.23 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 45° adalah moda gerak Sway dengan besar 1.47 m/m dan moda gerak Pitch dengan besar 3.98 °/m



Gambar 4.24 Kurva RAO *Heading* 90°

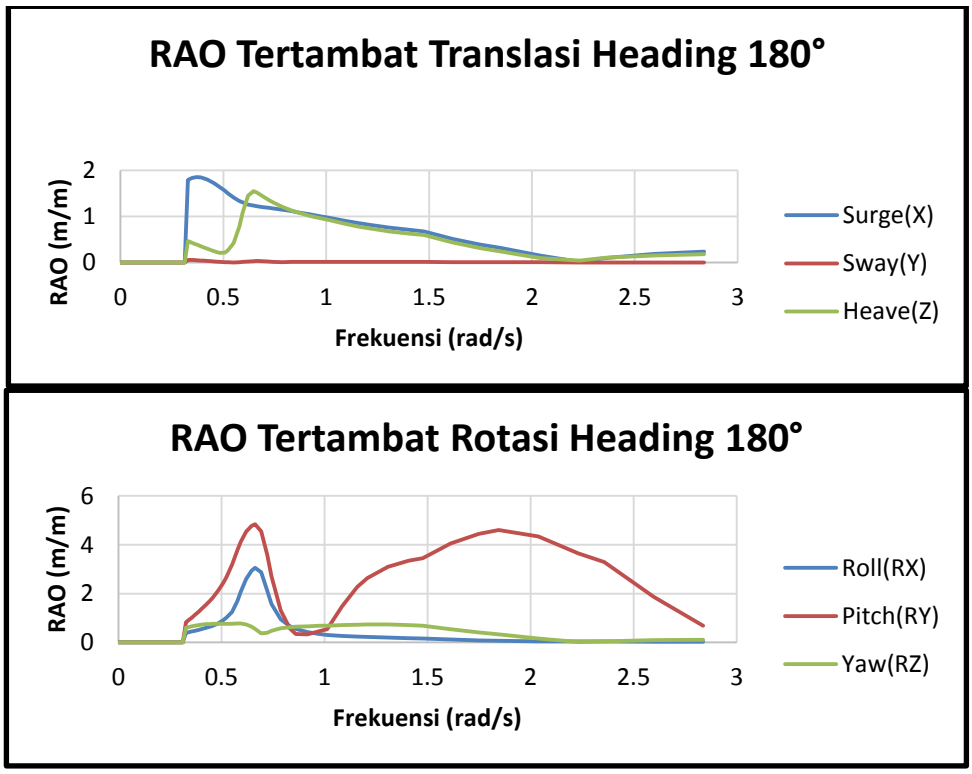
Dari Gambar 4.24 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 90° adalah moda gerak Sway dengan besar 2.24 m/m dan moda gerak Roll dengan besar 11.28 °/m





Gambar 4.25 Kurva RAO *Heading* 135°

Dari Gambar 4.25 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 135° adalah moda gerak Heave dengan besar 1.57 m/m dan moda gerak Roll dengan besar 13.41 °/m



Gambar 4.26 Kurva RAO *Heading* 180°

Dari Gambar 4.26 diketahui moda gerak kapal tertambat paling besar yang dipengaruhi gaya gelombang dari arah *Heading* 180° adalah moda gerak Surge dengan besar 1.77 m/m dan moda gerak Pitch dengan besar 5.46 °/m

4.4.3 *Motion* Kapal Tertambat

Motion kapal tertambat dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini :Tabel 4.15 *Motion* Kapal Tertambat

Kondisi	Moda Gerak	Arah				
		0°	45°	90°	135°	180°
Operasi	Surge (m)	0.25	0.18	0.03	0.43	0.73
	Sway (m)	0.00	0.33	1.19	0.53	0.21
	Heave (m)	0.32	0.11	0.65	0.41	0.83
	Roll (*deg)*	0.22	1.24	2.76	0.99	0.32
	Pitch (*deg)*	0.46	1.76	0.93	0.38	0.92
	Yaw (*deg)*	0.19	0,74	1.63	1.39	0.31
Badai	Surge (m)	0.91	0.94	0.47	0.78	1.43
	Sway (m)	0.09	0.88	3.12	1.83	0.21
	Heave (m)	0.98	0.54	1.37	0.62	3.47
	Roll (*deg)*	0.43	1.99	4.75	1.46	0.63
	Pitch (*deg)*	1.34	2.53	2.18	0.93	4.33
	Yaw (*deg)*	0.31	1.44	1.75	2.65	0.53

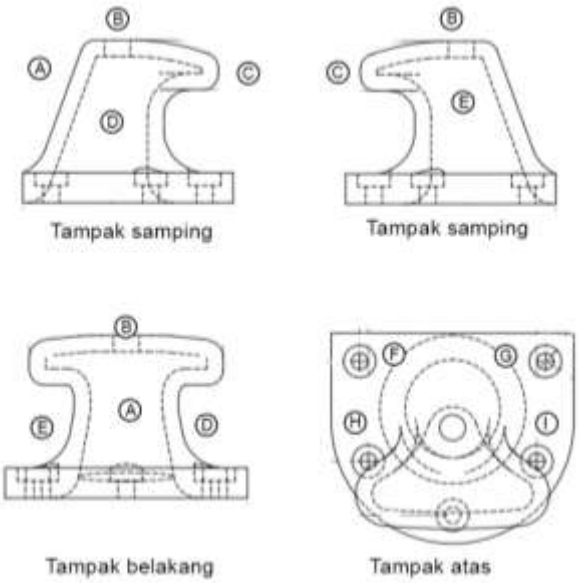
4.5 PERMODELAN LOKAL *BOLLARD* TERKOROSI

Untuk melakukan permodelan lokal *Bollard* terkorosi dalam Tugas Akhir ini, *Software* yang digunakan adalah AUTOCAD 3D. Permodelan *Bollard* terkorosi disesuaikan dengan Laporan 002/MB/ITS-TPS/XII/16/RE Terminal Petikemas (PT. TPS) Surabaya. Dimana dalam laporan (Tabel 4.16) tersebut *Bollard* yang memiliki penipisan ketebalan adalah *Bollard* no.34 di dermaga Internasional Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS). *Bollard* no. 34 memiliki ketebalan rata-rata 25 mm, dimana tebal rata-rata awal *Bollard* baru adalah 30 mm.

Tabel 4.16 Penipisan Penampang *Bollard* no.34 Dermaga Internasional PT. Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS)

NO. BOLLARD	**KETEBALAN *BOLLARD* (mm)**								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DERMAGA INTERNASIONAL KODE 501 S/D 1000									
33	34,08	34,19	29,31	19,36	19,96				
34	29,95	**10,67**	24,93	29,94	29,95				
36	29,98	19,21	19,41	25,52	25,52				

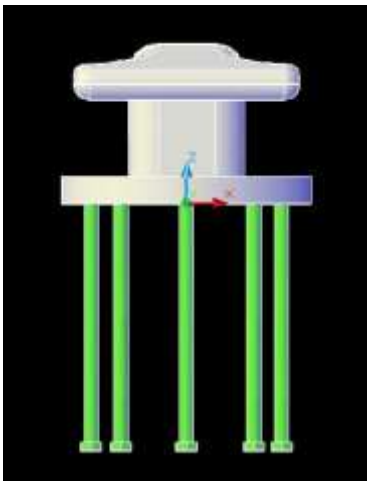
Ketebalan tersebut diukur dari titik acuan yang ditentukan di *Bollard*. Penentuan titik acuan pengukuran ketebalan *Bollard* dapat dilihat pada Gambar 4.27.



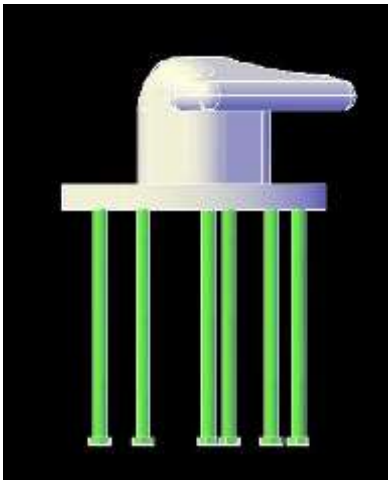
Gambar 4.27 Jalur Pengukuran Ketebalan

Sumber : Laporan 002/MB/ITS-TPS/XII/16/RE Terminal Petikemas (PT. TPS) Surabaya.

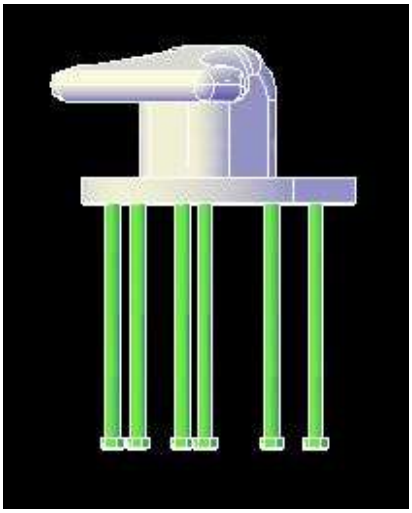
Hasil dari permodelan *Bollard* terkorosi no. 34 dermaga Internasional Terminal Petikemas Surabaya (PT. TPS) pada *Software* AUTOCAD 3D dapat dilihat pada Gambar 4.28 – 4.30. Permodelan *Bollard* tersebut sudah disesuaikan dengan data pada Tabel 4.16 dimana ketebalan rata-rata dari *Bollard* tersebut adalah 25 mm.



Gambar 4.28 *Bollard* Terkorosi Tampak depan



Gambar 4.29 *Bollard* Terkorosi Tampak Samping



Gambar 4.30 *Bollard* Terkorosi Tampak Samping

4.6 ANALISA KEKUATAN *BOLLARD* TERKOROSI

Untuk menganalisa kekuatan *Bollard* terkorosi, kita harus mengetahui terlebih dahulu kekuatan sisa dari *Bollard* tersebut. Dalam laporan "002/MB/ITS-TPS/XII/16/RE Terminal Petikemas (PT. TPS) Surabaya", *Yield Stress Bollard* terkorosi dengan ketebalan rata-rata 25 mm adalah 145 Mpa, sedangkan besar *Ultimate Stress* dari *Bollard* terkorosi adalah 147.30 Mpa (Gambar 4.31). Besaran *Stress* didapat dari uji tarik laboratorium di laboratorium PPNS.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
PUSAT JASA DAN PRODUKSI

LAMPIRAN HASIL PENGUJIAN
Attachment of testing

Nomor / *Number* : 0116/PL19.P3M/PJP/2017

I. TENSION TEST

No	Specification Sample				Tensile Test Results					
	Width (mm)	Thick. (mm)	Diameter (mm)	Area (mm²)	Ult. Total load (kN)	Yield Stress MPa	Ult. Stress MPa	Elongation (%)	Redus of Area(%)	Fracture
1	-	-	12.30	118.87	17.50	145.99	147.30	1.84	0.49	-
2	-	-	12.18	116.56	18.87	160.38	161.97	2.40	0.49	-
3	-	-	12.39	120.62	23.30	191.74	193.26	0.32	9.91	-

Note : -

Gambar 4.31 Hasil Uji Laboratorium Material *Bollard* Terkorosi

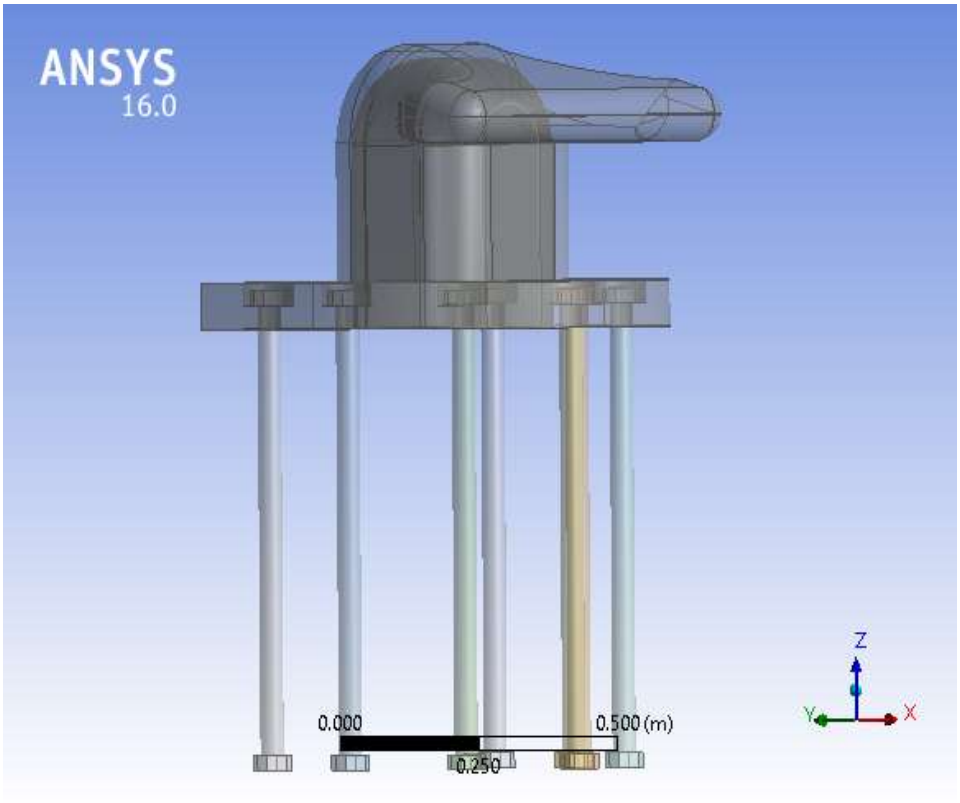
Setelah kita mengetahui besaran *Yield Stress* dan besaran *Ultimate Stress*, kita dapat melakukan analisa kekuatan dengan mencari besaran *Actual Stress*. Besaran

Actual Stress dapat dicari dengan bantuan *Software* ANSYS. Besaran *Actual Stress* digunakan untuk mencari nilai *Safety Factor* dari *Bollard* Terkorosi.

Menurut BS 5950:2000 [BS EN 1993] *Marine Structure* dan AS 3990:1993 *Mechanical Equipment Design Safety Factor* untuk *Bollard* adalah 1.3 untuk *Yield Stress* material *Bollard* ketika tidak ada tambatan tali kapal dan 1.5 untuk *Yield Stress* material *Bollard* ketika ada tambatan tali kapal.

4.6.1 Permodelan *Bollard* Terkorosi

Permodelan detail konstruksi *Bollard* dilakukan dengan bantuan *Software* AutoCAD 3D. setelah dilakukan permodelan di AutoCAD 3D, model *Bollard* terkorosi tersebut di *Export* ke *Software* ANSYS. Hasil permodelan pada *Software* ANSYS dapat dilihat pada Gambar 4.32 dan *Material Engineering Data* dapat dilihat pada Tabel 4.17 :



Gambar 4.32 Permodelan *Bollard* Terkorosi pada *Software* ANSYS

Tabel 4.17 *Material Engineering Data* Pada ANSYS

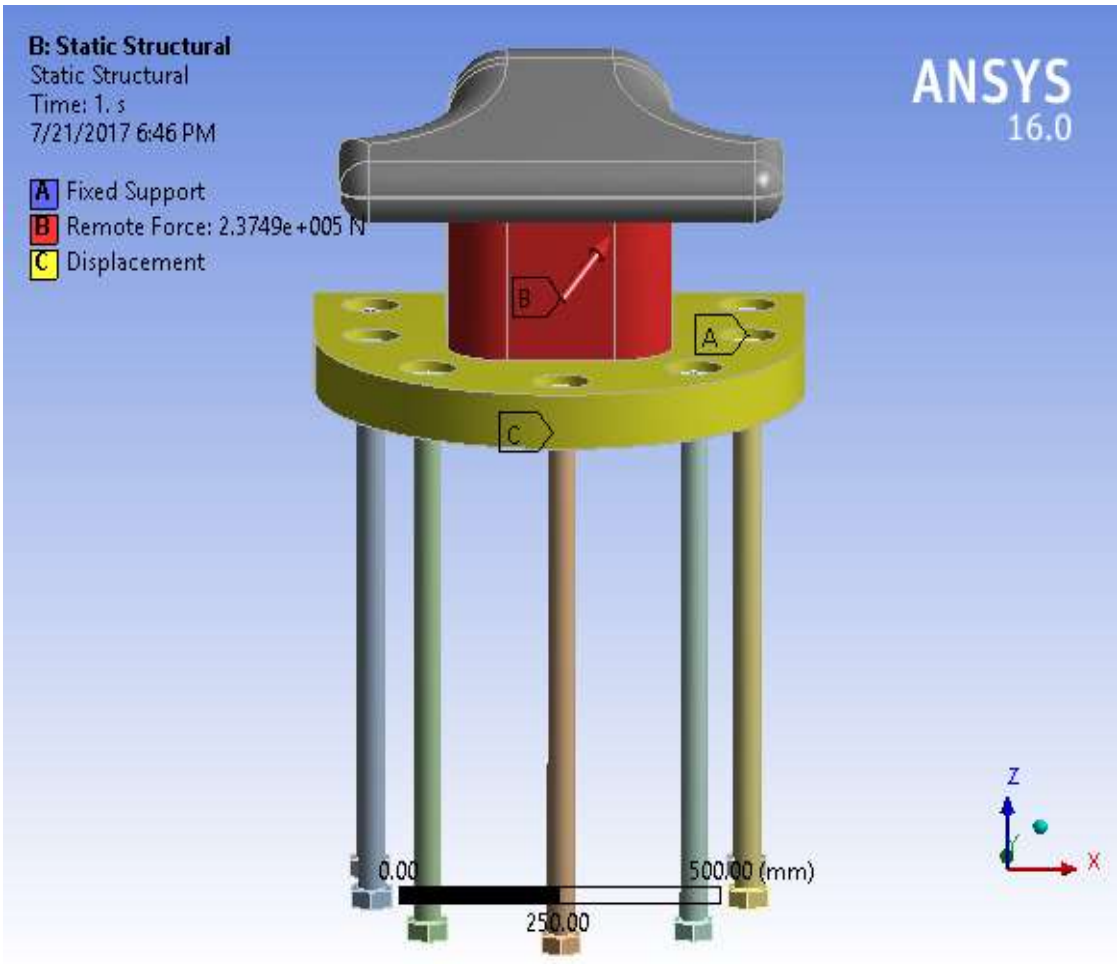
Material	*Density* (kg/m^3)	*Yield strength* (MPa)
Gray Cast Iron	7200	483
Concrete	2300	12
Structural Steel	7850	250

4.6.2 Pembebanan Analisis *Bollard* Terkorosi

Untuk mencari besar *Actual Stress* pada *Bollard* Terkorosi menggunakan bantuan ANSYS *Mechanical* dengan menggunakan satu beban, yaitu beban gaya tarik maksimum *Mooring Line Tension*. Dari hasil analisis besar *Mooring Line Tension* diatas didapatkan nilai terbesar yang mengenai *Bollard* Terkorosi adalah 193.906 kN pada saat kondisi operasi dan 534.594 kN pada saat kondisi badai. Nilai *Mooring Line Tension* tersebut terjadi pada *Mooring Line* no. 3. Karena besaran *Mooring Line Tension* tersebut didapatkan dari simulasi gaya yang membentuk sudut, maka perlu diperhitungkan besar *Mooring Line Tension* yang akan dimasukan kedalam permodelan *Bollard* terkorosi pada *Software* ANSYS. Diketahui pada *Software* ORCAFLEX besaran sudut yang terbentuk antara *Bollard* dengan sudut gaya *Mooring Line Tension* adalah 45°. Pada Besaran gaya tersebut kita asumsikan merupakan besaran gaya vektor yang terjadi diantara sumbu X, Y dan Z. Besaran gaya yang bekerja di sumbu X, Y dan Z dapat dilihat pada matriks kondisi pembebanan pada Tabel 4.18 dan *Boundary Condition Bollard* dapat dilihat pada Gambar 4.33.

Tabel 4.18 Matriks Kondisi Pembebanan Pada ANSYS

Kondisi	*Mooring Line Tension*	Arah	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
Operasi	193.906 kN	45°	$1.3711x10^5$ N	$1.3711x10^5$ N	$1.3711x10^5$ N
Badai	534.594 kN		$3.7802x10^5$ N	$3.7802x10^5$ N	$3.7802x10^5$ N



Gambar 4.33 *Boundary Condition Bollard* Terkorosi

4.6.3 *Meshing* dan *Sensitivity Analysis*

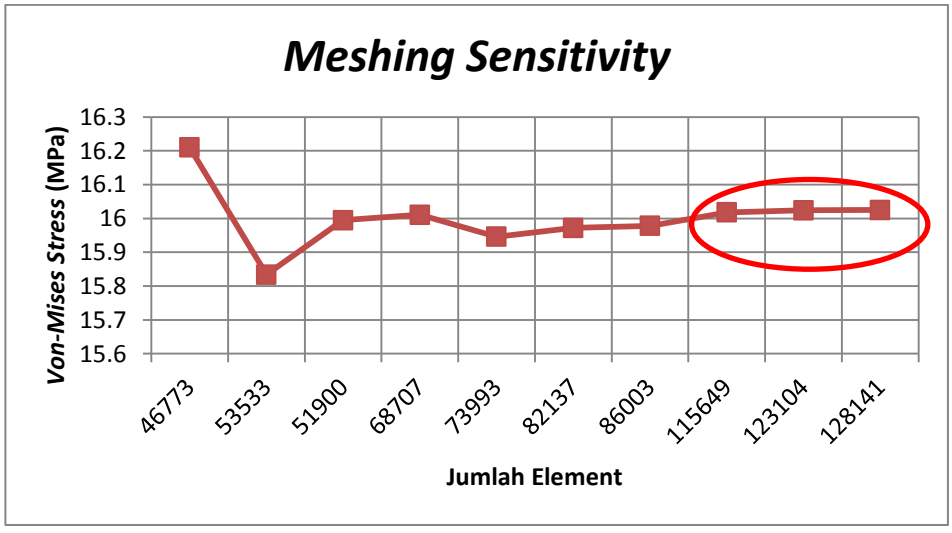
Meshing adalah memecah domain atau daerah perhitungan menjadi beberapa daerah – daerah kecil yang disebut dengan *Grid*, *Mesh* atau *Cell* semakin kecil daerah pada struktur semakin halus pembacaan pembebanan gaya yang terjadi pada struktur tersebut.

Sensitivity Analaysis dilakukan untuk mengecek apakah model dan tegangan yang dihasilkan dari hasil *Running* sudah benar atau mendekati nilai kebenaran. Pada Tugas Akhir ini, uji *Sensitivity* dilakukan dengan cara variasi ukuran elemen *Meshing* pada setiap kondisi pembebanan yaitu pembebanan operasi normal dan pembebanan badai. Berdasarkan variasi ukuran elemen *Meshing* tersebut didapatkan hasil *Equivalent Stress* atau yang lebih dikenal

dengan *Von Misses Stress.* Hasil dari *Sensitivity Analysis* pada setiap kondisi pembebanan dan besaran nilai *Von Misses Stress* dapat dilihat pada Tabel 4.19 serta pada Gambar 4.34

Tabel 4.19 *Meshing Sensitivity Bollard* Terkorosi

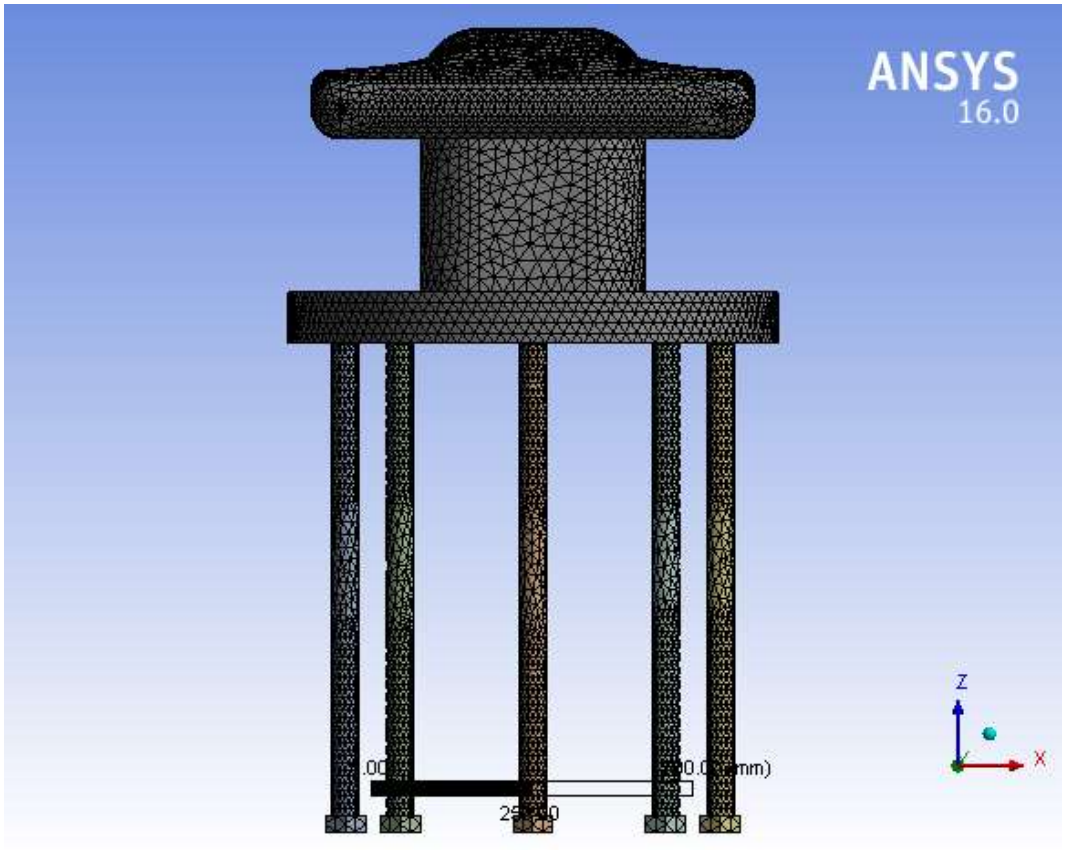
Ukuran (mm)	Tegangan (MPa)	Element
40	16.21	46773
35	15.834	53533
30	15.995	51900
25	16.011	68707
24	15.946	73993
23	15.972	82137
22	15.978	86003
21	16.018	115649
20	16.024	123104
19	16.025	128141



Gambar 4.34 Grafik *Meshing Sensitivity*

Berdasarkan Tabel 4.18 dan grafik pada Gambar 4.34, didapatkan ukuran elemen *Meshing* untuk struktur *Bollard* terkorosi efektif dimodelkan pada

ukuran element *Meshing* 20 mm. Ukuran element ini digunakan untuk kondisi operasi normal dan kondisi badai. Hasil dari *Meshing* pada *Software* ANSYS dapat dilihat pada Gambar 4.35 :



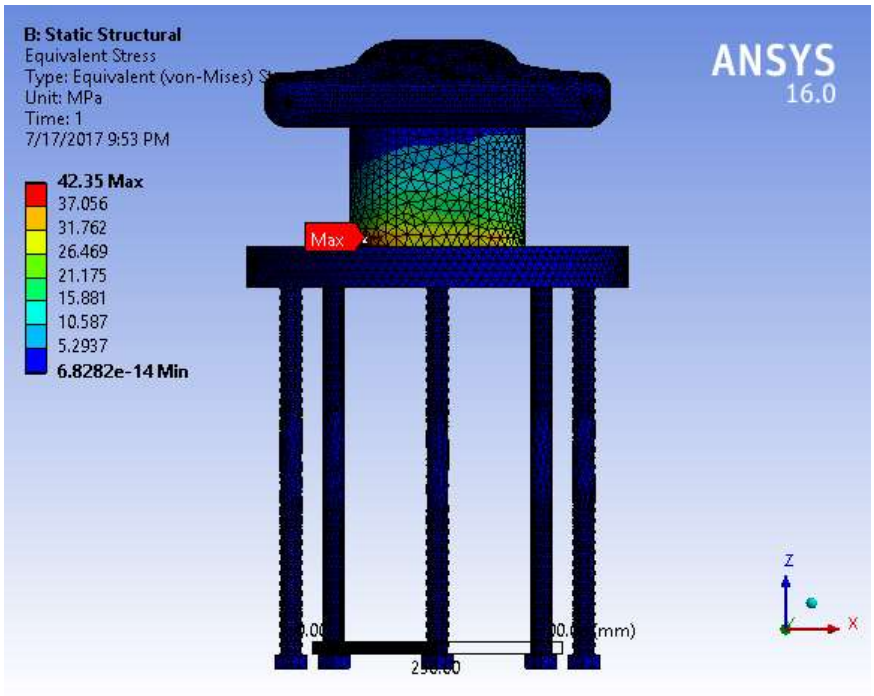
Gambar 4.35 *Meshing Bollard* Terkorosi pada *Software* ANSYS

4.6.4 Analisa Tegangan Lokal *Bollard* Terkorosi

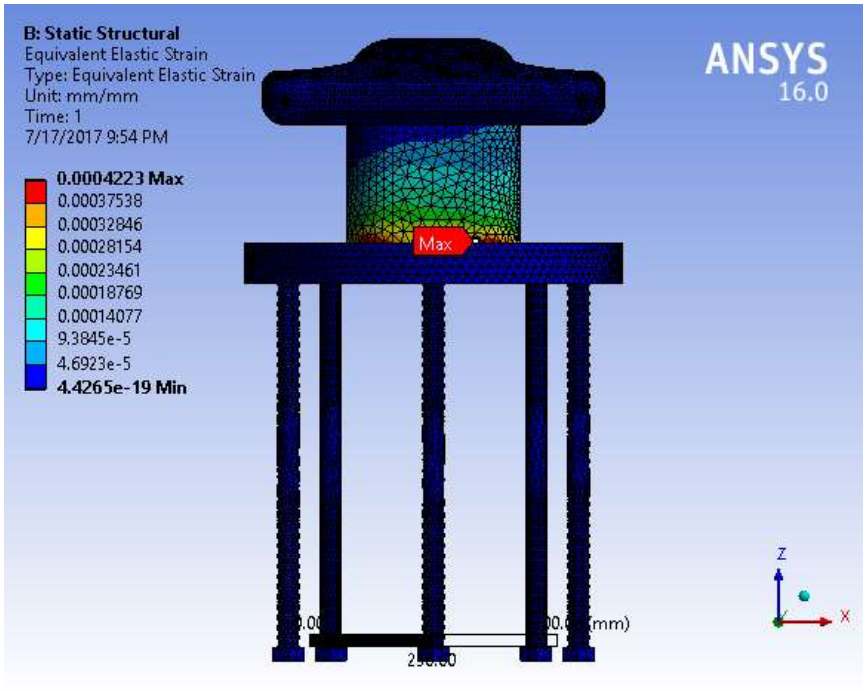
Setelah melakukan *Meshing* kita dapat mendapatkan besaran nilai *Von-Mises Stress*, *Strain* dan besaran nilai Deformasi dari *Bollard* terkorosi. Besaran nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan Gambar 4.36 - 4.41 :

Tabel 4.20 Besaran Nilai *Stress*, *Strain*, Deformasi pada ANSYS

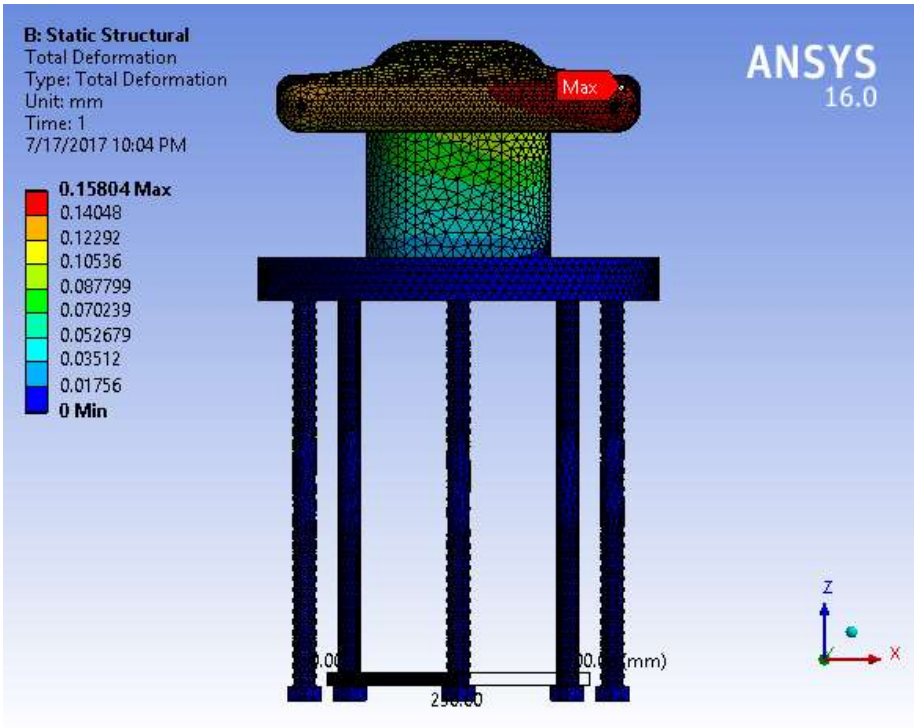
Kondisi	*Stress* (Mpa)	*Strain* (mm/mm)	Deformasi (mm)
Operasi	42.35	0.0004223	0.15804
Badai	116.76	0.0011643	0.43571



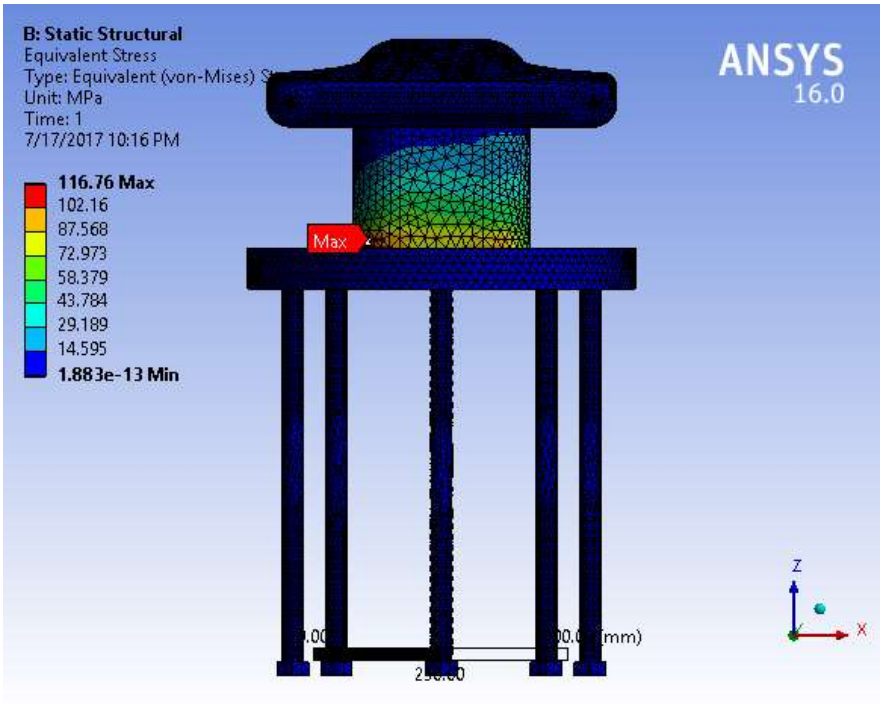
Gambar 4.36 *Von-Mises Stress* Kondisi Operasi



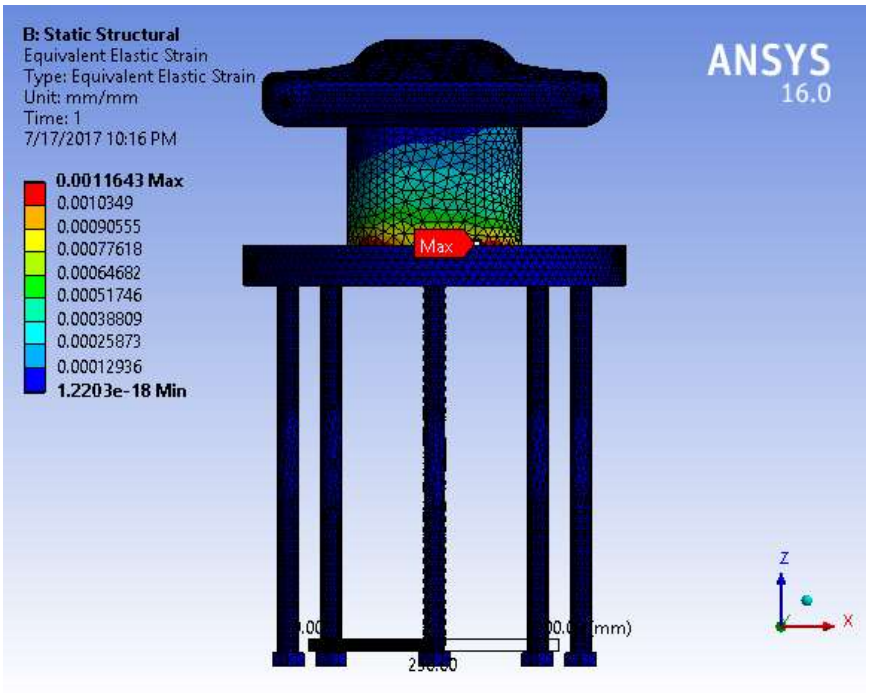
Gambar 4.37 *Strain* Kondisi Operasi



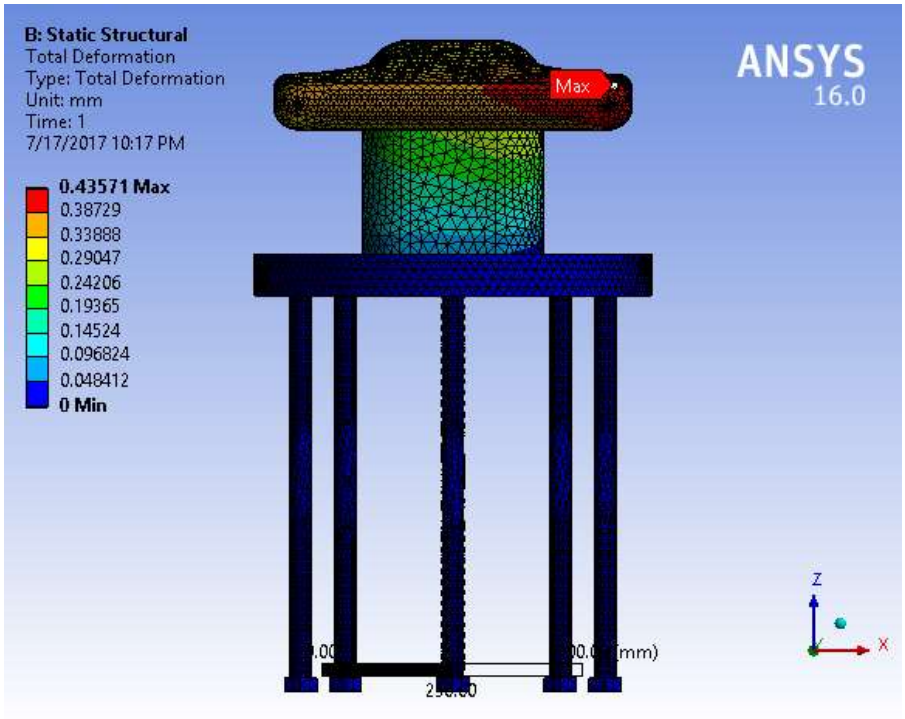
Gambar 4.38 Deformasi Kondisi Operasi



Gambar 4.39 *Von-Mises Stress* Kondisi Badai



Gambar 4.40 *Strain* Kondisi Badai



Gambar 4.41 Deformasi Kondisi Badai

4.6.5 Perhitungan *Safety Factor*

Menurut BS 5950:2000 [BS EN 1993] *Marine Structure* dan AS 3990:1993 *Mechanical Equipment Design Safety Factor* untuk *Bollard* adalah 1.3 untuk *Yield Stress* material *Bollard* ketika tidak ada tambatan tali kapal dan 1.5 untuk *Yield Stress* material *Bollard* ketika ada tambatan tali kapal. *Safety Factor* (SF) atau faktor keamanan bollard yang dihitung berdasarkan *yield stress* hasil pengujian lab terhadap material *Cast Iron Bollard* sebesar 145 MPa maka didapatkan:

a. SF Bollard kondisi (*operation*) = σ_y Cast Iron / σ_{ymax} *operation*
   = 145 MPa / 42.35 MPa
   = 3.42 (Memenuhi)
b. SF Bollard kondisi (*storm*) = σ_y Cast Iron / σ_{ymax} *storm*
   = 145 MPa / 116.76 MPa
   = 1.24 (Tidak Memenuhi)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisa dan pembahasan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Nilai *Mooring Line Tension* yang paling besar terjadi pada *Mooring Line* nomor 3 yaitu sebesar 193.906 kN pada saat kondisi operasi dan 534.594 kN pada saat kondisi badai. Dan besar *Safety Factor* dari *Mooring Line* nomor 3 adalah 4.64 pada kondisi operasi dan 1.68 pada kondisi badai.
2. Tegangan (*Stress)* dari *Bollard* terkorosi pada kondisi operasi normal adalah 42.35 MPa, besar strain yang terjadi pada *Bollard* terkorosi kondisi operasi normal adalah 0.0004223 mm/mm dan besar deformasi yang terjadi pada *Bollard* terkorosi kondisi operasi normal adalah 0.15804 mm. Sementara itu tegangan (*Stress)* dari *Bollard* terkorosi pada kondisi badai adalah 116.76 Mpa, besar strain yang terjadi pada *Bollard* terkorosi kondisi badai adalah 0.0011643 mm/mm dan besar deformasi yang terjadi pada *Bollard* terkorosi kondisi badai adalah 0.43571 mm.
3. Besar nilai *Safety Factor* dari *Bollard* terkorosi, berdasarkan besar kekuatan sisa *Yield Stress* material *Bollard* dibagi dengan *Actual Stress* yang terjadi adalah 3.42 pada kondisi operasi dan 1.24 pada kondisi badai. Sehingga *Bollard* terkorosi dengan ketebalan rata-rata 25 mm **Aman** untuk digunakan dalam kondisi operasi sementara untuk kondisi badai *Bollard* terkorosi dengan ketebalan rata-rata 25 mm **Tidak Aman** untuk digunakan

5.2 SARAN

Setelah dilakukan penelitian tentang analisa kekuatan *Bollard* terkorosi pada Tugas Akhir ini, maka untuk melanjutkan penelitian ini dapat dilakukan analisis kelelahan atau *Fatigue* pada *Bollard* terkorosi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Bungawardani, D, 2007, ―*Analisa Perilaku Dinamis FPSO Dengan Sistem External Turret Mooring*‖, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Chakrabarti, S. K., 1987, ― *Hydrodinamics of Offshore Structure*‖ , Computational Mechanics Publication Southampton, Boston,USA.

Djatmiko, E.B., 2012, ―*Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut Di Atas Gelombang Acak*‖, ITS Press, Surabaya, Indonesia.

Liu, Y. and G. Mao,1998, ―*Theory of motion of ships on waves*‖. Shangai Jiao Tong University Press, China..

OCIMF, 1992, ―*Mooring Equipment Guidilines*‖, UK

Naval Facilities Engineering Command, 1986, -Fixed Mooring, Alexandria, Virginia.

Faltinsen, O.M., 2010, ―*Sea Loads and Ships amd Offshore Structure*‖, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Laporan 002/MB/ITS-TPS/XII/16/RE Terminal Petikemas (PT. TPS) Surabaya. 2016. Surabaya

"*Fibre Rope Catalogue*". BRIDON Tech Fibre. England. UK

"*Anchor, Chain and Fitting Catalogue*". Fendercare Marine. England. UK

Athoillah, M., 2014. *Analisa Tegangan Lokal Dan Umur Kelelahan Konstruksi Bollard Pada FSO Ladinda Akibat Pengaruh Side By Side Offloading Process,* Surabaya: ITS.

Bhattacharyya. R., 1978, *Dynamics of Marine Vehicles*, New York: John Wiley & Sons Inc.

BKI Vol.II . 2009. *Rules for The Classification and Construction of Seagoing Steel Ships.* Jakarta : Biro Klasifikasi Indonesia.

Chakrabarti, S.K., 1987, *Hydrodynamics of Offshore Structures*, USA: Computational.

Cho, et.al. 2010. *Ultimate Load Capacities Of Mooring Bollards And Hull Foundation Structures*. Elseiver, hal. 770-776.

Djatmiko, E. B. 2012. *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut diatas Gelombang Acak.* Surabaya: ITS Press.

DNV OS E301, 2004, *Position Mooring*, Det Norske Veritas, Norway.

Faltinsen, O. M. 1990. *Sea Loads on Ships and Offshore Structuresl* . United Kingdom : Cambridge University Press.

Indiyono, P. 2010. *Hidrodinamika Dasar Bangunan Laut*. Surabaya: ITS Press.

Irawati. 2013. *Analisis Tegangan Lokal Konstruksi Windlass Pada Bow Fso Akibat Pengaruh Modifikasi Sistem Offloading,* Surabaya: ITS.

Murtedjo, Mas., 1999, *Handout Teori Bangunan Apung*, Surabaya: ITS.

OCIMF 2nd Edition. 1997. *Mooring Equipment Guidelines.* England: Witherby & CO. LTD.

Paik, et al. 2007. *Ship-Shaped Offshore Installations.* USA: Cambridge University Press.

Pratiwi, H. I., 2013. *Analisis Kekuatan Struktur Sistem Tandem Fso Arco Ardjuna Pada Saat Offloading Dengan Shuttle Tanker 85000 DWT,* Surabaya: ITS.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

RESPON AMPLITUDE OPERATOR

****
****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters
*

* Roll Gy. Radius = 12.8 Meters Pitch Gy. Radius = 68.3 Meters Yaw Gy. Radius
= 68.3 Meters *

* Heading = 0.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization
Based on 1/ 20 *

* *

****
****

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

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

E N C O U N T E R Surge / Sway / Heave / Roll / Pitch / Yaw /

---------- Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl.

Frequency Period /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/

-(Rad/Sec)- -(Sec)- Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase

0.1000 62.83 0.968 99 0.000 0 1.003 8 0.000 0 0.060 -74 0.000 0

0.2000 31.42 0.924 124 0.000 0 0.968 33 0.000 0 0.235 -53 0.000 0

0.3000 20.94 0.791 167 0.000 0 0.816 74 0.001 -167 0.480 -11 0.000 0

0.4000 15.71 0.528 -131 0.000 0 0.461 128 0.008 -152 0.629 47 0.000 0

0.5000 12.57 0.192 -49 0.000 0 0.068 85 0.001 101 0.423 124 0.000 0

0.6000 10.47 0.042 -166 0.000 0 0.298 117 0.000 0 0.109 15 0.000 0

0.7000 8.98 0.051 -26 0.000 0 0.036 82 0.000 0 0.256 127 0.000 0

0.8000 7.85 0.010 -152 0.000 0 0.109 110 0.000 0 0.139 41 0.000 0

0.9000 6.98 0.004 -143 0.000 0 0.048 69 0.000 0 0.032 -84 0.000 0

1.0000 6.28 0.003 143 0.000 0 0.028 29 0.000 0 0.035 -165 0.000 0

1.1000 5.71 0.004 123 0.001 134 0.014 22 0.001 -90 0.022 -177 0.000 0

1.2000	5.24	0.003	174	0.000	0	0.006	-3	0.000	0	0.021	-165
0.000	0										
1.3000	4.83	0.001	-121	0.000	0	0.010	28	0.000	0	0.012	-74
0.000	0										
1.4000	4.49	0.000	0	0.000	0	0.008	121	0.000	0	0.007	2
0.000	0										
1.5000	4.19	0.000	0	0.000	0	0.007	-154	0.000	0	0.010	55
0.000	0										
1.6000	3.93	0.001	-144	0.000	0	0.005	-4	0.001	-9	0.008	-160
0.000	0										
1.7000	3.70	0.001	-39	0.000	0	0.003	147	0.001	-48	0.009	21
0.000	0										
1.8000	3.49	0.001	126	0.000	0	0.002	0	0.002	113	0.010	-168
0.000	0										
1.9000	3.31	0.001	-57	0.000	0	0.005	-95	0.001	99	0.010	73
0.000	0										
2.0000	3.14	0.000	0	0.000	0	0.006	147	0.003	-21	0.010	-28
0.000	0										

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters *

* Roll Gy. Radius = 12.8 Meters Pitch Gy. Radius = 68.3 Meters Yaw Gy. Radius = 68.3 Meters *

* Heading = 45.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *

* *

****

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

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

E N C O U N T E R Surge / Sway / Heave / Roll / Pitch / Yaw /

---------- Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl.

Frequency Period /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/

-(Rad/Sec)- -(Sec)- Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase

0.1000 62.83 0.685 96 0.701 96 1.004 6 0.043 99 0.043 -74 0.025 -171

0.2000 31.42 0.663 114 0.675 114 0.987 23 0.197 124 0.168 -62 0.098 -157

0.3000 20.94 0.605 145 0.610 143 0.911 52 0.603 168 0.363 -33 0.205 -130

0.4000 15.71 0.488 -172 0.495 -175 0.715 92 2.561 175 0.564 7 0.296 -96

0.5000 12.57 0.311 -116 0.301 -123 0.361 138 1.014 -176 0.629 60 0.314 -42

0.6000 10.47 0.118 -44 0.112 -63 0.117 58 0.847 -66 0.395 124 0.230 13

0.7000 8.98 0.019 167 0.009 -134 0.354 86 0.637 37 0.103 -10 0.075 68

0.8000 7.85 0.041 -64 0.016 -84 0.041 115 0.221 154 0.265 77 0.028 19

0.9000 6.98 0.011 76 0.007 -173 0.082 43 0.107 62 0.050 -84 0.011 36

1.0000 6.28 0.004 -60 0.008 164 0.013 -47 0.069 -155 0.071 94 0.015 28

1.1000 5.71 0.003 -93 0.009 -124 0.028 92 0.044 -176 0.035 4 0.011 15

1.2000 5.24 0.002 176 0.006 -115 0.015 61 0.023 89 0.015 -94 0.004 79

1.3000 4.83 0.002 102 0.001 70 0.000 0 0.013 14 0.017 -171 0.002 98

1.4000 4.49 0.000 0 0.003 128 0.007 -36 0.016 -40 0.006 111 0.003 9

1.5000 4.19 0.001 -53 0.004 -143 0.004 -28 0.014 -30 0.011 108 0.005 30

1.6000 3.93 0.001 -16 0.004 -80 0.000 0 0.005 -31 0.008 124 0.003 96

1.7000 3.70 0.001 40 0.002 18 0.002 -88 0.006 -51 0.004 -176 0.002 -125

1.8000 3.49 0.000 0 0.003 -165 0.002 10 0.008 22 0.001 -105 0.002 -13

1.9000 3.31 0.000 0 0.003 -67 0.003 109 0.008 117 0.001 18 0.002 99

2.0000 3.14 0.000 0 0.003 39 0.003 -140 0.008 -137 0.001 72 0.002 -136

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters *

* Roll Gy. Radius = 12.8 Meters Pitch Gy. Radius = 68.3 Meters Yaw Gy. Radius = 68.3 Meters *

* Heading = 90.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *

* *

****

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

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

E N C O U N T E R	Surge /	Sway /	Heave /	Roll /	Pitch /	Yaw /
----------	Wave Ampl.	Wave Ampl.	Wave Ampl.	Wave Ampl.	Wave Ampl.	Wave Ampl.
Frequency Period	/----------/	/----------/	/----------/	/----------/	/----------/	/----------/
-(Rad/Sec)- -(Sec)-	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase
0.1000 62.83	0.000 0	0.992 90	1.005 0	0.061 90	0.006 0	0.002 -89
0.2000 31.42	0.000 0	0.968 90	1.007 0	0.283 90	0.007 -4	0.000 0

0.3000	20.94	0.000	0	0.929	90	1.013	0	0.937	87	0.009	-8	0.007	85		
0.4000	15.71	0.000	0	0.862	89	1.034	0	4.180	20	0.014	-10	0.050	9		
0.5000	12.57	0.000	0	0.767	92	1.091	-1	1.798	-79	0.027	-11	0.034	-91		
0.6000	10.47	0.000	0	0.677	94	1.221	-6	0.869	-80	0.063	-21	0.028	-102		
0.7000	8.98	0.001	-52	0.577	98	1.379	-25	0.534	-75	0.152	-52	0.030	-110		
0.8000	7.85	0.001	-107	0.480	103	1.045	-58	0.351	-67	0.207	-107	0.033	-116		
0.9000	6.98	0.001	-141	0.390	111	0.543	-71	0.240	-55	0.152	-141	0.035	-120		
1.0000	6.28	0.000	0	0.312	122	0.294	-67	0.169	-41	0.102	-151	0.036	-119		
1.1000	5.71	0.000	0	0.246	134	0.167	-54	0.125	-25	0.067	-144	0.036	-116		
1.2000	5.24	0.000	0	0.191	150	0.108	-41	0.096	-6	0.056	-138	0.035	-109		
1.3000	4.83	0.000	0	0.148	168	0.069	-24	0.076	12	0.048	-127	0.033	-99		
1.4000	4.49	0.000	0	0.107	-174	0.051	-2	0.059	39	0.035	-102	0.028	-84		
1.5000	4.19	0.000	0	0.088	-148	0.033	20	0.053	51	0.030	-84	0.027	-71		
1.6000	3.93	0.000	0	0.067	-121	0.023	46	0.043	75	0.025	-63	0.023	-53		
1.7000	3.70	0.000	0	0.053	-92	0.007	80	0.036	100	0.021	-37	0.020	-33		

1.8000 3.49 0.000 0 0.041 -60 0.011 109 0.029 129 0.017 -16 0.017 -8

1.9000 3.31 0.000 0 0.032 -26 0.008 143 0.024 161 0.014 14 0.013 18

2.0000 3.14 0.000 0 0.028 13 0.007 -175 0.019 -166 0.012 44 0.011 48

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters *

* Roll Gy. Radius = 12.8 Meters Pitch Gy. Radius = 68.3 Meters Yaw Gy. Radius = 68.3 Meters *

* Heading = 135.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *

* *

****

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

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

E N C O U N T E R Surge / Sway / Heave / Roll / Pitch / Yaw /

---------- Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl.

Frequency Period /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/

-(Rad/Sec)- -(Sec)- Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase

0.1000 62.83 0.685 -95 0.701 84 1.004 -5 0.043 82 0.042 75 0.025 -7

0.2000 31.42 0.664 -113 0.675 66 0.987 -23 0.196 55 0.167 63 0.098 -21

0.3000 20.94 0.605 -144 0.609 37 0.912 -53 0.600 9 0.365 32 0.205 -49

0.4000 15.71 0.488 173 0.470 -5 0.718 -94 2.489 -124 0.584 -11 0.324 -93

0.5000 12.57 0.311 117 0.304 -60 0.363 -144 0.722 4 0.692 -70 0.321 -139

0.6000 10.47 0.117 46 0.123 -146 0.139 -82 0.692 -126 0.506 -146 0.249 159

0.7000 8.98 0.020 -167 0.067 58 0.444 -152 0.674 127 0.020 100 0.091 81

0.8000 7.85 0.041 67 0.052 -59 0.202 95 0.372 15 0.301 -166 0.043 -140

0.9000	6.98	0.011	-73	0.011	85	0.082	142	0.117	179	0.128	62	0.045	121	
1.0000	6.28	0.004	69	0.021	-48	0.050	27	0.150	8	0.085	145	0.013	170	
1.1000	5.71	0.003	95	0.009	-33	0.017	158	0.022	138	0.029	-28	0.017	106	
1.2000	5.24	0.002	-176	0.008	-78	0.002	-169	0.028	-79	0.033	54	0.011	107	
1.3000	4.83	0.002	-100	0.006	-108	0.003	20	0.028	-29	0.016	119	0.008	75	
1.4000	4.49	0.000	0	0.005	-159	0.008	7	0.019	8	0.005	-108	0.004	52	
1.5000	4.19	0.001	54	0.002	130	0.003	35	0.004	79	0.010	-103	0.002	-82	
1.6000	3.93	0.001	17	0.001	0	0.002	128	0.011	154	0.006	-97	0.002	-135	
1.7000	3.70	0.001	-39	0.003	-66	0.003	118	0.012	132	0.002	-90	0.002	139	
1.8000	3.49	0.000	0	0.004	-111	0.003	85	0.008	84	0.001	-30	0.002	53	
1.9000	3.31	0.000	0	0.003	-165	0.002	25	0.006	35	0.001	-36	0.002	-10	
2.0000	3.14	0.000	0	0.002	122	0.002	-27	0.005	-27	0.002	-144	0.002	-90	

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters *

* Roll Gy. Radius = 12.8 Meters Pitch Gy. Radius = 68.3 Meters Yaw Gy. Radius = 68.3 Meters *

* Heading = 180.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *

* *

****

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

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

E N C O U N T E R Surge / Sway / Heave / Roll / Pitch / Yaw /

---------- Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl.

Frequency Period /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/

-(Rad/Sec)- -(Sec)- Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase

0.1000	62.83	0.968	-98	0.000	0	1.003	-7	0.000	0	0.060	75	0.000	0
0.2000	31.42	0.924	-123	0.000	0	0.968	-33	0.000	0	0.234	53	0.000	0
0.3000	20.94	0.791	-166	0.000	0	0.818	-75	0.001	165	0.486	9	0.000	0
0.4000	15.71	0.528	132	0.000	0	0.461	-133	0.006	139	0.665	-53	0.000	0
0.5000	12.57	0.192	50	0.000	0	0.066	-79	0.001	-84	0.503	-138	0.000	0
0.6000	10.47	0.042	167	0.000	0	0.350	-145	0.000	0	0.077	-15	0.000	0
0.7000	8.98	0.051	29	0.000	0	0.056	95	0.000	0	0.354	175	0.000	0
0.8000	7.85	0.010	154	0.000	0	0.199	103	0.000	0	0.065	-95	0.000	0
0.9000	6.98	0.004	138	0.000	0	0.028	149	0.000	0	0.109	32	0.000	0
1.0000	6.28	0.003	-142	0.000	0	0.011	-56	0.000	0	0.068	59	0.000	0
1.1000	5.71	0.004	-121	0.000	0	0.010	-58	0.002	17	0.042	65	0.001	0
1.2000	5.24	0.003	-174	0.000	0	0.011	-91	0.000	0	0.017	69	0.000	0
1.3000	4.83	0.001	120	0.000	0	0.005	-162	0.000	0	0.019	31	0.000	0
1.4000	4.49	0.000	0	0.000	0	0.007	114	0.000	0	0.009	-37	0.000	0

1.5000	4.19	0.000	0	0.000	0	0.004	48	0.000	0	0.010	-101	0.000	0
1.6000	3.93	0.001	142	0.000	0	0.004	-100	0.001	-62	0.009	114	0.000	0
1.7000	3.70	0.001	41	0.000	0	0.006	107	0.001	-18	0.007	-44	0.000	0
1.8000	3.49	0.001	-123	0.000	0	0.006	-49	0.002	-170	0.007	110	0.000	0
1.9000	3.31	0.001	62	0.000	0	0.004	62	0.002	-162	0.010	-118	0.000	0
2.0000	3.14	0.000	0	0.000	0	0.004	154	0.004	-67	0.012	-18	0.000	0

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters *

* *

****

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

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

Encounter Values Normalized By Mass of Apearent Weight = 676378.3

Period	/---- Added Mass Coefficients --------/			/----- Added Radii of Gyration ----/		
Sec.	-Surge-	-Sway -	-Heave-	-Roll -	-Pitch-	--Yaw--
62.83	0.0248	0.9220	4.1068	5.9	141.2	60.6
31.42	0.0248	0.9827	2.6063	5.9	113.3	62.0
20.94	0.0248	1.0860	1.8610	6.0	96.2	64.3
15.71	0.0248	1.1763	1.4478	6.0	84.9	66.5
12.57	0.0248	1.1188	1.2183	6.0	77.3	66.2
10.47	0.0248	0.8765	1.1031	6.0	72.3	62.2
8.98	0.0248	0.6064	1.0616	5.8	69.3	55.9
7.85	0.0248	0.4114	1.0657	5.7	67.7	49.6
6.98	0.0248	0.2923	1.0949	5.5	67.0	44.5
6.28	0.0248	0.2248	1.1362	5.4	67.0	40.8
5.71	0.0248	0.1890	1.1340	5.3	66.8	38.3
5.24	0.0248	0.1724	1.2037	5.2	67.8	36.8
4.83	0.0248	0.1674	1.2397	5.2	68.5	35.9
4.49	0.0248	0.1612	1.2847	5.2	70.1	35.5

4.19	0.0248	0.1732	1.2851	5.1	68.9	35.2
3.93	0.0248	0.1839	1.3093	5.1	70.0	35.4
3.70	0.0248	0.1941	1.3323	5.1	70.9	35.7
3.49	0.0248	0.2029	1.3534	5.1	71.9	35.8
3.31	0.0248	0.2120	1.3594	5.1	71.7	36.1
3.14	0.0248	0.2268	1.3875	5.1	73.6	36.6

****
****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters
*

* *

****
****

+++ L I N E A R R A D I A T I O N D A M P I N G C O E F F I C I E N T S +++

==========
======

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

Encounter Values Normalized By Mass of Apearent Weight = 676378.3

Period /----- ---- Damping / Mass ----------/ /--- Damping Radii of Gyration ----/

Sec.	-Surge-	-Sway -	-Heave-	-Roll -	-Pitch-	--Yaw--
62.83	0.0000	0.0001	0.3073	0.0	38.3	0.6
31.42	0.0000	0.0037	0.5162	0.2	50.1	3.1
20.94	0.0000	0.0283	0.6315	0.5	56.2	8.6
15.71	0.0000	0.1152	0.6749	0.9	59.3	17.2
12.57	0.0000	0.2875	0.6656	1.4	60.4	27.5
10.47	0.0000	0.4646	0.6203	1.9	60.2	36.4
8.98	0.0000	0.5579	0.5547	2.2	59.2	41.8
7.85	0.0000	0.5753	0.4827	2.5	57.6	44.2
6.98	0.0000	0.5530	0.4141	2.6	55.7	44.7
6.28	0.0000	0.5142	0.3542	2.7	53.6	44.1
5.71	0.0000	0.4699	0.2636	2.7	50.5	42.9
5.24	0.0000	0.4250	0.2659	2.7	49.4	41.4
4.83	0.0000	0.3816	0.2447	2.7	48.5	39.9
4.49	0.0000	0.3183	0.2207	2.2	47.0	38.0
4.19	0.0000	0.3096	0.1835	2.6	43.6	36.8
3.93	0.0000	0.2751	0.1677	2.4	42.2	35.1
3.70	0.0000	0.2474	0.1502	2.4	41.4	33.8

3.49	0.0000	0.2213	0.1442	2.3	40.1	32.5
3.31	0.0000	0.1962	0.1313	2.3	38.2	31.1
3.14	0.0000	0.1884	0.1442	2.2	41.3	30.2

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

* Draft = 11.5 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 3.43 Meters *

* Roll Gy. Radius = 12.8 Meters Pitch Gy. Radius = 68.3 Meters Yaw Gy. Radius = 68.3 Meters *

* Heading = 0.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20 *

* *

****

+++ L I N E A R Z E D W A V E F R E Q U E N C Y F O R C E S +++

==========

Of Point On Body TENACITY At X = 143.9 Y = 0.0 Z = 11.5

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

E N C O U N T E R Surge Force / Sway Force / Heave Force / Roll Moment / Pitch Moment / Yaw Moment /

---------- Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl. Wave Ampl.

Frequency Period /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/ /----------/

-(Rad/Sec)- -(Sec)- Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase Ampl. Phase

0.1000 62.83 684. -80 0. 0 72565. 11 2. -166 752264. -138 2. 59

0.2000 31.42 2615. -55 2. 38 63972. 42 5. -127 1496905. -70 19. 120

0.3000 20.94 5044. -12 4. 80 47816. 92 8. -62 2578605. -9 95. 171

0.4000 15.71 6000. 48 5. 129 22501. 163 7. 56 2938734. 64 273. -131

0.5000 12.57 3432. 130 5. -179 3327. 40 15. -125 1680910. 157 484. -71

0.6000 10.47 1086. 13 2. 150 10384. 170 19. 18 477619. 46 609. -8

0.7000 8.98 1820. 152 9. -178 1998. 48 13. -71 784472. -160 522. 81

0.8000 7.85 468. 28 13. -62 3775. -106 33. 149 423928. 132 92. -32

0.9000 6.98 214. 34 8. 83 2681. -144 37. 91 156277. 32 378. 157

1.0000 6.28 210. -38 7. -83 2395. -179 69. -5 219384. -24 490. -67

1.1000 5.71 342. -57 52. -63 1548. -179 298. 106 173404. -25 3913. -11

1.2000 5.24 265. -5 11. -144 1369. 164 94. -3 219137. -7 14. 77

1.3000 4.83 163. 57 29. 119 2180. -150 165. 1 161413. 82 2085. -76

1.4000 4.49 63. 98 24. -134 1991. -59 119. 82 117078. 162 2757. 50

1.5000 4.19 25. 23 9. -52 2233. 23 73. 157 208553. -136 156. -48

1.6000 3.93 135. 36 9. -12 2000. 173 258. 170 194180. 9 1122. -4

1.7000 3.70 212. 137 30. -67 1718. -24 907. 128 259811. -168 2375. -71

1.8000 3.49 173. -57 17. 57 1401. 178 1357. -65 323274. 5 5619. 112

1.9000 3.31 147. 118 25. 90 3124. 78 1114. -81 361484. -111 3178. 91

2.0000 3.14 41. 161 54. -37 4335. -35 2757. 153 448789. 145 7113. -35

LAMPIRAN B

HYDROSTATIC VALUE

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

/--- Condition ---//- Displac-/ /-- Center Of Buoyancy --// W.P. / /C. Flotation / /---- Metacentric Heights ----/

Draft Trim Roll ---X--- ---Y--- ---Z--- Area ---X--- ---Y--- -KMT- -KML- -BMT- -BML-

0.00 0.00 0.00 0.01 -555.11 9.60 0.00 524. 147.66 0.00 99999.99 99999.99 99999.99 99999.99

0.10 0.00 0.00 2597.02 139.09 0.00 0.06 3204. 137.98 0.00 540.92 99999.99 540.86 99999.99

0.20 0.00 0.00 6063.37 138.15 0.00 0.11 3627. 136.96 0.00 292.00 99999.99 291.89 99999.99

0.30 0.00 0.00 9833.28 137.59 0.00 0.16 3850. 136.50 0.00 198.62 8063.99 198.46 8063.83

0.40 0.00 0.00 13791.96 137.24 0.00 0.22 4015. 136.28 0.00 152.28 6281.91 152.06 6281.69

0.50 0.00 0.00 17903.48 137.00 0.00 0.27 4156. 136.12 0.00 124.91 5200.57 124.63 5200.30

0.60 0.00 0.00 22149.56 136.82 0.00 0.32 4282. 136.02 0.00 106.96 4457.34 106.64 4457.01

0.70 0.00 0.00 26515.24 136.69 0.00 0.38 4396. 135.95 0.00 94.28 3913.78 93.91 3913.40

0.80 0.00 0.00 30991.62 136.57 0.00 0.43 4502. 135.84 0.00 84.84 3499.68 84.40 3499.25

0.90 0.00 0.00 35570.01 136.47 0.00 0.49 4599. 135.72 0.00 77.45 3170.09 76.96 3169.61

1.00 0.00 0.00 40231.09 136.38 0.00 0.54 4662. 135.63 0.00 70.21 2886.30 69.67 2885.76

1.10 0.00 0.00 44947.82 136.30 0.00 0.59 4714. 135.57 0.00 64.05 2648.96 63.46 2648.36

1.20 0.00 0.00 49715.85 136.22 0.00 0.65 4764. 135.50 0.00 58.97 2452.54 58.32 2451.89

1.30 0.00 0.00 54533.22 136.16 0.00 0.70 4812. 135.44 0.00 54.72 2287.57 54.02 2286.87

1.40 0.00 0.00 59398.13 136.09 0.00 0.75 4859. 135.37 0.00 51.11 2146.90 50.35 2146.15

1.50 0.00 0.00 64309.45 136.04 0.00 0.81 4905. 135.29 0.00 48.00 2025.63 47.20 2024.82

1.60 0.00 0.00 69266.13 135.98 0.00 0.86 4949. 135.21 0.00 45.31 1919.78 44.45 1918.92

1.70 0.00 0.00 74266.66 135.93 0.00 0.91 4992. 135.13 0.00 42.94 1826.38 42.03 1825.47

1.80 0.00 0.00 79309.17 135.87 0.00 0.97 5033. 135.03 0.00 40.85 1742.37 39.88 1741.40

1.90 0.00 0.00 84389.98 135.82 0.00 1.02 5065. 134.98 0.00 38.87 1662.26 37.85 1661.24

2.00 0.00 0.00 89498.86 135.77 0.00 1.07 5092. 134.97 0.00 37.03 1587.83 35.96 1586.76

2.10 0.00 0.00 94634.44 135.73 0.00 1.13 5118. 134.98 0.00 35.38 1520.63 34.25 1519.50

2.20 0.00 0.00 99795.71 135.69 0.00 1.18 5143. 134.98 0.00 33.88 1459.95 32.71 1458.77

2.30 0.00 0.00 104982.63 135.65 0.00 1.23 5168. 134.98 0.00 32.53 1404.90 31.30 1403.67

2.40 0.00 0.00 110194.53 135.62 0.00 1.28 5193. 134.98 0.00 31.30 1354.67 30.01 1353.39

2.50 0.00 0.00 115429.51 135.59 0.00 1.34 5214. 135.04 0.00 30.17 1305.06 28.83 1303.72

2.60 0.00 0.00 120686.54 135.57 0.00 1.39 5236. 135.08 0.00 29.13 1260.62 27.74 1259.23

2.70 0.00 0.00 125966.20 135.55 0.00 1.44 5260. 135.08 0.00 28.18 1221.71 26.74 1220.27

2.80 0.00 0.00 131269.19 135.53 0.00 1.50 5282. 135.11 0.00 27.30 1184.74 25.80 1183.24

2.90 0.00 0.00 136592.52 135.52 0.00 1.55 5301. 135.18 0.00 26.47 1148.87 24.93 1147.33

3.00 0.00 0.00 141935.45 135.50 0.00 1.60 5320. 135.25 0.00 25.71 1115.45 24.11 1113.85

3.10 0.00 0.00 147297.31 135.50 0.00 1.65 5339. 135.33 0.00 25.00 1084.20 23.35 1082.54

3.20 0.00 0.00 152677.86 135.49 0.00 1.71 5357. 135.41 0.00 24.34 1054.95 22.63 1053.24

3.30 0.00 0.00 158076.67 135.49 0.00 1.76 5375. 135.49 0.00 23.72 1027.51 21.96 1025.75

3.40 0.00 0.00 163493.30 135.49 0.00 1.81 5393. 135.57 0.00 23.14 1001.74 21.33 999.92

3.50 0.00 0.00 168927.81 135.50 0.00 1.86 5411. 135.66 0.00 22.60 977.47 20.73 975.61

3.60 0.00 0.00 174379.92 135.50 0.00 1.92 5428. 135.75 0.00 22.09 954.50 20.17 952.58

3.70 0.00 0.00 179848.52 135.51 0.00 1.97 5444. 135.85 0.00 21.61 932.41 19.64 930.44

3.80 0.00 0.00 185333.44 135.52 0.00 2.02 5459. 136.00 0.00 21.17 910.35 19.14 908.33

3.90 0.00 0.00 190833.06 135.54 0.00 2.08 5474. 136.16 0.00 20.75 889.52 18.67 887.45

4.00 0.00 0.00 196348.08 135.56 0.00 2.13 5489. 136.32 0.00 20.36 869.81 18.23 867.68

4.10 0.00 0.00 201877.53 135.58 0.00 2.18 5504. 136.47 0.00 19.99 851.14 17.80 848.96

4.20 0.00 0.00 207422.39 135.61 0.00 2.23 5519. 136.64 0.00 19.63 833.43 17.40 831.20

4.30 0.00 0.00 212981.59 135.64 0.00 2.29 5533. 136.80 0.00 19.30 816.61 17.01 814.32

****
****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****
****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

/--- Condition ---//- Displac-/ /-- Center Of Buoyancy --// W.P. / /C. Flotation / /---- Metacentric Heights ----/

Draft Trim Roll ---X--- ---Y--- ---Z--- Area ---X--- ---Y--- -KMT- -KML- -BMT- -BML-

4.40 0.00 0.00 218554.89 135.67 0.00 2.34 5548. 136.96 0.00 18.98 800.61 16.64 798.27

4.50 0.00 0.00 224143.20 135.70 0.00 2.39 5562. 137.13 0.00 18.68 785.38 16.29 782.99

4.60 0.00 0.00 229745.78 135.74 0.00 2.44 5576. 137.29 0.00 18.40 770.87 15.95 768.42

4.70 0.00 0.00 235363.03 135.78 0.00 2.50 5590. 137.51 0.00 18.14 756.04 15.64 753.55

4.80 0.00 0.00 240993.73 135.82 0.00 2.55 5604. 137.74 0.00 17.89 741.87 15.35 739.32

4.90 0.00 0.00 246638.28 135.87 0.00 2.60 5618. 137.97 0.00 17.66 728.31 15.06 725.71

5.00 0.00 0.00 252297.30 135.92 0.00 2.65 5632. 138.22 0.00 17.44 715.25 14.79 712.60

5.10 0.00 0.00 257969.44 135.97 0.00 2.71 5645. 138.47 0.00 17.23 702.64 14.52 699.93

5.20 0.00 0.00 263655.34 136.03 0.00 2.76 5658. 138.72 0.00 17.03 690.61 14.27 687.85

5.30 0.00 0.00 269354.31 136.09 0.00 2.81 5672. 138.97 0.00 16.83 679.17 14.02 676.35

5.40 0.00 0.00 275066.88 136.15 0.00 2.87 5685. 139.22 0.00 16.65 668.27 13.78 665.40

5.50 0.00 0.00 280793.06 136.22 0.00 2.92 5699. 139.48 0.00 16.47 657.88 13.55 654.96

5.60 0.00 0.00 286533.41 136.28 0.00 2.97 5713. 139.78 0.00 16.31 647.25 13.34 644.28

5.70 0.00 0.00 292287.41 136.36 0.00 3.02 5727. 140.09 0.00 16.17 636.86 13.15 633.83

5.80 0.00 0.00 298055.81 136.43 0.00 3.08 5741. 140.41 0.00 16.03 626.88 12.95 623.81

5.90 0.00 0.00 303838.09 136.51 0.00 3.13 5755. 140.73 0.00 15.89 617.37 12.77 614.24

6.00 0.00 0.00 309635.34 136.59 0.00 3.18 5769. 141.06 0.00 15.77 608.32 12.58 605.14

6.10 0.00 0.00 315446.69 136.68 0.00 3.23 5784. 141.39 0.00 15.64 599.75 12.41 596.52

6.20 0.00 0.00 321274.41 136.77 0.00 3.29 5799. 141.71 0.00 15.53 591.74 12.24 588.45

6.30 0.00 0.00 327116.34 136.86 0.00 3.34 5815. 142.03 0.00 15.42 584.27 12.07 580.92

6.40 0.00 0.00 332974.88 136.95 0.00 3.39 5832. 142.34 0.00 15.31 577.28 11.91 573.89

6.50 0.00 0.00 338850.63 137.05 0.00 3.45 5850. 142.66 0.00 15.22 570.86 11.77 567.41

6.60 0.00 0.00 344746.06 137.15 0.00 3.50 5871. 142.98 0.00 15.14 564.93 11.64 561.43

6.70 0.00 0.00 350662.34 137.25 0.00 3.55 5891. 143.31 0.00 15.06 559.36 11.51 555.81

6.80 0.00 0.00 356599.84 137.35 0.00 3.61 5912. 143.63 0.00 14.99 554.17 11.38 550.56

6.90 0.00 0.00 362558.16 137.46 0.00 3.66 5933. 143.96 0.00 14.92 549.30 11.26 545.64

7.00 0.00 0.00 368538.44 137.56 0.00 3.71 5955. 144.28 0.00 14.85 544.81 11.14 541.10

7.10 0.00 0.00 374540.94 137.67 0.00 3.77 5977. 144.59 0.00 14.79 540.64 11.02 536.88

7.20 0.00 0.00 380566.72 137.79 0.00 3.82 6000. 144.92 0.00 14.73 536.85 10.91 533.03

7.30 0.00 0.00 386614.50 137.90 0.00 3.87 6024. 145.25 0.00 14.67 533.54 10.80 529.67

7.40 0.00 0.00 392687.78 138.02 0.00 3.93 6052. 145.58 0.00 14.63 531.39 10.70 527.47

7.50 0.00 0.00 398792.59 138.14 0.00 3.98 6085. 145.90 0.00 14.59 530.97 10.61 526.99

7.60 0.00 0.00 404932.84 138.26 0.00 4.04 6120. 146.24 0.00 14.56 531.14 10.53 527.10

7.70 0.00 0.00 411107.72 138.38 0.00 4.09 6157. 146.59 0.00 14.53 531.86 10.44 527.77

7.80 0.00 0.00 417321.41 138.50 0.00 4.14 6196. 146.97 0.00 14.51 533.05 10.36 528.90

7.90 0.00 0.00 423574.09 138.63 0.00 4.20 6235. 147.35 0.00 14.48 534.59 10.29 530.39

8.00 0.00 0.00 429867.44 138.76 0.00 4.25 6275. 147.75 0.00 14.46 536.40 10.21 532.15

8.10 0.00 0.00 436200.19 138.90 0.00 4.31 6316. 148.15 0.00 14.45 538.38 10.14 534.07

8.20 0.00 0.00 442575.09 139.03 0.00 4.36 6357. 148.57 0.00 14.43 540.52 10.07 536.16

8.30 0.00 0.00 448992.59 139.17 0.00 4.42 6399. 149.03 0.00 14.42 542.34 10.00 537.92

8.40 0.00 0.00 455452.63 139.31 0.00 4.48 6445. 149.45 0.00 14.42 545.30 9.95 540.82

8.50 0.00 0.00 461958.72 139.46 0.00 4.53 6491. 149.90 0.00 14.43 548.13 9.90 543.60

8.60 0.00 0.00 468512.06 139.61 0.00 4.59 6537. 150.36 0.00 14.43 551.05 9.85 546.46

8.70 0.00 0.00 475113.00 139.76 0.00 4.64 6584. 150.83 0.00 14.44 553.99 9.80 549.35

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

/--- Condition ---//- Displac-/ /-- Center Of Buoyancy --// W.P. / /C. Flotation / /---- Metacentric Heights ----/

Draft Trim Roll ---X--- ---Y--- ---Z--- Area ---X--- ---Y--- -KMT- -KML- -BMT- -BML-

8.80 0.00 0.00 481758.44 139.92 0.00 4.70 6630. 151.30 0.00 14.45 556.99 9.75 552.29

8.90 0.00 0.00 488453.59 140.08 0.00 4.76 6677. 151.78 0.00 14.47 560.02 9.71 555.26

9.00 0.00 0.00 495194.34 140.24 0.00 4.81 6726. 152.24 0.00 14.48 563.64 9.66 558.83

9.10 0.00 0.00 501986.19 140.40 0.00 4.87 6775. 152.71 0.00 14.49 567.41 9.62 562.53

9.20 0.00 0.00 508827.91 140.57 0.00 4.93 6839. 152.83 0.00 14.51 576.81 9.58 571.88

9.30 0.00 0.00 515732.09 140.74 0.00 4.99 6887. 153.19 0.00 14.54 579.67 9.55 574.68

9.40 0.00 0.00 522683.03 140.91 0.00 5.05 6932. 153.46 0.00 14.56 582.35 9.52 577.30

9.50 0.00 0.00 529678.69 141.07 0.00 5.10 6975. 153.67 0.00 14.59 584.23 9.48 579.13

9.60 0.00 0.00 536716.69 141.24 0.00 5.16 7015. 153.83 0.00 14.61 585.42 9.45 580.26

9.70 0.00 0.00 543791.81 141.41 0.00 5.22 7053. 153.97 0.00 14.63 586.27 9.41 581.05

9.80 0.00 0.00 550908.38 141.57 0.00 5.28 7091. 154.09 0.00 14.66 586.92 9.38 581.64

9.90 0.00 0.00 558059.38 141.73 0.00 5.34 7127. 154.18 0.00 14.69 587.15 9.35 581.81

10.00 0.00 0.00 565248.50 141.89 0.00 5.40 7161. 154.24 0.00 14.71 587.04 9.31 581.65

10.10 0.00 0.00 572468.19 142.04 0.00 5.45 7193. 154.29 0.00 14.73 586.34 9.28 580.88

10.20 0.00 0.00 579721.19 142.20 0.00 5.51 7224. 154.32 0.00 14.75 585.27 9.24 579.76

10.30 0.00 0.00 587001.69 142.35 0.00 5.57 7253. 154.32 0.00 14.77 583.96 9.20 578.39

10.40 0.00 0.00 594313.44 142.50 0.00 5.63 7280. 154.30 0.00 14.78 582.44 9.15 576.80

10.50 0.00 0.00 601650.13 142.64 0.00 5.69 7307. 154.26 0.00 14.80 580.63 9.11 574.94

10.60 0.00 0.00 609015.25 142.78 0.00 5.75 7331. 154.18 0.00 14.81 578.51 9.06 572.76

10.70 0.00 0.00 616401.81 142.92 0.00 5.81 7356. 154.11 0.00 14.82 576.39 9.01 570.58

10.80 0.00 0.00 623814.19 143.05 0.00 5.87 7380. 154.04 0.00 14.83 574.28 8.96 568.42

10.90 0.00 0.00 631250.56 143.18 0.00 5.92 7404. 153.96 0.00 14.84 572.19 8.91 566.27

11.00 0.00 0.00 638712.50 143.30 0.00 5.98 7428. 153.89 0.00 14.85 570.12 8.87 564.14

11.10 0.00 0.00 646199.38 143.42 0.00 6.04 7452. 153.81 0.00 14.86 568.09 8.82 562.05

11.20 0.00 0.00 653707.19 143.54 0.00 6.10 7476. 153.73 0.00 14.88 566.09 8.78 559.99

11.30 0.00 0.00 661241.81 143.66 0.00 6.16 7500. 153.64 0.00 14.89 564.12 8.73 557.96

11.40 0.00 0.00 668797.31 143.77 0.00 6.22 7524. 153.56 0.00 14.91 562.15 8.69 555.93

11.50 0.00 0.00 676379.63 143.88 0.00 6.28 7547. 153.48 0.00 14.93 560.22 8.65 553.95

11.60 0.00 0.00 683978.63 143.99 0.00 6.34 7563. 153.25 0.00 14.92 557.07 8.58 550.73

11.70 0.00 0.00 691596.38 144.09 0.00 6.39 7579. 153.03 0.00 14.91 553.99 8.51 547.60

11.80 0.00 0.00 699227.88 144.18 0.00 6.45 7595. 152.81 0.00 14.90 550.96 8.45 544.51

11.90 0.00 0.00 706877.13 144.28 0.00 6.51 7610. 152.59 0.00 14.89 547.97 8.38 541.46

12.00 0.00 0.00 714540.25 144.36 0.00 6.57 7626. 152.38 0.00 14.89 545.03 8.32 538.46

12.10 0.00 0.00 722220.44 144.45 0.00 6.63 7642. 152.16 0.00 14.88 542.12 8.25 535.50

12.20 0.00 0.00 729916.50 144.53 0.00 6.69 7657. 151.95 0.00 14.88 539.27 8.19 532.58

12.30 0.00 0.00 737627.25 144.60 0.00 6.74 7673. 151.73 0.00 14.87 536.46 8.13 529.71

12.40 0.00 0.00 745355.44 144.68 0.00 6.80 7688. 151.52 0.00 14.87 533.69 8.07 526.89

12.50 0.00 0.00 753095.25 144.75 0.00 6.86 7703. 151.31 0.00 14.87 530.96 8.01 524.10

12.60 0.00 0.00 760854.38 144.81 0.00 6.92 7718. 151.10 0.00 14.87 528.25 7.95 521.33

12.70 0.00 0.00 768627.25 144.87 0.00 6.98 7734. 150.89 0.00 14.87 525.60 7.90 518.62

12.80 0.00 0.00 776413.19 144.93 0.00 7.03 7749. 150.68 0.00 14.88 523.00 7.84 515.97

12.90 0.00 0.00 784215.75 144.99 0.00 7.09 7764. 150.47 0.00 14.88 520.46 7.79 513.36

13.00 0.00 0.00 792036.44 145.04 0.00 7.15 7780. 150.26 0.00 14.89 517.95 7.74 510.80

13.10 0.00 0.00 799869.81 145.09 0.00 7.21 7795. 150.04 0.00 14.89 515.50 7.69 508.29

****
****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****
****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

/--- Condition ---//- Displac-/ /-- Center Of Buoyancy --// W.P. / /C. Flotation / /---- Metacentric Heights ----/

Draft Trim Roll ---X--- ---Y--- ---Z--- Area ---X--- ---Y--- -KMT- -KML- -BMT- -BML-

13.20 0.00 0.00 807720.81 145.14 0.00 7.27 7810. 149.83 0.00 14.90 513.09 7.64 505.83

13.30 0.00 0.00 815585.56 145.18 0.00 7.32 7826. 149.62 0.00 14.91 510.73 7.59 503.41

13.40 0.00 0.00 823468.50 145.22 0.00 7.38 7842. 149.41 0.00 14.92 508.40 7.54 501.02

13.50 0.00 0.00 831362.31 145.26 0.00 7.44 7857. 149.20 0.00 14.93 506.11 7.49 498.67

13.60 0.00 0.00 839274.00 145.30 0.00 7.50 7873. 148.98 0.00 14.94 503.87 7.45 496.37

13.70 0.00 0.00 847202.38 145.33 0.00 7.55 7889. 148.77 0.00 14.96 501.67 7.40 494.11

13.80 0.00 0.00 855146.25 145.37 0.00 7.61 7905. 148.56 0.00 14.97 499.50 7.36 491.89

13.90 0.00 0.00 863110.31 145.39 0.00 7.67 7920. 148.34 0.00 14.99 497.36 7.32 489.69

14.00 0.00 0.00 871085.25 145.42 0.00 7.73 7936. 148.13 0.00 15.00 495.32 7.28 487.59

14.10 0.00 0.00 879075.88 145.44 0.00 7.78 7952. 147.91 0.00 15.02 493.16 7.24 485.37

14.20 0.00 0.00 887083.94 145.46 0.00 7.84 7969. 147.69 0.00 15.04 491.10 7.20 483.26

14.30 0.00 0.00 895110.25 145.48 0.00 7.90 7985. 147.48 0.00 15.06 489.07 7.16 481.17

14.40 0.00 0.00 903151.50 145.50 0.00 7.96 8001. 147.26 0.00 15.08 487.07 7.13 479.12

14.50 0.00 0.00 911207.06 145.51 0.00 8.01 8017. 147.04 0.00 15.10 485.10 7.09 477.08

14.60 0.00 0.00 919280.69 145.53 0.00 8.07 8033. 146.83 0.00 15.12 483.14 7.05 475.07

14.70 0.00 0.00 927372.38 145.54 0.00 8.13 8048. 146.61 0.00 15.14 481.21 7.02 473.08

14.80 0.00 0.00 935474.50 145.55 0.00 8.19 8064. 146.40 0.00 15.17 479.29 6.98 471.11

14.90 0.00 0.00 943596.00 145.55 0.00 8.24 8079. 146.19 0.00 15.19 477.39 6.95 469.15

15.00 0.00 0.00 951733.13 145.56 0.00 8.30 8095. 145.98 0.00 15.21 475.56 6.91 467.26

15.10 0.00 0.00 957762.75 145.45 0.00 8.34 2812. 62.03 0.00 10.49 30.49 2.14 22.15

15.20 0.00 0.00 960225.94 145.22 0.00 8.36 2196. 51.62 0.00 9.96 19.60 1.60 11.24

15.30 0.00 0.00 962264.94 145.01 0.00 8.37 1891. 46.22 0.00 9.71 15.89 1.34 7.51

15.40 0.00 0.00 964031.56 144.83 0.00 8.39 1593. 40.88 0.00 9.47 13.18 1.08 4.79

15.50 0.00 0.00 965446.13 144.67 0.00 8.40 1221. 34.13 0.00 9.16 10.86 0.76 2.46

15.60 0.00 0.00 966645.69 144.53 0.00 8.41 1195. 33.36 0.00 9.15 10.72 0.74 2.31

15.70 0.00 0.00 967850.63 144.40 0.00 8.42 1200. 33.15 0.00 9.17 10.74 0.75 2.32

15.80 0.00 0.00 968998.25 144.26 0.00 8.42 1076. 30.63 0.00 9.08 10.19 0.65 1.77

15.90 0.00 0.00 970017.63 144.14 0.00 8.43 952. 28.08 0.00 8.99 9.75 0.55 1.31

16.00 0.00 0.00 970915.56 144.03 0.00 8.44 834. 25.59 0.00 8.90 9.40 0.46 0.96

16.10 0.00 0.00 971694.75 143.94 0.00 8.45 718. 23.08 0.00 8.82 9.13 0.38 0.68

16.20 0.00 0.00 972361.25 143.85 0.00 8.45 605. 20.53 0.00 8.75 8.92 0.30 0.47

16.30 0.00 0.00 972911.81 143.78 0.00 8.45 496. 17.92 0.00 8.68 8.76 0.22 0.31

16.40 0.00 0.00 973358.19 143.72 0.00 8.46 389. 15.18 0.00 8.62 8.64 0.16 0.19

16.50 0.00 0.00 973699.50 143.68 0.00 8.46 288. 12.20 0.00 8.56 8.56 0.10 0.10

16.60 0.00 0.00 973945.63 143.65 0.00 8.46 214. 9.59 0.00 8.53 8.51 0.06 0.05

16.70 0.00 0.00 974115.44 143.62 0.00 8.46 131. 6.08 0.00 8.49 8.47 0.03 0.01

16.80 0.00 0.00 974241.88 143.60 0.00 8.47 102. 5.04 0.00 8.48 8.47 0.02 0.00

16.90 0.00 0.00 974308.06 143.59 0.00 8.47 34. 2.68 0.00 8.47 8.47 0.00 0.00

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

			Wetted	Load To Change /----- For 0 KG -----/			
/--- Condition ---/			Displacement	Surface	Draft 1 MM	Moment To Change .01 Deg	
Draft	Trim	Roll	----------	---------	---------- --- Heel ---	--- Trim ---	
0.00	0.00	0.00	0.01	524.2	5.27	3.21	549.01
0.10	0.00	0.00	2597.02	3205.3	32.23	245.15	9569.23

0.20	0.00	0.00	6063.37	3633.5	36.49	308.89	12172.59
0.30	0.00	0.00	9833.28	3863.4	38.73	340.60	13839.39
0.40	0.00	0.00	13791.96	4037.7	40.39	366.03	15120.99
0.50	0.00	0.00	17903.48	4189.8	41.82	389.45	16249.63
0.60	0.00	0.00	22149.56	4326.6	43.08	412.24	17230.05
0.70	0.00	0.00	26515.24	4452.8	44.22	434.58	18110.37
0.80	0.00	0.00	30991.62	4571.6	45.29	456.55	18927.64
0.90	0.00	0.00	35570.01	4682.1	46.26	477.78	19677.36
1.00	0.00	0.00	40231.09	4767.0	46.90	489.20	20262.82
1.10	0.00	0.00	44947.82	4843.4	47.43	497.80	20776.08
1.20	0.00	0.00	49715.85	4917.7	47.93	506.05	21275.23
1.30	0.00	0.00	54533.22	4990.9	48.41	514.11	21766.12
1.40	0.00	0.00	59398.13	5062.8	48.88	522.01	22248.96
1.50	0.00	0.00	64309.45	5133.9	49.34	529.75	22726.81
1.60	0.00	0.00	69266.13	5204.1	49.79	537.36	23198.29
1.70	0.00	0.00	74266.66	5273.4	50.22	544.82	23661.72
1.80	0.00	0.00	79309.17	5341.3	50.63	552.08	24104.60
1.90	0.00	0.00	84389.98	5405.3	50.95	557.54	24468.14
2.00	0.00	0.00	89498.86	5466.7	51.22	561.72	24786.03
2.10	0.00	0.00	94634.44	5527.5	51.48	565.74	25097.38
2.20	0.00	0.00	99795.71	5588.2	51.74	569.65	25408.32
2.30	0.00	0.00	104982.63	5648.8	51.99	573.47	25719.26
2.40	0.00	0.00	110194.53	5709.3	52.24	577.20	26029.09
2.50	0.00	0.00	115429.51	5772.8	52.46	580.81	26265.06

2.60	0.00	0.00	120686.54	5835.6	52.68	584.35	26524.12
2.70	0.00	0.00	125966.20	5897.0	52.92	587.82	26827.93
2.80	0.00	0.00	131269.19	5957.9	53.14	591.13	27109.06
2.90	0.00	0.00	136592.52	6017.8	53.33	594.23	27352.12
3.00	0.00	0.00	141935.45	6077.7	53.52	597.25	27592.83
3.10	0.00	0.00	147297.31	6137.6	53.71	600.19	27830.28
3.20	0.00	0.00	152677.86	6197.4	53.90	603.07	28066.04
3.30	0.00	0.00	158076.67	6257.2	54.08	605.87	28299.96
3.40	0.00	0.00	163493.30	6317.0	54.26	608.61	28532.79
3.50	0.00	0.00	168927.81	6376.8	54.43	611.27	28764.34
3.60	0.00	0.00	174379.92	6436.6	54.60	613.85	28991.89
3.70	0.00	0.00	179848.52	6496.3	54.77	616.42	29206.00
3.80	0.00	0.00	185333.44	6556.0	54.92	619.24	29381.63
3.90	0.00	0.00	190833.06	6615.8	55.07	621.99	29557.84
4.00	0.00	0.00	196348.08	6675.7	55.22	624.69	29734.81
4.10	0.00	0.00	201877.53	6735.7	55.37	627.32	29912.38
4.20	0.00	0.00	207422.39	6795.8	55.52	629.90	30091.14

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

			Wetted	Load To Change /----- For 0 KG -----/			
/--- Condition ---/			Displacement	Surface	Draft 1 MM	Moment To Change .01 Deg	
Draft	Trim	Roll	----------	---------	---------- --- Heel ---	--- Trim ---	
4.30	0.00	0.00	212981.59	6855.9	55.66	632.42	30270.30
4.40	0.00	0.00	218554.89	6916.2	55.81	634.89	30449.99

4.50	0.00	0.00	224143.20	6976.5	55.95	637.29	30630.69
4.60	0.00	0.00	229745.78	7037.0	56.10	639.65	30812.45
4.70	0.00	0.00	235363.03	7098.6	56.24	642.55	30954.69
4.80	0.00	0.00	240993.73	7160.4	56.38	645.44	31096.67
4.90	0.00	0.00	246638.28	7222.5	56.52	648.29	31239.39
5.00	0.00	0.00	252297.30	7284.7	56.66	651.08	31378.70
5.10	0.00	0.00	257969.44	7347.1	56.79	653.81	31513.77
5.20	0.00	0.00	263655.34	7409.6	56.92	656.49	31652.66
5.30	0.00	0.00	269354.31	7472.2	57.06	659.11	31796.21
5.40	0.00	0.00	275066.88	7534.9	57.19	661.69	31944.80
5.50	0.00	0.00	280793.06	7597.7	57.33	664.21	32098.29
5.60	0.00	0.00	286533.41	7662.4	57.47	667.34	32220.18
5.70	0.00	0.00	292287.41	7727.7	57.61	670.59	32334.24
5.80	0.00	0.00	298055.81	7793.4	57.75	673.80	32450.77
5.90	0.00	0.00	303838.09	7859.2	57.90	676.97	32573.10
6.00	0.00	0.00	309635.34	7925.1	58.04	680.11	32702.80
6.10	0.00	0.00	315446.69	7991.3	58.19	683.21	32841.89
6.20	0.00	0.00	321274.41	8057.5	58.34	686.31	32996.34
6.30	0.00	0.00	327116.34	8123.9	58.50	689.38	33166.51
6.40	0.00	0.00	332974.88	8190.3	58.67	692.44	33351.66
6.50	0.00	0.00	338850.63	8257.9	58.86	696.04	33556.95
6.60	0.00	0.00	344746.06	8326.7	59.06	700.11	33780.85
6.70	0.00	0.00	350662.34	8395.5	59.27	704.19	34016.88
6.80	0.00	0.00	356599.84	8464.5	59.48	708.26	34265.98

6.90	0.00	0.00	362558.16	8533.5	59.69	712.33	34527.20
7.00	0.00	0.00	368538.44	8602.6	59.91	716.40	34804.52
7.10	0.00	0.00	374540.94	8672.0	60.14	720.48	35095.40
7.20	0.00	0.00	380566.72	8741.7	60.36	724.58	35404.45
7.30	0.00	0.00	386614.50	8812.3	60.60	728.69	35740.27
7.40	0.00	0.00	392687.78	8884.7	60.88	733.25	36151.03
7.50	0.00	0.00	398792.59	8958.9	61.22	738.54	36679.49
7.60	0.00	0.00	404932.84	9035.0	61.57	743.90	37252.62
7.70	0.00	0.00	411107.72	9112.6	61.94	749.34	37868.55
7.80	0.00	0.00	417321.41	9191.7	62.33	754.86	38523.44
7.90	0.00	0.00	423574.09	9272.0	62.73	760.43	39210.71
8.00	0.00	0.00	429867.44	9353.2	63.13	766.05	39925.11
8.10	0.00	0.00	436200.19	9435.2	63.54	771.72	40659.45
8.20	0.00	0.00	442575.09	9518.1	63.96	777.49	41414.99
8.30	0.00	0.00	448992.59	9604.2	64.37	783.62	42153.82
8.40	0.00	0.00	455452.63	9691.5	64.84	790.69	42990.84
8.50	0.00	0.00	461958.72	9779.9	65.30	797.90	43828.58

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

			Wetted	Load To Change /----- For 0 KG -----/			
/--- Condition ---/			Displacement	Surface	Draft 1 MM	Moment To Change .01 Deg	
Draft	Trim	Roll	----------	---------	---------- --- Heel ---	--- Trim ---	
8.60	0.00	0.00	468512.06	9869.0	65.76	805.22	44684.54
8.70	0.00	0.00	475113.00	9958.6	66.23	812.61	45553.45

8.80	0.00	0.00	481758.44	10048.8	66.70	820.07	46438.13
8.90	0.00	0.00	488453.59	10139.3	67.18	827.62	47336.75
9.00	0.00	0.00	495194.34	10228.8	67.66	835.28	48298.38
9.10	0.00	0.00	501986.19	10318.8	68.16	843.08	49285.37
9.20	0.00	0.00	508827.91	10424.9	68.81	851.17	50786.84
9.30	0.00	0.00	515732.09	10515.1	69.28	859.77	51728.56
9.40	0.00	0.00	522683.03	10602.3	69.74	868.33	52664.85
9.50	0.00	0.00	529678.69	10687.1	70.17	876.75	53538.17
9.60	0.00	0.00	536716.69	10769.7	70.57	885.05	54355.74
9.70	0.00	0.00	543791.81	10851.3	70.96	893.42	55147.07
9.80	0.00	0.00	550908.38	10932.7	71.34	902.02	55925.83
9.90	0.00	0.00	558059.38	11012.8	71.70	910.52	56668.14
10.00	0.00	0.00	565248.50	11091.7	72.05	918.80	57382.19
10.10	0.00	0.00	572468.19	11168.5	72.37	926.87	58038.68
10.20	0.00	0.00	579721.19	11244.0	72.67	934.65	58660.11
10.30	0.00	0.00	587001.69	11318.5	72.96	942.17	59256.66
10.40	0.00	0.00	594313.44	11392.2	73.24	949.44	59830.38
10.50	0.00	0.00	601650.13	11464.8	73.51	956.30	60372.77
10.60	0.00	0.00	609015.25	11536.1	73.76	962.71	60880.24
10.70	0.00	0.00	616401.81	11607.4	74.00	969.11	61384.43
10.80	0.00	0.00	623814.19	11678.8	74.25	975.53	61887.00
10.90	0.00	0.00	631250.56	11750.2	74.49	981.98	62387.77
11.00	0.00	0.00	638712.50	11821.8	74.73	988.46	62887.98
11.10	0.00	0.00	646199.38	11893.4	74.97	994.96	63389.84

11.20	0.00	0.00	653707.19	11965.2	75.21	1001.48	63891.46
11.30	0.00	0.00	661241.81	12037.1	75.45	1008.04	64393.31
11.40	0.00	0.00	668797.31	12109.0	75.69	1014.63	64891.82
11.50	0.00	0.00	676379.63	12181.4	75.93	1021.28	65393.62
11.60	0.00	0.00	683978.63	12250.0	76.09	1024.48	65744.87
11.70	0.00	0.00	691596.38	12318.9	76.25	1027.66	66098.87
11.80	0.00	0.00	699227.88	12388.0	76.41	1030.83	66450.86
11.90	0.00	0.00	706877.13	12457.1	76.56	1034.00	66801.80
12.00	0.00	0.00	714540.25	12526.3	76.72	1037.17	67151.40
12.10	0.00	0.00	722220.44	12595.5	76.88	1040.35	67500.00
12.20	0.00	0.00	729916.50	12664.9	77.03	1043.53	67848.16
12.30	0.00	0.00	737627.25	12734.4	77.19	1046.72	68195.63
12.40	0.00	0.00	745355.44	12803.9	77.34	1049.92	68542.18
12.50	0.00	0.00	753095.25	12873.5	77.50	1053.13	68887.16
12.60	0.00	0.00	760854.38	12943.2	77.65	1056.34	69230.21
12.70	0.00	0.00	768627.25	13013.1	77.80	1059.57	69573.92
12.80	0.00	0.00	776413.19	13083.0	77.96	1062.85	69918.77

****

* *** MOSES *** *

* ---------- 4 April, 2017 *

* tenacity *

* *

****

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

==========

For Body TENACITY

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified

			Wetted	Load To Change /----- For 0 KG -----/			
/--- Condition ---/			Displacement	Surface	Draft 1 MM	Moment To Change .01 Deg	
Draft	Trim	Roll	----------	---------	---------- --- Heel ---	--- Trim ---	
12.90	0.00	0.00	784215.75	13153.2	78.11	1066.18	70265.02
13.00	0.00	0.00	792036.44	13223.5	78.26	1069.57	70611.52

13.10	0.00	0.00	799869.81	13293.9	78.42	1073.01	70959.15
13.20	0.00	0.00	807720.81	13364.5	78.58	1076.50	71308.49
13.30	0.00	0.00	815585.56	13435.3	78.73	1080.06	71658.87
13.40	0.00	0.00	823468.50	13506.1	78.89	1083.65	72007.24
13.50	0.00	0.00	831362.31	13577.1	79.05	1087.32	72357.15
13.60	0.00	0.00	839274.00	13648.3	79.20	1091.04	72708.91
13.70	0.00	0.00	847202.38	13719.7	79.36	1094.82	73062.16
13.80	0.00	0.00	855146.25	13791.2	79.52	1098.64	73414.95
13.90	0.00	0.00	863110.31	13862.8	79.68	1102.50	73767.51
14.00	0.00	0.00	871085.25	13935.0	79.84	1106.43	74130.20
14.10	0.00	0.00	879075.88	14006.4	80.00	1110.58	74469.51
14.20	0.00	0.00	887083.94	14078.5	80.17	1114.76	74820.64
14.30	0.00	0.00	895110.25	14150.7	80.33	1118.94	75172.04
14.40	0.00	0.00	903151.50	14223.0	80.49	1123.13	75522.79
14.50	0.00	0.00	911207.06	14295.4	80.65	1127.31	75873.45
14.60	0.00	0.00	919280.69	14367.8	80.81	1131.47	76223.05
14.70	0.00	0.00	927372.38	14440.4	80.97	1135.61	76571.59
14.80	0.00	0.00	935474.50	14512.9	81.13	1139.72	76918.27
14.90	0.00	0.00	943596.00	14585.6	81.28	1143.80	77262.94
15.00	0.00	0.00	951733.13	14658.7	81.44	1147.90	77616.07
15.10	0.00	0.00	957762.75	20015.5	28.29	358.36	3702.80
15.20	0.00	0.00	960225.94	20682.3	22.09	268.15	1883.63
15.30	0.00	0.00	962264.94	21034.4	19.02	224.37	1261.40
15.40	0.00	0.00	964031.56	21376.6	16.02	181.51	806.59

15.50	0.00	0.00	965446.13	21788.4	12.29	127.63	414.98
15.60	0.00	0.00	966645.69	21856.1	12.02	124.92	390.48
15.70	0.00	0.00	967850.63	21891.9	12.08	127.00	392.02
15.80	0.00	0.00	968998.25	22054.4	10.82	110.19	298.92
15.90	0.00	0.00	970017.63	22214.6	9.57	93.70	222.37
16.00	0.00	0.00	970915.56	22366.8	8.39	78.49	163.10
16.10	0.00	0.00	971694.75	22514.5	7.22	63.92	115.92
16.20	0.00	0.00	972361.25	22657.7	6.09	50.32	79.56
16.30	0.00	0.00	972911.81	22795.3	4.99	37.91	52.09
16.40	0.00	0.00	973358.19	22927.8	3.92	26.66	31.64
16.50	0.00	0.00	973699.50	23053.2	2.89	16.96	16.68
16.60	0.00	0.00	973945.63	23147.7	2.15	10.61	8.04
16.70	0.00	0.00	974115.44	23245.1	1.32	4.59	1.30
16.80	0.00	0.00	974241.88	23283.3	1.03	3.17	0.63
16.90	0.00	0.00	974308.06	23357.2	0.34	0.62	-0.12

LAMPIRAN C

MOORING LINE TENSION ON OPERATION CONDITION

KONDISI OPERASI ARAH 0
DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	1.85	10642.0	9.7244	10792.0	5.7459	1.9142
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	1.7935	10612.0	9.5325	10762.0	5.5693	1.8912

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.855203986	10642	8.721168518	10792	4.269744352	2.167804307
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.979100168	10612	8.516202927	10762	4.11816332	2.106723658

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.5380249	10642	44.43940735	10792	37.10644469	3.7144976
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.20228767	10612	44.10684204	10762	36.74722781	3.715717124

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	23.77970505	10582	33.68460846	10792	28.81973048	2.679512088
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	23.64267159	10552	33.53975296	10762	28.67119277	2.67466091

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	6.231393814	10582	21.07890129	10732	13.9468055	3.996987545
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	6.018562317	10612	20.86980057	10762	13.72455175	4.001583302

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	4.94857645	10762	10.66247082	10552	7.817010927	1.384304111
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	4.941524029	10792	10.61402225	10582	7.776590449	1.374105988

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.698984146	10762	16.77798653	10552	13.29632253	1.617199816
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.602397919	10792	16.66902542	10582	13.18361217	1.613531238

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.688830197	10762	7.935894012	10552	3.770131957	1.919903032
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.879055619	10792	7.817495823	10582	3.700084378	1.866014324

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.261898994	10702	19.48972893	10612	13.71082097	2.997616709
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.159790039	10732	19.34536934	10582	13.58964532	2.987985911

KONDISI OPERASI ARAH 45 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	9.0831	5962.0	23.7182	10672.0	16.978	4.1291
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	8.8801	5992.0	23.4988	10672.0	16.7636	4.1093

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	6.828137875	5962	20.92696762	6532	14.581719	4.07102129
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	6.59792614	5992	20.65583611	6502	14.2980642	4.071427209

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	42.53821182	5962	66.42198944	10672	55.79309116	6.804831381
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	42.13114548	5992	65.97480011	10702	55.32752661	6.813298886

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	28.70054054	6562	38.7081871	652	34.10151658	2.992389999
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	28.46533966	6472	38.47414017	622	33.83030843	2.992402485

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	11.61441898	622	32.64159393	652	23.37378384	6.000568992
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	11.24454689	652	32.20755005	622	22.97813811	5.965753956

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	3.133043528	6502	17.54454994	6412	10.37062938	3.996251219
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	3.148738384	6532	17.48667145	6382	10.3407427	3.979060292

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	6.769118309	10702	30.71596909	6412	18.9769161	6.780387038
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	6.629621506	10672	30.57878494	6382	18.8849089	6.758336096

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.431767762	6502	21.86727715	6412	9.787297442	6.841768574
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.68052268	6472	21.67238235	6382	9.674757007	6.775457556

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 10:49 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	11.07423401	6622	24.31482506	6292	18.2226799	3.893871027
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	10.80263042	6592	23.98528099	6262	17.89691782	3.894348309

KONDISI OPERASI ARAH 90 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	3600.0	0.0021	1292.0	106.092	2992.0	30.087	33.9154
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	3600.0	-0.1057	1292.0	105.9568	2992.0	30.0981	33.7597

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.002111532	2292	100.9668274	2992	28.90040562	33.15527565
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.133452475	2292	100.776207	2992	28.86373183	32.99446712

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.00164013	1292	194.2248688	2992	64.18264649	66.57974182
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.403288007	2892	193.9067383	2992	63.84078433	66.54126151

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.001273604	2692	103.6160736	2792	38.076825	35.39016861
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.084658682	1292	103.3806076	2792	37.99401641	35.24012945

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.000243521	1292	140.2150574	2992	42.06366124	48.29517266
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.622689128	1292	139.9289551	2992	41.74949161	48.21464539

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.002162241	2492	85.59923553	3192	25.40900624	28.60597492
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.138236135	1392	85.56937408	2692	26.69940134	29.53195527

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period							Standard

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.001319146	1292	146.317276	2792	42.72067557	47.68818886
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.048143685	1392	146.2319794	2692	44.95709641	49.76138357

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	0.000808831	1292	145.8646545	2792	39.54493988	45.60238832
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.173518613	1392	145.6659241	2692	41.55774274	47.78190177

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 2:22 PM on 5/7/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation

Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.00024989	1292	118.6300201	2792	32.76530788	36.38471679
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	3600	-0.175872371	1292	118.1599579	2792	32.67281342	36.20162819

KONDISI OPERASI ARAH 135 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	11.1521	8722.0	22.4428	1672.0	17.1562	3.4288
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	10.9304	8722.0	22.2436	1702.0	16.9383	3.4447

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.810326576	7702	20.00834846	1672	14.74779935	3.389638524
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.556259155	7732	19.75340652	1702	14.48313268	3.398600707

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period (s)							Standard

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	45.60024261	7702	64.99858856	1672	56.09026402	5.73963601
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	45.17882919	7732	64.57078552	1702	55.65620876	5.754739499

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.3856144	7732	38.01450729	1702	34.13588339	2.524126619
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.16438484	7732	37.75669861	1702	33.88553514	2.516846993

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	15.66484547	1942	30.0212574	1672	23.79622364	4.609640166
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	15.28110218	1972	29.62078476	1702	23.37284864	4.561385133

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	5.074825764	6982	15.04722404	1972	10.34919745	3.095352636
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	5.045128345	6952	14.98361778	1942	10.2966768	3.082768787

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.219392776	6982	27.03743172	9172	18.88001463	5.425653013
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.084015846	6952	26.88373756	9142	18.74247267	5.419385207

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation

Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.793461084	6982	17.97159576	9172	9.614261157	5.577872998
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.875765622	6952	17.75481415	9142	9.444872221	5.538782226

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 11:02 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	10.73232555	7702	23.34326744	7732	18.17143503	3.562979529
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	10.49562168	7732	23.02059555	7702	17.85119351	3.572747822

KONDISI OPERASI ARAH 180 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	15.1172	22.0	15.1172	22.0	15.1172	0.0
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	14.9031	22.0	14.9031	22.0	14.9031	0.0

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	12.81455898	22	12.81455898	22	12.81455898	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	12.56252956	22	12.56252956	22	12.56252956	0

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	52.41312408	22	52.41312408	22	52.41312408	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	52.00198364	22	52.00198364	22	52.00198364	0

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	33.1626091	22	33.1626091	22	33.1626091	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	32.93680954	22	32.93680954	22	32.93680954	0

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	21.30772018	22	21.30772018	22	21.30772018	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	20.9357338	22	20.9357338	22	20.9357338	0

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.528977394	22	9.528977394	22	9.528977394	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.474133492	22	9.474133492	22	9.474133492	0

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Tim	Maximum	Tim	Mean	Standard Deviatio

				e		e		n
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	17.25609398	22	17.25609398	22	17.25609398	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	17.11370659	22	17.11370659	22	17.11370659	0

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	7.801050663	22	7.801050663	22	7.801050663	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	7.62205267	22	7.62205267	22	7.62205267	0

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 11:12 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	17.21790314	22	17.21790314	22	17.21790314	0
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	16.94793701	22	16.94793701	22	16.94793701	0

LAMPIRAN D

MOORING LINE TENSION ON STORM CONDITION

KONDISI BADAI ARAH 0 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	1.85	10642.0	9.7244	10792.0	5.7459	1.9142
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	1.7935	10612.0	9.5325	10762.0	5.5693	1.8912

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.855203986	10642	8.721168518	10792	4.269744352	2.167804307
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.979100168	10612	8.516202927	10762	4.11816332	2.106723658

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.5380249	10642	44.43940735	10792	37.10644469	3.7144976
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.20228767	10612	44.10684204	10762	36.74722781	3.715717124

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	23.77970505	10582	33.68460846	10792	28.81973048	2.679512088
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	23.64267159	10552	33.53975296	10762	28.67119277	2.67466091

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	6.231393814	10582	21.07890129	10732	13.9468055	3.996987545
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	6.018562317	10612	20.86980057	10762	13.72455175	4.001583302

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	4.94857645	10762	10.66247082	10552	7.817010927	1.384304111
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	4.941524029	10792	10.61402225	10582	7.776590449	1.374105988

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.698984146	10762	16.77798653	10552	13.29632253	1.617199816
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	9.602397919	10792	16.66902542	10582	13.18361217	1.613531238

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period (s)							Standard

Variable	From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.688830197	10762	7.935894012	10552	3.770131957	1.919903032
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.879055619	10792	7.817495823	10582	3.700084378	1.866014324

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 0.sim (modified 10:41 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.261898994	10702	19.48972893	10612	13.71082097	2.997616709
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.159790039	10732	19.34536934	10582	13.58964532	2.987985911

KONDISI BADAI ARAH 45 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	6.3057	6832.0	63.3017	6802.0	35.572	14.9937
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	6.1	6832.0	63.0921	6802.0	35.2916	14.954

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	5.736596584	6832	62.39266205	6802	34.62173663	15.19439521
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	5.526576519	6832	62.16348267	6802	34.40510638	15.12323057

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	50.16698456	6832	146.0124817	6802	98.96437971	25.76633797
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	49.81547928	6832	145.6877747	6802	98.67033209	25.65362951

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	25.2953968	2782	66.30197144	6892	46.37040057	11.81988007
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	25.14800453	2812	66.14020538	6922	46.0670122	11.76752862

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	28.67461586	2782	102.7671356	6772	67.27562661	20.58051676
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	28.41704941	2752	102.5437393	6742	67.02696646	20.26722303

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	12.45375156	6772	55.07568359	6862	33.27408473	11.34609214
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	12.39769363	6772	54.99254608	6862	33.247249	11.39424993

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	35.38311768	10192	108.2981186	6832	71.84239864	19.56042968
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	35.26083374	10192	108.1781616	6832	71.83923383	19.64151039

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period (s)							Standard

Variable	From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.810234785	6772	70.77416992	6862	34.88867476	18.95107125
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.881884277	6772	70.63069153	6862	34.83744179	19.04784345

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 45.sim (modified 11:14 PM on 5/9/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	17.91349792	10222	66.288414	7912	42.19625702	13.77387695
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	17.73584366	10252	66.08355713	7942	41.80986772	14.06086013

KONDISI BADAI ARAH 90 DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	0.0015	5812.0	327.9919	8902.0	71.7163	81.9027
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	-0.1453	4282.0	327.902	8902.0	71.7964	81.7195

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.001552143	5872	323.9851685	8902	74.08328659	80.11708407
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.158048555	10372	323.8687439	8902	73.99219277	80.02631682

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-4.79E-05	5812	534.7426147	8902	136.3283521	133.3134258
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.721297979	8722	534.5944214	8902	136.0529045	133.3292001

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.004145748	2632	239.2907104	8902	78.17116705	58.38193809
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.154755458	10432	239.1704407	8902	78.01882456	58.34641258

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.001449698	10222	361.6856995	8902	102.3359971	92.85533042
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	-0.931734681	1282	361.4666138	8902	102.1191362	92.81105407

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.002200005	10072	270.7330017	8782	72.04450374	68.28883729
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.120372839	4012	270.7226257	8782	72.15786214	68.1219755

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.687948704	9172	517.2700195	8782	142.1543201	130.8835178
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.130414084	5902	517.1870117	8782	142.1299299	130.8163649

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period (s)							Standard

Variable	From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.319734305	4852	472.0867004	8782	113.290242	114.9167644
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.398772359	9802	471.928772	8782	113.2493851	114.8334566

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 90.sim (modified 10:07 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.000924009	2752	262.4009094	8752	70.89266528	68.83372907
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	-0.247359961	10312	261.9046021	8752	70.85183984	68.61189767

KONDISI BADAI ARAH 135
DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	3.4976	6862.0	69.2453	7882.0	37.0307	17.091
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	3.3247	6862.0	69.0423	7882.0	36.806	17.1161

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	2.631817102	6862	68.81181335	7912	36.19923993	17.27961912
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	2.466646433	6862	68.60485077	7912	35.9853891	17.31149933

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	44.94068146	6862	155.8220215	7912	101.7001505	28.95507371
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	44.56330872	6862	155.5449066	7912	101.3837749	29.02339646

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	23.40121651	6862	71.85332489	7912	47.24459677	13.43395835
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	23.21225357	6892	71.69380188	7882	47.02103961	13.41715246

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	25.19939041	5482	106.7932663	6832	67.36281484	23.6034595
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	24.93169785	5512	106.55439	6802	66.92547205	23.80535152

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.144932747	7882	54.33799744	6862	32.29868168	12.55310046
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	8.086075783	7882	54.26750946	6862	32.19385904	12.54306849

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.47774506	7882	106.4377136	7972	69.63595031	21.06307614
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.3394165	7882	106.3188324	7972	69.45652284	21.05892125

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period (s)					Standard

Variable	From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.348035246	7882	69.05691528	6982	33.27291876	20.52480623
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	0.613575697	7882	68.91848755	6982	33.08190585	20.49542429

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 135.sim (modified 12:43 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	13.53783894	6802	69.65778351	7012	41.97941185	16.13138343
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	13.33392239	6832	69.46813202	6982	41.63218769	16.01188236

KONDISI BADAI ARAH 180
DERAJAT

Statistics for Line1

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	25.5568	4642.0	50.2378	5992.0	38.3207	6.8675
Effective Tension (kN) at End B	-8.0	0.0	Not enough samples					
	0.0	10800.0	25.3387	4612.0	50.0258	6022.0	38.0882	6.8449

Statistics for Line2

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	21.87866974	4642	51.69781876	5992	37.21415407	8.282545626
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	21.64396667	4612	51.47324753	6022	36.98824761	8.265338166

Statistics for Line3

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	77.70953369	4642	127.7552719	5992	103.4570261	13.89344792
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	77.36404419	4612	127.4413605	6022	103.1417331	13.8659876

Statistics for Line4

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.93463516	5962	64.06125641	5992	47.45890856	9.483273745
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	29.73793793	5992	63.87168121	6022	47.29163301	9.491403083

Statistics for Line5

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	39.76480865	5962	98.22332764	5992	68.4932795	16.28825391
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					

	0	10800	39.44740677	5992	97.97692108	5962	68.24181399	16.26097024

Statistics for Line6

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	20.82002831	6022	41.62403488	4612	31.31522792	5.818764159
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	20.74988556	5992	41.54872513	4642	31.23684376	5.831770812

Statistics for Line7

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	53.8562851	6022	81.46372986	4612	67.78825794	7.774458383
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	53.72931671	5992	81.33950043	4642	67.61642643	7.806822237

Statistics for Line8

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

	Period (s)							Standard

Variable	From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	15.76700401	6022	46.99187851	4612	31.48440711	8.739999561
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	15.60762978	5992	46.83478165	4642	31.2994148	8.767438219

Statistics for Line9

OrcaFlex 9.2a: Permodelan 2.0_arah 180.sim (modified 1:13 AM on 5/10/2017 by OrcaFlex 9.2a)

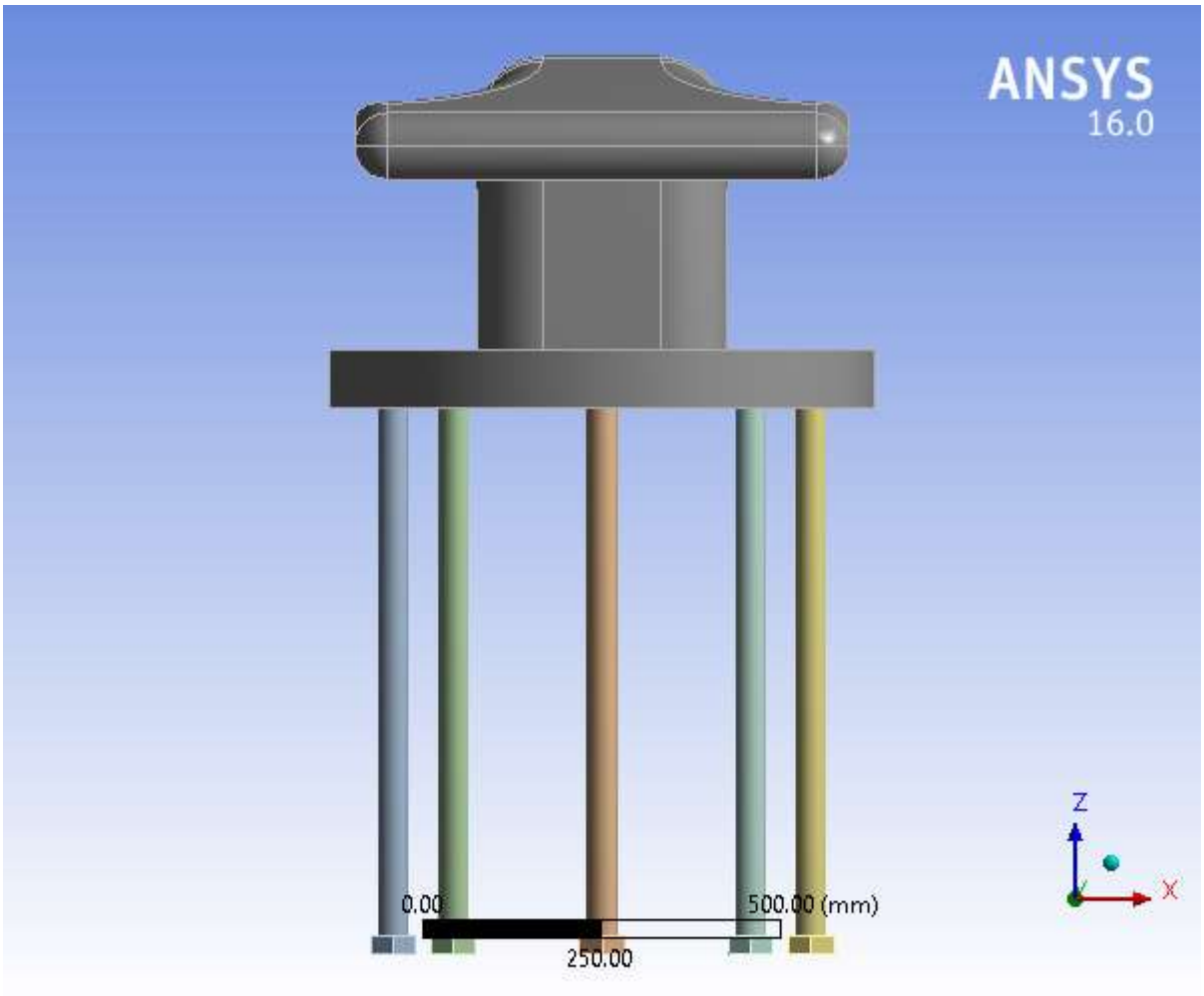
Variable	Period (s) From	To	Minimum	Time	Maximum	Time	Mean	Standard Deviation
Effective Tension (kN) at End A	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	20.79125786	5962	59.24679184	5992	40.97674501	10.66178573
Effective Tension (kN) at End B	-8	0	Not enough samples					
	0	10800	20.51850319	5992	59.02072906	5962	40.74662945	10.68882094

LAMPIRAN E

BOLLARD MECHANICAL REPORT ON OPERATION CONDITION

Project

First Saved	Tuesday, January 24, 2017
Last Saved	Friday, July 14, 2017
Product Version	16.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, t, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (B4)

Geometry

TABLE 2
Model (B4) > Geometry

Object Name	*Geometry*
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\Agung dong\Revisi\ULS-Bollard Operasi_files\dp0\Geom\DM\Geom.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	761.96 mm
Length Y	658.94 mm
Length Z	1250. mm
Properties	
Volume	9.9502e+007 mm³
Mass	0.54452 t
Scale Factor Value	1.
Statistics	
Bodies	9
Active Bodies	9
Nodes	198162
Elements	123104
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Yes
Parameter Key	DS
Attributes	No
Named Selections	No
Material Properties	No
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	No
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	No
Compare Parts On Update	No
Attach File Via Temp File	Yes
Temporary Directory	C:\Users\AMD 2\AppData\Local\Temp

Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	*Part 1*	*Part 2*	*Part 3*	*Part 4*	*Part 5*	*Part 6*	*Part 7*	*Part 8*	*Part 9*
State	Meshed								
Graphics Properties									
Visible	Yes								
Transparency	1								
Definition									
Suppressed	No								
Stiffness Behavior	Flexible								
Coordinate System	Default Coordinate System								
Reference Temperature	By Environment								
Material									
Assignment	Structural Steel							Concrete	Gray Cast Iron
Nonlinear Effects	Yes								
Thermal Strain Effects	Yes								
Bounding Box									
Length X	61.768 mm				61.737 mm			300.9 mm	761.96 mm
Length Y	71.289 mm							300.9 mm	658.94 mm
Length Z	826.05 mm							464.66 mm	490.01 mm
Properties									
Volume	1.2308e+006 mm³	1.2316e+006 mm³		1.2312e+006 mm³	1.232e+006 mm³		1.2311e+006 mm³	3.6224e+007 mm³	5.4657e+007 mm³
Mass	9.6615e-003 t	9.6682e-003 t		9.6649e-003 t	9.6709e-003 t		9.6642e-003 t	8.3316e-002 t	0.39353 t
Centroid X	-291.98 mm		-206.46 mm	-2.1687e-002 mm	206.49 mm	292.02 mm		-4.6515e-002 mm	-7.2929e-003 mm
Centroid Y	180.95 mm	-13.993 mm	-220.46 mm	-305.99 mm	-220.46 mm	-13.988 mm	180.96 mm	-1.1066e-002 mm	-85.131 mm

Centroid Z	-346.98 mm							214.34 mm	193.61 mm
Moment of Inertia Ip1	568.32 t·mm²	608.58 t·mm²	631.97 t·mm²	632.79 t·mm²	632.9 t·mm²	624.69 t·mm²	611.33 t·mm²	1767.8 t·mm²	20810 t·mm²
Moment of Inertia Ip2	469.61 t·mm²	478.63 t·mm²	623.06 t·mm²	638.18 t·mm²	631.47 t·mm²	626.43 t·mm²	625.43 t·mm²	1733.4 t·mm²	23331 t·mm²
Moment of Inertia Ip3	0. t·mm²			9.5377 t·mm²	2.2099 t·mm²	0. t·mm²		890.5 t·mm²	28676 t·mm²
Statistics									
Nodes	10000	10021	9643	9732	9875	10142	9734	26012	103003
Elements	5838	5864	5613	5672	5756	5954	5673	17159	65575
Mesh Metric	None								

Coordinate Systems

TABLE 4
Model (B4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	*Global Coordinate System*	*Coordinate System*
State	Fully Defined	
Definition		
Type	Cartesian	
Coordinate System ID	0.	
Coordinate System		Program Controlled
Suppressed		No
Origin		
Origin X	0. mm	-20.971 mm
Origin Y	0. mm	-175.27 mm
Origin Z	0. mm	188.69 mm
Define By		Global Coordinates
Location		Defined
Directional Vectors		
X Axis Data	[1. 0. 0.]	[0. 1. 0.]
Y Axis Data	[0. 1. 0.]	[-1. 0. 0.]
Z Axis Data	[0. 0. 1.]	
Principal Axis		
Axis		X
Define By		Hit Point Normal
Hit Point Normal		Defined
Orientation About Principal Axis		
Axis		Y
Define By		Default
Transformations		
Base Configuration		Absolute
Transformed Configuration		[-20.971 -175.27 188.69]

Connections

TABLE 5
Model (B4) > Connections

Object Name	*Connections*
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 6
Model (B4) > Connections > Contacts

Object Name	*Contacts*
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0.
Tolerance Value	4.0135 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	8
Active Connections	8

TABLE 7
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	*Contact Region 9*	*Contact Region 11*	*Contact Region 12*	*Contact Region 13*	*Contact Region 14*	*Contact Region 19*	*Contact Region 20*	*Contact Region 21*
State	Fully Defined							
Scope								
Scoping Method	Geometry Selection							
Contact	2 Faces							11 Faces
Target	2 Faces							11 Faces
Contact Bodies	Part 1	Part 2	Part 3	Part 4	Part 5	Part 6	Part 7	Part 8
Target	Part 9							

Bodies	
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	4.0135 mm
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

Mesh

TABLE 8
Model (B4) > Mesh

Object Name	*Mesh*
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Sizing	
Use Advanced Size Function	Off
Relevance Center	Fine
Element Size	20.0 mm
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	High
Transition	Slow
Span Angle Center	Medium
Minimum Edge Length	1.64570 mm
Inflation	

Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0.272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1.2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Patch Conforming Options	
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Patch Independent Options	
Topology Checking	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Extra Retries For Assembly	Yes
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Defeaturing	
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Automatic Mesh Based Defeaturing	On
Defeaturing Tolerance	Default
Statistics	
Nodes	198162
Elements	123104
Mesh Metric	None

Named Selections

TABLE 9
Model (B4) > Named Selections > Named Selections

Object Name	*Problematic Geometry*
State	Suppressed
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	No Selection
Definition	
Send to Solver	Yes
Visible	Yes
Program Controlled Inflation	Exclude
Statistics	
Type	Manual
Total Selection	No Selection
Suppressed	0
Used by Mesh Worksheet	No

Static Structural (B5)

TABLE 10
Model (B4) > Analysis

Object Name	*Static Structural (B5)*
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22. °C
Generate Input Only	No

TABLE 11
Model (B4) > Static Structural (B5) > Analysis Settings

Object Name	*Analysis Settings*
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Restart Controls	
Generate Restart Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No
Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	

Solver Files Directory	D:\Agung dong\Revisi\ULS-Bollard Operasi_files\dp0\SYS\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	nmm

TABLE 12
Model (B4) > Static Structural (B5) > Loads

Object Name	*Fixed Support*	*Remote Force*	*Displacement*
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	56 Faces	5 Faces	20 Faces
Coordinate System		Global Coordinate System	
X Coordinate		2.8721e-002 mm	
Y Coordinate		-346.55 mm	
Z Coordinate		209.38 mm	
Location		Defined	
Definition			
Type	Fixed Support	Remote Force	Displacement
Suppressed	No		
Define By		Components	
X Component		1.3711e+005 N (ramped)	0. mm (ramped)
Y Component		1.3711e+005 N (ramped)	0. mm (ramped)
Z Component		1.3711e+005 N (ramped)	Free
Behavior		Deformable	
Coordinate System			Global Coordinate System
Advanced			
Pinball Region		All	

FIGURE 1
Model (B4) > Static Structural (B5) > Remote Force

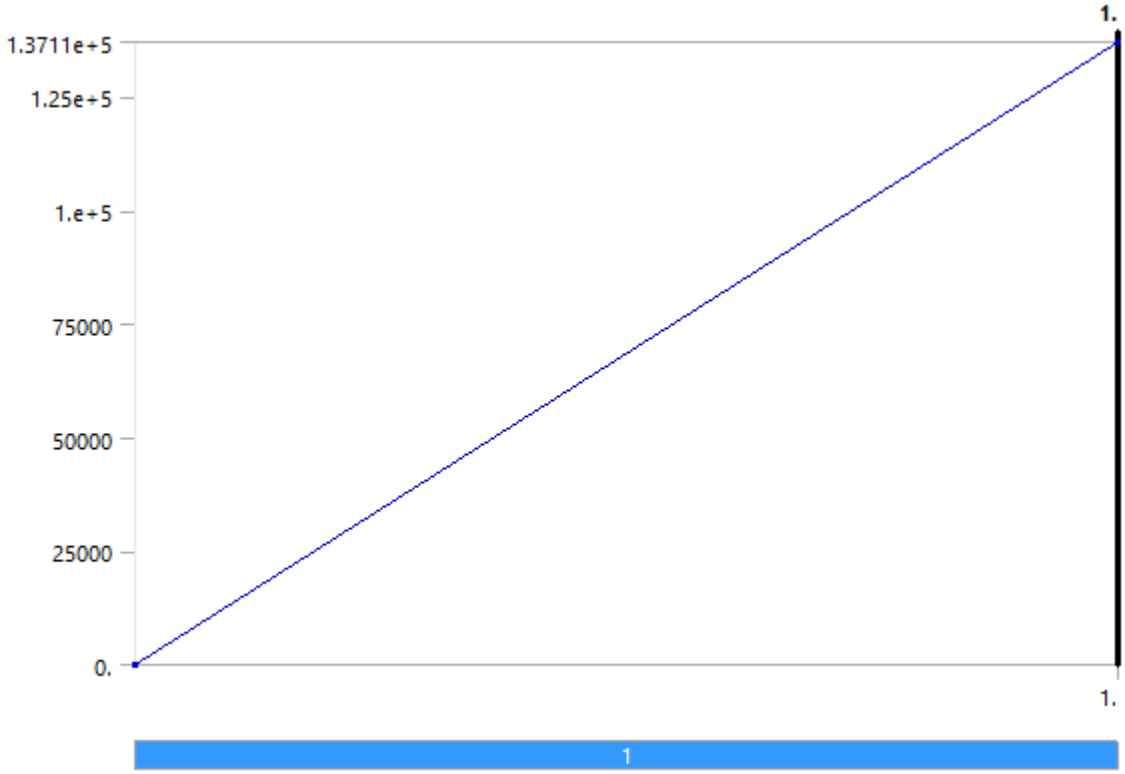
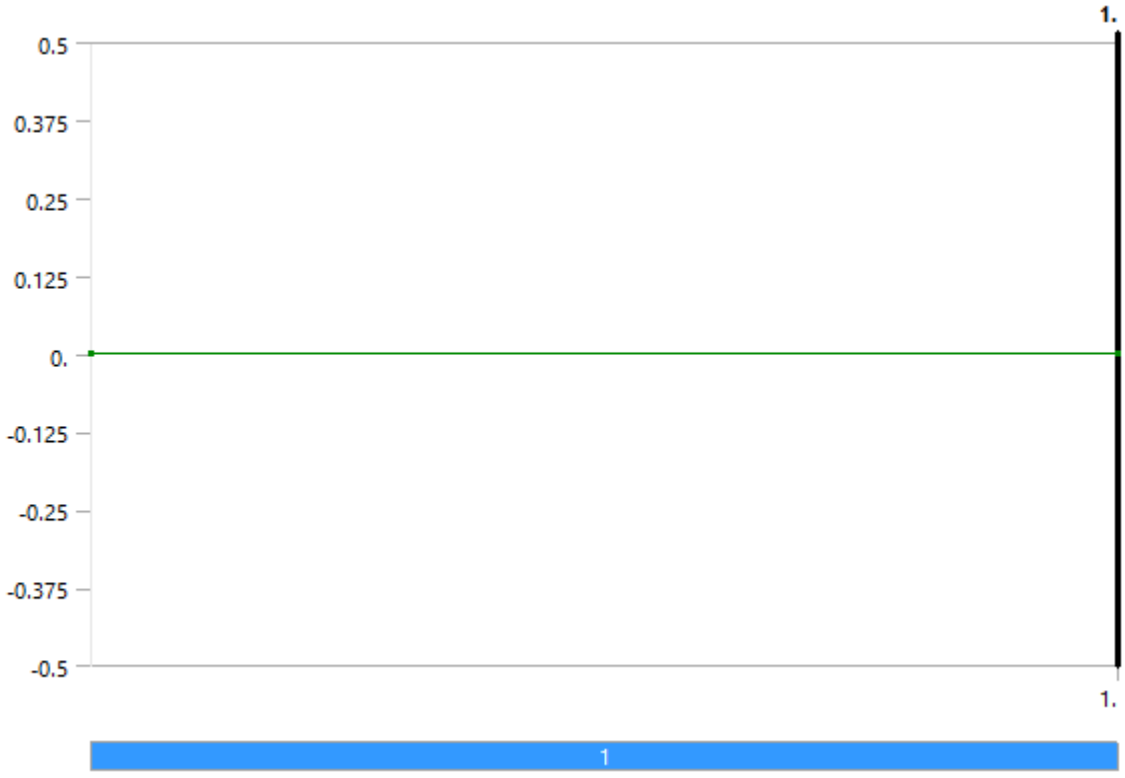


FIGURE 2
Model (B4) > Static Structural (B5) > Displacement



Solution (B6)

TABLE 13
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution

Object Name	*Solution (B6)*
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.
Information	
Status	Done
Post Processing	
Calculate Beam Section Results	No

TABLE 14
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Solution Information

Object Name	*Solution Information*
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 15
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Results

Object Name	*Equivalent Stress*	*Equivalent Elastic Strain*	*Total Deformation*
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Equivalent Elastic Strain	Total Deformation
By	Time		
Display Time	Last		
Calculate Time History	Yes		
Identifier			
Suppressed	No		
Integration Point Results			
Display Option	Averaged		
Average Across Bodies	No		

Results			
Minimum	6.8282e-014 MPa	4.4265e-019 mm/mm	0. mm
Maximum	42.35 MPa	4.223e-004 mm/mm	0.15804 mm
Minimum Occurs On	Part 7	Part 6	Part 1
Maximum Occurs On	Part 9		
Information			
Time	1. s		
Load Step	1		
Substep	1		
Iteration Number	1		

FIGURE 3
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Stress

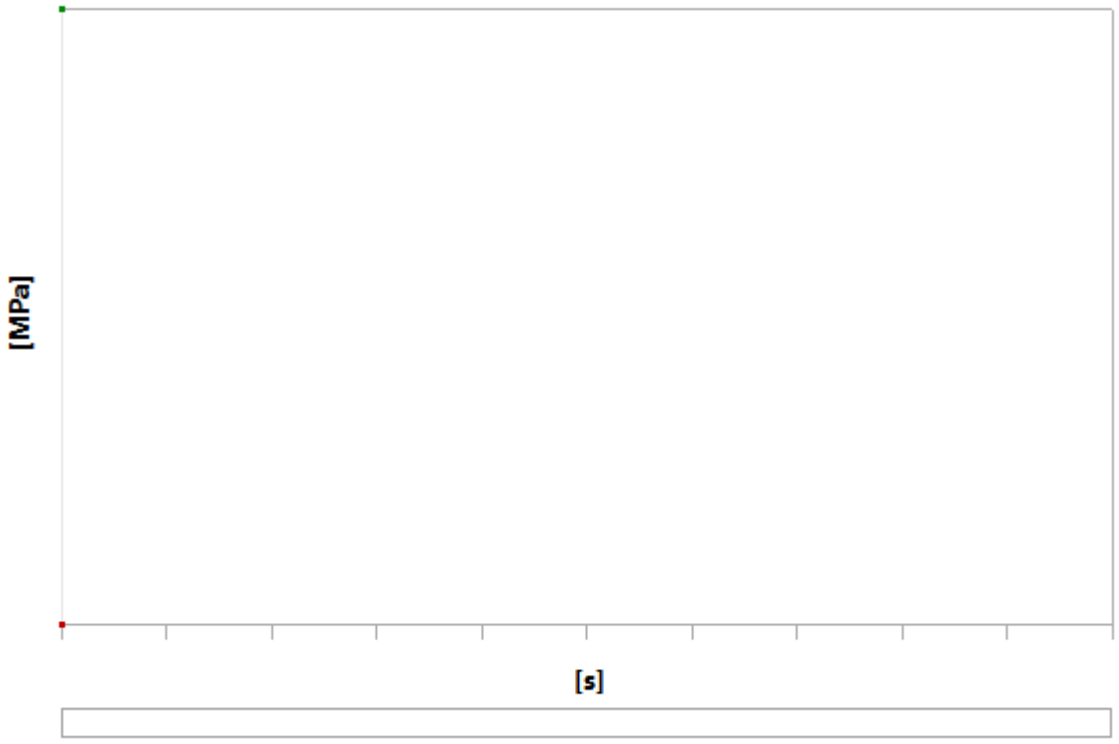


TABLE 16
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
1.	6.8282e-014	42.35

FIGURE 4
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Elastic Strain

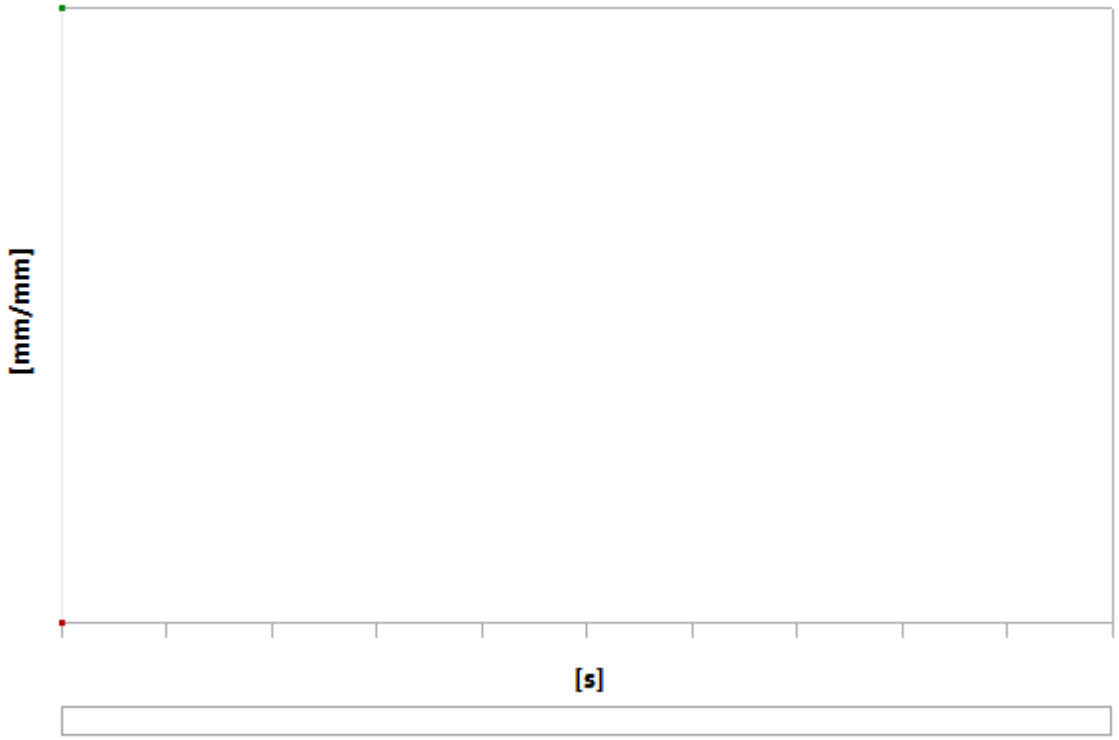


TABLE 17
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Elastic Strain

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
1.	4.4265e-019	4.223e-004

FIGURE 5
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Total Deformation

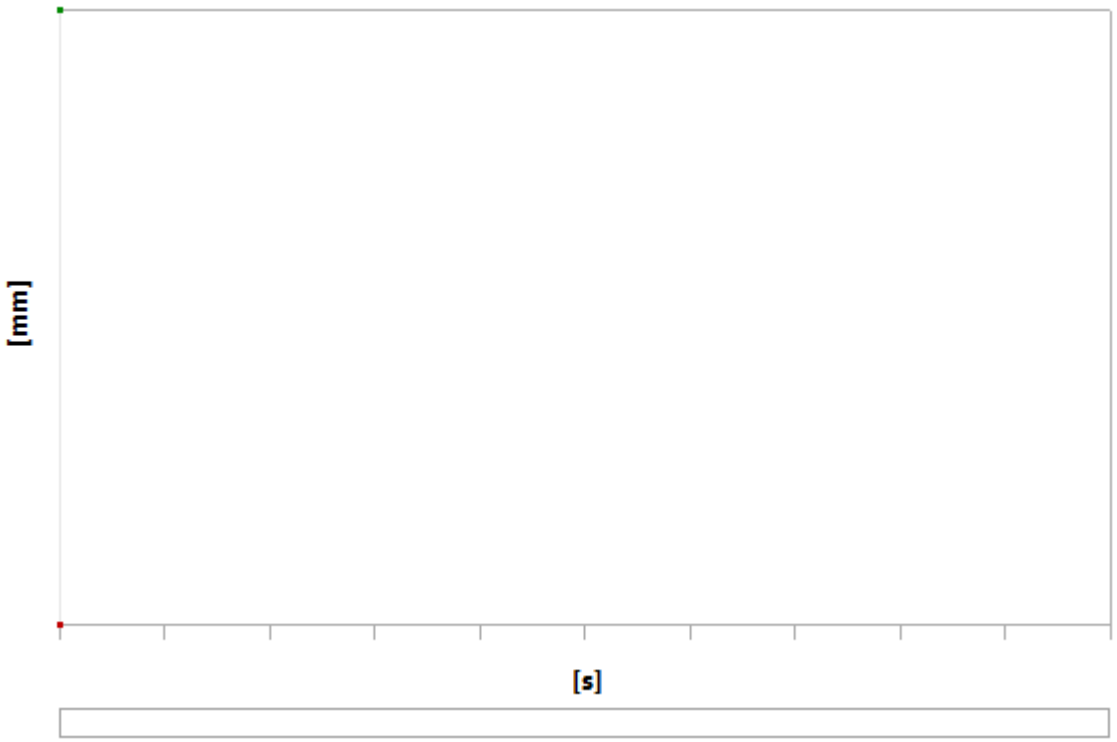


TABLE 18
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]
1.	0.	0.15804

TABLE 19
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Probes

Object Name	*Stress Probe*
State	Solved
Definition	
Type	Stress
Location Method	Coordinate System
Orientation	Coordinate System
Location	Coordinate System
X Coordinate	-20.971 mm
Y Coordinate	-175.27 mm
Z Coordinate	188.69 mm
Suppressed	No
Options	
Result Selection	All
Display Time	End Time
Results	
Normal - X Axis	-0.28101 MPa
Normal - Y Axis	2.1814 MPa
Normal - Z Axis	10.651 MPa
XY Shear	1.2267 MPa
YZ Shear	-6.9387 MPa

XZ Shear	-1.8883 MPa
Equivalent (von-Mises)	16.072 MPa
Maximum Principal	14.878 MPa
Middle Principal	-0.59553 MPa
Minimum Principal	-1.7313 MPa
Intensity	16.609 MPa
Maximum Value Over Time	
Normal - X Axis	-0.28101 MPa
Normal - Y Axis	2.1814 MPa
Normal - Z Axis	10.651 MPa
XY Shear	1.2267 MPa
YZ Shear	-6.9387 MPa
XZ Shear	-1.8883 MPa
Equivalent (von-Mises)	16.072 MPa
Maximum Principal	14.878 MPa
Middle Principal	-0.59553 MPa
Minimum Principal	-1.7313 MPa
Intensity	16.609 MPa
Minimum Value Over Time	
Normal - X Axis	-0.28101 MPa
Normal - Y Axis	2.1814 MPa
Normal - Z Axis	10.651 MPa
XY Shear	1.2267 MPa
YZ Shear	-6.9387 MPa
XZ Shear	-1.8883 MPa
Equivalent (von-Mises)	16.072 MPa
Maximum Principal	14.878 MPa
Middle Principal	-0.59553 MPa
Minimum Principal	-1.7313 MPa
Intensity	16.609 MPa
Information	
Time	1. s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

FIGURE 6
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Stress Probe

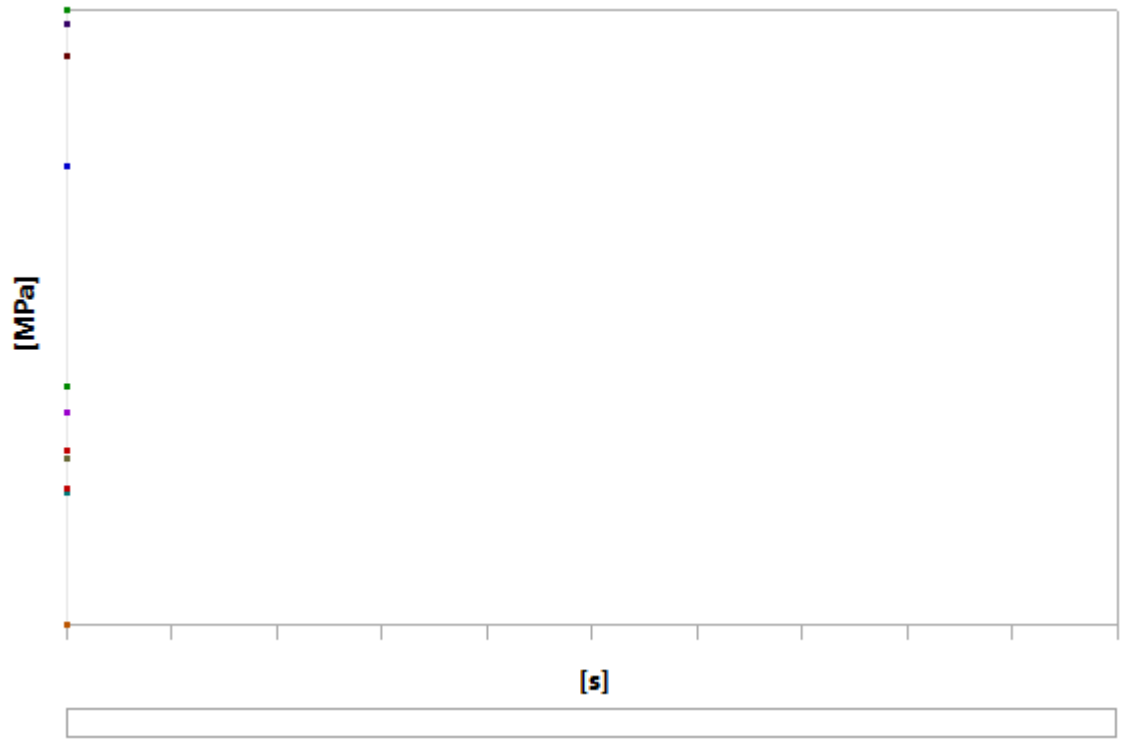


TABLE 20
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Stress Probe

Time [s]	Stress Probe (NormX) [MPa]	Stress Probe (NormY) [MPa]	Stress Probe (NormZ) [MPa]	Stress Probe (Shear XY) [MPa]	Stress Probe (Shear YZ) [MPa]	Stress Probe (Shear XZ) [MPa]	Stress Probe (Equivalent (von-Mises)) [MPa]	Stress Probe (Maximum Principal) [MPa]	Stress Probe (Middle Principal) [MPa]	Stress Probe (Minimum Principal) [MPa]	Stress Probe (Intensity) [MPa]
1.	-0.28101	2.1814	10.651	1.2267	-6.9387	-1.8883	16.072	14.878	-0.59553	-1.7313	16.609

Material Data

Structural Steel

TABLE 21
Structural Steel > Constants

Density	7.85e-009 tonne mm^-3
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C^-1
Specific Heat	4.34e+008 mJ tonne^-1 C^-1
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm^-1 C^-1
Resistivity	1.7e-004 ohm mm

TABLE 22
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250

TABLE 24
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460

TABLE 26
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Reference Temperature C
22

TABLE 27
Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999	10	0
2827	20	0
1896	50	0
1413	100	0
1069	200	0
441	2000	0
262	10000	0
214	20000	0
138	1.e+005	0
114	2.e+005	0
86.2	1.e+006	0

TABLE 28
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920	-0.106	0.213	-0.47	1000	0.2

TABLE 29
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2.e+005	0.3	1.6667e+005	76923

TABLE 30
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000

Concrete

TABLE 31
Concrete > Constants

Density	2.3e-009 tonne mm^-3
Coefficient of Thermal Expansion	1.4e-005 C^-1
Specific Heat	7.8e+008 mJ tonne^-1 C^-1
Thermal Conductivity	7.2e-004 W mm^-1 C^-1

TABLE 32
Concrete > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
80

TABLE 33
Concrete > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
12

TABLE 34
Concrete > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
12

TABLE 35
Concrete > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
20

TABLE 36
Concrete > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Reference Temperature C
22

TABLE 37
Concrete > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	30000	0.18	15625	12712

Gray Cast Iron

TABLE 38
Gray Cast Iron > Constants

Density	7.2e-009 tonne mm^-3
Coefficient of Thermal Expansion	1.1e-005 C^-1

Specific Heat	4.47e+008 mJ tonne^-1 C^-1
Thermal Conductivity	5.2e-002 W mm^-1 C^-1
Resistivity	9.6e-005 ohm mm

TABLE 39
Gray Cast Iron > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
1289

TABLE 40
Gray Cast Iron > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
483

TABLE 41
Gray Cast Iron > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
483

TABLE 42
Gray Cast Iron > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
689

TABLE 43
Gray Cast Iron > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Reference Temperature C
22

TABLE 44
Gray Cast Iron > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	1.1e+005	0.28	83333	42969

TABLE 45
Gray Cast Iron > Isotropic Relative Permeability

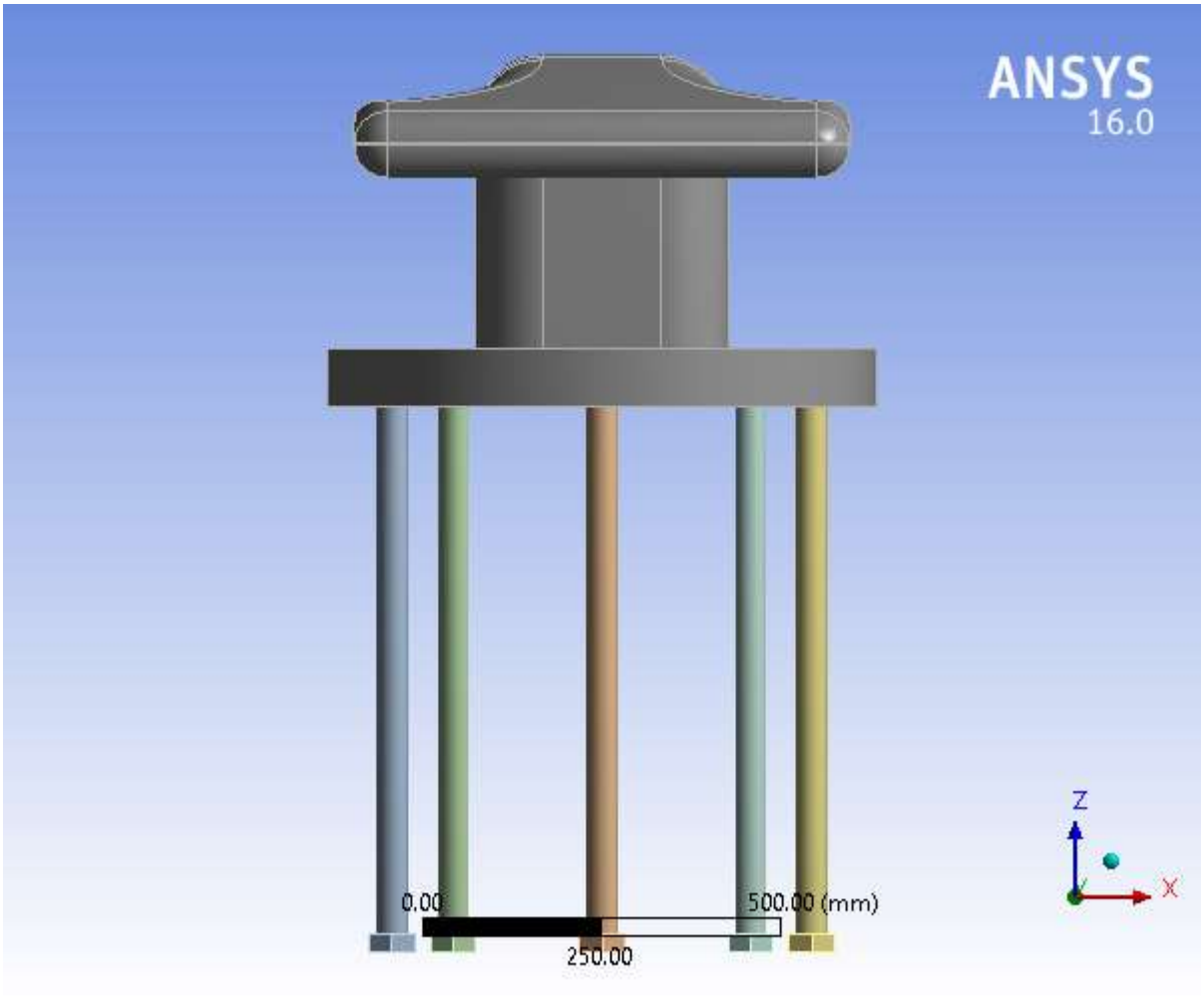
Relative Permeability
10000

LAMPIRAN F

BOLLARD MECHANICAL REPORT ON STORM CONDITION

Project

First Saved	Tuesday, January 24, 2017
Last Saved	Friday, July 14, 2017
Product Version	16.0 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, t, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (B4)

Geometry

TABLE 2
Model (B4) > Geometry

Object Name	*Geometry*
State	Fully Defined
Definition	
Source	D:\Agung dong\Revisi\ULS-Bollard Badai Baru 2.0_files\dp0\Geom\DM\Geom.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	761.96 mm
Length Y	658.94 mm
Length Z	1250. mm
Properties	
Volume	9.9502e+007 mm³
Mass	0.54452 t
Scale Factor Value	1.
Statistics	
Bodies	9
Active Bodies	9
Nodes	198162
Elements	123104
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Parameters	Yes
Parameter Key	DS
Attributes	No
Named Selections	No
Material Properties	No
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	No
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	No
Compare Parts On Update	No
Attach File Via Temp File	Yes

Temporary Directory	C:\Users\AMD 2\AppData\Local\Temp
Analysis Type	3-D
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (B4) > Geometry > Parts

Object Name	*Part 1*	*Part 2*	*Part 3*	*Part 4*	*Part 5*	*Part 6*	*Part 7*	*Part 8*	*Part 9*
State	Meshed								
Graphics Properties									
Visible	Yes								
Transparency	1								
Definition									
Suppressed	No								
Stiffness Behavior	Flexible								
Coordinate System	Default Coordinate System								
Reference Temperature	By Environment								
Material									
Assignment	Structural Steel							Concrete	Gray Cast Iron
Nonlinear Effects	Yes								
Thermal Strain Effects	Yes								
Bounding Box									
Length X	61.768 mm				61.737 mm			300.9 mm	761.96 mm
Length Y	71.289 mm							300.9 mm	658.94 mm
Length Z	826.05 mm							464.66 mm	490.01 mm
Properties									
Volume	1.2308e+006 mm³	1.2316e+006 mm³		1.2312e+006 mm³	1.232e+006 mm³		1.2311e+006 mm³	3.6224e+007 mm³	5.4657e+007 mm³
Mass	9.6615e-003 t	9.6682e-003 t		9.6649e-003 t	9.6709e-003 t		9.6642e-003 t	8.3316e-002 t	0.39353 t
Centroid X	-291.98 mm		-206.46 mm	-2.1687e-002 mm	206.49 mm	292.02 mm		-4.6515e-002 mm	-7.2929e-003 mm
Centroid Y	180.95 mm	-13.9	-220.	-305.99 mm	-220.	-13.9	180.96 mm	-1.1066e-002 mm	-85.131 mm

		93 mm	46 mm		46 mm	88 mm			
Centroid Z	-346.98 mm							214.34 mm	193.61 mm
Moment of Inertia Ip1	568.32 t·mm²	608.58 t·mm²	631.97 t·mm²	632.79 t·mm²	632.9 t·mm²	624.69 t·mm²	611.33 t·mm²	1767.8 t·mm²	20810 t·mm²
Moment of Inertia Ip2	469.61 t·mm²	478.63 t·mm²	623.06 t·mm²	638.18 t·mm²	631.47 t·mm²	626.43 t·mm²	625.43 t·mm²	1733.4 t·mm²	23331 t·mm²
Moment of Inertia Ip3	0. t·mm²			9.5377 t·mm²	2.2099 t·mm²	0. t·mm²		890.5 t·mm²	28676 t·mm²
Statistics									
Nodes	10000	10021	9643	9732	9875	10142	9734	26012	103003
Elements	5838	5864	5613	5672	5756	5954	5673	17159	65575
Mesh Metric	None								

Coordinate Systems

TABLE 4
Model (B4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	*Global Coordinate System*	*Coordinate System*
State	Fully Defined	
Definition		
Type	Cartesian	
Coordinate System ID	0.	
Coordinate System		Program Controlled
Suppressed		No
Origin		
Origin X	0. mm	-20.971 mm
Origin Y	0. mm	-175.27 mm
Origin Z	0. mm	188.69 mm
Define By		Global Coordinates
Location		Defined
Directional Vectors		
X Axis Data	[1. 0. 0.]	[0. 1. 0.]
Y Axis Data	[0. 1. 0.]	[-1. 0. 0.]
Z Axis Data	[0. 0. 1.]	
Principal Axis		
Axis		X
Define By		Hit Point Normal
Hit Point Normal		Defined
Orientation About Principal Axis		
Axis		Y
Define By		Default
Transformations		

Base Configuration		Absolute
Transformed Configuration		[-20.971 -175.27 188.69]

Connections

TABLE 5
Model (B4) > Connections

Object Name	*Connections*
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 6
Model (B4) > Connections > Contacts

Object Name	*Contacts*
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0.
Tolerance Value	4.0135 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	8
Active Connections	8

TABLE 7
Model (B4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	*Contact Region 9*	*Contact Region 11*	*Contact Region 12*	*Contact Region 13*	*Contact Region 14*	*Contact Region 19*	*Contact Region 20*	*Contact Region 21*
State	Fully Defined							
Scope								
Scoping Method	Geometry Selection							
Contact	2 Faces							11 Faces
Target	2 Faces							11 Faces

Contact Bodies	Part 1	Part 2	Part 3	Part 4	Part 5	Part 6	Part 7	Part 8
Target Bodies	Part 9							
Definition								
Type	Bonded							
Scope Mode	Automatic							
Behavior	Program Controlled							
Trim Contact	Program Controlled							
Trim Tolerance	4.0135 mm							
Suppressed	No							
Advanced								
Formulation	Program Controlled							
Detection Method	Program Controlled							
Penetration Tolerance	Program Controlled							
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled							
Normal Stiffness	Program Controlled							
Update Stiffness	Program Controlled							
Pinball Region	Program Controlled							
Geometric Modification								
Contact Geometry Correction	None							
Target Geometry Correction	None							

Mesh

TABLE 8
Model (B4) > Mesh

Object Name	*Mesh*
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Sizing	
Use Advanced Size Function	Off
Relevance Center	Fine
Element Size	20.0 mm
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	High
Transition	Slow

Span Angle Center	Medium
Minimum Edge Length	1.64570 mm
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0.272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1.2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Patch Conforming Options	
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Patch Independent Options	
Topology Checking	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Extra Retries For Assembly	Yes
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Defeaturing	
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Automatic Mesh Based Defeaturing	On
Defeaturing Tolerance	Default
Statistics	
Nodes	198162
Elements	123104
Mesh Metric	None

Named Selections

TABLE 9
Model (B4) > Named Selections > Named Selections

Object Name	*Problematic Geometry*
State	Suppressed
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	No Selection
Definition	
Send to Solver	Yes
Visible	Yes
Program Controlled Inflation	Exclude
Statistics	
Type	Manual
Total Selection	No Selection
Suppressed	0

Used by Mesh Worksheet	No

Static Structural (B5)

TABLE 10
Model (B4) > Analysis

Object Name	*Static Structural (B5)*
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22. °C
Generate Input Only	No

TABLE 11
Model (B4) > Static Structural (B5) > Analysis Settings

Object Name	*Analysis Settings*
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Solver Pivot Checking	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Restart Controls	
Generate Restart Points	Program Controlled
Retain Files After Full Solve	No
Nonlinear Controls	
Newton-Raphson Option	Program Controlled
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Stabilization	Off
Output Controls	
Stress	Yes
Strain	Yes
Nodal Forces	No
Contact Miscellaneous	No
General Miscellaneous	No

Store Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	D:\Agung dong\Revisi\ULS-Bollard Badai Baru 2.0_files\dp0\SYS\MECH\
Future Analysis	None
Scratch Solver Files Directory	
Save MAPDL db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	nmm

TABLE 12
Model (B4) > Static Structural (B5) > Loads

Object Name	*Fixed Support*	*Remote Force*	*Displacement*
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	56 Faces	5 Faces	20 Faces
Coordinate System		Global Coordinate System	
X Coordinate		2.8721e-002 mm	
Y Coordinate		-346.55 mm	
Z Coordinate		209.38 mm	
Location		Defined	
Definition			
Type	Fixed Support	Remote Force	Displacement
Suppressed	No		
Define By		Components	
X Component		3.7802e+005 N (ramped)	0. mm (ramped)
Y Component		3.7802e+005 N (ramped)	0. mm (ramped)
Z Component		3.7802e+005 N (ramped)	Free
Behavior		Deformable	
Coordinate System			Global Coordinate System
Advanced			
Pinball Region		All	

FIGURE 1
Model (B4) > Static Structural (B5) > Remote Force

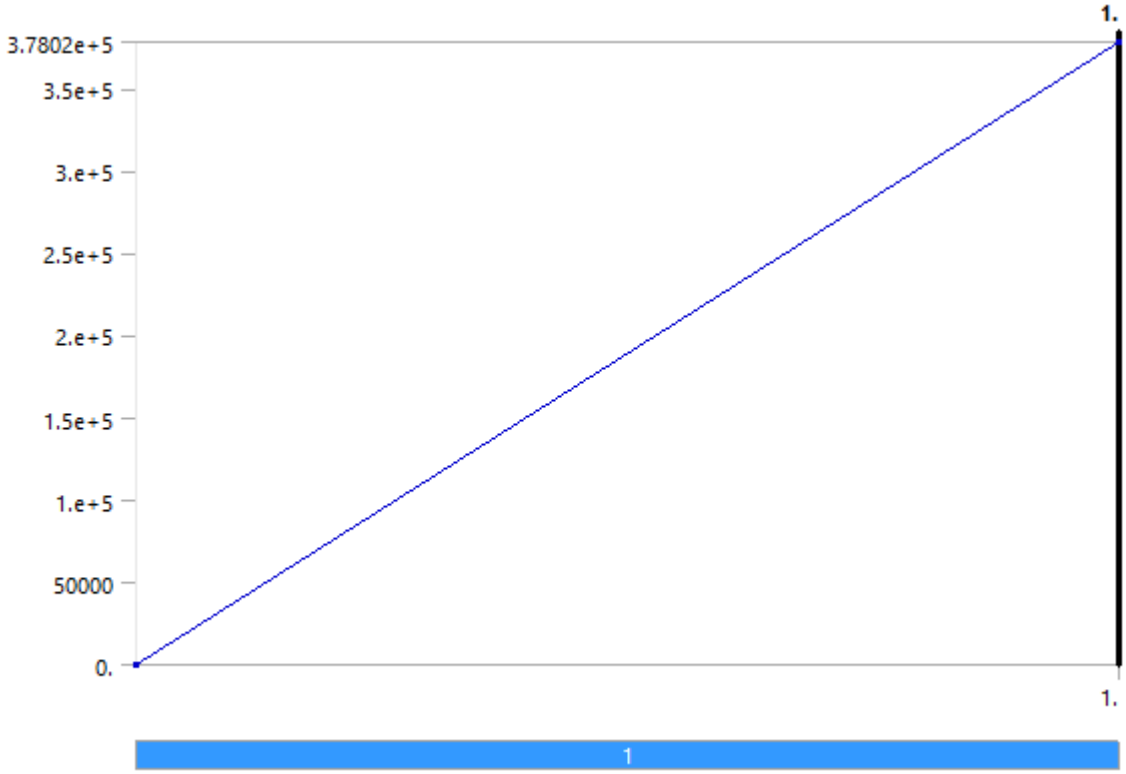
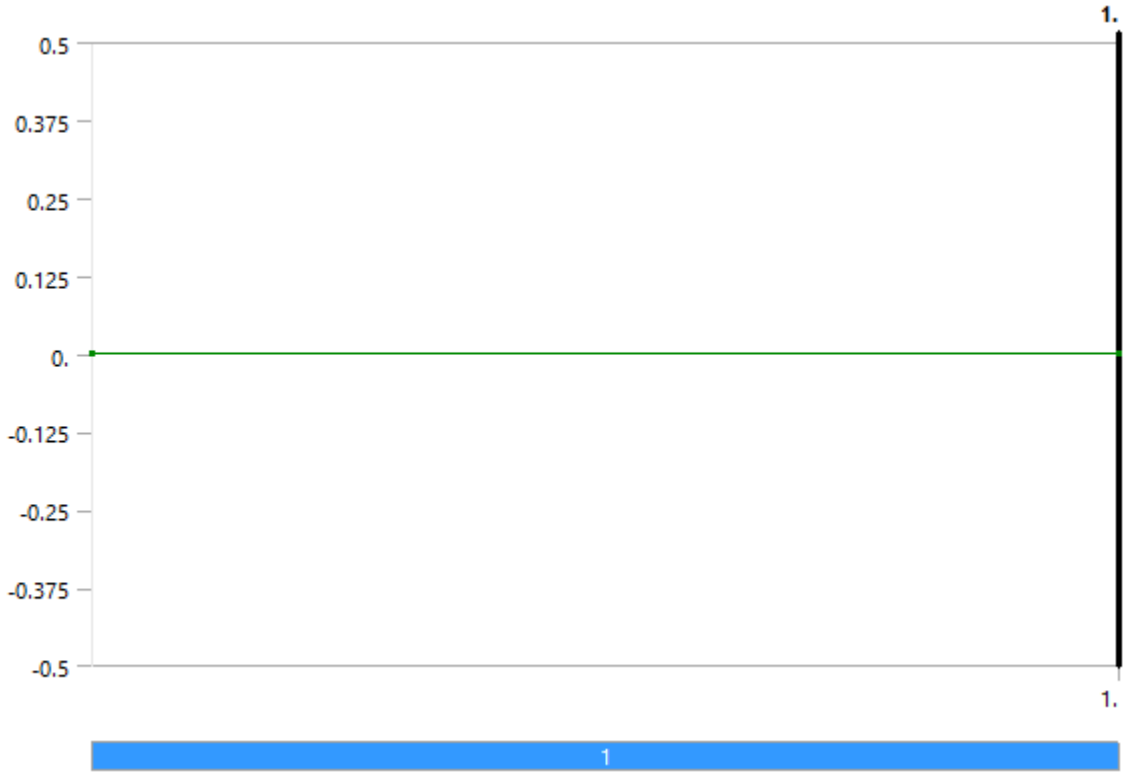


FIGURE 2
Model (B4) > Static Structural (B5) > Displacement



Solution (B6)

TABLE 13
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution

Object Name	*Solution (B6)*
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.
Information	
Status	Done
Post Processing	
Calculate Beam Section Results	No

TABLE 14
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Solution Information

Object Name	*Solution Information*
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type
Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 15
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Results

Object Name	*Equivalent Stress*	*Equivalent Elastic Strain*	*Total Deformation*
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Equivalent Elastic Strain	Total Deformation
By	Time		
Display Time	Last		
Calculate Time History	Yes		
Identifier			
Suppressed	No		
Integration Point Results			
Display Option	Averaged		
Average Across Bodies	No		

Results			
Minimum	1.883e-013 MPa	1.2203e-018 mm/mm	0. mm
Maximum	116.76 MPa	1.1643e-003 mm/mm	0.43571 mm
Minimum Occurs On	Part 7	Part 6	Part 1
Maximum Occurs On	Part 9		
Information			
Time	1. s		
Load Step	1		
Substep	1		
Iteration Number	1		

FIGURE 3
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Stress

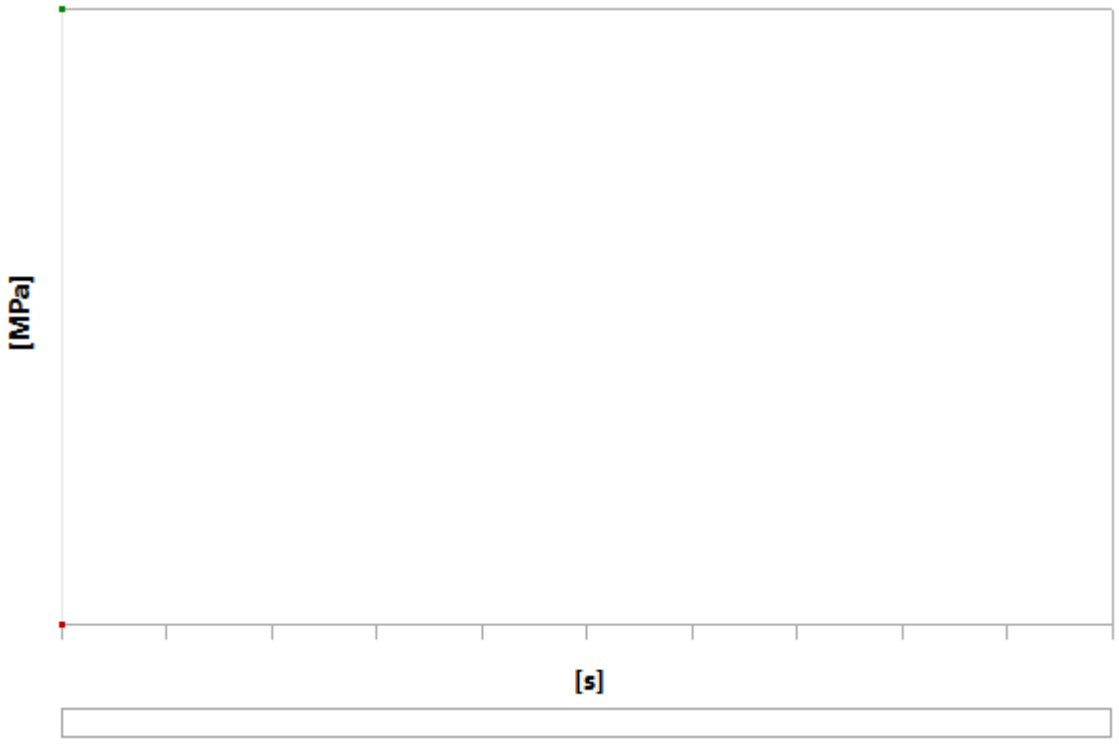


TABLE 16
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
1.	1.883e-013	116.76

FIGURE 4
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Elastic Strain

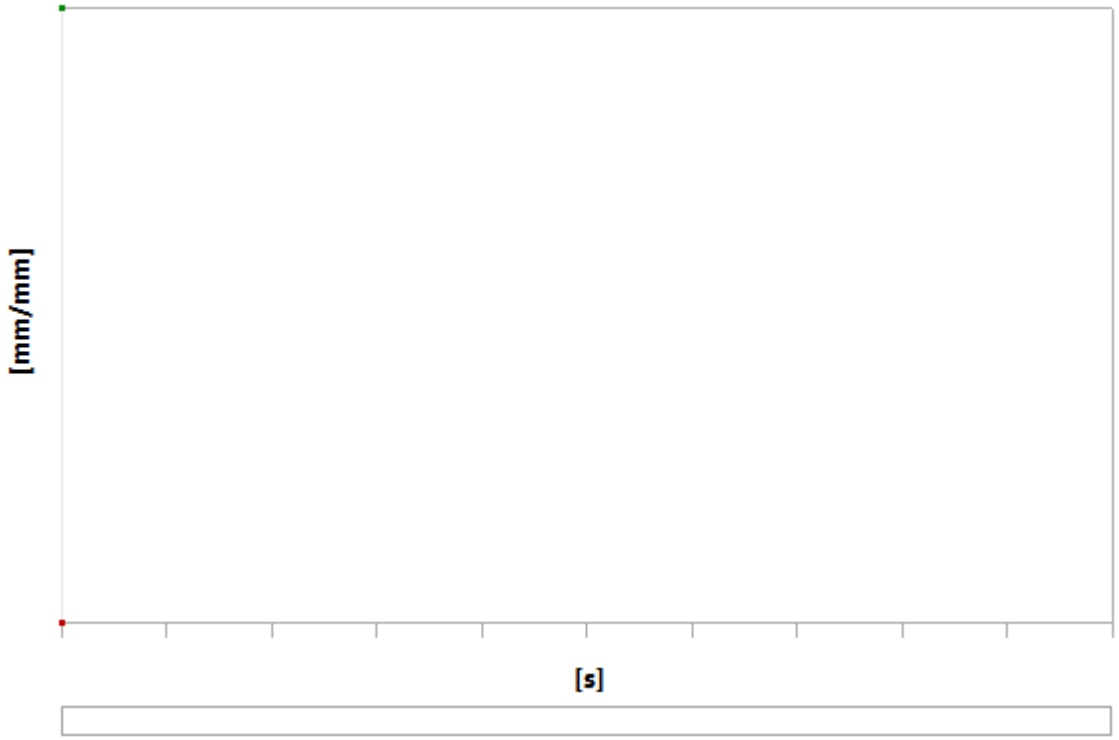


TABLE 17
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Equivalent Elastic Strain

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
1.	1.2203e-018	1.1643e-003

FIGURE 5
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Total Deformation

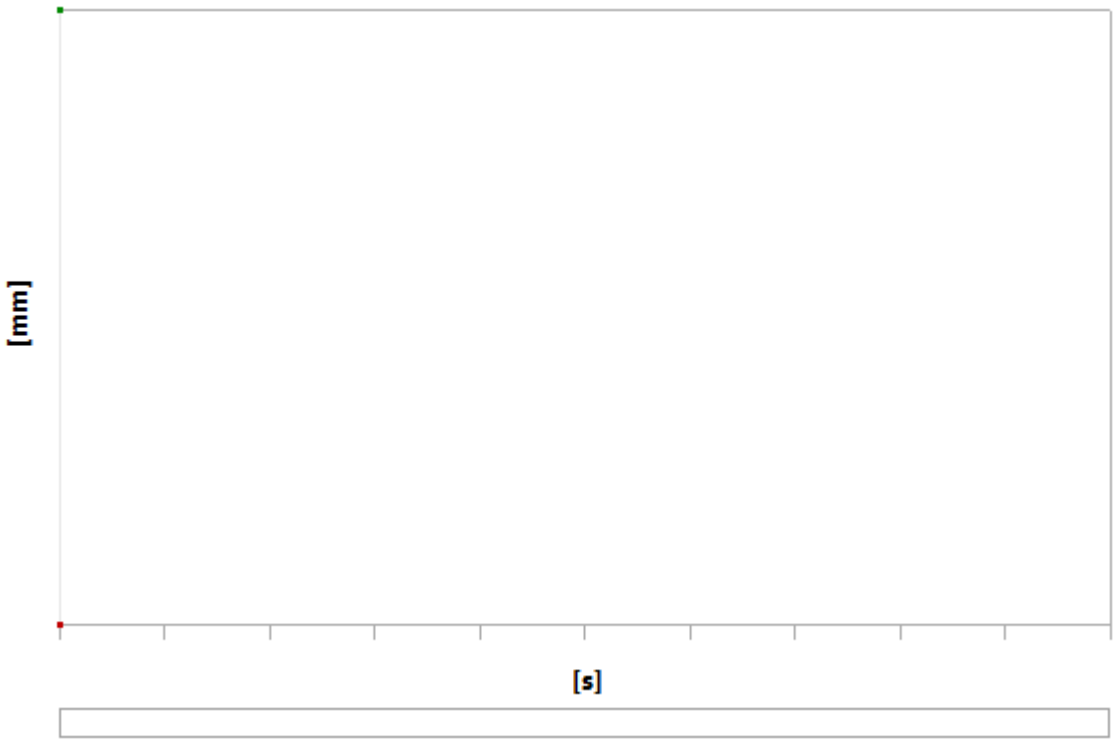


TABLE 18
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]
1.	0.	0.43571

TABLE 19
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Probes

Object Name	*Stress Probe*
State	Solved
Definition	
Type	Stress
Location Method	Coordinate System
Orientation	Coordinate System
Location	Coordinate System
X Coordinate	-20.971 mm
Y Coordinate	-175.27 mm
Z Coordinate	188.69 mm
Suppressed	No
Options	
Result Selection	All
Display Time	End Time
Results	
Normal - X Axis	-0.77473 MPa
Normal - Y Axis	6.0141 MPa
Normal - Z Axis	29.364 MPa
XY Shear	3.382 MPa
YZ Shear	-19.13 MPa

XZ Shear	-5.206 MPa
Equivalent (von-Mises)	44.309 MPa
Maximum Principal	41.019 MPa
Middle Principal	-1.6419 MPa
Minimum Principal	-4.7731 MPa
Intensity	45.792 MPa
Maximum Value Over Time	
Normal - X Axis	-0.77473 MPa
Normal - Y Axis	6.0141 MPa
Normal - Z Axis	29.364 MPa
XY Shear	3.382 MPa
YZ Shear	-19.13 MPa
XZ Shear	-5.206 MPa
Equivalent (von-Mises)	44.309 MPa
Maximum Principal	41.019 MPa
Middle Principal	-1.6419 MPa
Minimum Principal	-4.7731 MPa
Intensity	45.792 MPa
Minimum Value Over Time	
Normal - X Axis	-0.77473 MPa
Normal - Y Axis	6.0141 MPa
Normal - Z Axis	29.364 MPa
XY Shear	3.382 MPa
YZ Shear	-19.13 MPa
XZ Shear	-5.206 MPa
Equivalent (von-Mises)	44.309 MPa
Maximum Principal	41.019 MPa
Middle Principal	-1.6419 MPa
Minimum Principal	-4.7731 MPa
Intensity	45.792 MPa
Information	
Time	1. s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

FIGURE 6
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Stress Probe

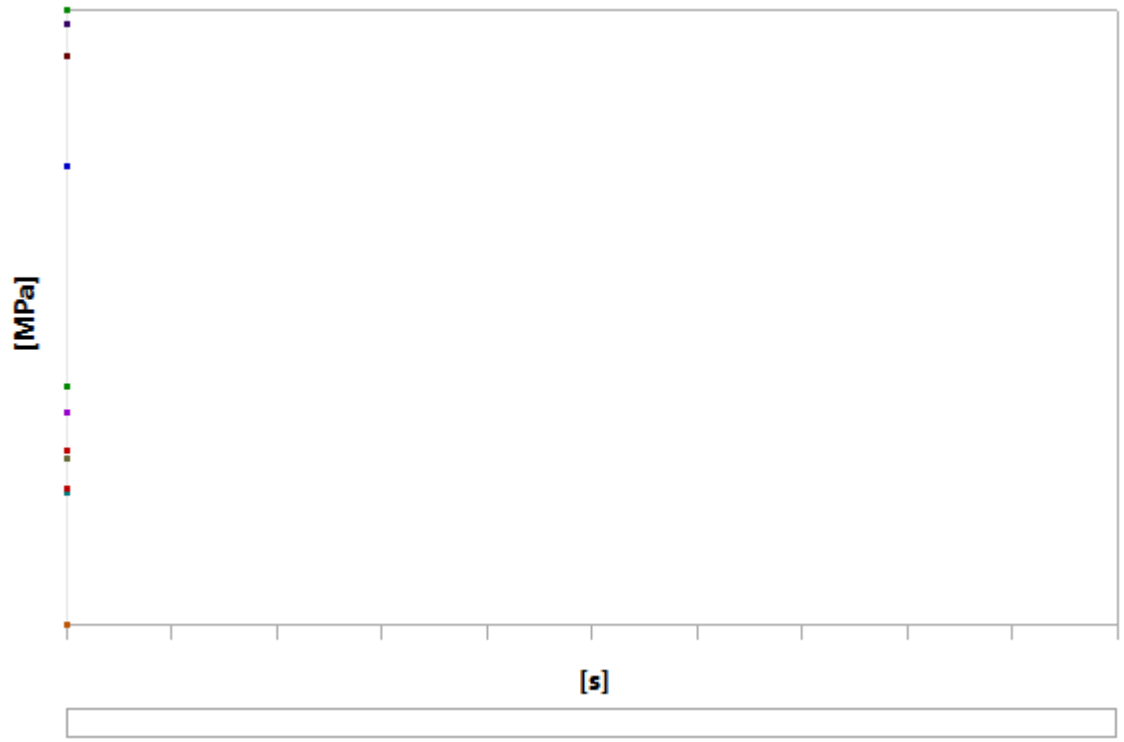


TABLE 20
Model (B4) > Static Structural (B5) > Solution (B6) > Stress Probe

Time [s]	Stress Probe (NormX) [MPa]	Stress Probe (NormY) [MPa]	Stress Probe (NormZ) [MPa]	Stress Probe (Shear XY) [MPa]	Stress Probe (Shear YZ) [MPa]	Stress Probe (Shear XZ) [MPa]	Stress Probe (Equivalent (von-Mises)) [MPa]	Stress Probe (Maximum Principal) [MPa]	Stress Probe (Middle Principal) [MPa]	Stress Probe (Minimum Principal) [MPa]	Stress Probe (Intensity) [MPa]
1.	-0.77473	6.0141	29.364	3.382	-19.13	-5.206	44.309	41.019	-1.6419	-4.7731	45.792

Material Data

Structural Steel

TABLE 21
Structural Steel > Constants

Density	7.85e-009 tonne mm^-3
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C^-1
Specific Heat	4.34e+008 mJ tonne^-1 C^-1
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm^-1 C^-1
Resistivity	1.7e-004 ohm mm

TABLE 22
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250

TABLE 24
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460

TABLE 26
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Reference Temperature C
22

TABLE 27
Structural Steel > Alternating Stress Mean Stress

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999	10	0
2827	20	0
1896	50	0
1413	100	0
1069	200	0
441	2000	0
262	10000	0
214	20000	0
138	1.e+005	0
114	2.e+005	0
86.2	1.e+006	0

TABLE 28
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920	-0.106	0.213	-0.47	1000	0.2

TABLE 29
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	2.e+005	0.3	1.6667e+005	76923

TABLE 30
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000

Concrete

TABLE 31
Concrete > Constants

Density	2.3e-009 tonne mm^-3
Coefficient of Thermal Expansion	1.4e-005 C^-1
Specific Heat	7.8e+008 mJ tonne^-1 C^-1
Thermal Conductivity	7.2e-004 W mm^-1 C^-1

TABLE 32
Concrete > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
80

TABLE 33
Concrete > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
12

TABLE 34
Concrete > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
12

TABLE 35
Concrete > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
20

TABLE 36
Concrete > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Reference Temperature C
22

TABLE 37
Concrete > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	30000	0.18	15625	12712

Gray Cast Iron

TABLE 38
Gray Cast Iron > Constants

Density	7.2e-009 tonne mm^-3
Coefficient of Thermal Expansion	1.1e-005 C^-1

Specific Heat	4.47e+008 mJ tonne^-1 C^-1
Thermal Conductivity	5.2e-002 W mm^-1 C^-1
Resistivity	9.6e-005 ohm mm

TABLE 39
Gray Cast Iron > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
1289

TABLE 40
Gray Cast Iron > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
483

TABLE 41
Gray Cast Iron > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
483

TABLE 42
Gray Cast Iron > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
689

TABLE 43
Gray Cast Iron > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Reference Temperature C
22

TABLE 44
Gray Cast Iron > Isotropic Elasticity

Temperature C	Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa
	1.1e+005	0.28	83333	42969

TABLE 45
Gray Cast Iron > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000