



TUGAS AKHIR – MO 141326

**ANALISA KEANDALAN STRUKTUR STINGER 145 M –
JASCON 18 MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO**

Saprizal

NRP. 4312 100 123

Dosen Pembimbing

Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc. Ph.D.

Agro Wisudawan, S.T, M.T

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – MO 141326

**RELIABILITY ANALYSIS OF STINGER 145 M – JASCON 18
STRUCTURE USING MONTE CARLO SIMULATION**

Saprizal

NRP. 4312 100 123

Supervisors

Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc. Ph.D.

Agro Wisudawan, S.T, M.T

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2016

ANALISA KEANDALAN STRUKTUR STINGER 145 M – JASCON 18
MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Saprizal

NRP. 4312100123

Disetujui oleh :

1. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing 1)

2. Agro Wisudawan, S.T., M.T. (Pembimbing 2)

3. Suntoyo, S.T., M.Eng, Ph.D (Penguji 1)

4. Sujantoko, S.T., M.T (Penguji 2)

SURABAYA, JULI 2016

**ANALISA KEANDALAN STRUKTUR STINGER 145 M – JASCON 18
MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO**

Nama Mahasiswa : Saprizal
NRP : 4312100123
Jurusan : Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Dosen Pembimbing : Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc., Ph.D
Agro Wisudawan, S.T., M.T.

ABSTRAK

Metode transportasi minyak dan gas lebih efektif dan efisien menggunakan *pipeline*. Dengan menggunakan *pipeline* dapat mengurangi seperlima dari biaya menggunakan transportasi tanker. Pada instalasi *pipeline* metode S-lay, biasanya pipa akan bertumpu pada alat pendukung yang disebut stinger. Faktor beban yang diterima oleh stinger terjadi secara tidak pasti. Sehingga perlunya analisa keandalan terhadap struktur *stinger*. Simulasi Monte Carlo digunakan dalam memecahkan analisa keandalan tersebut. Pada penelitian ini akan menggunakan pipa berdiameter 42 inch dengan batas kedalaman laut 1000 m. Stinger yang digunakan sepanjang 145m – Jascon 18 milik SEA TRUCK GRUP. Hasil penelitian ini akan memperoleh *response amplitude operator* (RAO) akibat beban lingkungan dan stinger, tegangan yang terjadi pada stinger saat diinstalasi, dan keandalan struktur stinger. Berdasarkan analisis diketahui bahwa struktur stinger mempengaruhi hasil RAO. Analisis tegangan yang dilakukan, didapatkan hasil distribusi tegangan von mises mengikuti distribusi weibull dengan *mean* sebesar 17.108 Ksi dan standar deviasi sebesar 11.518 Ksi. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan keandalan struktur stinger didapatkan keandalan sebesar 0.98 pada jumlah simulasi 100 kali, keandalan sebesar 0.986 pada jumlah simulasi 500 kali, keandalan sebesar 0.983 pada jumlah simulasi 1000 kali, keandalan sebesar 0.982 pada jumlah simulasi 3000 kali, keandalan sebesar 0.981 pada jumlah simulasi 10000 kali.

Kata kunci – keandalan, tegangan, RAO, instalasi pipa bawah laut, stinger

RELIABILITY ANALYSIS OF STINGER 145 M – JASCON 18 STRUCTURE USING MONTE CARLO SIMULATION

Student Name : Saprizal
Reg. Number : 4312100123
Department : Ocean Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Supervisors : Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc., Ph.D
Agro Wisudawan, S.T., M.T.

ABSTRACT

Oil and gas transportation is more efficient by using pipeline. The using of pipeline can reduce 20% transport cost than tanker. The pipeline installation of S-lay method, usually the pipeline will rest on a supporting tool called a stinger. Load factors received by stinger occurs is uncertain. So, reliability analysis of the structure stinger is needed. Monte Carlo simulation is used to solve the reliability analysis. This research will use a 42-inch diameter pipeline with a limit of 1000 m sea depth. The stinger is 145m - Jascon 18 belongs to SEA TRUCK GROUP. This study will obtain response amplitude operator (RAO) of Jascon 18 include stinger, member stress at stinger that occurs at the time pipeline is installed, and the reliability of structural. Based on the analysis show that the structure of stinger affect the RAO results. The results obtained von mises stress distribution follows weibull distribution with a mean of 17.108 Ksi and a standard deviation of 11.518 Ksi. Based on the analysis and calculation of the reliability of structures stinger obtained reliability of 0.98 in the amount of simulations 100 times, reliability of 0.986 in the amount of simulations 500 times, reliability of 0.983 in the amount of simulation 1000 times, the reliability of 0.982 in the amount of simulation 3000 times, reliability of 0.981 in the amount of simulation 10000 times.

Keyword – reliability, stress, RAO, pipeline installation, stinger

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Keandalan Struktur	8
2.2.2 Simulasi Monte Carlo	10
2.2.3 Moda Kegagalan	13
2.2.4 Intalasi Metode S-lay	13
2.2.5 Stinger	16
2.2.6 Teori Pembebanan.....	17
2.2.7 Gerakan Kapal Akibat Gelombang	18
2.2.8 Spektrum Respon	19
2.2.9 Seakeeping dan Efektifitas.....	22
2.2.10 Tegangan.....	23
2.2.11 Faktor Keamanan	24
2.2.12 Radius Stinger	25
2.2.13 Axial Bending Stress.....	25
2.2.14 Lay Tension	25
2.2.15 Departure Angle	26
2.2.16 Panjang Bentangan Pipa	26
2.2.17 Standart	27

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1	Bagan Alir Metode Penelitian	29
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Pemodelan Jascon 18	33
4.1.1	Pemodelan Pada Software Maxsurf	34
4.1.2	Validasi Data Hidrostatik Jascon 18.....	34
4.2	Pemodelan Stinger 145 m	35
4.2.1	Pemodelan Pada Software SACS.....	35
4.2.2	Validasi Pemodelan Struktur Stinger.....	36
4.3	Data Lingkungan	37
4.4	Data Pipa	37
4.5	Analisis Gerakan Jascon 18.....	38
4.5.1	Perhitungan Titik Berat.....	38
4.5.2	Perhitungan Radius Girasi	39
4.5.3	Analisa Gerakan RAO	40
4.5.4	Analisa Spektrum Gelombang	47
4.5.5	Analisa Spektrum Respon Jascon 18	47
4.5.6	Percepatan	51
4.6	Pembebanan Pada Stinger	51
4.6.1	Kemampuan Pipeline	51
4.6.2	Perhitungan Beban Pipeline	52
4.6.3	Pembebanan Akibat Percepatan.....	53
4.7	Hasil Distribusi Tegangan	59
4.8	Perumusan Moda Kegagalan.....	61
4.9	Hasil Keandalan Stinger.....	62
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perintah Microsoft Excel dalam menghitung RNG.....	11
Tabel 2.2 Amplitudo dan Tinggi Gelombang pada Spektrum (Djarmiko, 2012)	21
Tabel 2.3 Kriteria seakeeping pada kapal (Sena, 2014).....	22
Tabel 4.1 Data utama lay barge Jascon 18.....	33
Tabel 4.2 Validasi pemodelan maxsurf dengan data utama.....	35
Tabel 4.3 Validasi struktur stinger	36
Tabel 4.4 Data lingkungan 1-100 tahun.....	37
Tabel 4.5 Propertis pipa	38
Tabel 4.6 Massa dan COG komponen	39
Tabel 4.7 Respon amplitudo signifikan Jascon 18.....	51
Tabel 4.8 Percepatan signifikan barge	51
Tabel 4.9 Tegangan pipa instalasi yang diijinkan.....	52
Tabel 4.10 Beban pipa pada stinger	52
Tabel 4.11 Penamaan beban akibat gerakan laybarge	53
Tabel 4.12 Kombinasi beban akibat 2 gerakan couple laybarge.....	56
Tabel 4.13 Kombinasi beban akibat 3 gerakan couple laybarge.....	58
Tabel 4.14 Member kritis pada Stinger.....	59
Tabel 4.15 Hasil tegangan dari varisai percepatan	60
Tabel 4.16 Variabel acak yang digunakan	61
Tabel 4.17 Hasil keandalan struktur stinger.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 S-Lay Method Installation.....	2
Gambar 2.1 Gaya yang bekerja saat instalasi	6
Gambar 2.2 Fungsi kerapatan peluang variabel R dan S	9
Gambar 2.3 Detail <i>safety margin</i> antara variabel R dan S.....	9
Gambar 2.4 Algoritma tipikal untuk simulasi Monte Carlo	12
Gambar 2.5 Aplikasi Monte Carlo.....	13
Gambar 2.6 Metode S-Lay.....	14
Gambar 2.7 Filosofi S-lay barge	15
Gambar 2.8 Gerakan enam derajat kebebasan bangunan apung.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Lay barge Jascon 18	33
Gambar 4.2 General Arrangement Jascon 18	34
Gambar 4.3 Pemodelan Jascon 18 pada software maxsurf (A) tampak <i>isometrik</i> (B) tampak depan/ <i>body plan</i> (C) tampak samping/ <i>shear plan</i>	34
Gambar 4.4 Stinger 145m milik Jascon 18.....	35
Gambar 4.5 Pemodelan struktur stinger pada SACS 5.6	36
Gambar 4.6 Validasi unity check struktur stinger 145m	37
Gambar 4.7 Pemodelan ANSYS AWQA	40
Gambar 4.8 Grafik RAO Surge Kapal	41
Gambar 4.9 Grafik RAO Sway Kapal	41
Gambar 4.10 Grafik RAO Heave Kapal	42
Gambar 4.11 Grafik RAO Roll Kapal	42
Gambar 4.12 Grafik RAO Pitch Kapal	43
Gambar 4.13 Grafik RAO Yawing Kapal.....	43
Gambar 4.14 Grafik RAO Surge Kapal dan Stinger.....	44
Gambar 4.15 Grafik RAO Sway Kapal dan Stinger	44
Gambar 4.16 Grafik RAO Heave Kapal dan Stinger.....	45
Gambar 4.17 Grafik RAO Roll Kapal dan Stinger	45
Gambar 4.18 Grafik RAO Pitch Kapal dan Stinger.....	46
Gambar 4.19 Grafik RAO Yaw Kapal dan Stinger	46
Gambar 4.20 Grafik spektrum gelombang jonswap	47
Gambar 4.21 Grafik spektrum respon surge	48

Gambar 4.22 Grafik spektrum respon sway.....	48
Gambar 4.23 Grafik spektrum respon heave	49
Gambar 4.24 Grafik spektrum respon roll	49
Gambar 4.25 Grafik spektrum respon pitch.....	50
Gambar 4.26 Grafik spektrum respon yaw	50
Gambar 4.27 Hasil running gerakan Surge.....	53
Gambar 4.28 Hasil running gerakan Sway	54
Gambar 4.29 Hasil running gerakan Heave	54
Gambar 4.30 Hasil running gerakan Roll	55
Gambar 4.31 Hasil running gerakan Pitch.....	55
Gambar 4.32 Hasil running gerakan Yaw.....	56
Gambar 4.33 Hasil running gerakan Heave dan Pitch.....	57
Gambar 4.34 Hasil running gerakan Heave dan Roll	57
Gambar 4.35 Hasil running gerakan Roll dan Pitch	58
Gambar 4.36 Hasil running gerakan Heave, Roll, dan Pitch.....	59
Gambar 4.37 Fit distribusi Probability Density function.....	60

BAB 1
PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

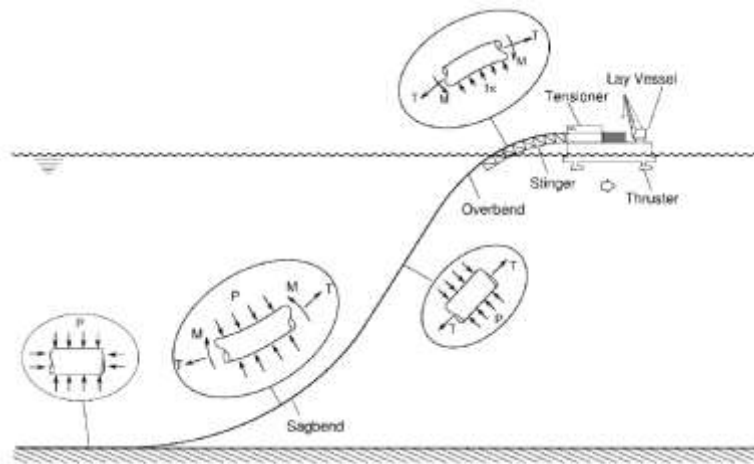
Metode transportasi minyak dan gas pada umumnya menggunakan kapal *tanker* dan *offshore pipeline*. Kegiatan produksi minyak dan gas dari lepas pantai dengan cara menggunakan pipeline mendapatkan kesempatan yang luar biasa dalam industri energi selama dua puluh tahun terakhir. Berkembangnya industri minyak dan gas bumi meningkatkan penggunaan sistem *pipeline* sebagai distribusi. Teknologi pipeline telah sukses dioperasikan kedalaman hingga lebih dari 1,8 km. Namun, tidak jarang apabila biaya manajemen dan konstruksi *pipeline* lebih besar dibandingkan komponen produksi dan pengeboran (Guo, 2005).

Metode transportasi lebih banyak menggunakan metode *pipeline* karena lebih efektif dan efisien. Dengan menggunakan *pipeline* biaya transportasi minyak dan gas berkurang menjadi seperlima dari penggunaan metode transportasi melalui kapal tanker (Soegiono, 2007). Penginstalasian *pipeline* dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu; *S-lay*, *J-lay*, dan *Reel-Lay*. Metode penginstalasian pipa bawah laut yang paling banyak digunakan saat ini adalah metode *S-Lay*. Banyak digunakan karena eksplorasi minyak dan gas saat ini masih berkisar pada laut dangkal yang mempunyai kedalaman dibawah 300 meter (Achmad, 2015).

Hal yang harus diperhatikan adalah besarnya stress yang terjadi pada saat instalasi, mulai dari saat pipa masih diatas *barge*, *stinger*, dan saat pipa menyentuh *seabed*. Pada saat instalasi, pipa dalam keadaan kosong, kondisi tekanan internal pipa sama dengan nol, sehingga pipa mengalami beban akibat tekanan hidrostatis yang tinggi (Annisa, 2015). Selain itu, kondisi pipa dikenakan axial tension agar pipa yang akan disambung tidak melorot dan tertarik ke dasar laut. Kondisi peletakan pipa dari *lay barge* ke dasar laut membentuk lengkungan menyerupai huruf S maka terjadi *tension* dan *compression* pada daerah *overbend* dan *sagbend*. *Overbend* adalah area dimulai dari pipa masih di atas *barge* sampai roller terakhir *stinger*, sedangkan *sagbend* adalah area mulai dari roller terakhir pada *stinger* sampai *seabed*. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1.

Analisis yang dilakukan pada proses instalasi bertujuan untuk mengestimasi maksimum *bending stress* yang terjadi pada daerah kritis agar sesuai dengan kriteria desain. Menurut

stewart dan frazer dalam proses instalasi, *pipeline* mendapat beban hidrodinamis secara langsung dan tidak langsung. Beban yang mengenai pipa secara langsung, yaitu berupa gaya *drag* dan *internal force*, sedangkan beban yang mengenai pipa secara tidak langsung yaitu gelombang atau arus yang menyebabkan gerakan pada barge. Beban tersebut dapat menyebabkan peningkatan tegangan pipa yang mengantung antara *laybarge* dan *seabed*. Maksimum *bending stress* pada *pipeline* sangat sensitive terhadap tiga gerakan laybarge, yaitu antara lain gerakan *surge*, *heave*, dan *pitch* (Brewer dan Dixon, 1970).



Sumber : Braestup, Mikael W. dkk, 2005

Gambar 1.1 S-Lay Method Installation

Dalam analisis dinamik, berat pipa, dan motion sangat penting pengaruhnya dalam menentukan keberhasilan instalasi *pipeline*. Salah satunya komponen penting dalam keberhasilan instalasi *pipeline* adalah struktur stinger. Stinger mempengaruhi tingkat keberhasilan instalasi *pipeline*, disamping dari gerakan barge itu sendiri (Vlahopoulos, 1990). Pipa tidak mengalami *plastic bending* karena adanya stinger pada *lay barge* yang menentukan kurva *s-lay* pipa terbentuk. Dilakukan desain sedemikian rupa sehingga saat proses *pipelaying*, kurva *s-lay* yang terbentuk tidak menyebabkan pipa mengalami *plastic bending*. Panjang pendeknya struktur stinger berdasarkan kedalaman *pipeline* yang akan ditanamkan pada *seabed*. Semakin panjang struktur stinger maka kemampuan kedalaman instalasi *pipeline* semakin bertambah, begitu juga sebaliknya. Karena pentingnya stinger ini, sehingga diperlukan analisa keandalan struktur tersebut.

Secara umum, keandalan struktur dapat diartikan sebagai kemampuan dari suatu struktur untuk memenuhi tujuan desain dalam rentang waktu tertentu (Rosyid, 2007). Konsep dasar dalam perancangan struktur adalah bagaimana membuat kekuatan struktur mampu menopang beban-beban yang mengenai struktur tersebut (Haldar dan Mahadevan, 2000).

Kekuatan dari struktur ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain yaitu beban yang bekerja pada struktur dan propertis mekanis dari komponen-komponen penyusun struktur tersebut. Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor ini bekerja secara tidak pasti. Baik besarnya beban yang bekerja ataupun kekuatan propertis mekanis komponen struktur selalu berubah-ubah dan tidak mungkin menghasilkan angka yang sama persis. Untuk mengatasi permasalahan ketidakpastian ini, analisis keandalan diperlukan untuk menentukan peluang sukses kinerja dari suatu struktur. Analisis ini dapat dijadikan suatu referensi dalam prosedur *preinspection* untuk menekan terjadinya kegagalan struktur (Fikri, 2015). Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode dalam analisa ketidakpastian dengan menggunakan *random number generator*. Metode ini digunakan untuk mensimulasikan berbagai fenomena fisik yang terjadi. Baik untuk struktur yang sederhana maupun untuk struktur yang kompleks (Wisudawan, 2013).

Pada tugas akhir ini akan menganalisa keandalan struktur stinger saat instalasi menggunakan simulasi Monte Carlo. *Barge* yang digunakan adalah Jascon 18 milik PT. Sea Trucks Group. Panjang stinger 145 m dengan kapasitas intalasi pipa berdiameter 4"-48" (60" termasuk lapisan pelindung). Metode pengintalasian pipa yaitu S-Lay.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimana respon amplitude operator (RAO) Jascon 18 akibat beban lingkungan dan stinger?
2. Bagaimana tegangan pada stinger 145m akibat proses pemasangan pipa bawah laut dengan diameter 42 inch?
3. Bagaimana keandalan stinger 145m akibat proses pemasangan pipa bawah laut dengan diameter 42 inch?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang dicapai dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Menghitung respon amplitude operator (RAO) Jascon 18 akibat beban lingkungan dan stinger.
2. Menghitung tegangan pada stinger 145m akibat proses pemasangan pipa bawah laut dengan diameter 42 inch.
3. Menghitung keandalan stinger 145m akibat proses pemasangan pipa bawah laut dengan diameter 42 inch.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian dalam tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman tentang respon barge dan stinger saat instalasi pipa bawah laut menggunakan metode s-lay.
2. Memberikan pemahaman mengenai aplikasi simulasi monte carlo dalam menganalisa keandalan struktur stinger saat instalasi pipa bawah laut.
3. Referensi bagi pengembangan penelitian tentang struktur stinger seperti, menganalisa kelelahan ataupun resiko.
4. Memberikan informasi lokasi kritis pada struktur stinger, yang dapat digunakan saat penginspeksian tahunan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Kedalaman instalasi 1000 meter.
2. Kondisi gelombang head sea, quatering sea, beamsea, dan following sea.
3. Dalam kondisi free floating.
4. Pipa bawah laut yang digunakan berdiameter maksimum 42 inch (1.0668m).

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1, penulis menjelaskan mengenai latar belakang masalah studi yang dilakukan, permasalahan, tujuan yang akan dicapai, manfaat, dan batasan masalah serta sistematika penulisan laporan yang digunakan.

Bab 2, didalamnya berisikan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis. Tinjauan pustaka diambil dari literatur-literatur yang sudah ada baik dari jurnal internasional, proceeding, tugas akhir, buku teks, dan referensi lain yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian.

Bab 3, langkah-langkah pengerjaan tugas akhir dan metodologi yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini dijelaskan.

Bab 4, berisikan pembahasan hasil analisa penelitian seperti membahas pengolahan data hasil dari *output* pemodelan hingga menghasilkan kesimpulan.

Kesimpulan tugas akhir ini kemudian ditulis pada Bab 5. Bab ini berisikan tentang hasil akhir dari analisa yang telah dilakukan, serta beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penyempurnaan dari hasil analisa yang telah dilakukan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN
DASAR TEORI

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

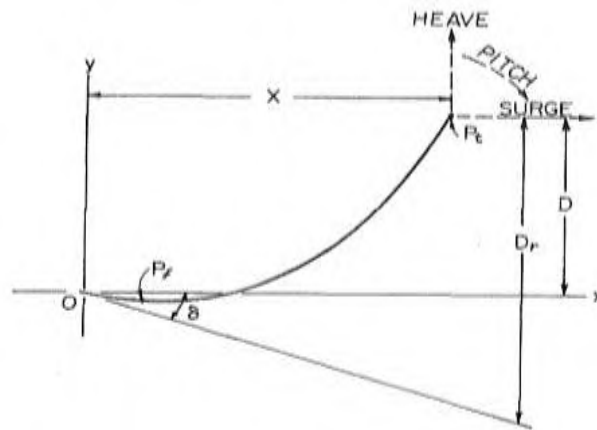
Dalam bahasa Inggris disebut *Offshore Pipelines* atau *Subsea Pipelines* atau *Submarine Pipelines*. Digunakan untuk transportasi fluida seperti minyak, gas atau air dalam jumlah besar dan jarak yang jauh melalui laut atau daerah di lepas pantai. *Offshore pipelines* terutama dipergunakan untuk mengangkut produk hidrokarbon dari lapangan di lepas pantai (*offshore fields*) ke pemakai di darat. Produk yang diangkat ini adalah gas alam bertekanan tinggi dan *crude oil* serta *condensate* yang relatif bertekanan rendah. *Pipeline* bekerja 24 jam, 365 hari dalam setahun selama umur pipa yang bisa sampai 30 tahun atau bahkan lebih (Soegiono, 2007).

Instalasi dengan metode *S-lay* merupakan cara sering digunakan untuk perairan dangkal sampai kedalaman 300 meter (Clauss et al, 1992). Bahkan saat ini metode *S-lay* dapat mencapai kedalaman 700 meter dari permukaan air laut dengan menggunakan alat penopang yang lebih panjang dan barge yang lebih besar. Pada instalasi pipa bawah laut (*offshore pipeline*) seperti metode *S-lay*, hal yang sangat berperan penting adalah gerakan dari barge. Pada *s-lay* barge, stinger merupakan alat penopang pipa saat instalasi. Sebagai alat penopang pipa, stinger sangat bergantung pada gerakan dari barge jika gerakan kapal terlalu besar maka dapat dimungkinkan terjadi *buckling* pada pipa yang sedang dilakukan pemasangan terutama gerakan *barge* yang disebabkan oleh gelombang, arus, dan angin (Bhavikatti et al, 1986).

Tensioning merupakan persyaratan utama untuk meletakkan *pipeline*. Saat ini metode peletakan *pipeline*, baik yang sedang dikembangkan maupun yang telah digunakan, semua membutuhkan *pipeline tensioning* untuk meminimalkan tegangan di daerah kritis (Brewer dan Dixon, 1970). Pada studi matematika teknik menetapkan sensitivitas *pipeline tensioning* pada kapal terdapat pada gerakan *surge*, *heave*, dan *pitch*. Untuk gerakan kapal seperti *sway*, *roll*, dan *yaw* tidak berpengaruh besar terhadap instalasi *pipeline* metode *S-lay*. Namun, pada perairan yang sangat dalam, pengaruh dari gerakan *roll* akan sangat berpengaruh sehingga menyamai besaran pada gerakan *pitch*.

Brewer dan Dixon (1970) menetapkan ada dua titik kritis yang akan timbul pada instalasi *pipeline* akibat gerakan kapal yang tidak memiliki segmen penyangga. Seperti pada Gambar 2.1.

1. Pertama terletak pada titik lentur maksimum dari *stiffened catenary*, dekat dasar laut P_f , dimana tegangan maksimum statis terjadi.
2. Kedua terletak pada titik P_t , dekat atas barge yang tidak diberikan penyangga.



Sumber : Brewer dan Dixon, 1970

Gambar 2.1 Gaya yang bekerja saat instalasi

Berdasarkan pernyataan diatas maka diperoleh kesimpulan bahwa, peningkatan *tension* dan *tensioning devices* yang konstan serta stinger (penyangga) dapat mengurangi permasalahan yang terjadi pada instalasi *pipeline*.

Sebagai sebuah komponen penting, stinger harus dapat memenuhi tugasnya tanpa mengalami kegagalan selama kurun waktu tertentu dalam lingkungan yang dikehendaki, atau disebut keandalan (*reliability*). Selama proses instalasi, stinger dikenai oleh beban lingkungan, struktur, dan pipa. Ketidakpastian beban yang mengenai struktur menimbulkan adanya faktor yang mempengaruhi keandalan struktur tersebut.

Didalam suatu sistem rekayasa, sesungguhnya tidak ada parameter perancangan dan kinerja operasi yang dapat diketahui dengan pasti. Hal ini karena tidak seorangpun mampu memprediksi kepastian atau ketidakpastian atas suatu kejadian tertentu. Secara garis besar, ketidakpastian dapat dikelompokkan menjadi tiga : a) variabilitas fisik, yaitu fenomena alami yang sifatnya acak atau bervariasi, b) ketidakpastian statistik dalam perkiraan nilai suatu parameter atau pemilihan distribusi, dan c) ketidakpastian dalam pemodelan yang didasarkan pada idealisasi atau pengambilan asumsi. Oleh karena itu,

perancangan atau analisis atas suatu sistem rekayasa selalu mengandung ketidakpastian yang pada gilirannya menyebabkan ketidakandalan dalam tingkat tertentu (Rosyid, 2007).

Simulasi Monte Carlo merupakan suatu metode untuk menggantikan percobaan terhadap ketidakpastian dengan menggunakan random number. Metode ini dapat digunakan untuk mensimulasikan berbagai fenomena fisik yang terjadi. Bahkan untuk struktur yang kompleks sekalipun (Wisudawan, 2013).

Penelitian mengenai instalasi pipa telah dilakukan oleh beberapa mahasiswa kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang menggunakan berbagai metode. Addy (2007) membahas “Analisa Tegangan Pipa Bawah Laut pada Proses Instalasi akibat Gerakan Laybarge menggunakan Metode S-lay”, Panambang (2007) membahas “Analisa Tegangan pada Pipa Bawah Laut akibat Gerakan Laybarge pada Saat Instalasi berdasarkan Ranah Frekuensi”, Gazali (2007) membahas “Pengaruh Kedalaman dan Dimensi Pipa terhadap Instalasi Pipa dengan menggunakan Metode J-Lay”, Afifah (2010) membahas “Analisa Resiko Penggelaran Pipa Penyalur Bawah Laut Ø 6 inch”, Rika (2010) membahas “Analisa Dinamis Tegangan Pipa saat Instalasi akibat Variasi Sudut Floating Stinger terhadap Upheavel dan Lateral Buckling”, Lukman (2011) membahas “Analisa Operabilitas Instalasi Pipa dengan Metode S-lay pada Variasi Kedalaman Laut”, Putra (2014) membahas “Analisa Keandalan Struktur Stinger dalam Pengoperasian S-lay Barge”, Annisa (2015) membahas “Analisa Instalasi Offshore Pipeline menggunakan Metode S-Lay pada Kondisi Statis dan Dinamis”. Berdasarkan studi literatur diatas, analisa mereka fokus terhadap pipa dan baru terdapat satu penelitian mengenai keandalan struktur stinger. Namun pada penelitian tersebut menggunakan fix stinger dan tidak dilakukan analisa secara beban dinamis. Stinger saat diinstalasi mendapatkan beban pergerakan kapal, beban pipa yang diinstalasi, beban lingkungan dan beban sendiri sehingga terjadilah tegangan dan defleksi pada struktur stinger. Maka dari itu peneliti mengangkat judul “Analisa Keandalan Struktur Stinger 145m – Jascon 18 menggunakan Simulasi Monte Carlo” pada tugas akhir ini.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Keandalan Struktur

Di dalam desain struktur anjungan lepas pantai, tidak ada parameter perancangan dan kinerja operasi yang dapat diketahui dengan pasti. Hal ini karena tidak ada seorang pun yang mampu memprediksi kepastian atau ketidakpastian atas suatu kejadian tertentu. Oleh karena itu, dalam setiap perancangan pasti mengandung ketidakpastian yang pada akhirnya menimbulkan ketidakandalan dalam suatu tingkatan tertentu. Keandalan sebuah komponen atau sistem adalah peluang komponen atau sistem tersebut untuk memenuhi tugas yang telah ditetapkan tanpa mengalami kegagalan selama kurun waktu tertentu apabila dioperasikan dengan benar dalam lingkungan tertentu (Rosyid, 2007).

Cara untuk mengukur keandalan adalah dengan cara menggunakan indeks keandalan (β), yang didefinisikan sebagai perbandingan antara nilai rata-rata (μ_s) dan nilai simpangan baku dari margin keselamatan (σ_s). Indeks keandalan seperti persamaan 2.1.

$$\beta = \frac{\mu_s}{\sigma_s} \quad (2.1)$$

Jika menggunakan nilai kritis *margin* keselamatan, $S = 0$, dan jaraknya dengan nilai rata-rata margin keamanan (μ_s), maka indeks keandalan ini dapat diinterpretasikan sebagai jumlah kelipatan simpangan baku (σ) pada jarak ini. Artinya, jarak antara $S = 0$ dengan μ_s ini dapat dibagi menjadi beberapa simpangan baku. Semakin panjangnya, relatif terhadap simpangan baku, maka semakin besar indeks keandalannya. Selanjutnya, indeks keandalan juga berbanding terbalik dengan koefisien variasi margin keselamatan, atau dapat dituliskan $\beta = 1/V_s$. Peluang kegagalan (P_g) dituliskan pada persamaan 2.2.

$$P_g = 1 - \Phi(\beta) \quad (2.2)$$

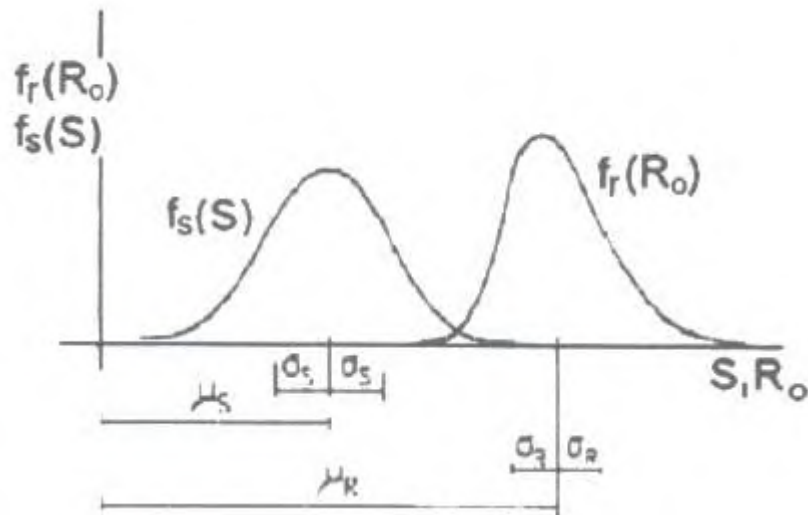
Dimana, Φ adalah notasi untuk kumulatif dari distribusi normal standar. Sehingga, nilai keandalan (K) didapatkan dengan cara persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$K = 1 - P_g \quad (2.3)$$

Untuk struktur bangunan lepas pantai ukuran kegagalan struktur dapat ditinjau dari berbagai aspek seperti : *serviceability*, *ultimate strength*, *fatigue limit state*, dsb.

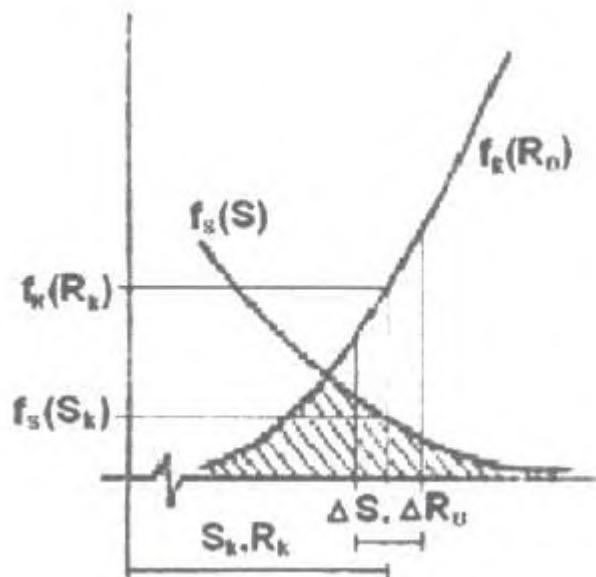
Teori keandalan struktur menitik beratkan pada penilaian ketidakpastian-ketidakpastian dan metode-metode pengkuatifikasi serta rasionalisasi dalam proses perancangan, artinya

pada analisa keandalan ketidakpastian pada variabel kapasitas struktur dan variable pembebanan harus didefinisikan secara jelas probabilitas kemungkinannya sehingga tingkat keakurasian *safety margin* dapat dipercaya. Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 berikut merupakan contoh sederhana dari fungsi kerapatan peluang (*probability density function*, PDF) untuk ketidaktentuan variabel kapasitas struktur (R) dan variable beban (S).



Sumber : <http://www.reliability.estranky.cz>)

Gambar 2.2 Fungsi kerapatan peluang variabel R dan S



Sumber : <http://www.reliability.estranky.cz>)

Gambar 2.3 Detail *safety margin* antara variabel R dan S

2.2.2 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis keandalan struktur. Ketika suatu sistem mengandung variabel atau parameter yang memiliki nilai random, atau mengandung perubah acak, maka metode simulasi Monte Carlo dapat digunakan. Unsur pokok dalam simulasi Monte Carlo adalah penggunaan *random number generator* (RNG). Simulasi dilakukan dengan mengambil beberapa sampel dari perubah acak berdasarkan distribusi peluang perubah acak tersebut.

Karakteristik pokok simulasi Monte Carlo adalah bahwa pada simulasi suatu set nilai dari tiap-tiap variabel (satu nilai untuk setiap variabel) dari suatu sistem disimulasikan berdasarkan distribusi peluangnya, misalnya berdasarkan fungsi kerapatan peluang tiap-tiap variabel tersebut. Untuk setiap set, respon atau kinerja sistem dihitung berdasarkan fungsi kinerja sistem bersifat deterministik untuk suatu set nilai dari setiap variabel. Prosedur ini diulang-ulang sampai diperoleh sekumpulan nilai dari respon atau kinerja sistem tersebut, sehingga pada akhir simulasi akan diperoleh sekumpulan data respon atau kinerja sistem. Sekumpulan data ini dapat dianggap sebagai sampel data, dimana analisis statistik dapat dilakukan untuk menentukan nilai rata-rata, simpangan baku, bahkan distribusi dari respon atau kinerja sistem tersebut.

Prinsipnya, sampel yang diambil berdasarkan *RNG* tadi akan dipakai sebagai masukan ke dalam fungsi kinerja $FK(x)$, dan harga $FK(x)$ kemudian dihitung. Misalnya untuk suatu fungsi kinerja tertentu, misalnya setiap nilai $FK(x) < 0$, maka sistem atau komponen dianggap gagal. Jika jumlah sampel tersebut adalah N , maka dapat dicatat jumlah kejadian gagal $FK(x) < 0$ sejumlah n kali. Dengan demikian maka peluang kegagalan sistem/komponen yang sedang ditinjau adalah perbandingan antara jumlah kejadian gagal (n) dengan jumlah kejadian yang dilakukan (N). Dapat dituliskan seperti persamaan 2.4 berikut.

$$P_g = \frac{n}{N} \quad (2.4)$$

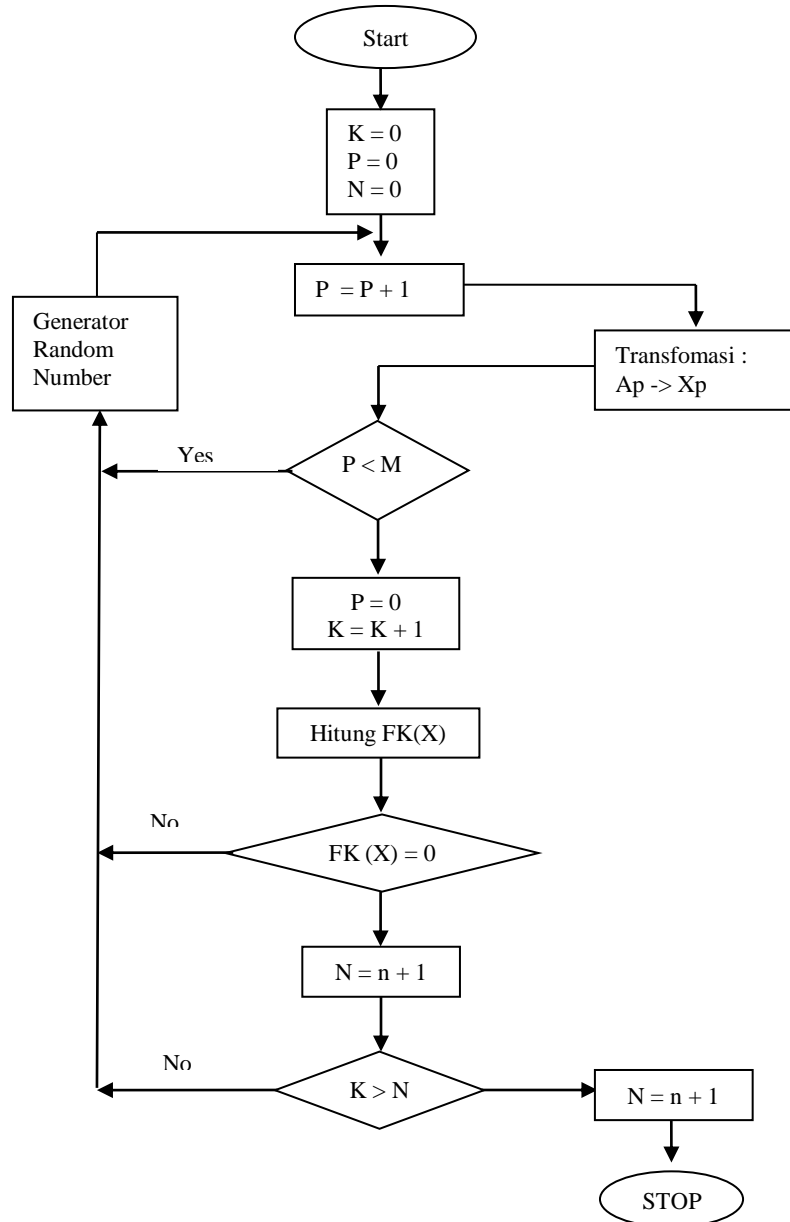
Random Number Generator (RNG) terdiri dari angka acak yang didistribusikan dari 0 sampai 1. RNG dapat diketahui dari *subroutines* dan beberapa program matematika populer termasuk Microsoft Excel. Pada penelitian ini RNG dihitung dengan menggunakan Microsoft Excel dengan menggunakan perintah sesuai dengan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perintah Microsoft Excel dalam menghitung RNG

Distribution	PDF or f(t)	Excel Expression for time to failure
Exponential	$\text{Exp}(-\lambda t)$	$\text{LN}[\text{RAND}()] / \lambda$ $\lambda = \text{failure rate}$
Weibull	$\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left\{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right\}$	$\alpha \{-\text{LN}(1-\text{RAND}())\}^{1/\beta}$ $\alpha = \text{Scale Parameter}$ $\beta = \text{Shape Parameter}$
Normal	$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right\}$	$\text{NORMINV}(\text{RAND}(), \mu, \sigma)$ $\mu = \text{mean}, \sigma = \text{Variance}$
Uniform	$1/T$	$T \times \text{RAND}()$ $T = \text{max time}$
Lognormal	$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)^2\right\}$	$\text{LOGINV}(\text{RAND}(), \mu, \sigma)$ $\mu = \text{mean}, \sigma = \text{Variance}$

Dalam simulasi Monte Carlo, langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut (diilustrasikan dengan Gambar 2.4) :

1. Menentukan fungsi kinerja struktur
2. Mengeluarkan angka acak dari *Random Number Generator*
3. Mentransformasi *RNG* yang merupakan bilangan acak, menjadi nilai perubah bilangan acak yang merupakan salah satu komponen dari fungsi kinerja yang telah ditetapkan
4. Menentukan dan mendefinisikan fungsi kinerja, misalnya jika $FK(X) < 0$ maka struktur gagal
5. Ulangi prosedur 1 – 4 sebanyak yang diinginkan
6. Catat berapa kali struktur mengalami kegagalan dan berapa kali percobaan dilakukan.

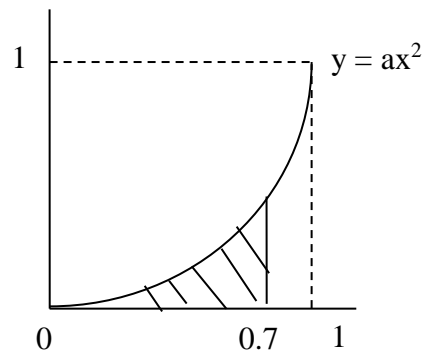


Sumber : Rosyid, 2007

Gambar 2.4 Algoritma tipikal untuk simulasi Monte Carlo

Konsep dasar simulasi Monte Carlo dapat diaplikasikan secara sederhana seperti mencari luasan yang diarsir pada gambar 2.5 dibawah ini. Dimana moda kegagalan dari permasalahan berikut adalah $y = ax^2$, x adalah *random number generator* yang memiliki nilai dari 0 sampai 1, a adalah konstanta yang menjadi variabel. K adalah jumlah eksperimen atau sampling yang berada dalam luasan yang diarsir, N adalah jumlah eksperimen atau sampling keseluruhan. Dalam mencari luasan bagian yang diarsir dalam simulasi Monte Carlo dapat dilakukan dengan memanggil jumlah x secara acak, kemudian dihitung berapa titik yang masuk dalam luasan arsiran (K) dan berapa total

keseluruhan dilakukan pemanggilan titik (N). Kemudian perbandingan K dengan N dikalikan dengan luas keseluruhan. Misalnya jumlah titik yang masuk dalam luasan arsiran 30, jumlah titik yang dipanggil adalah 1000 kali dan luas keseluruhan adalah 1. Maka, luasan yang diarsir adalah $(30/1000) \times 1$ atau 0.03 dari luas sesungguhnya. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak titik yang dipanggil atau *random number generator* maka akan semakin akurat luasan yang dicari.



Gambar 2.5 Aplikasi Monte Carlo

2.2.3 Moda Kegagalan

Penentuan moda kegagalan merupakan unsur penting dalam melakukan analisis keandalan suatu struktur. Pada analisis keandalan kondisi SLS (*serviceable limit state*), moda kegagalan yang akan ditinjau karena tegangan maksimal atau defleksi maksimal. Jadi stinger dikatakan gagal apabila tegangan atau defleksi yang terjadi pada stinger melebihi tegangan ijin atau batas defleksi. Persamaan 2.5 merupakan persamaan umum dari moda kegagalan.

$$M = R - L \quad (2.5)$$

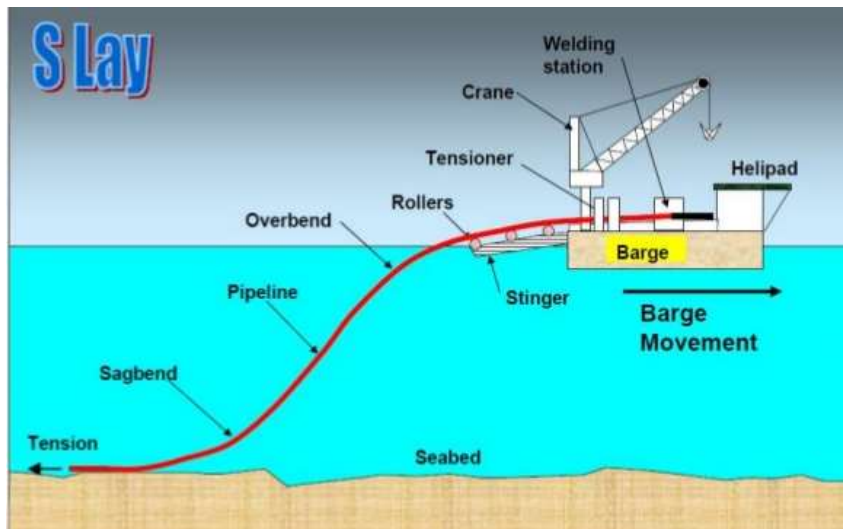
Dimana,

R = faktor ketahanan

L = faktor beban

2.2.4 Instalasi Metode S-lay

Metode ini pada umumnya digunakan untuk instalasi *offshore pipeline* pada perairan dangkal dan menengah. Karena teknologi terus berkembang, sehingga saat ini penginstalan pipa bawah laut dapat mencapai 700 m. Metode ini dikenal dengan S-Lay karena pada saat instalasi, pipa yang diluncurkan akan membentuk profil seperti huruf S.

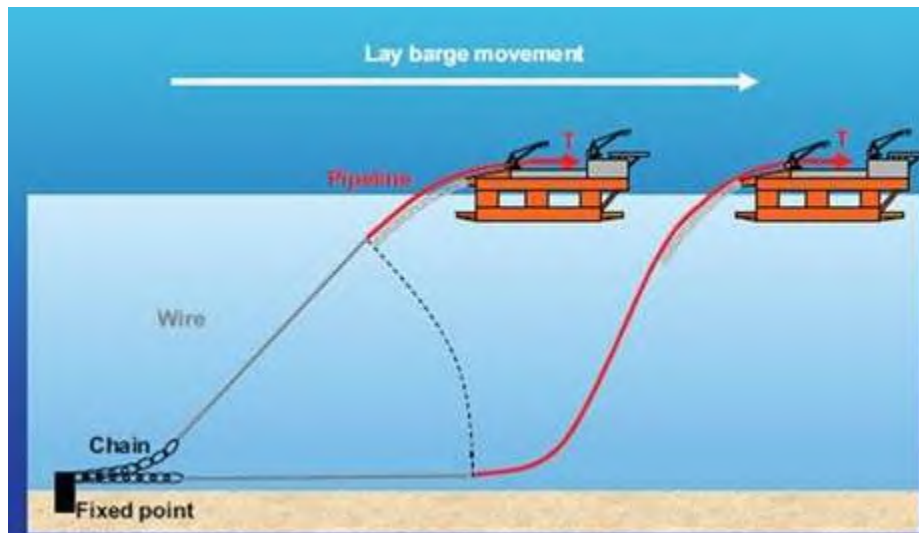


Sumber : Achmad, 2015

Gambar 2.6 Metode S-Lay

Pada proses peluncuran pipa, beberapa roller ditempatkan diatas stinger dan barge. Roller ini membantu pipa ketika bergerak dari barge menuju dasar laut (*seabed*). Komponen ini bersamaan dengan mesin tensioner membentuk *curved support* untuk pipa. *Pipeline* akan melengkung pada *curved support* ketika akan masuk kedalam laut dan pada bagian ini *pipeline* akan mengalami bending yang disebut “*overbend*”. Seperti pada Gambar 2.5 diatas.

Jumlah mesin tensioner, posisinya, dan kapasitas akan berbeda untuk masing-masing barge. Tensioner ini harus mempertahankan tegangan konstan untuk menahan terjadinya bending yang berlebihan dan mengimbangi gerakan dinamis kapal dipermukaan air laut. Mesin tensioner biasanya terdapat pada bagian buritan (*stern*) barge dekat dengan stinger. Fungsi mesin tensioner ini adalah mengatur *curvature sagbend* dan momen pada stinger agar tetap ketika mendukung *pipeline* diletakkan ke dasar laut.



Sumber : Achmad, 2015

Gambar 2.7 Filosofi S-lay barge

Gambar 2.6 menunjukkan konsep dasar instalasi pipa bawah laut. Langkah-langkah instalasi *pipeline* metode s-lay adalah sebagai berikut :

- 1 *Anchoring* sebuah tension line oleh penambat (*deadman anchor*).
- 2 Pengecekan linearitas tensioner saat transfer tension ke pipeline melalui tegangan dan gesekan.
- 3 *Linepipe* akan dibawa oleh kapal penyuplai (*supply boat*) dari darat untuk diletakkan diatas *laybarge*.
- 4 *Crawler* pada laybarge mulai beroperasi dengan memindahkan seluruh linepipe dari kapal penyuplai (*supply boat*) menuju ketempat penyimpanan (*storage*) di *laybarge*. Selanjutnya *conveyor* membawa *linepipe* ke *line up station* agar sejajar dengan *clamp* untuk mempertahankan posisinya dan siap untuk dilakukan pengelasan.
- 5 *Linepipe* akan menjalani proses pengelasan, uji tidak merusak (radiografi/ultrasonic), proses pengecatan dan pelapisan ditempatkan pada area *firing line*. Di area *firing* tersedia sekitar 8 *single joints* atau 4 *double joint welding station*. Umumnya dibagian *coating station*, pipa akan dilapisi dengan *anti-corrosion* dan *concrete coating*. Tujuan pemasangan *concrete coating* adalah untuk melindungi pipa dari kerusakan pada saat diluncurkan dari atas *laybarge* dan juga sebagai pemberat untuk menjaga kestabilan di dasar laut (*seabed*).
- 6 Pipeline dijulurkan kedar laut.
- 7 Ketika bagian pipeline sudah didasar laut (*laydown head*) dan seluruh pipeline yang berada diatas lay barge sudah habis maka proses instalasi dianggap selesai.

Peralatan yang digunakan selama instalasi *pipeline* adalah tensioner, stinger, roller, barge/vessel, crane, mooring system, pipa, dan workstation firing line.

Metode s-lay sampai saat ini memiliki kecepatan instalasi 4-5 km perhari dan diameter maksimum yang dapat dipasang adalah 60 inch (termasuk pelapisan). Saat instalasi *pipeline*, hal yang harus diperhatikan adalah besarnya tegangan yang terjadi pada pipa. Mulai pada saat pipa masih di atas barge, stinger, dan sampai pipa menyentuh dasar laut. Terdapat dua kategori area yang harus menjadi perhatian, yaitu :

1. Overbend area didefinisikan sebagai area dimana pipa masih diatas barge sampai ujung stinger (pipa berbentuk cekungan kedalam).
2. Sagbend area didefinisikan sebagai area dimulai dari roller terakhir pada stinger sampai *seabed* (pipa berbentuk cekungan keluar).

Instalasi metode s-lay memiliki kelebihan dan kekurangan, diantaranya :

- Kelebihan
 - Produktivitas yang tinggi.
 - Pipa tidak mengalami *plastic bending* karena adanya stinger yang dirancang untuk memandu *pipeline* dengan aman.
 - Dapat digunakan untuk pipa yang sudah dilapis dengan *concrete*.
- Kekurangan
 - Sangat rentan dengan kedalaman laut
 - Modal pengadaan yang tinggi.

2.2.5 Stinger

Stinger merupakan *framework* yang terbuat dari bagian-bagian tubular, yang berfungsi sebagai pengarah pipa pada roller yang terletak antara tubular sehingga pipa dapat meluncur ke bawah dari buritan barge sampai ke *seabed*. Pada umumnya stinger terbuat dari material baja. Ada dua tipe stinger yang biasa digunakan pada *pipelay vessel* ataupun barge, yakni *fix stinger* dan *articulated stinger*. Beda dari kedua stinger ini adalah pada konfigurasi bentuk stinger, pada *fix stinger* konstruksinya kaku dan lurus. Kemiringan diatur dari *radius* stinger yang disesuaikan oleh operator barge. Sedangkan untuk *articulated stinger* bentuk stinger bisa diatur pada tiap stationnya, sehingga memungkinkan untuk stinger membentuk lengkungan (Achmad, 2015).

Stinger yang terapung mempunyai *bouyancy* yang mengangkat pipa keatas untuk menyeimbangkan beban pipa. Pada posisi stinger dengan sudut tertentu, terdapat persamaan gaya dan momen yaitu :

- Gaya pipa kebawah sama dengan *bouyancy* stinger keatas yang diimbangi oleh gaya pada ujung stinger.
- Momen beban pipa sekitar ujung stinger sama dengan momen *bouyancy* stinger sekitar ujung stinger.

2.2.6 Teori Pembebanan

Pada suatu proses perancangan bangunan lepas pantai, menentukan kemampuan kerja suatu struktur akan dipengaruhi oleh beban yang terjadi pada bangunan tersebut. Sehingga perancang harus menentukan akurasi atau ketepatan beban yang akan diterapkan dalam perancangan. Beban yang harus dipertimbangkan dalam perancangan adalah sebagai berikut :

1. Beban mati (*Dead load*)

Beban mati (*dead load*) adalah beban dari komponen-komponen kering serta beban peralatan, perlengkapan, dan permesinan yang tidak berubah dari mode operasi pada suatu struktur, meliputi : berat struktur dan beban peralatan.

2. Beban hidup (*Live load*)

Beban hidup adalah beban yang terjadi pada bangunan lepas pantai selama berfungsi dan tidak berubah dari mode operasi satu kemode operasi yang lain. Beban akibat kecelakaan (*accidental load*). Beban kecelakaan merupakan beban yang tidak dapat diduga sebelumnya terjadi pada suatu bangunan lepas pantai, misalnya tabrakan dengan kapal penandu operasi, putusnya tali tambat, kebakaran, letusan, dan lain-lain.

3. Beban lingkungan (*Enviromental load*)

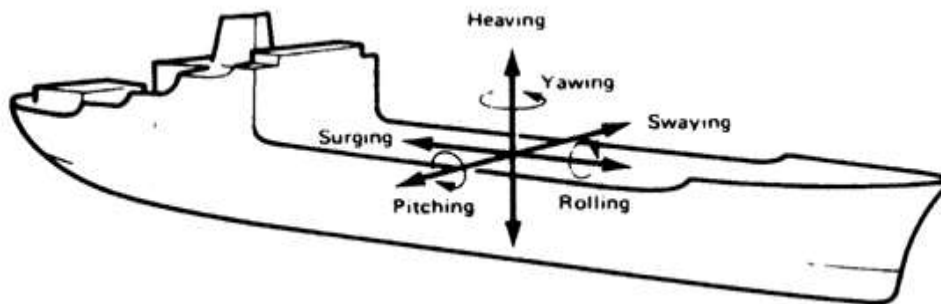
Beban lingkungan adalah beban yang terjadi karena dipengaruhi oleh lingkungan dimana suatu bangunan lepas pantai dioperasikan atau bekerja. Beban lingkungan yang biasanya digunakan dalam perancangan adalah beban gelombang, beban arus, dan beban angin.

2.2.7 Gerakan Kapal Akibat Gelombang

Setiap bangunan yang mengapung pada dasarnya mempunyai 6 mode gerakan bebas yang disebut SDOF (*Six Degree of Freedom*) yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu 3 mode gerakan translasional dan 3 mode gerakan rotasional (Battacharya, 1978). Berikut adalah keenam mode gerakan berikut :

1. Mode gerakan translasional :
 - Surge, gerakan transversal arah sumbu x
 - Sway, gerakan transversal arah sumbu y
 - Heave, gerakan transversal arah sumbu z
2. Mode gerakan 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 pada Gambar 2.7. Dengan tiga gerakan translasi pada arah sumbu x, y, dan z adalah masing-masing *surge* (ζ_1), *sway* (ζ_2) dan *heave* (ζ_3), sedangkan untuk gerakan rotasi terhadap sumbu x, y, dan z adalah masing-masing *roll* (ζ_4), *pitch* (ζ_5) dan *yaw* (ζ_6).



Sumber : Maritime world.com

Gambar 2.8 Gerakan enam derajat kebebasan bangunan apung

Kelemahan struktur terapan adalah jika terkena beban, maka struktur cenderung akan bergerak dan tidak bisa bertahan statis. Beban lingkungan merupakan subyek penting untuk dipertimbangkan dalam perancangan struktur yaitu gaya gelombang, arus dan beban lainnya. Pembesaran respon dinamis terbesar adalah saat frekuensi dominan *seastate* bertepatan dengan frekuensi natural struktur dan derajat pembesaran tergantung dari sistem damping. Dengan asumsi bahwa gerakan-gerakan osilasi tersebut adalah linier

dan harmonik, maka enam persamaan diferensial gerakan kopel dapat dituliskan sebagai persamaan 2.6 berikut.

$$\sum_{n=1}^6 [(M_{jk} + A_{jk})\ddot{\zeta}_k + B_{jk}\dot{\zeta}_k + C_{jk}\zeta_k] = F_j e^{i\omega t}, j, k = 1 \dots 6 \quad (2.6)$$

dimana;

M_{jk} = matriks massa dan momen inersia kapal

A_{jk} = matriks koefisien massa tambah dan redaman hidrodinamik

B_{jk} = damping koefisien hidrodinamik

C_{jk} = koefisien gaya hidrostatis pengembali/kekakuan

F_j = amplitudo gaya eksitasi dalam besaran kompleks pada mode j

ζ_k = displacement pada mode ke k

$\dot{\zeta}_k$ = kecepatan pada mode ke k

$\ddot{\zeta}_k$ = percepatan pada mode ke k

$F_1, F_2,$ dan F_3 adalah amplitudo gaya-gaya eksitasi yang mengakibatkan *surge, sway,* dan *heave* sedangkan F_4, F_5, F_6 adalah amplitudo momen eksitasi untuk *roll, pitch,* dan *yaw.*

Gerakan kapal diatas gelombang acak dapat dilakukan dengan mengtransformasikan spektrum gelombang menjadi spektrum gerakan kapal. Hal ini dapat dilakukan dengan mekalikan harga pangkat dua dari *response amplitude operator* (RAO) dan mode gerakan tertentu dengan ordinat spektrum gelombang, pada frekuensi gelombang yang sama. Dalam analisa gerakan kapal diatas gelombang acak, setelah spektrum gerakan diperoleh dengan prosedur diatas, maka besaran-besaran seperti amplitudo signifikan gerakan, kecepatan, dan percepatan dapat ditentukan dengan menghitung momen-momen spektrum.

2.2.8 Spektrum Respon

Respon pada struktur bangunan lepas pantai akibat gelombang dalam setiap frekuensi dapat diketahui dengan menggunakan metode spektra. Bentuk normal suatu respon dari sistem linear tidak berbeda dengan bentuk amplitudo gelombang dalam fungsi frekuensi gelombang. Jika fungsi respon struktur dibentuk berdasarkan range frekuensi gelombang yang bekerja, maka fungsi tersebut disebut *Response Amplitude Operator* (RAO).

RAO merupakan alat untuk mentransfer gaya gelombang menjadi respon gerakan dinamis struktur (Chakrabarti, 1987). Untuk sistem linier, fungsi respon pada frekuensi gelombang dapat dituliskan seperti persamaan 2.7 berikut.

$$RAO(\omega) = \frac{X_p(\omega)}{\eta(\omega)} \quad (2.7)$$

dimana,

$X_p(\omega)$ = amplitudo struktur

$\eta(\omega)$ = amplitudo gelombang

Spektrum respons didefinisikan sebagai respons kerapatan energi pada struktur akibat gelombang. Spektrum respons merupakan perkalian antara spektrum gelombang dengan RAO kuadrat, secara matematis dapat dituliskan seperti persamaan 2.8 sebagai berikut.

$$S_R = [RAO(\omega)]^2 S(\omega) \quad (2.8)$$

dimana,

S_R = spektrum respons (m^2sec)

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

$RAO(\omega)$ = transfer function

ω = frekuensi gelombang (rad/sec)

Model spektrum yang digunakan dalam perhitungan beban gelombang adalah spektrum JONSWAP. Spektrum JONSWAP adalah singkatan dari Joint North Sea Wave Project, yakni proyek yang dilakukan secara bersama-sama oleh sejumlah negara untuk melakukan penelitian gelombang di perairan Laut Utara. Menurut laporan dari Hasselman dkk (1978) formulasi spektra JONSWAP adalah modifikasi dari spektra Pierson – Moskowitz (pers. 2.9), dengan memasukkan parameter-parameter yang akan mengakomodasi karakteristik gelombang perairan tertutup, atau kepulauan. Persamaan spektra JONSWAP mempunyai bentuk yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan persamaan-persamaan spektra lain. Formulasi spektra JONSWAP akhir-akhir ini banyak dipakai dalam perancangan dan analisis bangunan lepas pantai yang dioperasikan di Indonesia. Hal ini cukup dapat dimengerti karena perairan Indonesia dimana kebanyakan bangunan lepas pantai untuk kegiatan migas dioperasikan adalah perairan kepulauan atau perairan tertutup. Namun dari sejumlah kajian, untuk perairan Indonesia disarankan memakai parameter γ yang lebih kecil, sekitar 2.0 sampai 2.5. Hal ini pada intinya adalah untuk mengurangi dominasi energi yang dikontribusikan oleh frekuensi gelombang

tertentu. Menurut DNV RP C205 edisi 2010 dengan mengambil harga α sebesar 2 atau 2.5 sedangkan untuk harga γ sebesar 1.2 untuk $H_s \leq 0.75$ m dan 2.5 untuk $H_s > 0.75$. Persamaan 2.10 spektrum Jonswap dapat dituliskan sebagai berikut.

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

$$S_J(\omega) = A_\gamma S_{PM}(\omega) \gamma^{\exp\left(-0.5 \left(\frac{\omega - \omega_p}{\sigma \omega_p}\right)^2\right)} \quad (2.10)$$

Dimana,

$S_J(\omega)$ = Jonswap spectrum

$S_{PM}(\omega)$ = Pierson-Moskowitz spectrum

γ = parameter puncak

σ = parameter rentang frekuensi

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

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

H_s = tinggi gelombang signifikan

$A_\gamma = 1 - 0.287 \ln(\gamma)$ faktor normalisasi

$\omega_p = 2\pi/T_p$, Frekuensi angular dari puncak spektra

T_p = periode puncak spektra

Pemilihan spektrum energi gelombang didasarkan pada kondisi laut yang ditinjau. Bila tidak ada maka dapat digunakan model spektrum yang dikeluarkan oleh berbagai instansi dengan mempertimbangkan kesamaan fisik lingkungan. Dari spektrum gelombang dapat diketahui parameter-parameter gelombang seperti dalam Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Amplitudo dan Tinggi Gelombang pada Spektrum (Djatkiko, 2012)

Profil Gelombang	Amplitudo	Tinggi
Gelombang rata-rata	$1.25\sqrt{m_0}$	$2.5\sqrt{m_0}$
Gelombang signifikan	$2\sqrt{m_0}$	$4\sqrt{m_0}$
Rata-rata 1/10 gelombang tinggi	$2.55\sqrt{m_0}$	$5\sqrt{m_0}$
Rata-rata 1/1000 gelombang tertinggi	$3.44\sqrt{m_0}$	$6.67\sqrt{m_0}$

Untuk mencari tinggi gelombang signifikan dari spectra gelombang dapat dilakukan dengan analisa spektra. Luasan dibawah kurva spektrum gelombang (pers. 2.11) berikut.

$$m_0 = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega \quad (2.11)$$

Dimana, m_0 = luasan dibawah kurva spektrum.

2.2.9 Seakeeping dan Efektifitas

Kriteria umum pengoperasian adalah *seaworthiness* dan *seakindliness*, salah satunya mempertimbangkan kualitas respon dan kinerjanya diatas gelombang yang biasa disebut *seakeeping*. *Seaworthiness* merupakan ukuran kemampuan kapal untuk selamat menghadapi kondisi operasi ekstrem. Sedangkan *seakindliness* merupakan ukuran kemampuan operasi pada tingkat dibawah *seaworthiness* yaitu kinerja pada kondisi normal atau di lingkungan yang tidak terlalu ekstrem. Dalam praktiknya, seluruh analisis *seakeeping* diharapkan untuk mampu memberikan petunjuk praktis tentang perilaku kapal yang beroperasi, baik dalam kurun waktu pendek (*short term*) maupun kurun waktu panjang (*long term*). Dari analisa perilaku berdasarkan kurun waktu tersebut, maka dapat disimpulkan tingkat efektivitas pengoperasian kapal.

Kriteria *seakeeping* digunakan sebagai acuan standart untuk melakukan evaluasi kemampuan bangunan apung beroperasi dengan efektif pada kondisi gelombang tertentu. Acuan ini dipakai untuk melihat harga-harga statistik gerakan apakah batas-batas tertentu atau tidak. Kriteria *seakeeping* tersebut seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria seakeeping pada kapal

1. Amplitudo roll rata-rata sebesar 12^0	Kriteria ini secara esensi mengindikasikan mengenai resiko kapal sehubungan dengan stabilitasnya, misalnya pengaruh naiknya air kegeladak terhadap degradasi stabilitas. Selanjutnya, sudut sebesar itu akan berpengaruh terhadap kerja ABK dan permesinan diatas kapal
2. Amplitudo pitch rata-rata sebesar 13^0	Kriteria ini pada dasarnya mengindikasikan rsiko terjadinya slamming pada bagian haluan kapal, yang dalam banyak hal mempengaruhi aktivitas operasi diatas kapal

Tabel 2.3 Kriteria seakeeping pada kapal (lanjutan)

3. Percepatan heave signifikan $\leq 0.2g$ (bila ada orang bekerja diatas geladak)	Kriteria ini menyatakan kemampuan ABK untuk melakukan operasi regular peralatan diatas kapal, yang biasanya akan mulai sulit dilakukan bila percepatan gerak telah melampaui $0.2g$ ($0.2 \times 9.81m/s^2 = 1.96 m/s^2$)
4. Percepatan heave signifikan $\leq 0.4g$ (bila tidak ada orang bekerja diatas geladak)	Kriteria ini menyatakan kemampuan Abk untuk tetap bertahan tidak mengalami mabuk laut, tetapi aktivitas tidak mampu mereka lakukan karena mengganggu kestabilan fisik.

2.2.10 Tegangan

Pada suatu penampang, gaya-gaya yang bekerja pada umumnya bervariasi baik dalam besar maupun arahnya. Intensitas gaya menentukan kemampuan suatu struktur atau material dalam menerima beban disebut kekuatan, disamping mempengaruhi sifat-sifat kekakuan maupun stabilitas. Intensitas gaya dan arahnya yang bervariasi dari titik ke titik dinyatakan sebagai tegangan. Karena perbedaan pengaruhnya terhadap material struktur, biasanya tegangan diuraikan menjadi komponen yang tegak lurus dan sejajar dengan arah potongan suatu penampang.

Satuan yang digunakan dalam penjabaran tegangan adalah satuan gaya dibagi dengan satuan luas. Pada satuan SI, gaya diukur dalam Newton (N) dan luas diukur dalam satuan meter kuadrat (m^2). Biasanya, satu N/mm^2 dikenal sebagai satu Pascal (Pa). Dapat dijabarkan dalam persamaan 2.12 sebagai berikut.

$$\sigma = F/A \quad (2.12)$$

dimana ;

σ = tegangan (N/m^2)

F = gaya (Newton)

A = luas (m^2)

Ditinjau dari arah gaya dalam yang terjadi, tegangan diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. *Tegangan normal* yakni tegangan yang terjadi karena pengaruh dari gaya normal
2. *Tegangan tangensial* yakni tegangan yang terjadi karena pengaruh gaya tangensial

Sedangkan menurut jenis pembebanan yang diberikan, tegangan diklasifikasikan menjadi:

1. Tegangan tarik
2. Tegangan geser
3. Tegangan tekan
4. Tegangan puntir
5. Tegangan lengkung/bengkok

Untuk menggabungkan beberapa tegangan diatas dapat menggunakan rumus tegangan Von Mises. Tegangan Von Mises (σ') didefenisikan sebagai tegangan tarik unaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang bekerja.

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}} \quad (2.13)$$

Keterangan :

- σ' = tegangan ekuivalensi (*von mises stress*)
- σ_x = tegangan normal sumbu x
- σ_y = tegangan normal sumbu y
- σ_z = tegangan normal sumbu z
- τ_{xy} = tegangan geser bidang xz
- τ_{yz} = tegangan geser bidang yz
- τ_{zx} = tegangan geser bidang zx

2.2.11 Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik dari beban luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Gaya yang diperlukan agar bahan berada pada tingkat optimal dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimate (ultimate load)*. Dengan membagi beban *ultimate* ini dengan luas penampang, kita akan memperoleh kekuatan *ultimate (ultimate strength)* atau tegangan *ultimate (ultimate stress)* dari suatu bahan. Untuk desain bagian-bagian struktur, tingkat tegangan disebut tegangan ijin (*allowable stress*) dibuat benar-benar lebih rendah daripada kekuatan *ultimate* yang diperoleh dari pengujian statis. Ini penting untuk berbagai pertimbangan. Besar gaya yang dapat bekerja pada bangunan yang dirancang

jarang diketahui secara pasti. Karena tegangan dikalikan luas sama dengan gaya, maka tegangan ijin dari *ultimate* dapat diubah dalam bentuk gaya atau beban yang diijinkan dan *ultimate* yang dapat ditahan oleh sebuah batang.

$$FS = \frac{\sigma_{Ultimate}}{\sigma_{ijin}} \quad (2.14)$$

Perbandingan ini disebut faktor keamanan (*safety factor*) dan harus lebih besar dari satu. Faktor persamaan 2.16 ini identik dengan perbandingan antara tegangan *ultimate* dengan tegangan ijin batang tarik.

2.2.12 Radius Stinger

Semakin besar radius dari stinger maka semakin kecil tegangan bending yang terjadi di daerah *overbend*. Radius stinger (R_{cv}) yang diijinkan dalam instalasi pipa dapat diformulasikan pada persamaan 2.17 sebagai berikut.

$$R_{cv} = \frac{E D}{2 \sigma_y f_d} \quad (2.15)$$

dimana,

σ_y = tegangan ijin material pipa (MPa)

E = modulus young (N/m²)

D = diameter luar pipa (m)

f_d = faktor desain (0.85)

2.2.13 Axial Bending Stress

Pada instalasi pipa bawah laut tegangan *pipeline* didesain untuk tidak melebihi 85% dari *specified yield material stress* (SYMS). Adapun rumus *axial bending stress* (σ_a) (pers. 2.18) sebagai berikut.

$$\sigma_a = \frac{E D}{2 R_{cv}} \quad (2.16)$$

2.2.14 Lay Tension

Lay tension yang diberikan saat instalasi pipa tergantung dari berat total pipa tercelup dan secara otomatis juga tergantung pada kedalaman perairan. Secara sederhana besarnya lay tension yang akan diberikan dapat diformulasikan sebagai berikut (pers. 2.19).

$$T = H + wd \quad (2.17)$$

dimana,

H = komponen gaya horizontal (kN)

w = berat pipa tercelup (N/m)

d = kedalaman perairan (m)

Besarnya lay tension yang diberikan tidak mutlak tergantung pada berat tercelup pipa dan kedalaman akan tetapi jika terjadi tegangan menekuk yang berlebihan didaerah *sagbend* maka *lay tension* dapat diperbesar disesuaikan dengan batas kemampuan dari tensioner, dimana setiap *laybarge* memiliki kemampuan tensioner yang berbeda-beda. Perlu diperhatikan *tension* yang berlebihan dapat mengganggu aktifitas dari lay barge.

2.2.15 Departure Angle

Departure angle merupakan sudut masuk stinger, dimana semakin besar sudut masuk stinger maka semakin kecil tegangan bending yang terjadi didaerah *sagbend*. Besarnya sudut masuk tergantung dari lay tension yang diberikan. Dimana besarnya sudut masuk (θ) dari stinger tersebut diformasikan pers. 2.20 sebagai berikut.

$$\theta = \cos^{-1}(H/T) \quad (2.18)$$

dimana,

H = komonen gaya horizontal (kN)

T = lay tension (kN)

2.2.16 Panjang Bentangan Pipa

Horizontal force (H) bersifat konstan mulai dari *touchdown point* sampai pangkal stinger bagian belakang lay barge, sedangkan untuk komponen gaya vertikal meningkat mulai dari *touchdown point* sampai ujung stinger dikarenakan pengaruh dari berat pipa tercelup.

Panjang bentangan pipa dirumuskan pada persamaan 2.21 berikut.

$$S = \frac{H}{w} \tan \theta \quad (2.19)$$

Bentangan horizontal dirumuskan pada persamaan 2.22 berikut.

$$X = \frac{H}{w} \sin^{-1}(\tan \theta) \quad (2.20)$$

dimana,

d = kedalaman air laut (m)

a = ramp angle (deg)

s = panjang bentangan pipa (m)

x = jarak horizontal bentangan (m)

2.2.17 Standart

Menurut DnV OS F101 '*Submarine Pipeline System*' Section 13, part G300 '*Simplified Laying Criteria*', disebutkan bahwa untuk *overbend area* menggunakan *strain based criteria*, sedangkan sagbend menggunakan *stress based criteria*. Dimana untuk perhitungan *stress* maksimal yang diijinkan adalah 87% dari SMYS.

Berdasarkan API RP2A WSD material dikatakan kuat bila tegangan aktual dibandingkan dengan tegangan ijin memiliki nilai kurang dari satu. Hal ini digunakan dalam pengecekan pemodelan struktur stinger pada software SACS 5.6 yang digunakan dalam penelitian ini.

Speksifikasi turbular pada stinger dan pipa yang diinstalasi berdasarkan API 5L dengan Grade X60 dan X65 pada struktur stinger dan pipa.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

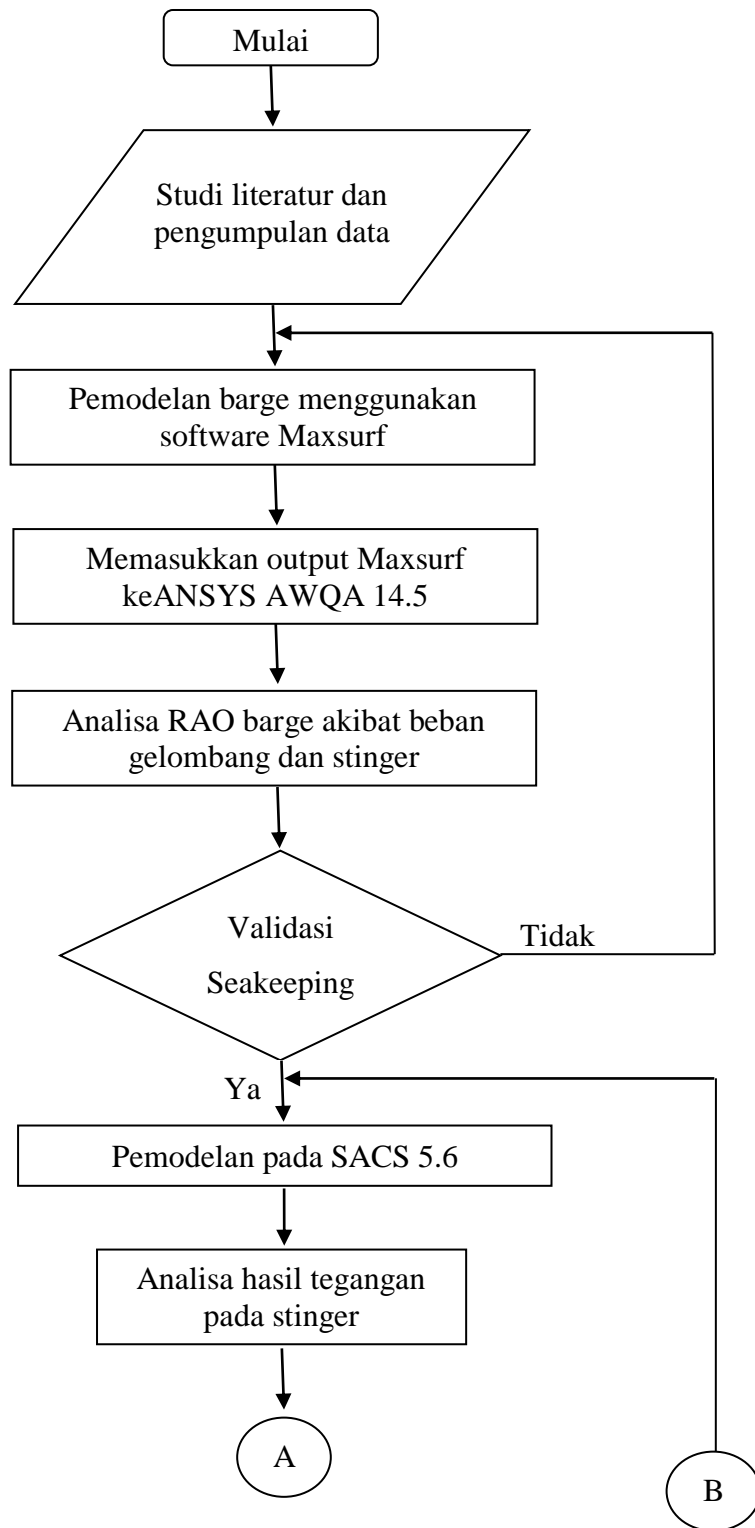
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

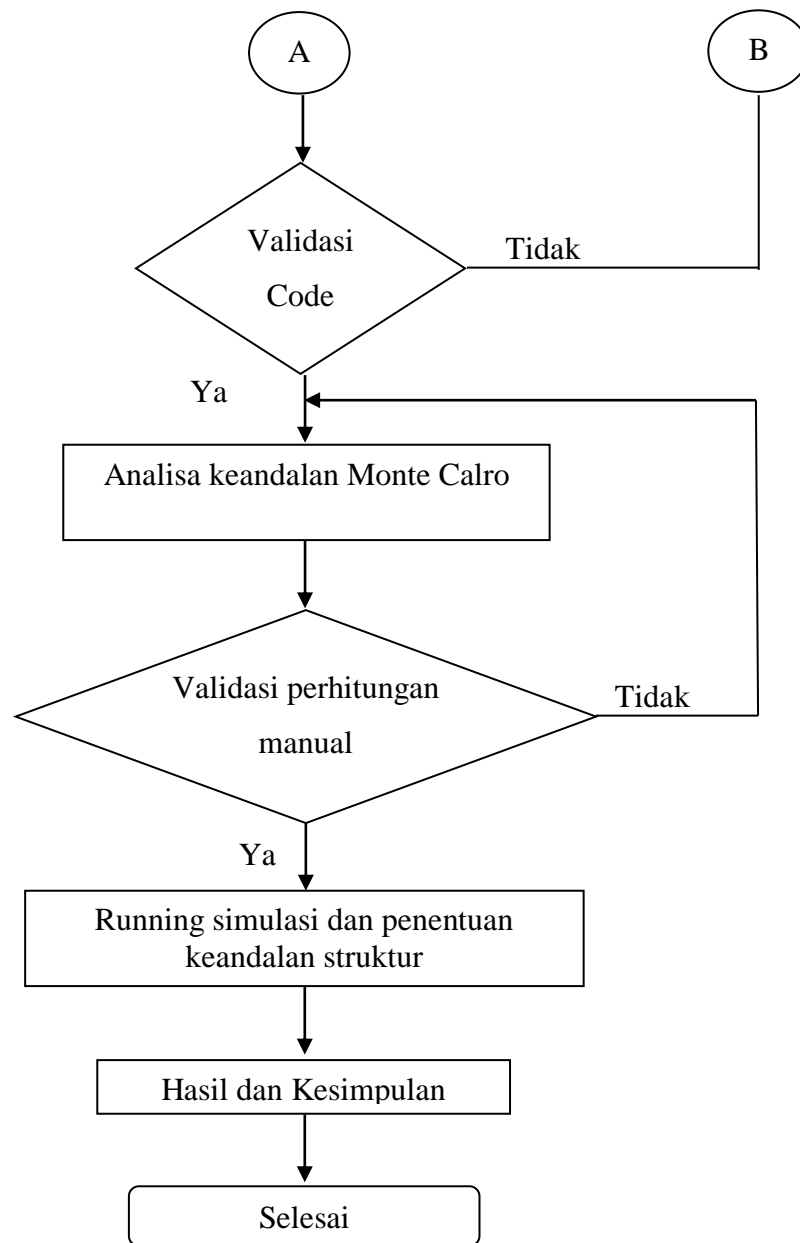
3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mulai dengan melakukan studi literatur buku dan jurnal serta tinjauan pustaka tugas akhir yang berkaitan dengan kekuatan struktur stinger dan keandalan. Dengan mempertimbangkan apa saja yang mempengaruhi keandalan dari struktur stinger ketika operasi *s-lay barge*. Mengumpulkan data lingkungan, data pipa dengan diameter 42 inch, data struktur stinger dan material yang digunakan, dan data *barge* yang akan digunakan.
2. Pemodelan struktur *barge* dan stinger disesuaikan dengan data yang telah didapat sebelumnya, seperti: panjang, lebar, tinggi, sarat, dan lain-lain dengan menggunakan software MAXSURF.
3. Output pemodelan oleh software MAXSURF dimasukkan sebagai input untuk menggunakan software ANSYS AQWA. Hasil yang diperoleh dari software ANSYS AQWA merupakan respon gerak akibat gelombang.
4. Pemodelan struktur stinger menggunakan SACS 5.6 yang bertujuan untuk menghasilkan tegangan saat instalasi. Hasil percepatan dari software ANSYS AQWA dimasukkan sebagai input pada tahap ini.
5. Menghitung dan menganalisa tegangan yang terjadi pada struktur stinger dan pipa. Validasi *pipeline* dan struktur stinger menggunakan *yield stress* masing-masing material.
6. Menentukan *probability density factor* (pdf), moda kegagalan, random variabel yang terjadi pada struktur stinger saat instalasi pipa.
7. Running simulasi dan menentukan keandalan stinger menggunakan simulasi Monte Carlo.
8. Tahap terakhir adalah hasil dan kesimpulan dari penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian (lanjutan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4
ANALISA DAN PEMBAHASAN

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas pemodelan, perhitungan dan analisa yang didapatkan sesuai dengan metodologi penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut penjabarannya.

4.1 Pemodelan Jascon 18

Pemodelan ini menggunakan software maxsurf. Dibuat seserupa mungkin dengan kapal aslinya, seperti Gambar 4.1. Pemodelan dilakukan dengan memperhatikan general arrangement yang ada di lapangan, Gambar 4.2. Setelah dilakukan pemodelan, maka tahap selanjutnya yaitu analisa hidrostatis.



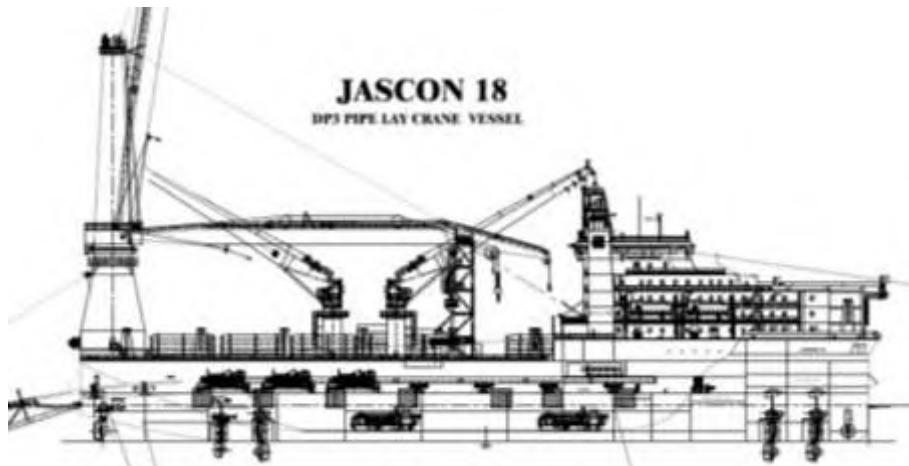
Sumber : Sea Truck Group

Gambar 4.1 Lay barge Jascon 18

Diketahui data utama *lay barge* Jascon 18 seperti pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Data utama lay barge Jascon 18

Descriptions	Unit	Quantity
Displacement	ton	30146
Loa	m	150
Breadth, B	m	36.8
Depth, D	m	15.1
Operating draft, T	m	6.8
Tensioners	ton	600

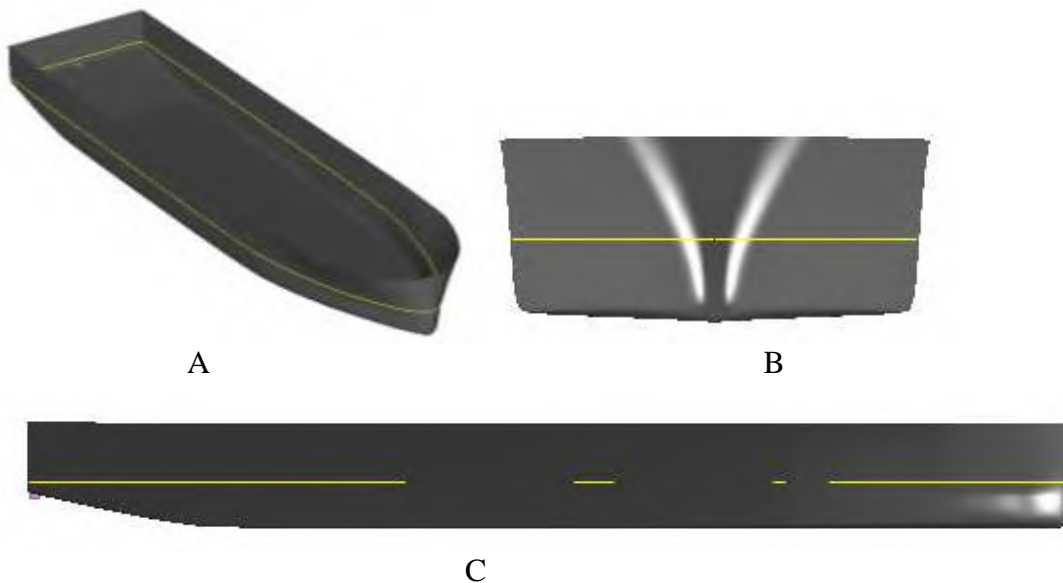


Sumber : Sea Truck Group

Gambar 4.2 General Arrangement Jascon 18

4.1.1 Pemodelan Pada Software Maxsurf

Pada tahap pemodelan menggunakan software maxsurf, hasil yang akan diperoleh adalah data hidrostatis. Pemodelan didesain sesuai dengan data utama Jacson 18. Gambar 4.3 menunjukkan dari pemodelan Jascon 18 menggunakan software maxsurf.



Gambar 4.3 Pemodelan Jascon 18 pada software maxsurf (A) tampak *isometrik* (B) tampak depan/*body plan* (C) tampak samping/*shear plan*

4.1.2 Validasi Data Hidrostatik Jascon 18

Dari Tabel 4.2 dibawah ini menunjukkan koreksi pemodelan dengan data utama telah *valid*. Hal ini dapat dilihat dari persentase koreksi antara data hidrostatis pada model maxsurf dan data utama tidak melebihi 5 % (toleransi pada umumnya).

Tabel 4.2 Validasi pemodelan maxsurf dengan data utama

Descriptions	Hasil Maxsurf	Data utama	Unit	Koreksi (%)
Displacement	30147	30146	Ton	0.003
Loa	150	150	m	0.000
Breadth, B	36.8	36.8	m	0.000
Depth, D	15.1	15.1	m	0.000
Operating draft, T	6.8	6.8	m	0.000

4.2 Pemodelan Stinger 145 m

Stinger 145 m – Jascon 18 ini merupakan stinger terpanjang di dunia saat ini, seperti pada Gambar 4.4. Alat ini diproduksi oleh PT. Citra Tubindo Engineering, Kabil – Batam. Pada tahapan ini stinger akan dimodelkan menggunakan software SACS 5.6. Pemodelan dilakukan dengan memperhatikan general arrangement yang ada di lapangan. Setelah pemodelan, maka tahap selanjutnya yaitu analisa kekuatan struktur stinger oleh beban sendiri dan menghitung tegangan dan defleksi pada stinger akibat beban lingkungan dan pipa saat di instalasi.

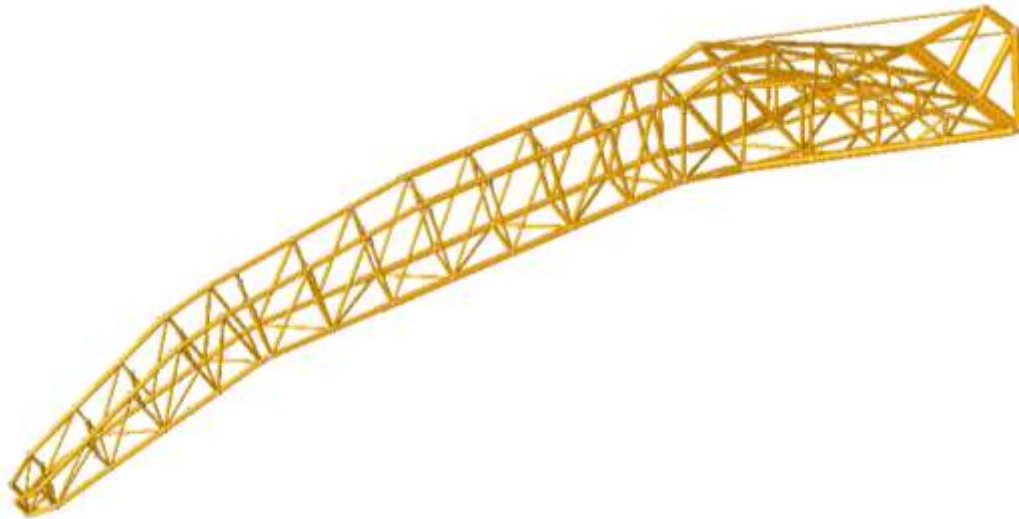


Sumber : Citra Tubindo Engineering

Gambar 4.4 Stinger 145m milik Jascon 18

4.2.1 Pemodelan Pada Software SACS

Setelah *general arrangement* diperoleh, kemudian masuk tahap analisa struktur stinger dengan bantuan software SACS 5.6. Pemodelan disesuaikan dengan data yang ada. Hasil pemodelan stinger seperti pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Pemodelan struktur stinger pada SACS 5.6

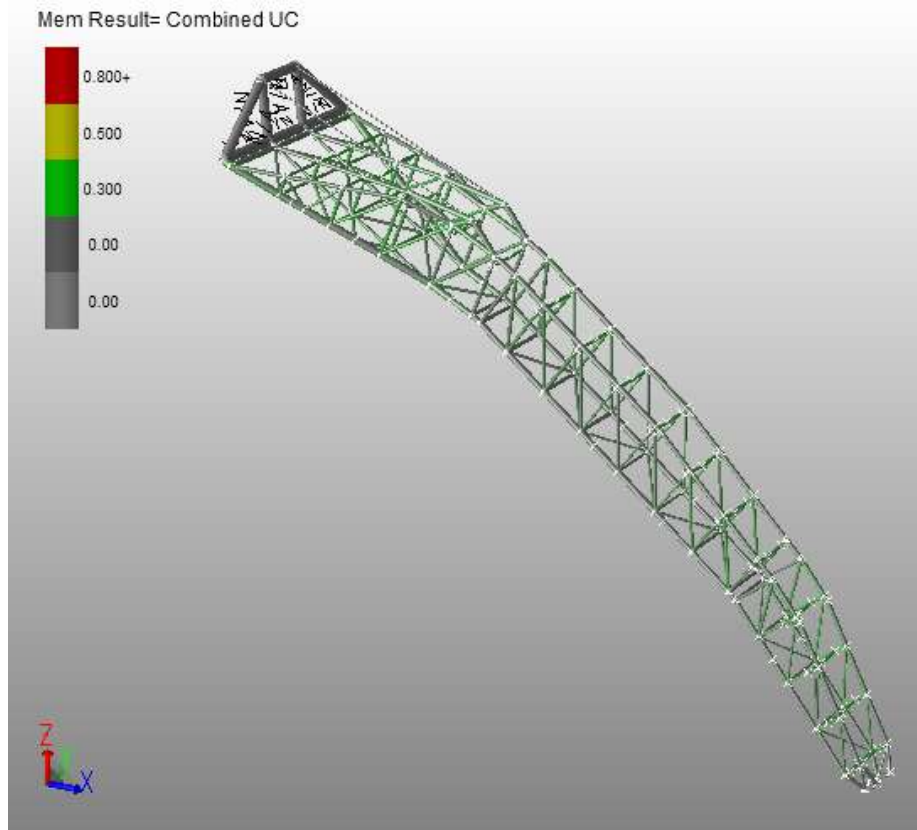
4.2.2 Validasi Pemodelan Struktur Stinger

Setelah melakukan pemodelan pada SACS 5.6, model harus dilakukan validasi terlebih dahulu sebelum dilakukan analisa lebih lanjut. Tabel 4.3 menunjukkan hasil validasinya.

Tabel 4.3 Validasi struktur stinger

Keterangan	SACS	Data utama	Unit	Koreksi (%)
Berat total	1234943.5	1234835	kg	0.0087
COG pada sumbu x	47445	47797	mm	0.7364
COG pada sumbu z	-29.052	-28130	mm	3.2776
Panjang arah x	103569	103569	mm	0.0000
Panjang arah z	-91074	-91074	mm	0.0000
UC	< 1			memenuhi

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa pemodelan stinger telah valid dengan melihat koreksi antara data SACS dan data utama tidak melebihi 5% dari data utama, serta UC pada pemodelan akibat beban struktur tidak melebihi 1 ($UC < 1$) Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Validasi unity check struktur stinger 145m

4.3 Data Lingkungan

Data lingkungan beroperasi berupa data gelombang dan arus. Untuk data lingkungan yang digunakan diperoleh dari penelitian sebelumnya yang dilakukan pada perairan Indonesia. Tabel 4.4 menunjukkan data lingkungan tersebut.

Tabel 4.4 Data lingkungan 1-100 tahun

Load	Parameter spectrum gelombang Jonswap			Arus
	Hs (m)	Tp (s)	γ	V permukaan (m/s)
1 th	2.62	6.8	2.5	0.64
10 th	3.6	7.7	2.5	0.76
100 th	4.6	8.3	2.5	0.79

4.4 Data Pipa

Data pipa yang digunakan pada *laybarge* Jascon 18 saat proses instalasi berukuran 42 in milik PT. PGN dan disesuaikan dengan kode API 5L edisi 43. Tabel 4.5 menunjukkan keterangan lengkap propertis pipa sebagai berikut.

Tabel 4.5 Propertis pipa

Description	Unit	Quantity
Grade		X-65
OD	In	42
ID	In	40.25
Wall thickness (t)	In	0.875
Steel Density (ρ_{steel})	Lb/ft ³	490
Young Modulus (E)	N/m ²	20x10 ¹⁰
SMYS	MPa	448

4.5 Analisis Gerakan Jascon 18

Langkah selanjutnya setelah melakukan pemodelan *lay barge* adalah analisis gerakannya pada kondisi *heave, roll, sway, surge, yaw* dan *pitch*. Analisis gerakan ini dibantu dengan menggunakan aplikasi software Maxsurf dan ANSYS AQWA. Hasil analisis ini adalah gerakan RAO. Dari gerakan RAO ini dapat diketahui karakteristik gerakan kapal pada mode gerakan *heave, roll, sway, surge, yaw* dan *pitch* serta memperoleh percepatan gerak kapal. Analisis gerakan *laybarge* pada penelitian ini dilakukan dengan kondisi arah datang gelombang dari arah head sea (0°), quatering sea (45°), beam sea (90°), dan following sea (180°).

Dalam penggunaan perangkat lunak ANSYS AQWA dibutuhkan input titik berat dan nilai radius girasi yang digunakan untuk menghitung inersia kapal. Titik berat kapal bergantung pada kondisi pembebanan pada kapal. Persamaan inersia kapal merupakan hasil kali antara massa kapal dengan kuadrat dari radius girasi.

4.5.1 Perhitungan Titik Berat

Pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya pada Maxsurf diinput ke ANSYS AQWA. Karena pada Maxsurf hanya memodelkan bagian lambung barge, oleh karena itu massa dan *center of gravity* dari barge tersebut perlu dilengkapi dengan menambahkan *point mass*. Setelah dilakukan penambahan *point mass* maka akan diperoleh *center of gravity* dari barge yang telah sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Pada penelitian ini kondisi stinger mempengaruhi gerakan kapal RAO kapal.

Pada kondisi ini stinger dan barge dianggap dua komponen yang berbeda. Kemudian disambungkan oleh penghubung yang diasumsikan sebagai tumpuan *pinned* atau *socket*

and ball dalam ANSYS AQWA. Tiap komponen memiliki beban massa tersendiri, sehingga memiliki letak titik berat masing-masing. Stinger diturunkan 27.5° sesuai dengan *general arrangement*. Karena stinger dalam kondisi tercelup maka gerakan hidrostatis barge secara langsung akan terpengaruh. Tabel 4.7 menunjukkan beban massa dan titik berat masing-masing komponen.

Tabel 4.6 Massa dan COG komponen

Komponen	Beban massa (kg)	Titik berat (m)
Jascon 18	30147000	x = 71.1 y = 0 z = 0
Stinger 145 m	1234943.5	x = -47.44 y = 0 z = -26.05
Gabungan	31381943.5	X = 66.4 y = 0 z = -1.025

4.5.2 Perhitungan Radius Girasi

Menurut Bhattacharya (1978) radius girasi dari gerak rotasi suatu bangunan apung merupakan hasil akar dari jumlah massa dikalikan masing-masing jarak massa tersebut dari *center of gravity* bangunan apung tersebut (pers. 4.1, 4.2, 4.3).

$$\text{Radius girasi roll } k_{xx} = \sqrt{\frac{\sum w_i(y_i^2+z_i^2)}{\Delta}} \quad (4.1)$$

$$\text{Radius girasi roll } k_{yy} = \sqrt{\frac{\sum w_i(x_i^2+z_i^2)}{\Delta}} \quad (4.2)$$

$$\text{Radius girasi roll } k_{zz} = \sqrt{\frac{\sum w_i(x_i^2+y_i^2)}{\Delta}} \quad (4.3)$$

Perhitungan ini dilakukan dengan membagi kapal dalam bentuk pias-pias kecil kemudian dihitung dengan perkalian dengan metode Simpson. Namun seiring dengan perkembangan struktur kapal yang beragam dan berbentuk tidak homogen, maka menggunakan metode ini akan relatif sulit dalam menentukan *point mass* dari sebuah volume benda tidak beraturan. Maka dalam Tugas Akhir ini perhitungan radius girasi dilakukan dengan pendekatan Bureau Veritas, seperti persamaan 4.2 dan 4.3 sebagai berikut.

Radius girasi roll

$$k_{xx} = 0.35 B \quad (4.4)$$

Radius girasi pitch = radius girasi yaw

$$k_{yy} = k_{zz} = 0.26 L \quad (4.5)$$

Dimana :

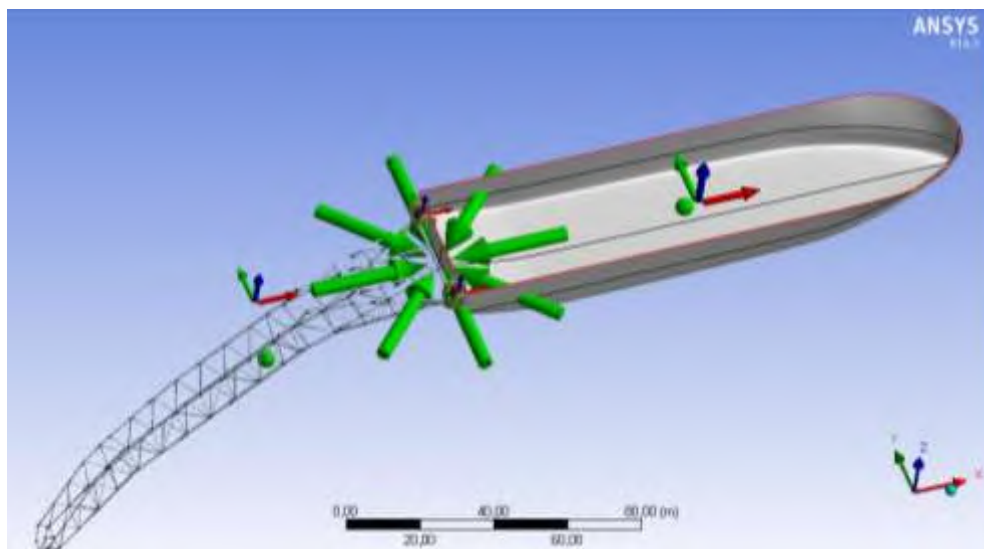
B = lebar kapal (m)

L = panjang garis *waterline* (m)

Berikut ini hasil dari perhitungan *center of gravity* dan radius girasi kapal dalam kondisi full load : k_{xx} (m) = 12.88 ; k_{yy} (m) = k_{zz} (m) = 39.

4.5.3 Analisa Gerakan RAO

Analisa gerakan RAO diperlukan untuk mengetahui respon gerakan dari Jascon 18 secara translasional maupun rotasional. Analisis gerakan *laybarge* pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan kondisi arah datang gelombang dari arah *head sea*, *quatering sea*, *beam sea*, dan *following sea*. Analisa ini juga memperlihatkan perbedaan hasil RAO dari kapal murni dengan kapal yang telah dipengaruhi stinger. Gambar 4.7 merupakan pemodelan barge dan stinger pada ANSYS AQWA.

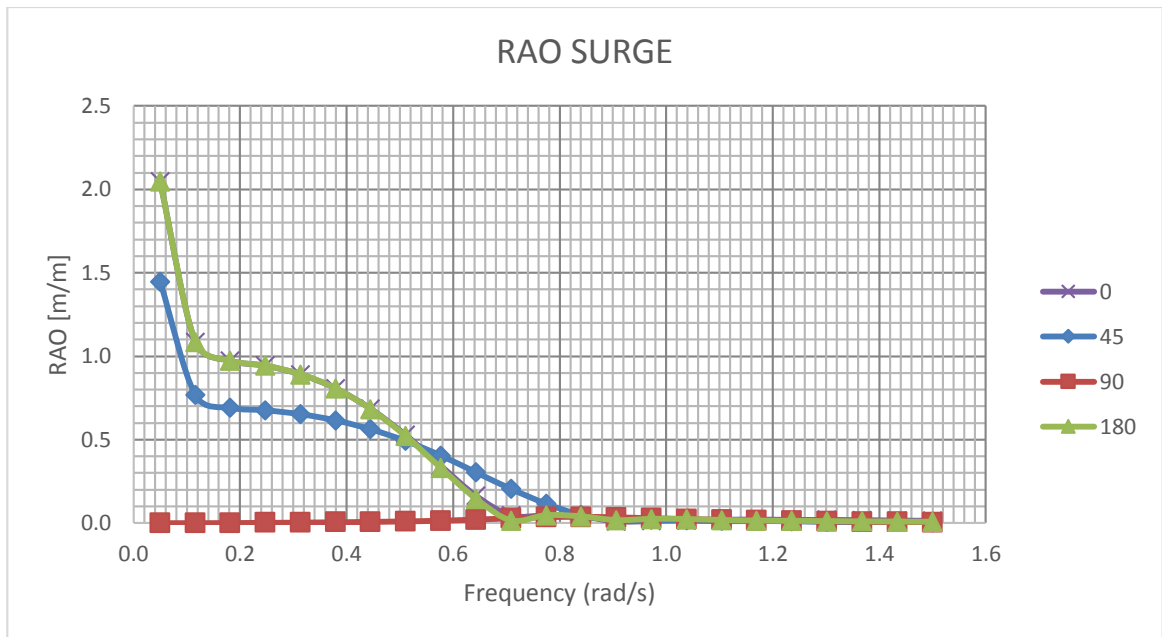


Gambar 4.7 Pemodelan ANSYS AWQA

Grafik-grafik dibawah menunjukkan *respons amplitude operator* (RAO) dari Jascon 18 dan stinger dilihat secara surge, sway, heave, rolling, pitching, dan yawing.

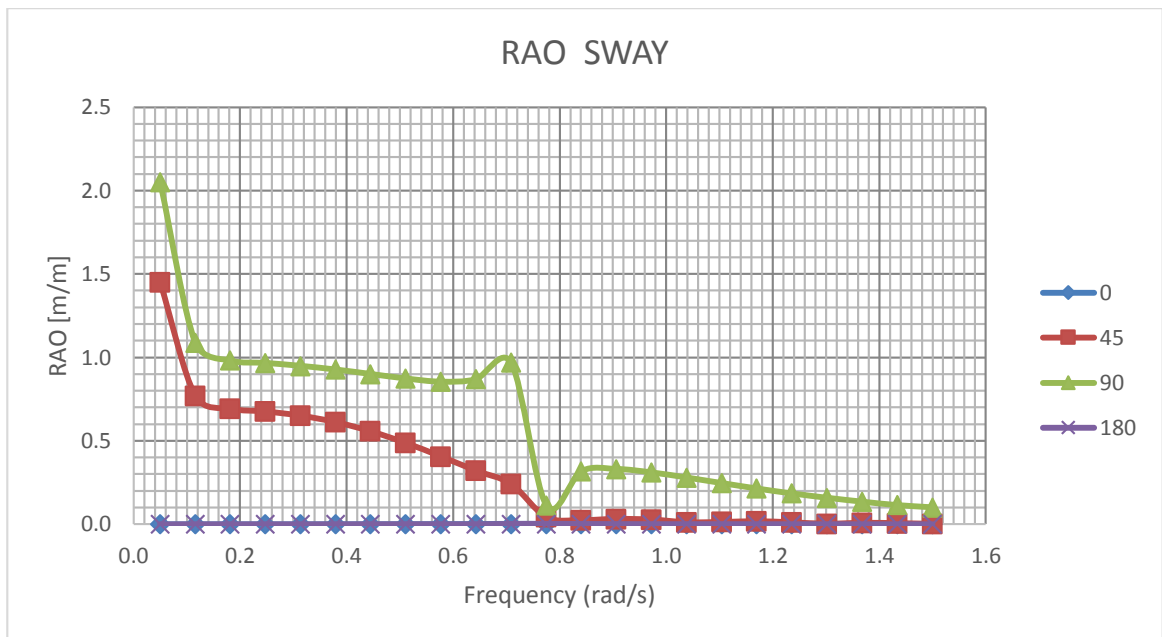
4.5.3.1 RAO Kapal

Pada bagian ini RAO diperoleh dari gerakan kapal murni tanpa stinger. Berikut hasilnya :



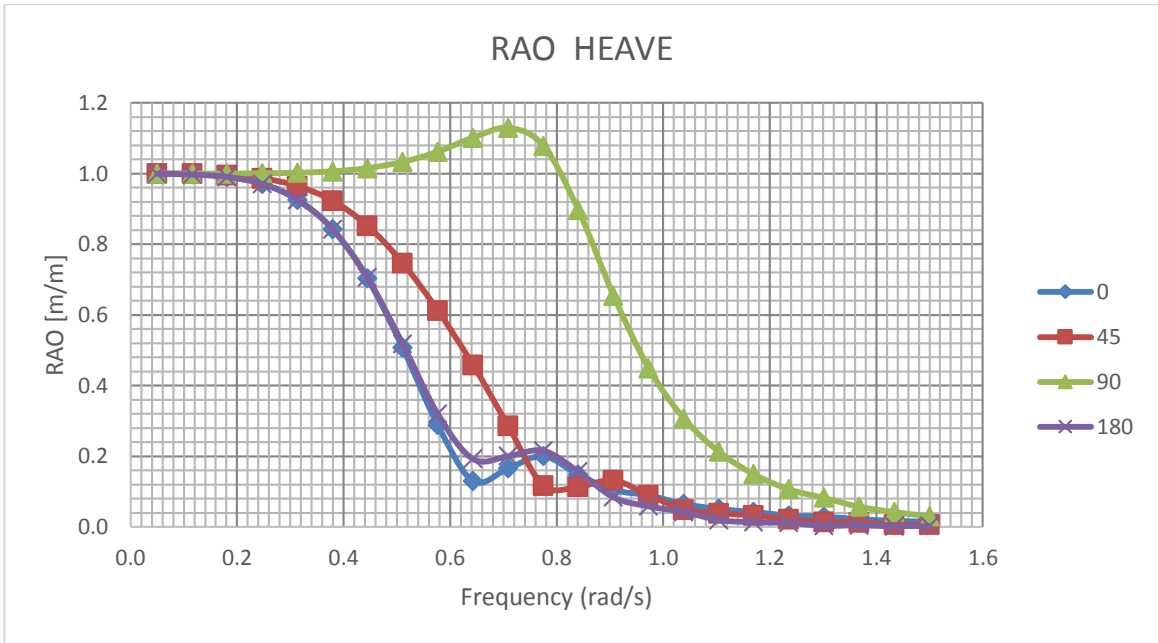
Gambar 4.8 Grafik RAO Surge Kapal

Pada Gambar 4.8 merupakan hasil RAO surge dari Jascon 18. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.05 rad/s sebesar 2.046 m/m arah gelombang 0 dan 180. Diikuti amplitudo sebesar 1.447 m/m frekuensi 0.05 rad/s arah gelombang 45°.



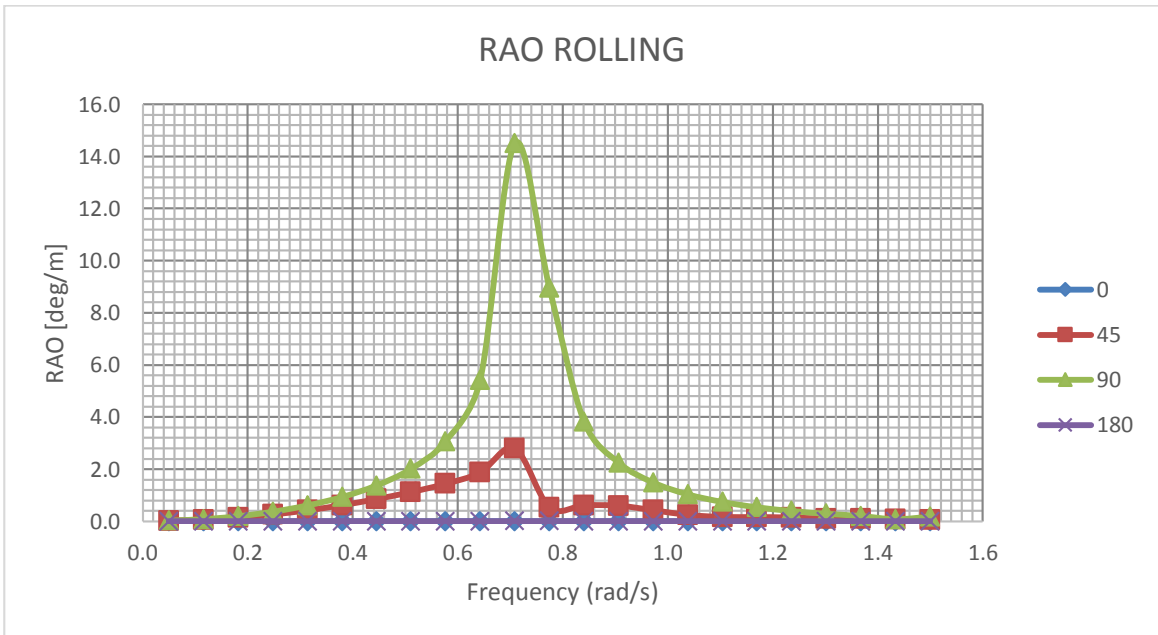
Gambar 4.9 Grafik RAO Sway Kapal

Pada Gambar 4.9 merupakan hasil RAO sway dari Jascon 18. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.05 rad/s sebesar 2.052 m/m arah gelombang 90. Diikuti amplitudo sebesar 1.451 m/m frekuensi 0.05 rad/s arah gelombang 45°.



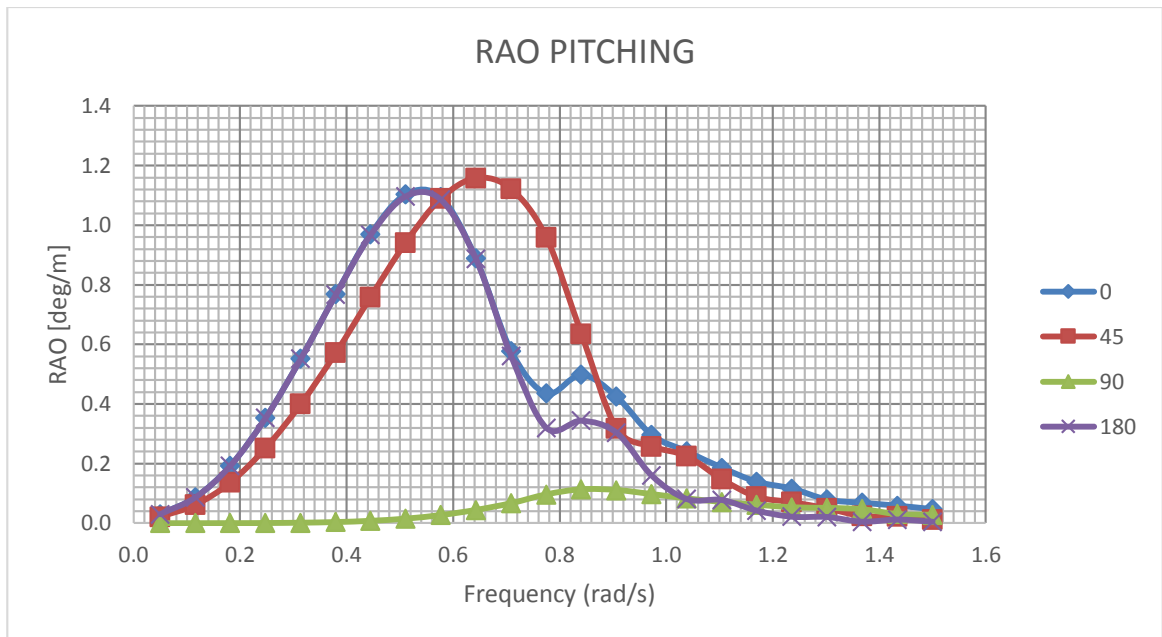
Gambar 4.10 Grafik RAO Heave Kapal

Pada Gambar 4.10 merupakan hasil RAO heave dari Jascon 18. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.71 rad/s sebesar 1.129 m/m arah gelombang 90°.



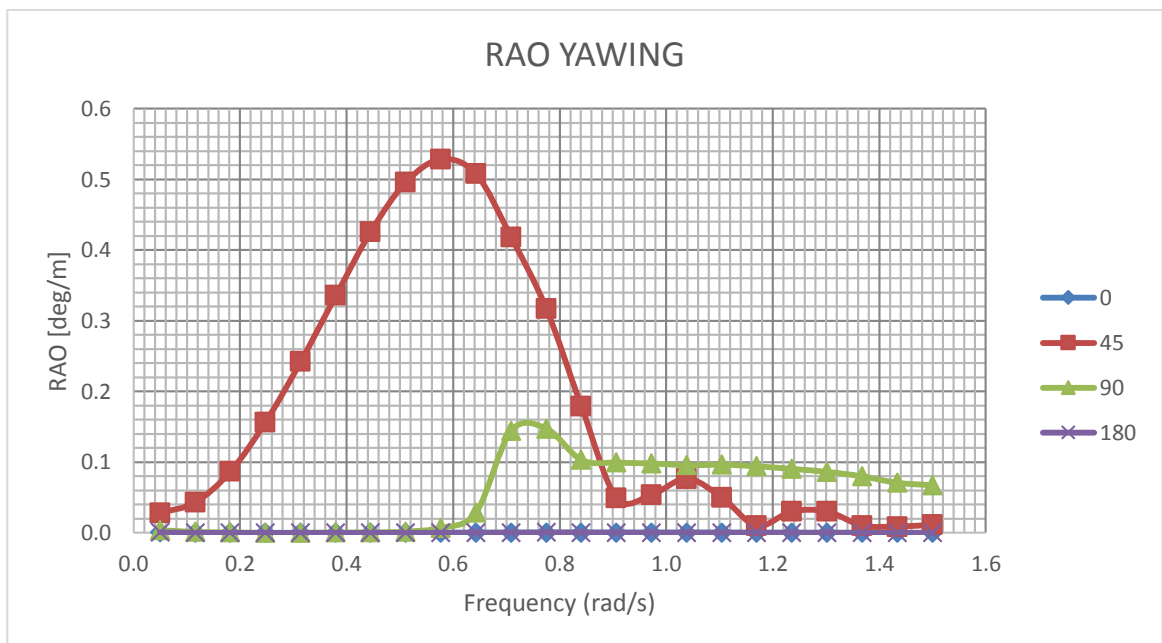
Gambar 4.11 Grafik RAO Roll Kapal

Pada Gambar 4.11 merupakan hasil RAO roll dari Jascon 18. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.71 rad/s sebesar 14.5 deg/m arah gelombang 90°.



Gambar 4.12 Grafik RAO Pitch Kapal

Pada gambar 4.12 merupakan hasil RAO pitch dari Jascon 18. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.64 rad/s sebesar 1.16 deg/m arah gelombang 45°. Kemudian diikuti amplitudo sebesar 1.103 deg/m dan 1.097 deg/m pada frekuensi 0.51 rad/s arah datang gelombang 0° dan 180°.

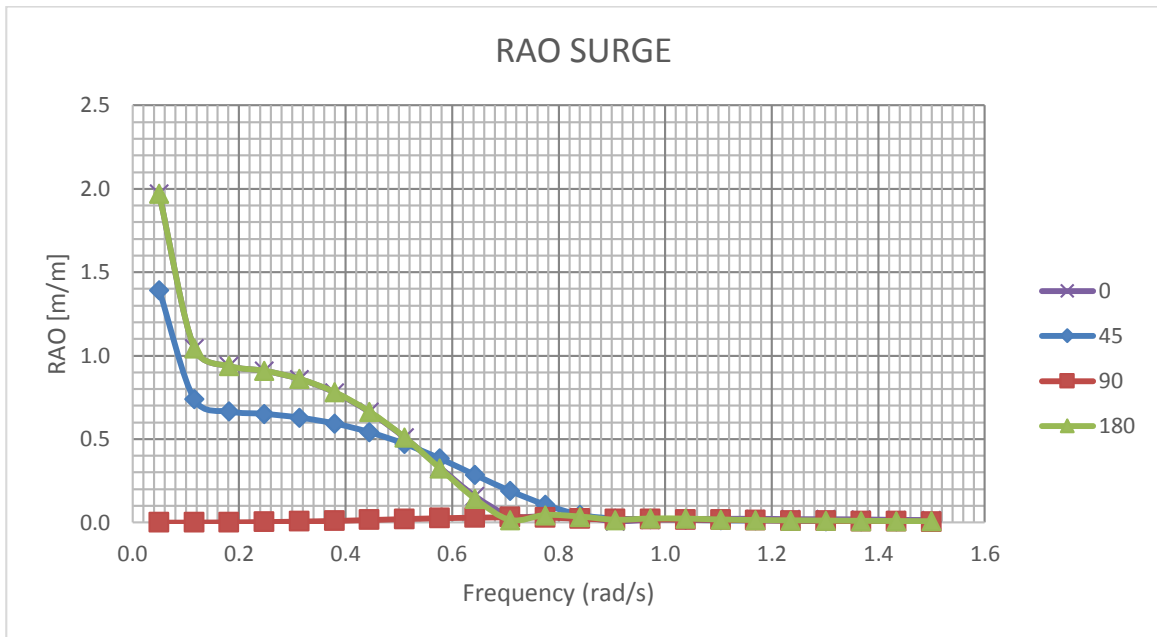


Gambar 4.13 Grafik RAO Yawing Kapal

Pada Gambar 4.13 merupakan hasil RAO yaw dari Jascon 18. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.577 rad/s sebesar 0.5288 deg/m arah gelombang 45°.

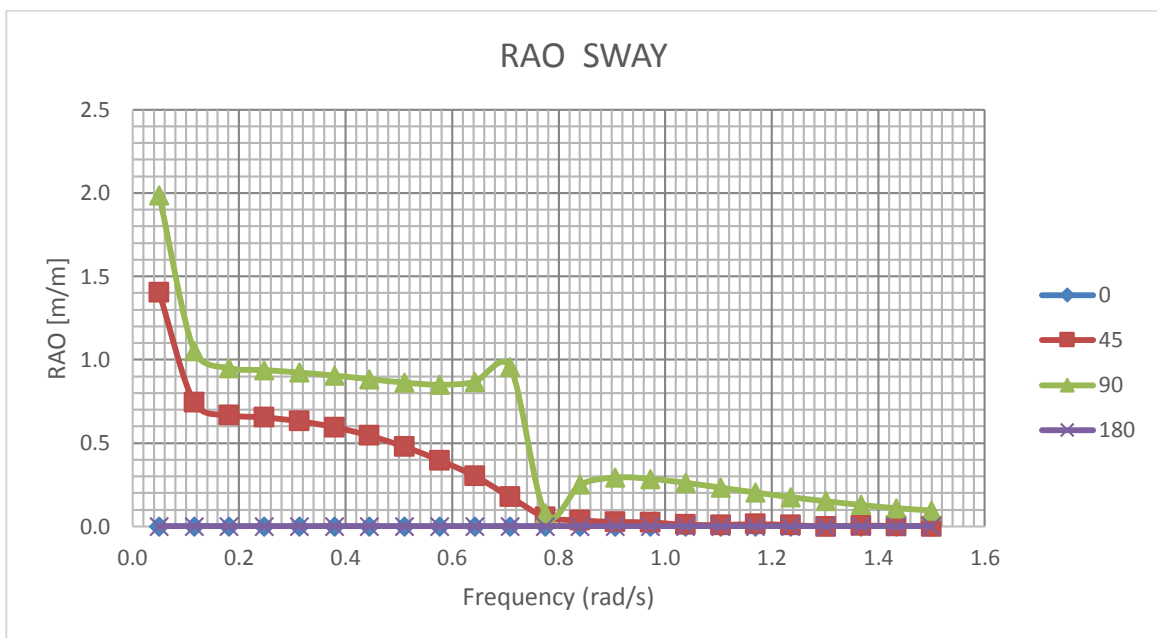
4.5.3.2 RAO Kapal Dengan Stinger

Pada bagian ini RAO diperoleh dari gerakan kapal dan stinger. Berikut hasilnya :



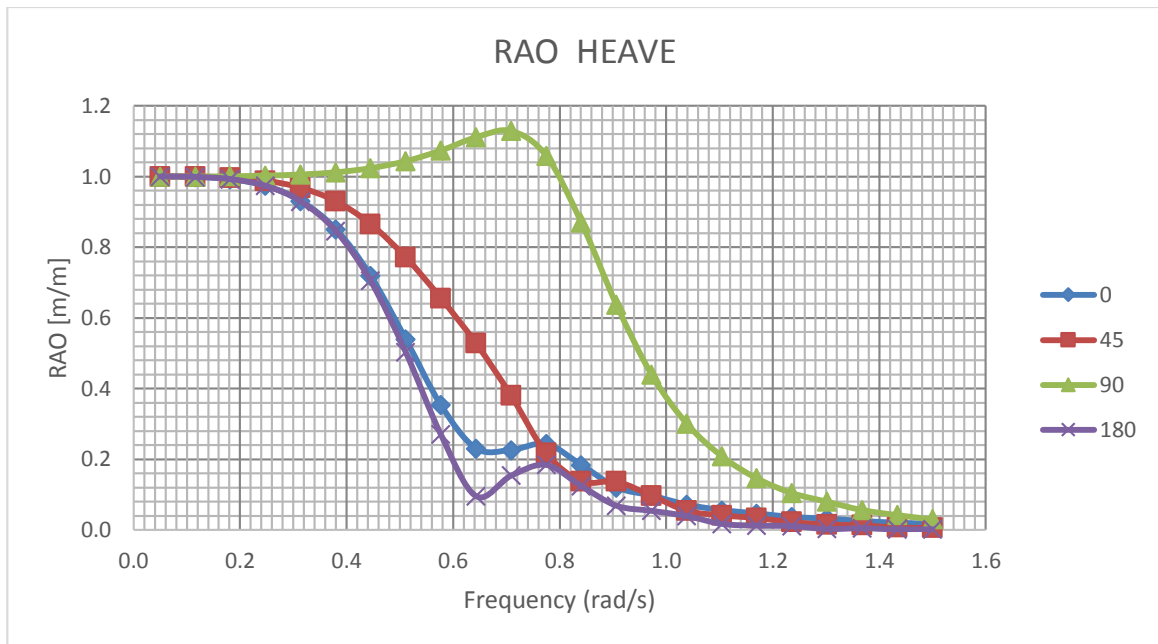
Gambar 4.14 Grafik RAO Surge Kapal dan Stinger

Pada Gambar 4.14 merupakan hasil RAO surge dari Jascn 18 dan Stinger. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.05 rad/s sebesar 1.97 m/m arah gelombang 0 dan 180. Diikuti amplitudo sebesar 1.39 m/m frekuensi 0.05 rad/s arah gelombang 45°.



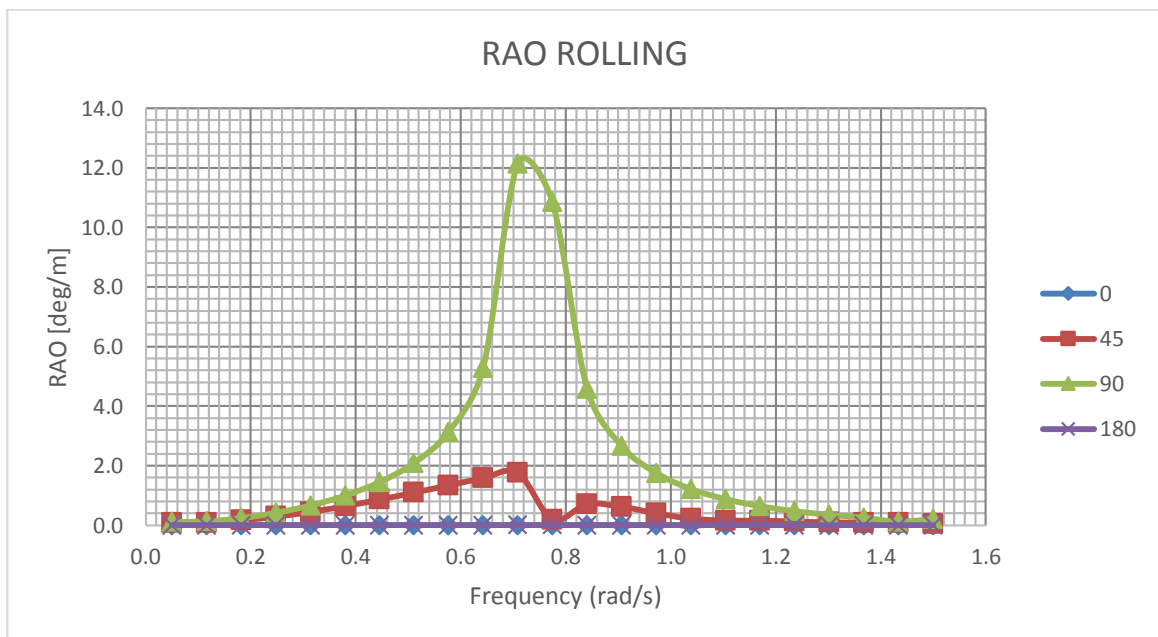
Gambar 4.15 Grafik RAO Sway Kapal dan Stinger

Pada Gambar 4.15 merupakan hasil RAO sway dari Jascon 18 dan Stinger. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.05 rad/s sebesar 1.985 m/m arah gelombang 90. Diikuti amplitudo sebesar 1.4 m/m frekuensi 0.05 rad/s arah gelombang 45°.



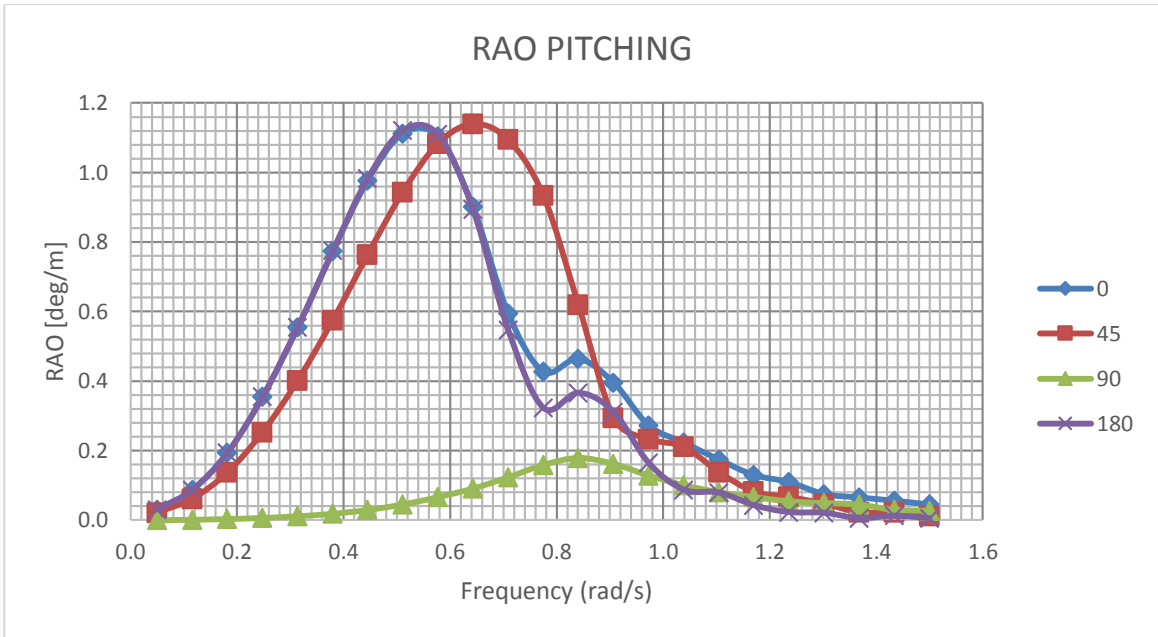
Gambar 4.16 Grafik RAO Heave Kapal dan Stinger

Pada Gambar 4.16 merupakan hasil RAO heave dari Jascon 18 dan Stinger. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.71 rad/s sebesar 1.129 m/m arah gelombang 90°.



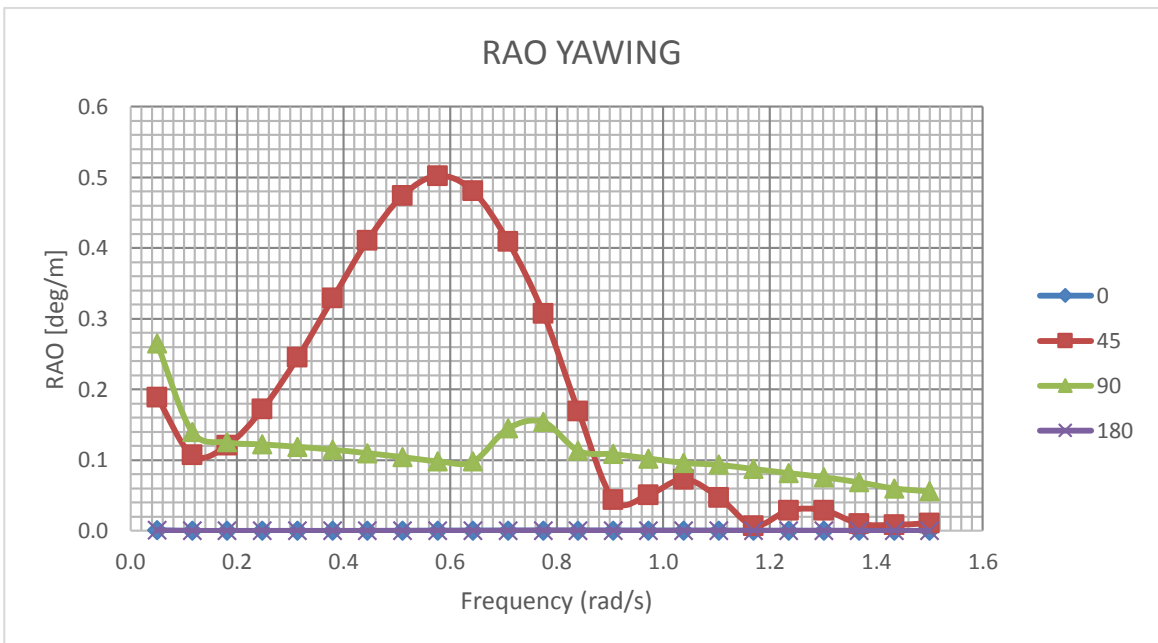
Gambar 4.17 Grafik RAO Roll Kapal dan Stinger

Pada Gambar 4.17 merupakan hasil RAO roll dari Jascon 18 dan Stinger. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.71 rad/s sebesar 12.1 deg/m arah gelombang 90°.



Gambar 4.18 Grafik RAO Pitch Kapal dan Stinger

Pada gambar 4.18 merupakan hasil RAO pitch dari Jascon 18 dan Stinger. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.64 rad/s sebesar 1.14 deg/m arah gelombang 45°. Kemudian diikuti amplitudo sebesar 1.11 deg/m dan 1.12 deg/m pada frekuensi 0.51 rad/s arah datang gelombang 0° dan 180°.

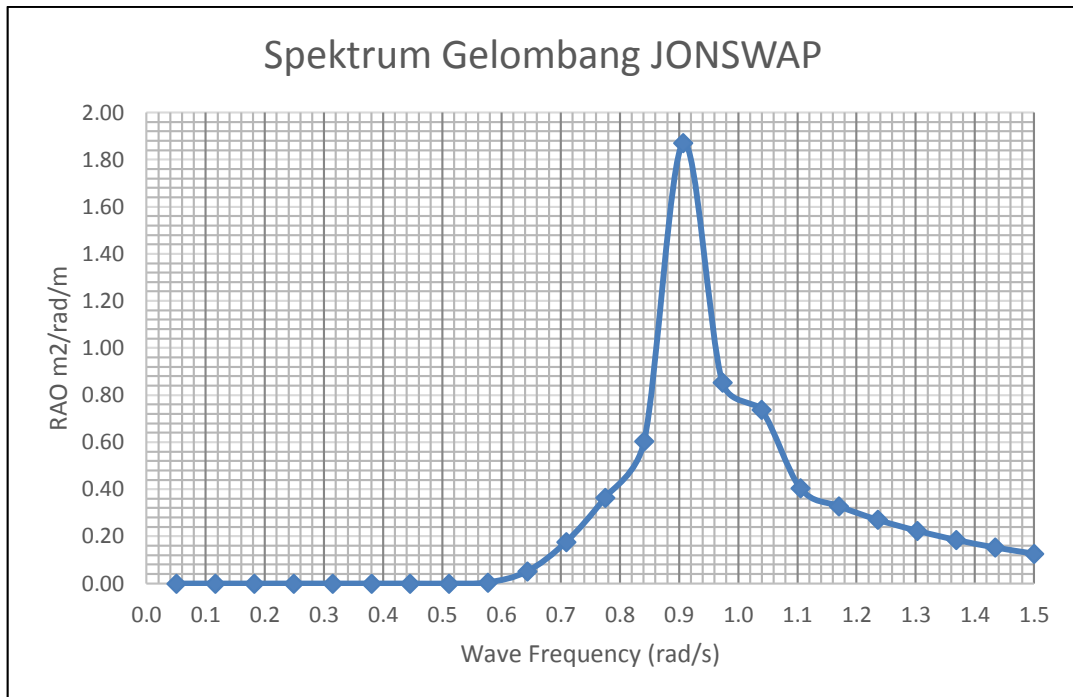


Gambar 4.19 Grafik RAO Yaw Kapal dan Stinger

Pada Gambar 4.19 merupakan hasil RAO yaw dari Jascon 18 dan Stinger. Memiliki amplitudo tertinggi pada frekuensi 0.577 rad/s sebesar 0.5 deg/m arah gelombang 45°.

4.5.4 Analisa Spektrum Gelombang

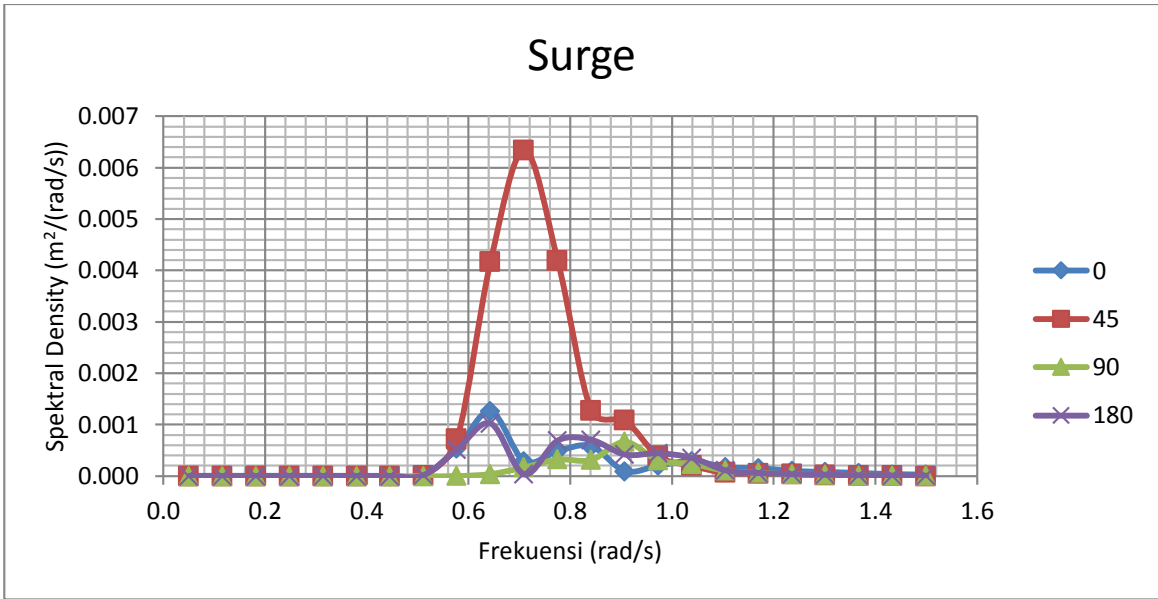
Perhitungan spektrum gelombang digunakan untuk menentukan respon gerakan dari barge pada gelombang acak. Jenis spektrum yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrum Jonswap. Gambar 4.20 merupakan grafik spektrum gelombang Jonswap dengan tinggi gelombang signifikan 2.62 m dan periode 6.8 s.



Gambar 4.20 Grafik spektrum gelombang jonswap

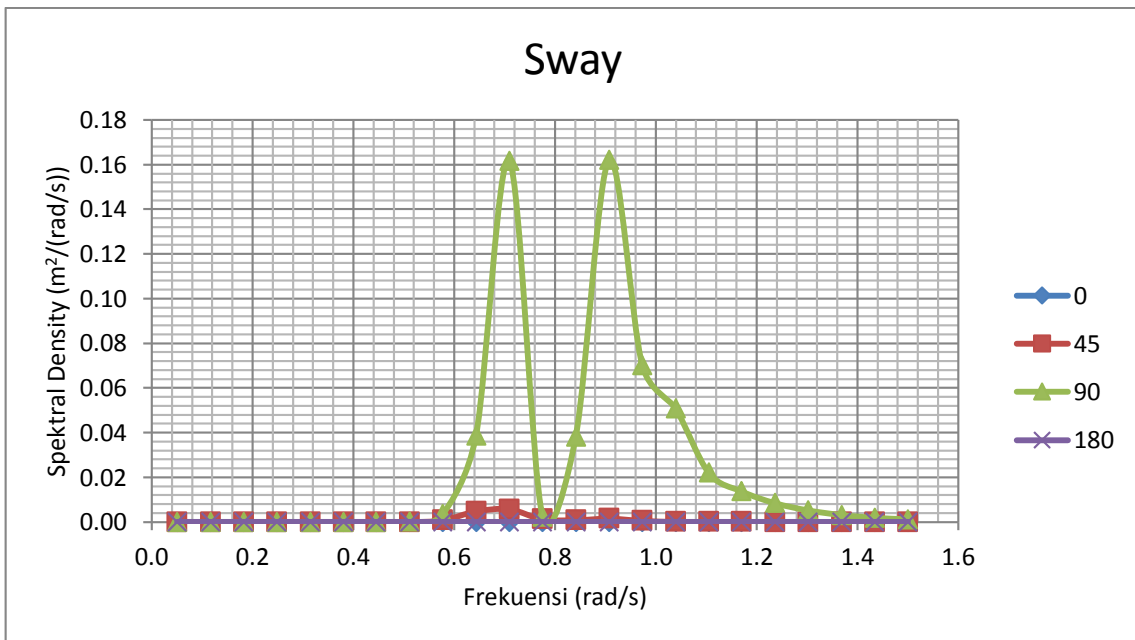
4.5.5 Analisa Spektrum Respon Jascon 18

Respon maksimum gerakan laybarge diperoleh dengan metode spektral yaitu dengan mengkalikan kuadrat RAO dengan spektrum gelombang. Untuk mendapatkan harga respon amplitudo gerakan *laybarge* signifikan maka menggunakan rumus $2\sqrt{m_0}$ dimana m_0 adalah luasan dibawah grafik spektrum respon. Dari spektrum gelombang dan RAO maka diperoleh spektrum respon. Spektrum respon pada H_s 2.62 m dan periode 6.8 s untuk spektrum respon surge, sway, heave, roll, pitch, dan yaw adalah sebagai berikut.



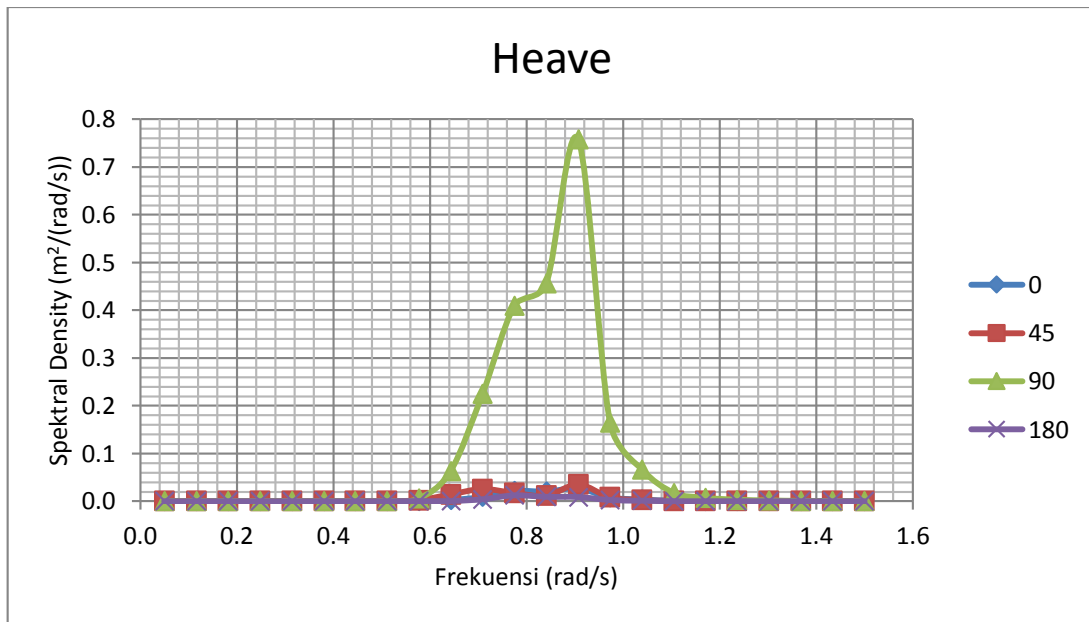
Gambar 4.21 Grafik spektrum respon surge

Pada Gambar 4.21 menunjukkan respon spektrum surge memiliki frekuensi tertinggi pada 0.7 rad/s sebesar 0.0064 m²/rad/s² arah gelombang 45° dan amplitudo signifikan surge untuk arah 0°, 45°, 90°, 180° yaitu 0.0344 m, 0.0706 m, 0.0255 m, 0.0352 m.



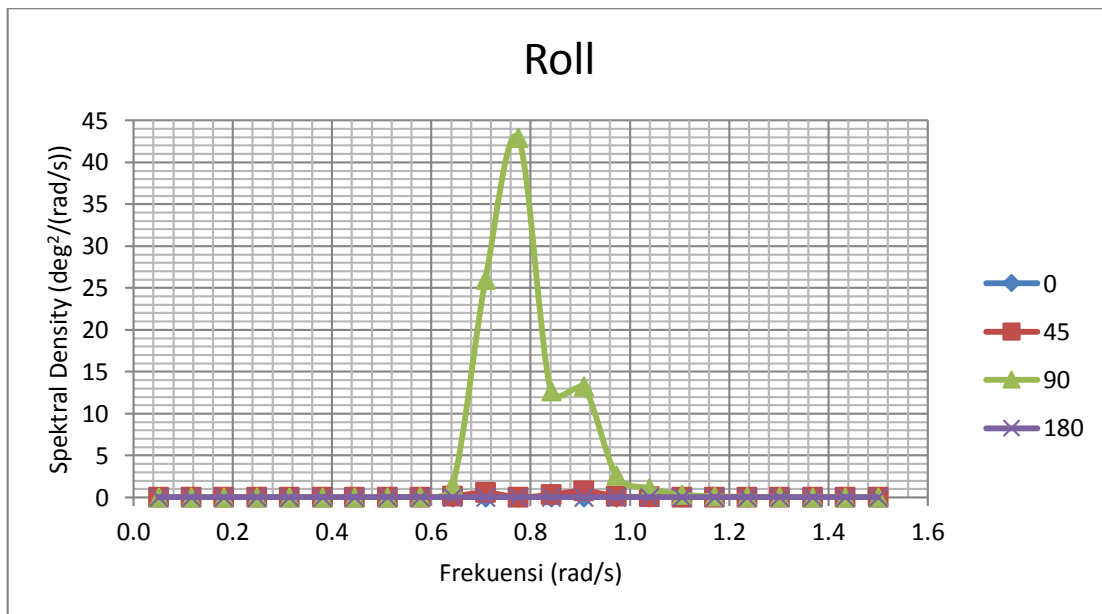
Gambar 4.22 Grafik spektrum respon sway

Pada Gambar 4.22 menunjukkan respon spektrum sway memiliki frekuensi tertinggi pada 0.7 rad/s dan 0.9 rad/s sebesar 0.16 m²/rad/s² arah gelombang 90° dan amplitudo signifikan sway untuk arah 0°, 45°, 90°, 180° yaitu 0.0004 m, 0.0638 m, 0.3884 m, 0.0005 m.



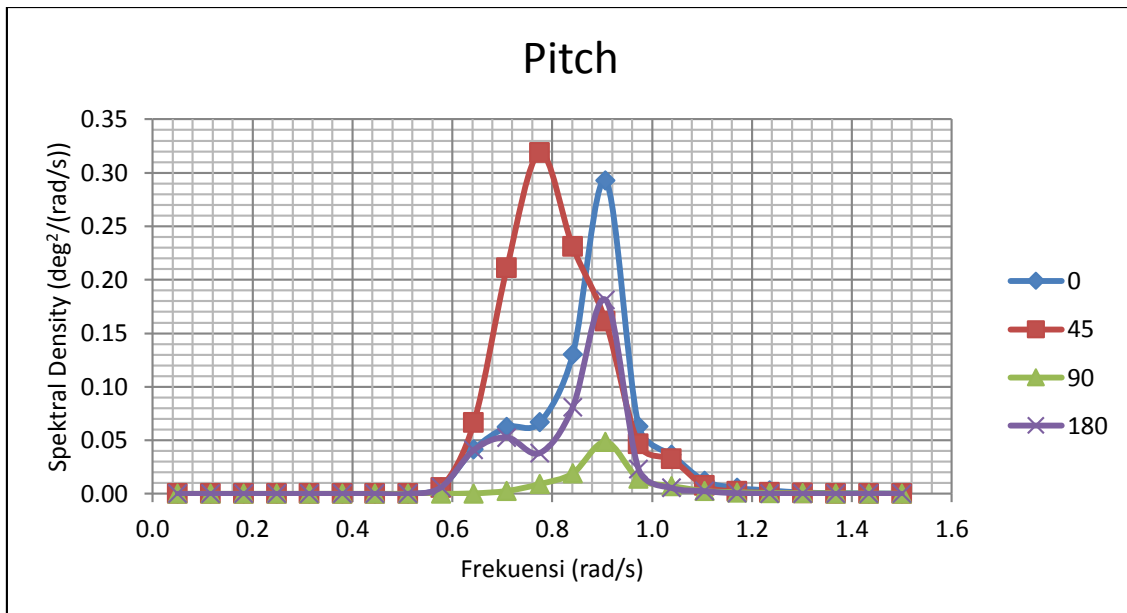
Gambar 4.23 Grafik spektrum respon heave

Pada Gambar 4.23 respon spektrum heave memiliki frekuensi tertinggi sebesar 0.76 $\text{m}^2/\text{rad}/\text{s}^2$ pada arah gelombang 90° dan amplitudo signifikan heave untuk arah 0° , 45° , 90° , 180° yaitu 0.1632 m, 0.1813 m, 0.7833 m, 0.1047 m.



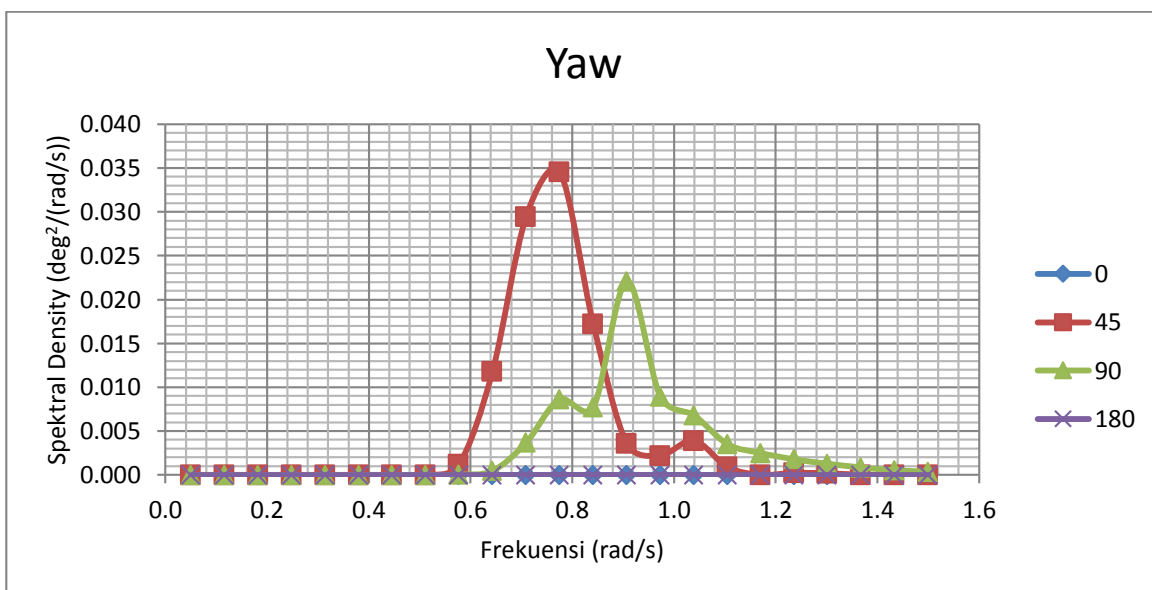
Gambar 4.24 Grafik spektrum respon roll

Pada Gambar 4.24 respon spektrum roll memiliki frekuensi tertinggi pada 0.76 rad/s sebesar 43 $\text{deg}^2/\text{rad}/\text{s}^2$ pada arah gelombang 90° dan amplitudo signifikan roll untuk arah 0° , 45° , 90° , 180° yaitu 0.0027 deg, 0.7124 deg, 5.2957 deg, 0.0050 deg.



Gambar 4.25 Grafik spektrum respon pitch

Pada Gambar 4.25 respon spektrum pitch memiliki frekuensi tertinggi pada 0.78 rad/s dan 0.9 rad/s sebesar 0.32 deg²/rad/s² dan 0.29 deg²/rad/s² pada arah gelombang 0° dan 45° dan amplitudo signifikan pitch untuk arah 0°, 45°, 90°, 180° yaitu 0.4535 deg, 0.5415 deg, 0.1756 deg, 0.3508 deg.



Gambar 4.26 Grafik spektrum respon yaw

Pada Gambar 4.26 respon spektrum yaw memiliki frekuensi tertinggi pada 0.78 rad/s sebesar 0.034 deg²/rad/s² pada arah gelombang 45°, dan amplitudo signifikan yaw untuk arah 0, 45, 90, 180 yaitu 0.0007 deg, 0.2063 deg, 0.1726 deg, 0.0006 deg.

Tabel 4.7 Respon amplitudo signifikan Jascon 18

Arah Gel.	motion in m			motion in degree		
	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
0	0.0344	0.0004	0.1632	0.0027	0.4535	0.0007
45	0.0706	0.0638	0.1813	0.7124	0.5415	0.2063
90	0.0255	0.3884	0.7833	5.2957	0.1756	0.1726
180	0.0352	0.0005	0.1047	0.0050	0.3508	0.0006

Tabel 4.8 diatas menjelaskan respon gerakan Jascon 18 masih dalam kondisi yang aman untuk pengoperasian untuk seluruh arah pembebanan gelombang signifikan 2.62 m dan periode 6.8 s. Gerakan barge sangat berpengaruh pada instalasi pipa dimana semakin besar gerakan yang terjadi maka tegangan kerja yang diterima stinger lebih besar.

4.5.6 Percepatan

Menggunakan bantuan software Maxsurf diperoleh percepatan dari kapal. Tabel 4.9 menunjukkan hasil percepatan signifikan yang diperoleh barge pada setiap arah dan gerakan. Percepatan kapal akan memberikan pember

Tabel 4.8 Percepatan signifikan barge

Arah Gel.	motion in m/s ²			motion in rad/s ²		
	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
0	0.0300	0.0000	0.1050	0.0000	0.0052	0.0000
45	0.0420	0.0360	0.1090	0.0126	0.0062	0.0016
90	0.0400	0.3560	0.5520	0.0608	0.0017	0.0028
180	0.0280	0.0000	0.0790	0.0000	0.0034	0.0000

4.6 Pembebanan Pada Stinger

Beban yang diterima oleh stinger dapat memunculkan kemungkinan kegagalan dalam pengoperasiannya. Beban yang diterima stinger seperti beban struktur, beban pipa yang ditopang, dan beban percepatan barge. Untuk penjelasannya sebagai berikut.

4.6.1 Kemampuan Pipeline

Dalam instalasi pipa tingkat keberhasilan dari instalasi sangat ditentukan dari perpindahan yang mulus dari barge ke *seabed*. Salah satu kunci penentu keberhasilan instalasi adalah sudut stinger. Sudut dari stinger tersebut akan menentukan *stress* pada

pipa di daerah *overbend*. *Overbend region* merupakan daerah diantara tensioner di *barge deck* hingga *lift off point* ketika pipa tidak lagi di *support* oleh stinger. *Overbend radius of curvature* dipilih sehingga maksimum *axial bending stress* pada pipa tidak melebihi 87% dari *specified yield stress (SMYS)*. Hasil dari perhitungan sudut dan tegangan axial stinger pada penelitian ini diperoleh sebagai berikut.

Tabel 4.9 Tegangan pipa instalasi yang diijinkan

Pipa 42 in, Grade X65					
E	=	3.0E+04	ksi	2.07.E+11	N/m ²
D	=	42	in	1.0668	m
<i>f</i> d	=	0.85			
σ_y	=	448	MPa		
Rcv	=	289.73	meter		
σ	=	380.8	MPa		
87% SMYS	=	389.76	MPa		

Pipa dikatakan aman apabila tegangan *axial bending* pada daerah *overbend* lebih kecil dari 87 % SMYS. Dapat disimpulkan bahwa pipa akan didesain dengan kelengkungan kurang dari sama dengan 289.73 meter, sehingga pipa dikatakan aman untuk di instalasi pada kedalaman yang diinginkan.

4.6.2 Perhitungan Beban Pipeline

Dalam analisa keandalan stringer saat instalasi, hal yang pasti diperhitungkan adalah beban oleh pipa yang diinstalasi tersebut. Semakin dalam pipa yang diinstalasi maka akan semakin besar beban yang diterima oleh struktur stinger. Dalam penelitian ini dilakukan instalasi pada kedalaman 1000m, berikut hasil perhitungan beban yang akan diterima stinger pada setiap rollerboxnya. Dengan asumsi bahwa tiap rollerbox menerima beban pipa saat instalasi yang sama besar.

Tabel 4.10 Beban pipa pada stinger

Jenis	Nilai	Satuan
Berat pipa tiap meter	572.24	kg/m
Gaya apung pipa tiap meter	74.72	kg/m
Panjang pipa yang ditumpu	1065.2	m
Berat total	529965.1231	kg
Jumlah rollerbox	17	buah
Berat tiap rollerbox	31174.42	kg

4.6.3 Pembebanan Akibat Percepatan

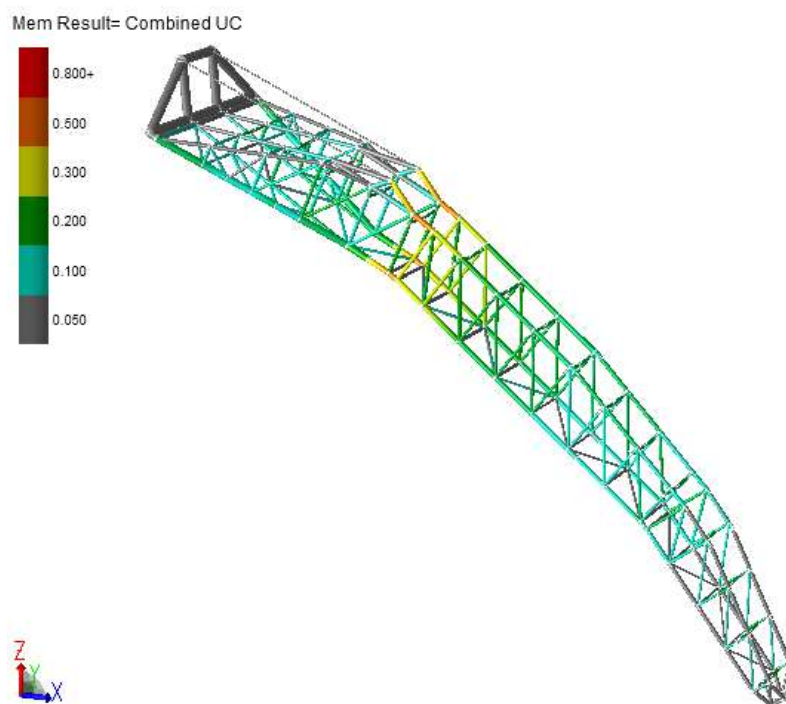
Dalam analisa tugas akhir ini gerakan kapal yang mempengaruhi kekuatan struktur stinger sangat diperhatikan. Beban akibat gerakan dapat berupa gerakan transional maupun rotasional dalam bentuk percepatan. Pada permasalahan tugas akhir ini akan dilakukan analisa tiap gerakan, gabungan, maupun 3 gerakan 6 derajat kebebasan. Dalam menyelesaikan permasalahan ini, digunakan software SACS sebagai perangkat lunak pembantu. Pada software SACS digunakan analisa *tow loading* dengan memasukkan percepatan tiap gerakan. Arah datang gelombang adalah 90

4.6.3.1 Tiap Gerakan Laybarge

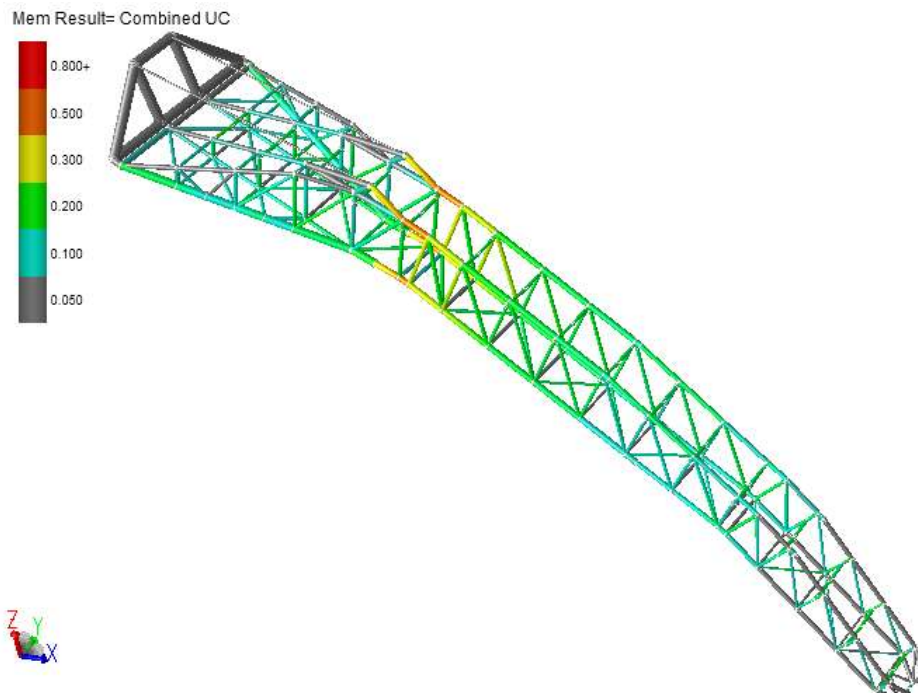
Pembebanan berat akibat gerakan barge dari tiap gerakan dilakukan bertujuan untuk mengetahui gerakan mana yang paling berpengaruh pada stinger. Tabel 4.11 menunjukkan penamaan arah pembebanan dari tiap gerakan barge.

Tabel 4.11 Penamaan beban akibat gerakan laybarge

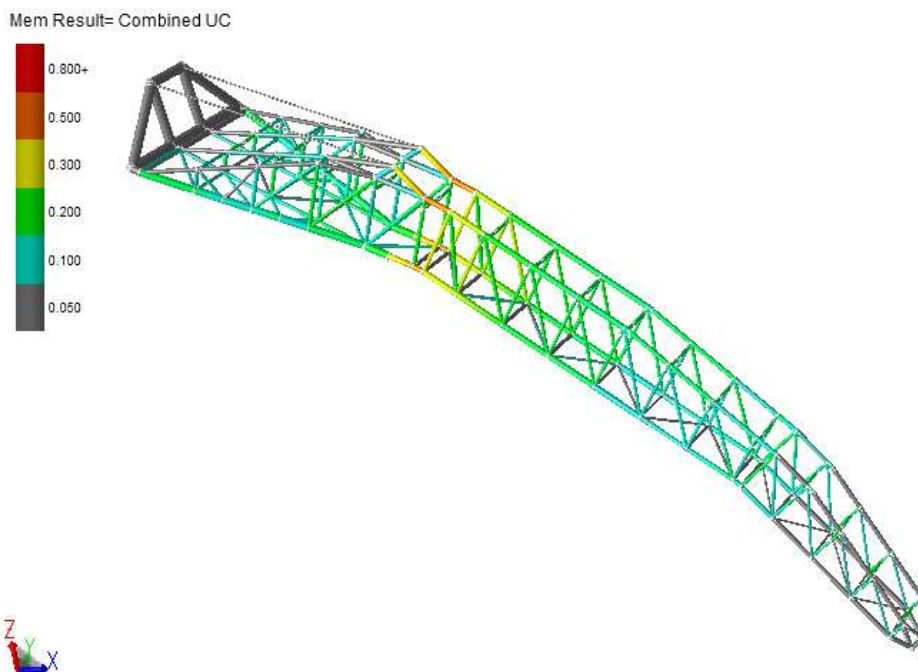
Gerakan	Load ID	Gerakan	Load ID
Heave positif	+H	Roll positif	+R
Heave negatif	-H	Roll negatif	-R
Surge positif	+S	Pitch positif	+P
Surge negatif	-S	Pitch negatif	-P
Sway positif	+W	Yaw positif	+Y
Sway negatif	-W	Yaw negatif	-Y



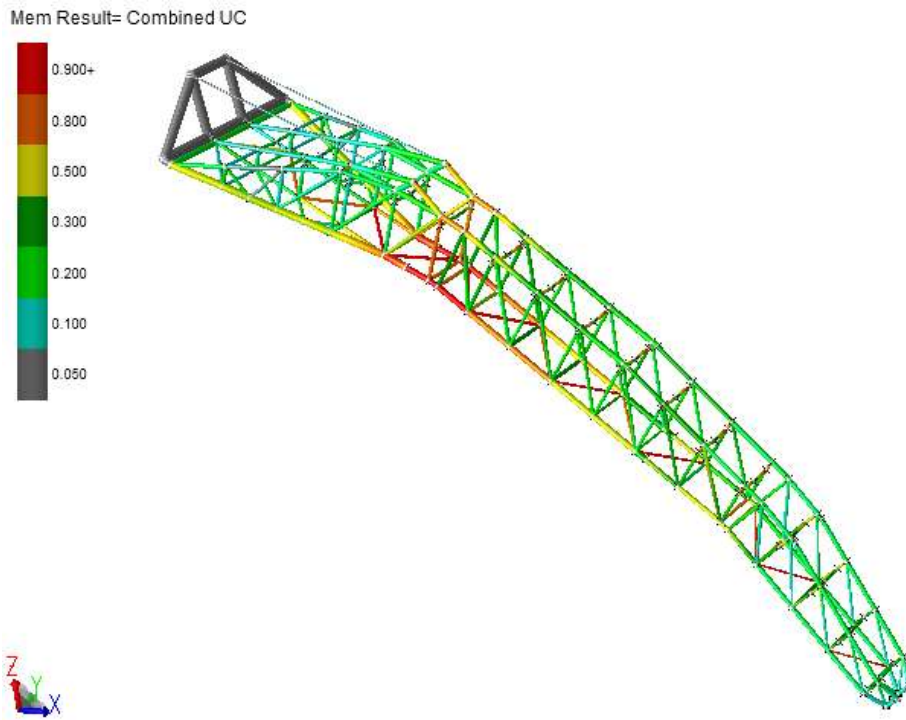
Gambar 4.27 Hasil running gerakan Surge



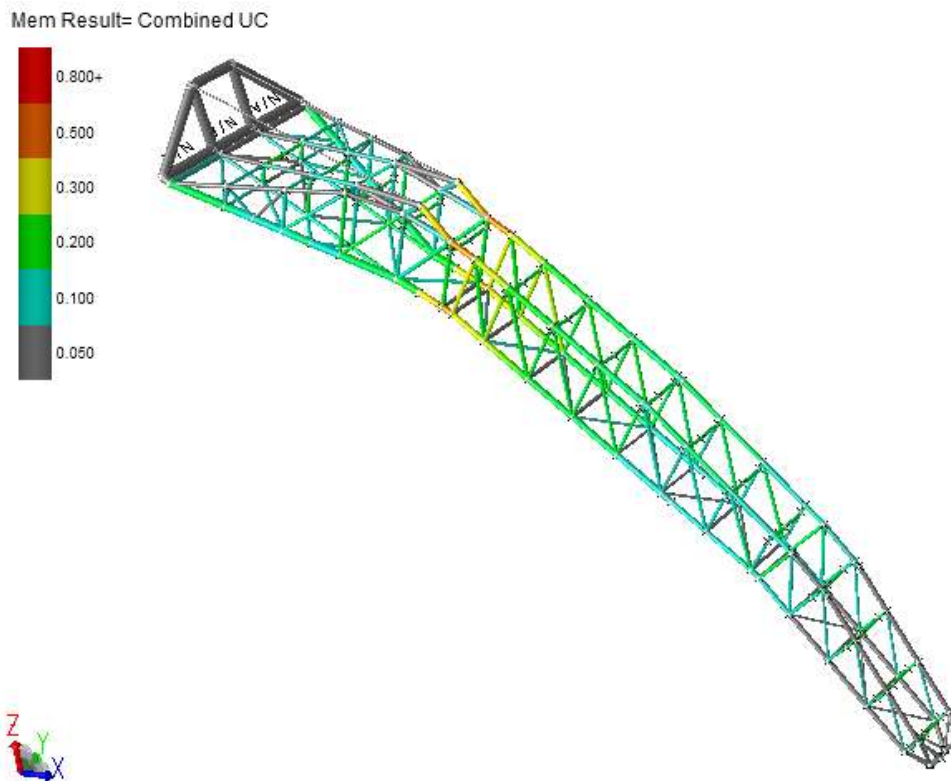
Gambar 4.28 Hasil running gerakan Sway



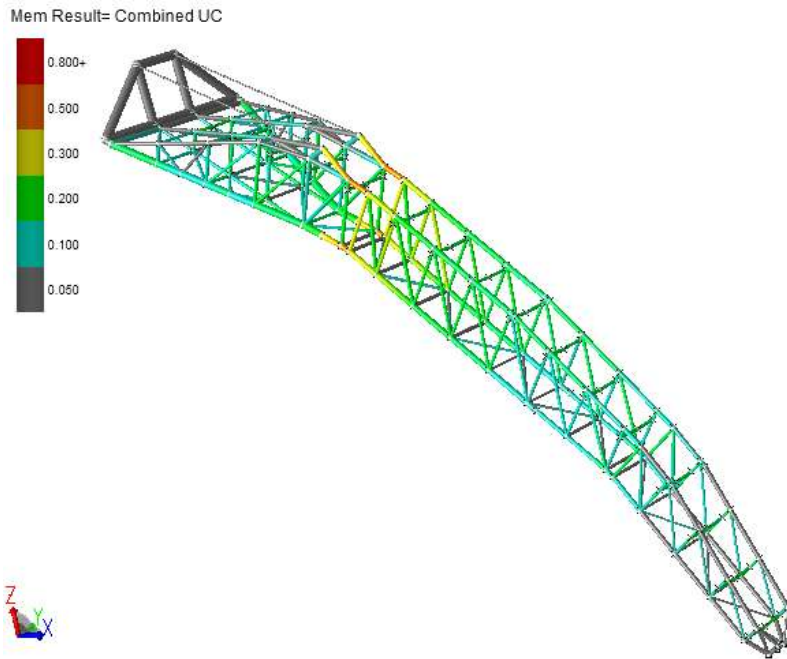
Gambar 4.29 Hasil running gerakan Heave



Gambar 4.30 Hasil running gerakan Roll



Gambar 4.31 Hasil running gerakan Pitch



Gambar 4.32 Hasil running gerakan Yaw

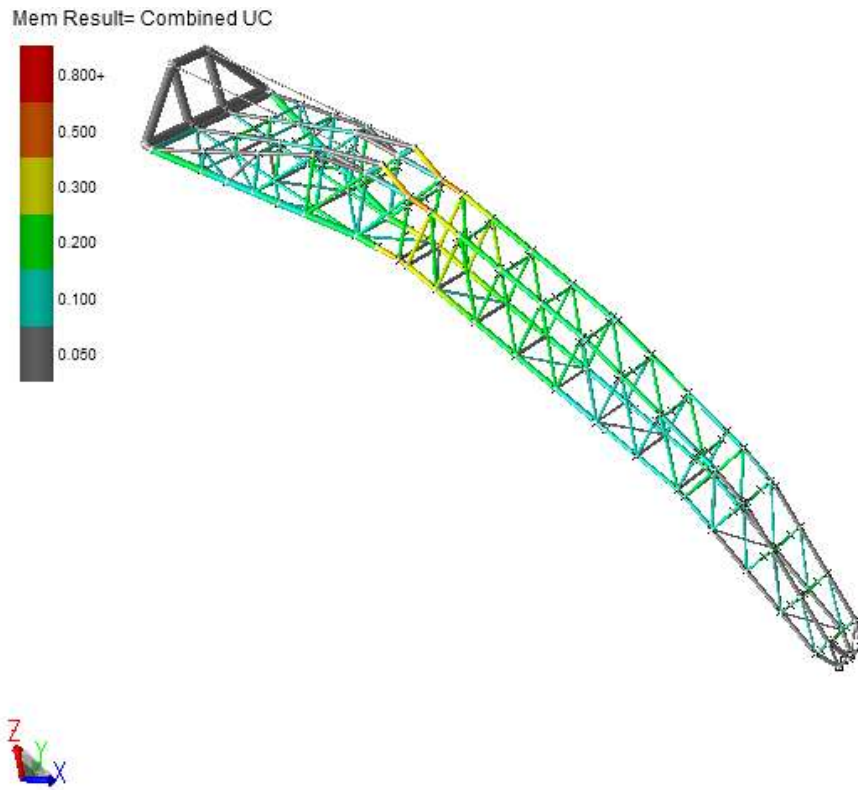
Hasil pada gerakan murni secara keseluruhan sama. Percepatannya sedikit berpengaruh pada kekuatan stinger. Berdasarkan percepatan terbesar dari arah 90 derajat, maka pembebanan berikutnya akan dilakukan hanya pada arah 90 derajat. Gerakan yang berpengaruh besar pada gerakan ini adalah Heave, Roll, dan Pitch (lampiran).

4.6.3.2 Couple 2 Gerakan Laybarge

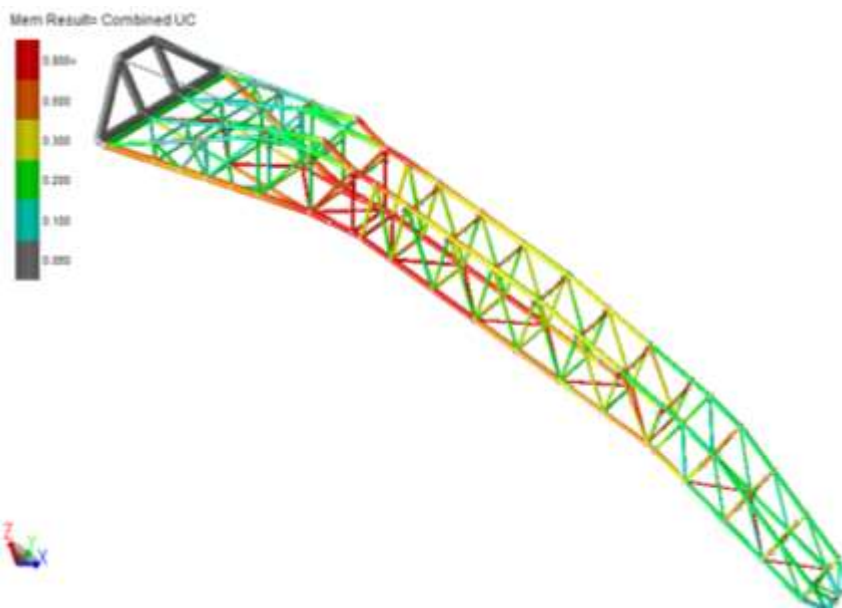
Pembebanan berat akibat gerakan barge dari gerakan couple adalah penggabungan gerakan single yang dibahas sebelumnya. Tabel 4.12 menunjukkan arah pembebanan dari couple 2 gerakan barge.

Tabel 4.12 Kombinasi beban akibat 2 gerakan couple laybarge

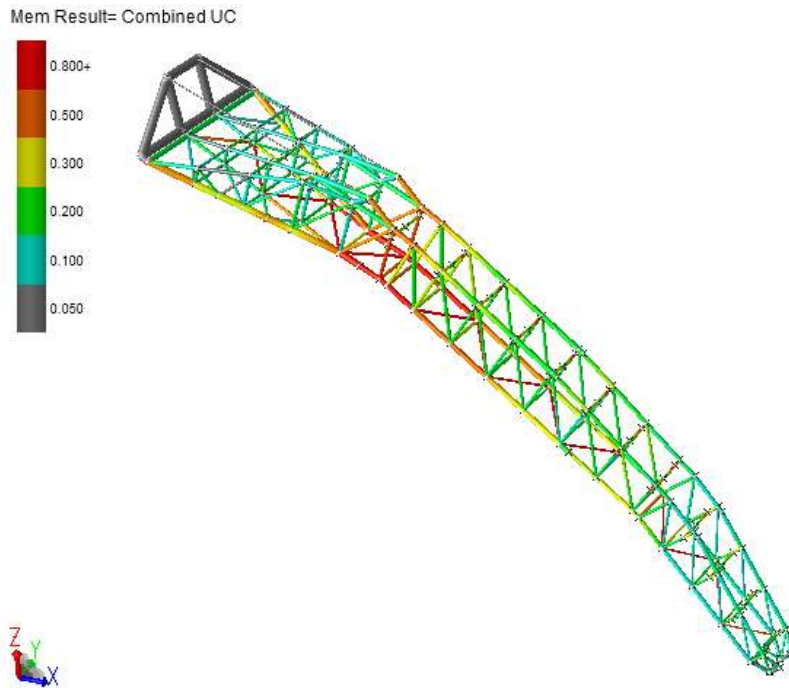
Gerakan	Load Comb.
Heave dan Pitch	+H +P
	+H -P
	-H +P
	-H -P
Heave dan Roll	+H +R
	+H -R
	-H +R
	-H -R
Roll dan Pitch	+R +P
	+R -P
	-R +P
	-R -P



Gambar 4.33 Hasil running gerakan Heave dan Pitch



Gambar 4.34 Hasil running gerakan Heave dan Roll



Gambar 4.35 Hasil running gerakan Roll dan Pitch

Hasil pada gerakan couple 2 gerakan memiliki beberapa perbedaan yang terjadi (lampiran). Percepatannya sedikit berpengaruh pada kekuatan stinger.

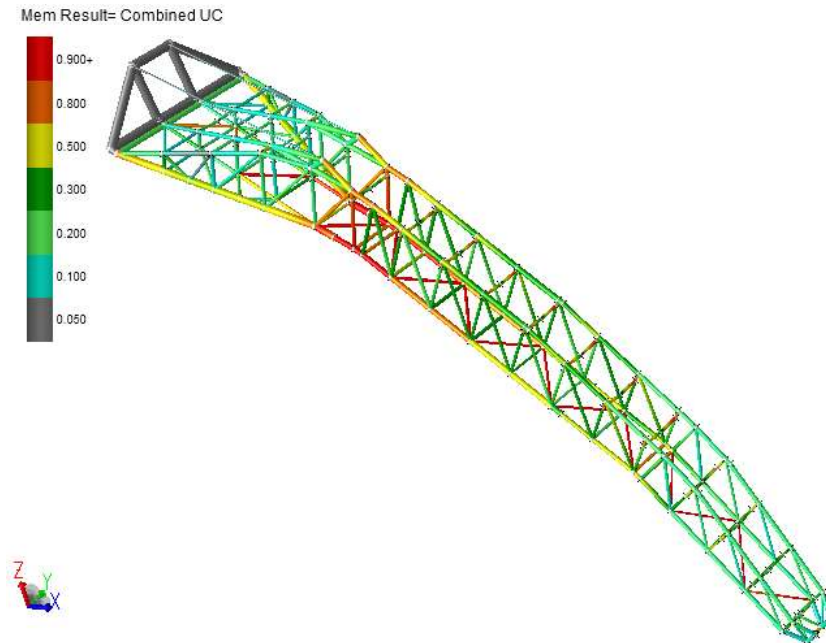
4.6.3.3 Couple 3 Gerakan Laybarge

Pembebanan couple 3 gerakan laybarge adalah penggabungan 3 gerakan secara bersamaan.

Tabel 4.13 menunjukkan kombinasi pembebanan dari couple 3 gerakan barge.

Tabel 4.13 Kombinasi beban akibat 3 gerakan couple laybarge

Gerakan	Load Comb.
Heave, Roll, dan Pitch	+H +R +P
	+H +R -P
	+H -R +P
	+H -R -P
	-H +R +P
	-H +R -P
	-H -R +P
	-H -R -P



Gambar 4.36 Hasil running gerakan Heave, Roll, dan Pitch

Dari hasil runningan diperoleh besarnya tegangan yang terjadi pada member-member stinger saat dikenakan beban percepatan dan lingkungan. Tabel 4.14 menunjukkan besarnya nilai tegangan yang terjadi pada member kritis stinger akibat beban instalasi dan percepatan couple 3 gerakan.

Tabel 4.14 Member kritis pada Stinger

Membar	Axial	Bending Y	Bending Z	Shear Y	Shear Z
0015-0049	21.31	13.2	8.57	5.61	0.14

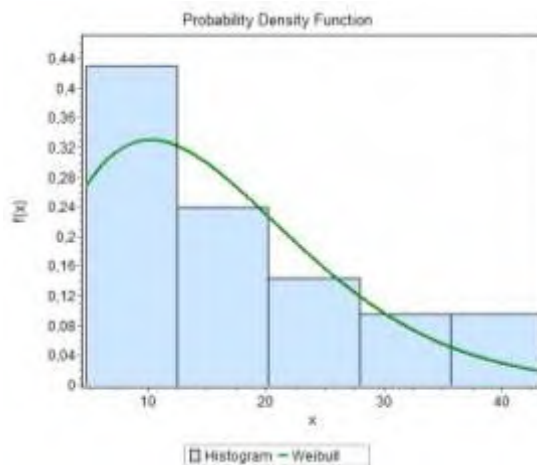
4.7 Hasil Distribusi Tegangan

Berdasarkan hasil tegangan member kritis yang telah diketahui pada pembahasan sebelumnya, member 0015-0049 dijadikan acuan sebagai member kritis yang akan menyebabkan kegagalan struktur stinger. Untuk mendapatkan distribusi dari member tersebut, dilakukanlah variasi percepatan gerakan kapal. Pada penelitian ini dilakukan 21 variasi percepatan yang diperoleh dari perbedaan tinggi signifikan dan periode pada gelombang JONSWAP. Gerakan yang diperhitungkan adalah heave, roll, dan pitch (lampiran). Tabel 4.15 dibawah ini menunjukkan hasil tegangan yang diperoleh dari dilakukannya variasi percepatan kapal. Tegangan yang digunakan adalah tegangan gabungan atau disebut Von Mises.

Tabel 4.15 Hasil tegangan dari varisai percepatan

No	Menber	Axial	Bending Y	Bending Z	Shear Y	Shear Z	Von Mises
1	0015-0049	21.31	13.2	8.57	5.61	0.14	14.81
2	0015-0049	5.16	6.71	1.17	2.68	0.05	6.79
3	0015-0049	5.16	6.71	1.17	2.68	0.05	6.79
4	0015-0049	5.16	6.71	1.17	2.68	0.05	6.79
5	0015-0049	6.85	4.41	2.79	1.88	0.04	4.81
6	0015-0049	5.16	6.71	1.17	2.68	0.05	6.79
7	0015-0049	11.43	7.12	4.61	3.03	0.07	7.95
8	0015-0049	18.69	11.98	7.6	5.1	0.12	13.10
9	0015-0049	20.56	13.25	8.37	5.64	0.13	14.44
10	0015-0049	9.81	5.83	3.89	2.48	0.06	6.77
11	0015-0049	19.07	11.86	7.68	5.04	0.12	13.26
12	0015-0049	31.19	19.97	12.67	8.5	0.2	21.86
13	0015-0049	34.3	22.09	13.96	9.4	0.22	24.08
14	0015-0049	13.7	8.16	5.44	3.47	0.09	9.45
15	0015-0049	26.72	16.64	10.76	7.08	0.17	18.60
16	0015-0049	43.66	27.98	17.75	11.91	0.28	30.61
17	0015-0049	48.01	30.94	19.55	13.17	0.31	33.71
18	0015-0049	17.58	10.45	6.97	4.44	0.12	12.12
19	0015-0049	34.34	21.38	13.83	9.1	0.22	23.90
20	0015-0049	56.12	35.95	22.81	15.3	0.36	39.33
21	0015-0049	61.71	39.75	25.13	16.92	0.4	43.32

Penentuan distribusi dilakukan dengan menggunakan *software statistic* “Easyfit”. Dari data tegangan yang sudah didapatkan, maka tegangan tersebut dijadikan sebagai masukan untuk mendapatkan dan penentuan distribusi mana yang akan digunakan untuk menyelesaikan dan menghasilkan nilai tegangan aktual struktur. Gambar 4.37 menunjukkan hasil distribusi yang cocok pada perhitungan tegangan aktual stinger.



Gambar 4.37 Fit distribusi Probability Density function

Hasil histogram dan grafik yang ada, dapat didekati dengan distribusi Weibull. Sumbu X pada grafik diatas menunjukkan nilai tegangan yang diperoleh sebagai data masukan, sedangkan pada sumbu Y menunjukkan nilai probabilitas yang keluar pada setiap nilai tegangan yang ada. Sehingga diperoleh variabel acak yang digunakan pada penelitian ini adalah tegangan Von Mises (Tabel 4.16).

Tabel 4.16 Variabel acak yang digunakan

Variabel	Distribusi		Jenis
	α	β	Distribusi
Von Mises (Ksi)	18	1.6481	Weibull

Statistic	Value
Sample Size	21
Range	38,507
Mean	17,108
Variance	132,65
Std. Deviation	11,518
Coef. of Variation	0,67324
Std. Error	2,5133
Skewness	1,0101
Excess Kurtosis	0,02785

Percentile	Value
Min	4,8103
5%	5,0059
10%	6,7707
25% (Q1)	6,7869
50% (Median)	13,261
75% (Q3)	23,99
90%	38,209
95%	42,919
Max	43,317

4.8 Perumusan Moda Kegagalan

Penentuan moda kegagalan merupakan unsur penting dalam melakukan analisis keandalan suatu struktur. Pada analisis keandalan kondisi SLS (*serviceable limit state*), moda kegagalan yang akan ditinjau karena tegangan maksimal. Jadi stinger dikatakan gagal apabila tegangan yang terjadi pada stinger melebihi tegangan ijin. Persamaan 4.6 merupakan persamaan moda kegagalan yang digunakan pada penelitian ini.

$$\sigma_{ijin} - \sigma_{\text{Von Mises}} \geq 1 \quad (4.6)$$

Dimana :

α Von Mises : tegangan actual

α ijin : tegangan maksimal material

Dari moda kegagalan tersebut dapat diajadikan acuan, apabila nilai tegangan ijin dikurang dengan tegangan von mises bernilai negatif dan atau kurang dari satu maka status keandalan strukturnya bisa dikatakan gagal. Berlaku sebaliknya, jika tegangan ijin dikurang dengan tegangan von mises bernilai lebih dari sama dengan 1, maka status keandalan strukturnya bisa dikatakann sukses.

4.9 Hasil Keandalan Stinger

Setelah dilakukan simulasi dengan bantuan Microsoft Excel, akan diketahui keandalan struktur stinger pada masing-masing jumlah simulasi. Dalam menentukan keandalan struktur stinger ini dilakukan simulasi dari 100, 500, 1000, 3000, dan 10000 kali. Simulasi ini dilakukan agar mendapatkan data yang valid dan mendapatkan keandalan struktur yang benar-benar sesuai dengan apa yang terjadi sesungguhnya.

Angka acak atau RNG didapatkan secara manual dari Microsoft Excel dan nilainya tidak sama antara satu nilai dengan nilai yang lain. Maka dari itu tidak ada nilai tegangan von mises yang memiliki hasil yang sama dalam simulasi Monte Carlo. Tabel 4.17 berikut ini menunjukkan hasil keandalan struktur stinger pada tiap jumlah simulasi Monte Carlo.

Tabel 4.17 Hasil keandalan struktur stinger

Jumlah Simulasi	Berhasil	Gagal	Pof	Keandalan
100	98	2	0.020	0.980
500	493	7	0.014	0.986
1000	983	17	0.017	0.983
3000	2946	54	0.018	0.982
10000	9810	190	0.019	0.981

Berdasarkan analisis dan perhitungan keandalan yang telah dilakukan, didapatkan hasil struktur stinger memiliki keandalan sekitara 0.980 sampai 0.986 untuk 100 sampai 10000 kali simulasi.

LAMPARAN

LAMPIRAN A
Data JASCON 18

DP3 Deepwater Pipelay Construction vessel

JASCON 18





DP3 Deepwater Pipelay Construction vessel

Jascon 18 with its twin-working decks is the deepwater flagship of the Group's DP3 offshore construction vessel fleet. This vessel is built according to the group's hybrid design philosophy and capable of performing a wide variety of marine construction and pipelay tasks in both ultra deepwater and continental shelf environments.

General

Classification

- ABS X AI Vessel , AMS, DPS-3, CRC, HELIDK, UWILD, Unrestricted Service, GP

SPS code 2008

- Flag Gibraltar
- Call sign TBA
- IMO number 8770261
- UNDER CONSTRUCTION

Principal Dimensions

■ Length overall	150.00 m
■ Breadth	36.80 m
■ Extreme breadth (bridge wings)	38.00 m
■ Depth	15.10 m
■ Draft (max)	6.80 m

■ Draft (max) including retr. thrusters	10.60 m
■ Gross tonnage (prelim)	25336 t
■ Net tonnage	7600 t
■ Deadweight (summer)	11890 t
■ Displacement (summer)	30146 t

CRaNaGe

- Main crane (Huisman Itrec)
1800 mTon @ 27 m
- Main hoist revolving 1200 mTon @ 33 m
- Auxiliary hoist
600 mTon @ 29 m, 300 mTon @ 59 m
- Whip hoist 100 mTon @ 82 m

Heave compensated auxiliary hoist

- Underwater capacity
300 mTon @ 3000 m
- Auxiliary deck crane
2 x Pedestal type, 40 Ton @ 40 m, make TTS

DeCK sPaCe

Approx. 1800 m²

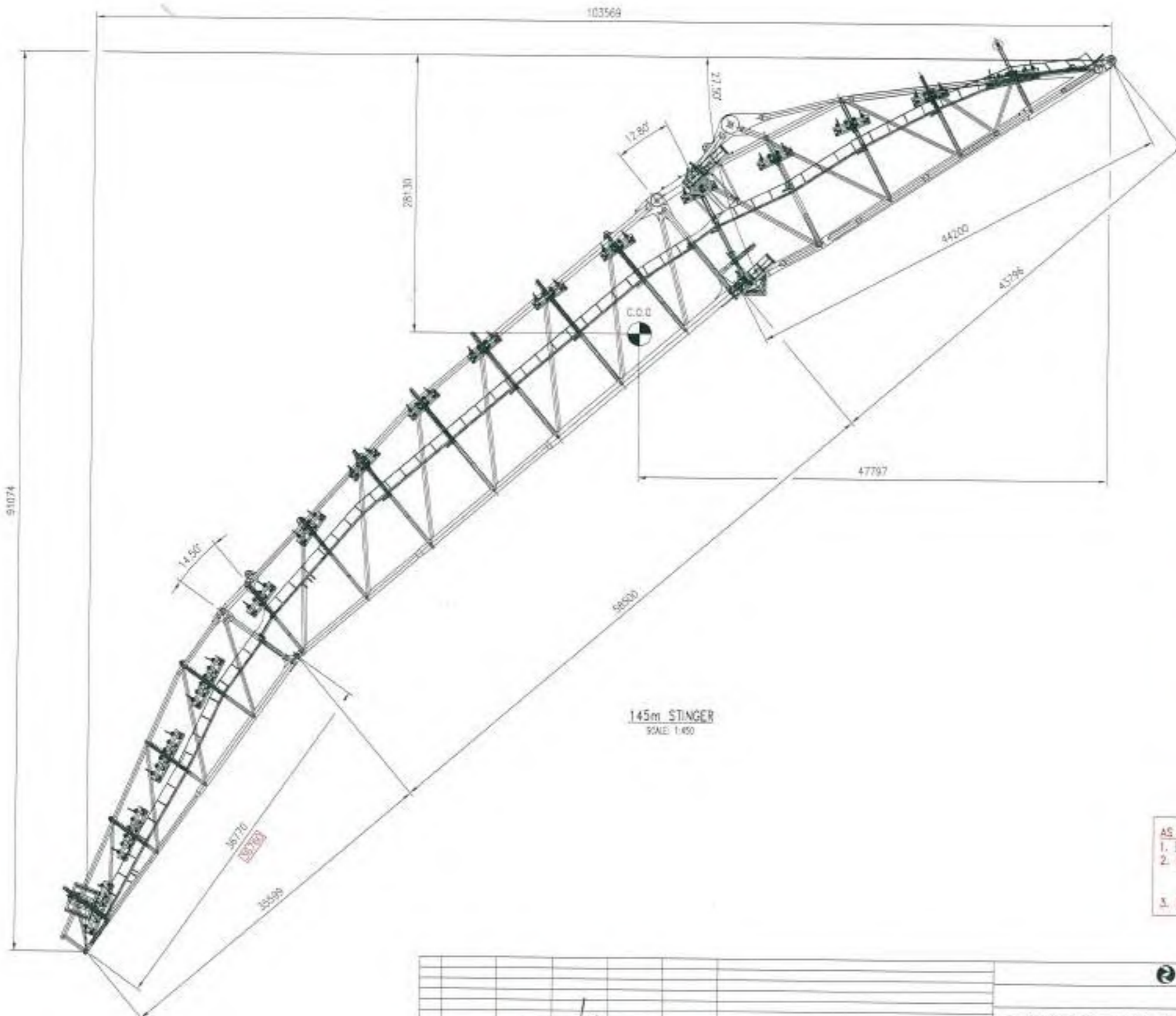
DeCK 10aD

5 t / m²

CaPaCities

■ Fuel oil (storage)	3562 m ³
■ Fuel day tank (total)	396 m ³
■ Fuel overflow	325 m ³
■ Lube oil	198 m ³
■ Fresh water (potable)	2540 m ³
■ Ballast water	10943 m ³
■ Sludge oil	79 m ³
■ Dirty oil	20 m ³
■ Black / Grey water	568 m ³
■ Bilge water	99 m ³

LAMPIRAN B
General Arrangement Stinger



AS BUILT
DATE: 21/12/15

Checked by: QA/QC Dept
Signature: [Signature]
Name: [Name]
PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING

AS BUILT NOTES:

- ACTUAL DIMENSION ARE IN mm U.N.O
- REFERENCE TO DC REPORT :- DC-SEC1-MISC-001 Rev.0
- DC-SEC2-002 Rev.0
- DC-SEC3-002 Rev.0
- REFER TO DWG. NO. A098-XO-DS-008 Rev.3 FOR TOLERANCES ACCEPTANCE

REV	DATE	PREPARED	CHECKED	VERIFIED	APPROVED	DESCRIPTION
AS	18-DEC-15	VAGD	RN	ASK	SPS	AS BUILT DRAWING
1	28-OCT-15	SBP	RN	ASK	SPS	UPDATE DESIGN & ISSUED FOR CONSTRUCTION
0	123-MAY-15	SBP	RN	ASK	SPS	ISSUED FOR CONSTRUCTION
A	13-MAY-15	SBP	RN	ASK	SPS	ISSUED FOR INFORMATION

PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING
SEA TRUCK GROUP

THIS DRAWING IS SHOWN TRUE SCALE ONLY WHEN PRINTED ON THIS SIZE PAPER

REVIEW SHALL NOT BE ASSIGNED TO INDICATE DESIGN RESPONSIBILITY OR LIABILITY FOR ACCURACY AND COMPLETENESS OF THIS DOCUMENT OR TO ALTER ANY CONTRACTUAL TERMS AND CONDITIONS.

1. AS - ISSUED FOR INFO
 2. AS - ACCEPTED WITH COMMENTS
 3. AS - NOT ACCEPTED WITH COMMENTS
 4. AS - NOT REVIEWED OR UNREVIEWED

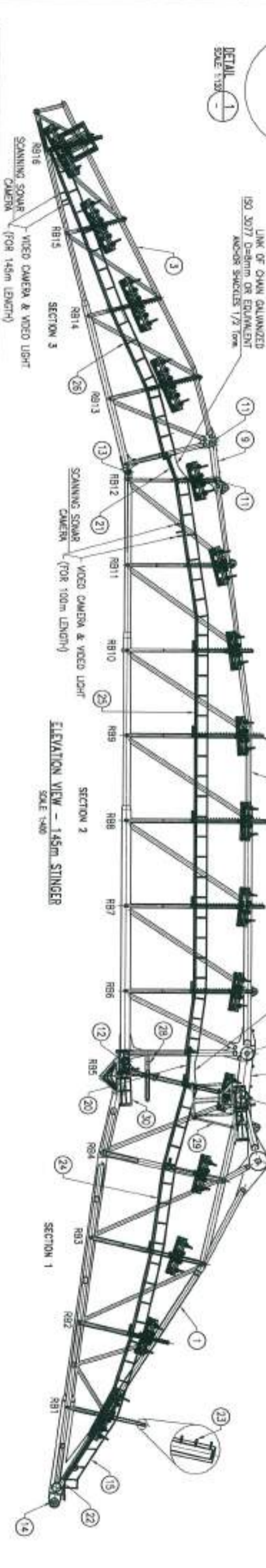
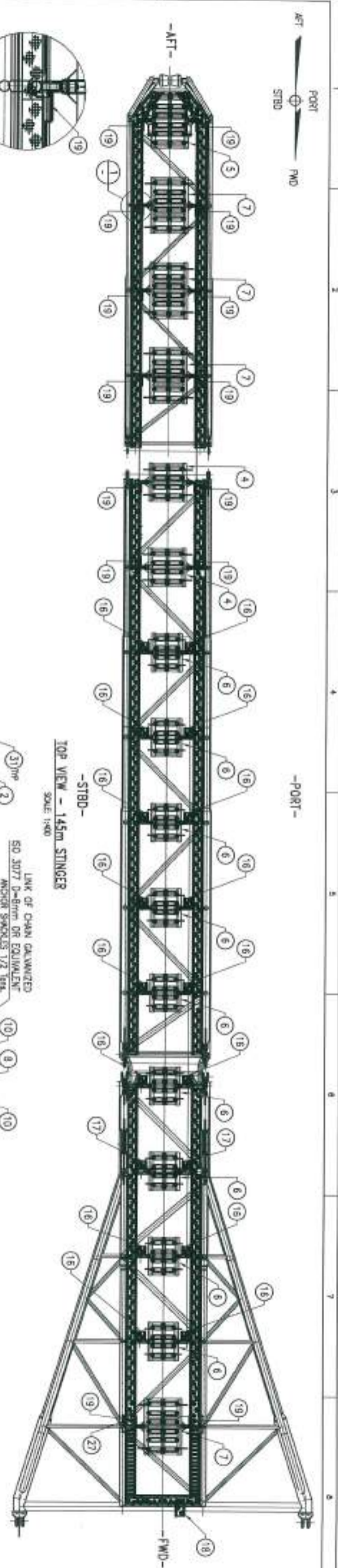
Document Title: A098-fabrication of 145m Stinger (Sea Trucks Group)

Drawing Title: **A3** ASSEMBLY 145m STINGER GENERAL ARRANGEMENT

Page: 1 of 2

Doc Code: A098-XO-A-S-001

Rev: AB



PART LIST 145m STINGER

ITEM	QTY	DESCRIPTION	CITE DRAWING No.	WT
1	1	JASCOON 18 - 145m STINGER - SECTION 1	A098-X0-A-S-002	500497 Kg
2	1	JASCOON 18 - 145m STINGER - SECTION 2	A098-X0-A-S-003	366024 Kg
3	1	JASCOON 18 - 145m STINGER - SECTION 3	A098-X0-A-S-004	95222 Kg
4	2	SP4 - ROLLERBOX + CRANKLE	A098-X0-C-S-002	14900 Kg
5	1	C6 - ROLLERBOX + CRANKLE	A098-X0-C-S-003	22250 Kg
6	9	S4 - ROLLERBOX + CRANKLE	A098-X0-C-S-004	52650 Kg
7	4	S6 - ROLLERBOX + CRANKLE	A098-X0-C-S-005	43000 Kg
8	2	STINGER LINK PLATE 1	A098-X0-D-S-007	29666 Kg
8	2	STINGER LINK PLATE 2	A098-X0-D-S-007	5238 Kg
10	4	STINGER SECTION PM-UPPER CONNECTION STINGER SECT.1A2	A098-X0-D-S-007	2852 Kg
11	4	STINGER SECTION PM-UPPER CONNECTION STINGER SECT.2A3	A098-X0-D-S-007	346 Kg

PART LIST 145m STINGER

ITEM	QTY	DESCRIPTION	CITE DRAWING No.	WT
12	2	STINGER SECTION PM-LOWER CONNECTION STINGER SECT.1A2	A098-X0-D-S-007	174 Kg
13	2	STINGER SECTION PM-LOWER CONNECTION STINGER SECT.2A3	A098-X0-D-S-007	360 Kg
14	2	STINGER SECTION PM-HINGE CONNECTION	A098-X0-D-S-007	4798 Kg
15	2	STINGERWAY	A098-X0-B-S-002	3354 Kg
15	16	PLATFORM 1	A098-X0-B-S-003	1728 Kg
17	2	PLATFORM 2	A098-X0-B-S-003	214 Kg
18	1	PLATFORM 3	A098-X0-B-S-003	153 Kg
19	14	PLATFORM 4	A098-X0-B-S-003	70 Kg
20	2	BRIDGE 1	A098-X0-B-S-004	550 Kg
21	2	BRIDGE 2	A098-X0-B-S-004	418 Kg
22	1	SECTION PLATE 2	A098-X0-B-S-100B	1515 Kg

PART LIST 145m STINGER

ITEM	QTY	DESCRIPTION	CITE DRAWING No.	WT
23	548	BLANKS	A098-X0-B-S-007	1578 Kg
24	8	WALKWAY SECTION 1	A098-X0-B-S-008	12034 Kg
25	14	WALKWAY SECTION 2	A098-X0-B-S-009	21191 Kg
26	10	WALKWAY SECTION 3	A098-X0-B-S-010	12753 Kg
27	2	PLATFORM 5	A098-X0-B-S-003	30 Kg
28	1	GUIDE SECTION 2-1	A098-X0-D-S-001	4247 Kg
29	2	SWINGBOARD UPPER PLATFORM SECTION 1	A098-X0-D-S-003	9088 Kg
30	2	LOWER PLATFORM SECTION 1	A098-X0-D-S-004	8362 Kg
31	1	HAND WAX FOR RAIL BOX	A098-X0-D-S-004	17571 Kg

TOTAL WEIGHT = 1234,635 Kg

ASSEMBLY 145m STINGER

DESCRIPTION	WEIGHT
FULL ASSEMBLY STINGER SECTION 1 + HARD WAX	557,571 Kg
FULL ASSEMBLY STINGER SECTION 2 + HARD WAX	443,006 Kg
FULL ASSEMBLY STINGER SECTION 3 + HARD WAX	166,576 Kg
TOTAL WEIGHT	1,167,157 Kg

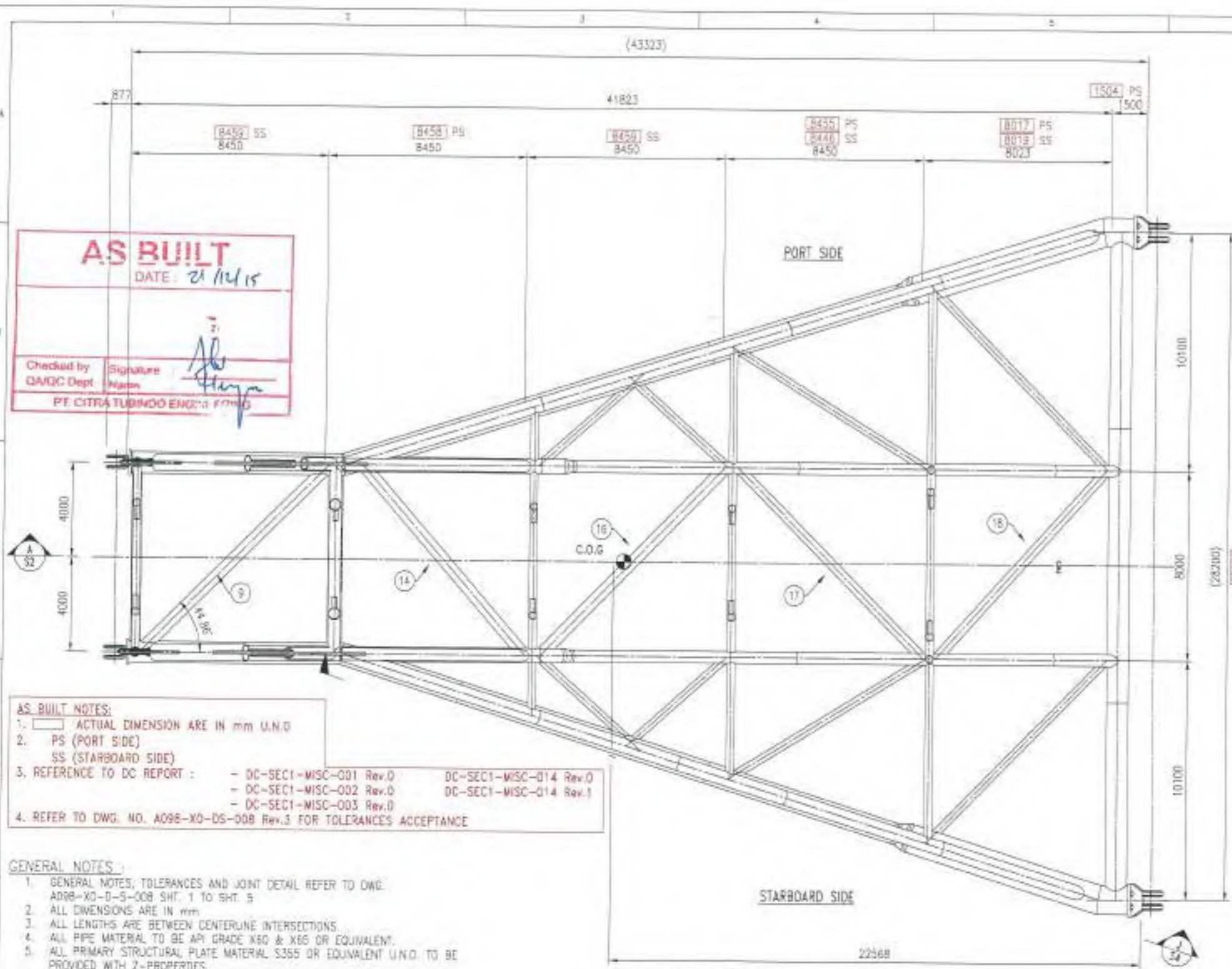
ASSEMBLY 145m STINGER

REV	DATE	BY	CHKD	APPROVED	DESCRIPTION
1	15-03-23	ASB	ASB		AS BUILT DRAWING
2	20-07-23	ASB	ASB		UPDATE DESIGN & ISSUED FOR CONSTRUCTION
3	20-07-23	ASB	ASB		ISSUED FOR CONSTRUCTION
4	13-04-23	ASB	ASB		ISSUED FOR INFORMATION

PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING
SEA TRUCK GROUP

Document Title: A098-Fabrication of 145m Stinger (Sea Trucks Group)
Drawing Title: ASSEMBLY 145m STINGER GENERAL ARRANGEMENT

Page: 2 of 2
Doc Code: A098-X0-A-S-001



TAG NO	ITEM QTY	DESCRIPTION / MATERIALS	MM	WT	
AS002-1-(1-2)	1 2	PIPE Ø1219.2 x 50 THK. API 5L X65	8529	24591	
AS002-2-(1-2)	2 2	PIPE Ø1219.2 x 50 THK. API 5L X65	1393	4016	
AS002-3-(1-2)	3 2	PIPE Ø914 x 50 THK. API 5L X65	8400	17897	
AS002-4-(1-2)	4 2	PIPE Ø914 x 50 THK. API 5L X65	18444	35038	
AS002-5-(1-2)	5 2	PIPE Ø914 x 50 THK. API 5L X65	9155	19508	
-	6 2	REDUCER 48" x 36" x 50 THK. A890 WPHY X65	711	1840	
AS002-7-1	7 1	PIPE Ø914 x 30 THK. API 5L X65	27292	29074	
AS002-8-1	8 1	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	7158	1706	
AS002-9-1	9 1	PIPE Ø508 x 20 THK. API 5L X65	10517	2422	
AS002-10-1	10 1	PIPE Ø610 x 52.4 THK. API 5L X65	7236	5215	
AS002-11-(1-2)	11 2	PIPE Ø610 x 31 THK. API 5L X65	2558	2264	
-	12 2	REDUCER 24" x 20" x 30 THK. A890 WPHY X65	508	400	
AS002-13-(1-2)	13 2	PIPE Ø508 x 32.5 THK. API 5L X65	29012	32112	
AS002-14-1	14 1	PIPE Ø508 x 20 THK. API 5L X65	10329	2379	
AS002-15-(1-2)	15 3	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	7579	3284	
AS002-16-1	16 1	PIPE Ø508 x 20 THK. API 5L X65	11009	2535	
AS002-17-1	17 1	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	10947	2610	
AS002-18-1	18 1	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	10432	2487	
AS002-19-(1-2)	19 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	10095	2699	
AS002-20-(1-2)	20 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	7006	2012	
AS002-21-(1-2)	21 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	9178	2638	
AS002-22-(1-2)	22 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	4512	1298	
AS002-23-(1-2)	23 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	5035	1446	
AS002-24-(1-2)	24 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	4994	1434	
AS002-25-(1-2)	25 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	1881	540	
AS002-26-(1-2)	26 2	PIPE Ø610 x 52.4 THK. API 5L X65	7169	10331	
AS002-27-(1-2)	27 2	PIPE Ø610 x 52.4 THK. API 5L X65	18936	27298	
AS002-28-(1-2)	28 2	PIPE Ø610 x 52.4 THK. API 5L X65	8598	12390	
AS002-29-(1-2)	29 2	PIPE Ø508 x 32.5 THK. API 5L X65	11391	6682	
AS002-30-(1-2)	30 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	13279	3913	
AS002-31-(1-2)	31 2	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	10592	5050	
AS002-32-(1-2)	32 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	12744	3659	
AS002-33-(1-2)	33 2	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	6910	3285	
AS002-34-(1-2)	34 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	7331	2162	
AS002-35-(1-2)	35 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	5372	1542	
AS002-36-(1-2)	36 2	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	2953	851	
AS002-37-(1-2)	37 2	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	10819	5158	
AS002-38-(1-2)	38 2	PIPE Ø406 x 25.4 THK. API 5L X65	13209	6298	
AS002-39-(1-2)	39 2	PIPE Ø508 x 50 THK. API 5L X65	24931	28158	
-	40 2	REDUCER 24" x 20" A890 WPHY X65	508	645	
AS002-41-(1-2)	41 2	PIPE Ø610 x 52.4 THK. API 5L X65	591	852	
AS002-42-(1-2)	42 2	PIPE Ø610 x 52.4 THK. API 5L X65	15738	22679	
AS002-43-(1-2)	43 2	PIPE Ø508 x 50 THK. API 5L X65	8010	9047	
AS002-44-(1-2)	44 2	PIPE Ø508 x 50 THK. API 5L X65	2694	3043	
AS002-45-(1-2)	45 2	PIPE Ø711 x 50 THK. API 5L X65	4406	7162	
AS002-46-(1-2)	46 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	7331	2105	
AS002-47-1	47 1	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	7582	1088	
AS002-48-(1-2)	48 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	3804	1082	
AS002-49-(1-2)	49 2	PIPE Ø323.9 x 19.1 THK. API 5L X65	3939	1131	
TOTAL				359161	KG

AS BUILT
DATE: 21/11/15

Checked by: [Signature]
Signature: [Signature]
Signature: [Signature]

PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING

AS BUILT NOTES:

- ACTUAL DIMENSION ARE IN mm U.N.D
- PS (PORT SIDE)
SS (STARBOARD SIDE)
- REFERENCE TO DC REPORT :
- DC-SEC1-MISC-001 Rev.0
- DC-SEC1-MISC-002 Rev.0
- DC-SEC1-MISC-003 Rev.0
- DC-SEC1-MISC-014 Rev.0
- DC-SEC1-MISC-014 Rev.1
- REFER TO DWG. NO. A098-XO-DS-008 Rev.3 FOR TOLERANCES ACCEPTANCE

GENERAL NOTES:

- GENERAL NOTES, TOLERANCES AND JOINT DETAIL REFER TO DWG. A098-XO-DS-008 SHT. 1 TO SHT. 5
- ALL DIMENSIONS ARE IN mm
- ALL LENGTHS ARE BETWEEN CENTERLINE INTERSECTIONS
- ALL PIPE MATERIAL TO BE API GRADE X60 & X65 OR EQUIVALENT
- ALL PRIMARY STRUCTURAL PLATE MATERIAL S355 OR EQUIVALENT U.N.D. TO BE PROVIDED WITH 2-PROPERTIES
- ALL PIPES AND PLATES FOR PRIMARY STRUCTURAL SHALL CERTIFIED IN ACCORDANCE TO 10204.3.2
- ALL PIPES AND PLATES SHALL BE IMPACT TESTED WITH MINIMUM 27 J ENERGY ABSORBED AT -20°C
- ALL PLATES SHALL BE IN NORMALIZE CONDITION
- ALL TUBULAR SHALL BE IN ACCORDANCE WITH API 5L/ISO 3183 GR. X60 & X65 PSL2
- DELIVERY CONDITION OF PIPE SHALL BE QUENCHED/TEMPERED/NORMALIZED
- OUTSIDE DIAMETER AND WALL THICKNESS OF PIPES SHALL BE AS PER TABLE 9 OF API 5L 45TH EDITION
- ALL WELDS TO BE FULL PENETRATION U.N.D. WELDS BETWEEN BRACES AND MAIN CHORDS TO BE PROVIDED WITH CONCAVE SHAPE ACCORDING AWS D1.1 LATEST EDITION
- WELDS TO BE IN ACCORDANCE WITH AWS D1.1 LATEST EDITION. (MENTIONED WELD SIZES ARE LEG SIZES)
- MATERIAL, NDE AND WPS-PQR LIST, REFER TO DRAWING NW-A098-XO-E-3-001 LATEST REVISION
- ALL HOLES SHALL BE DRILLED OR MACHINED. FLAMMABLE CUTTING IS NOT ACCEPTABLE
- ALL REFERENCE REFER TO CLIENT DWG: 15003-G-020 LATEST REVISION
- REFER TO MR No. MRO50, MRO52, MRO54, MRO52, MRO51, MRO17
- X60 TUBULAR CAN BE REPLACED WITH X65 TUBULAR BASED ON AVAILABILITY, BUT NOT VICE VERSA

145M STINGER - SECTION 1
TOP VIEW
SCALE: 1:200

LEGEND:
AS002-1-1 OR (1-x)
DRAWING NO.
ITEM NO.
QUANTITY ITEM

REV	DATE	PREPARED	CHECKED	VERIFIED	APPROVED	DESCRIPTION
AR	18-DEC-15	MTE	RN	ASH	SRS	AS BUILT DRAWING
2	27-MAY-15	CS	RN	ASH	SRS	REVISED AS PER NEW DESIGN AND ISSUED FOR CONSTRUCTION
1	12-MAY-15	US	RN	ASH	SRS	REVISED AS SHOWN AND ISSUED FOR CONSTRUCTION
0	03-MAY-15	YY	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR CONSTRUCTION AND REVISED AS PER NEW DESIGN
B	27-JAN-15	YY	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR INFORMATION
A	17-DEC-14	YY	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR INFORMATION

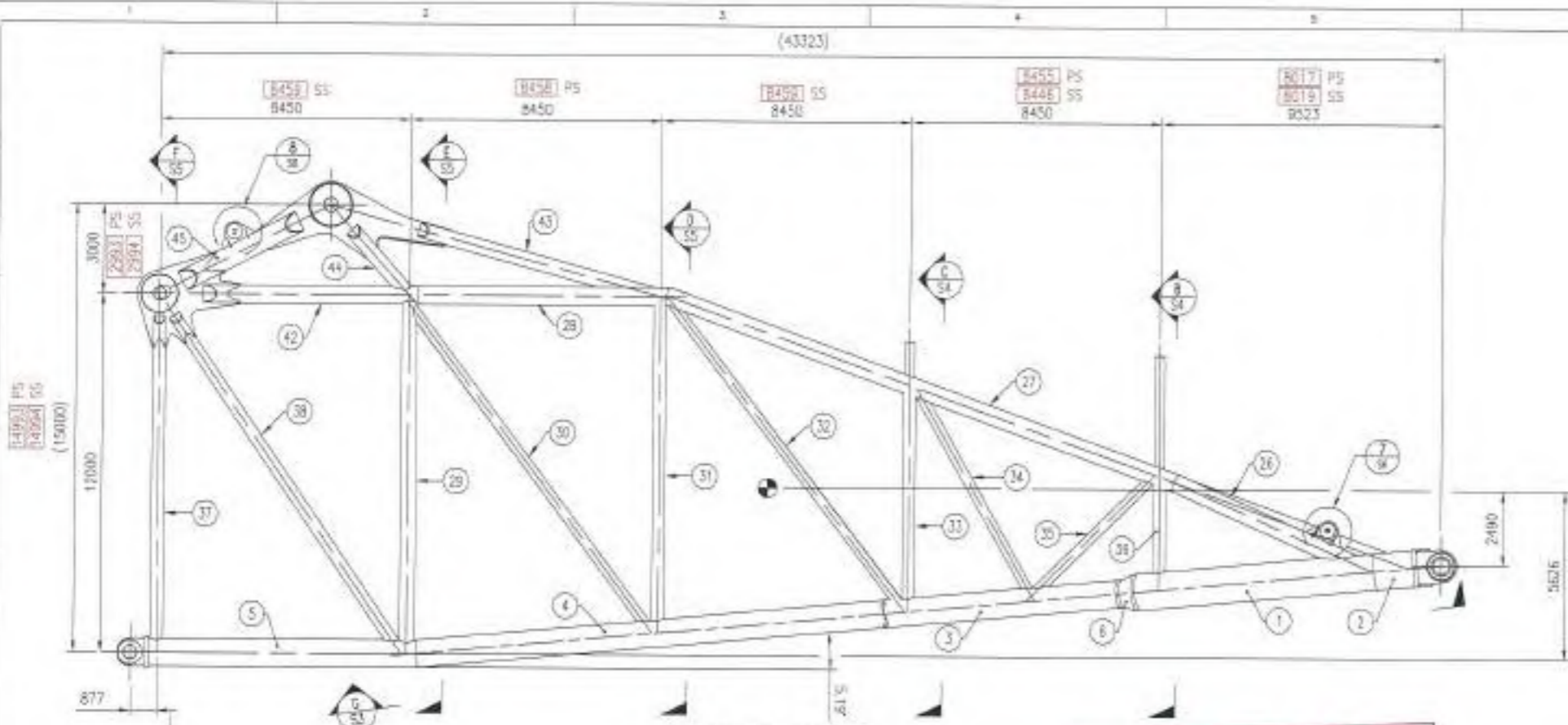
PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING
SEA TRUCK GROUP

THIS DRAWING IS SHOWN TRUE SCALE ONLY WHEN PRINTED ON THIS SIZE PAPER

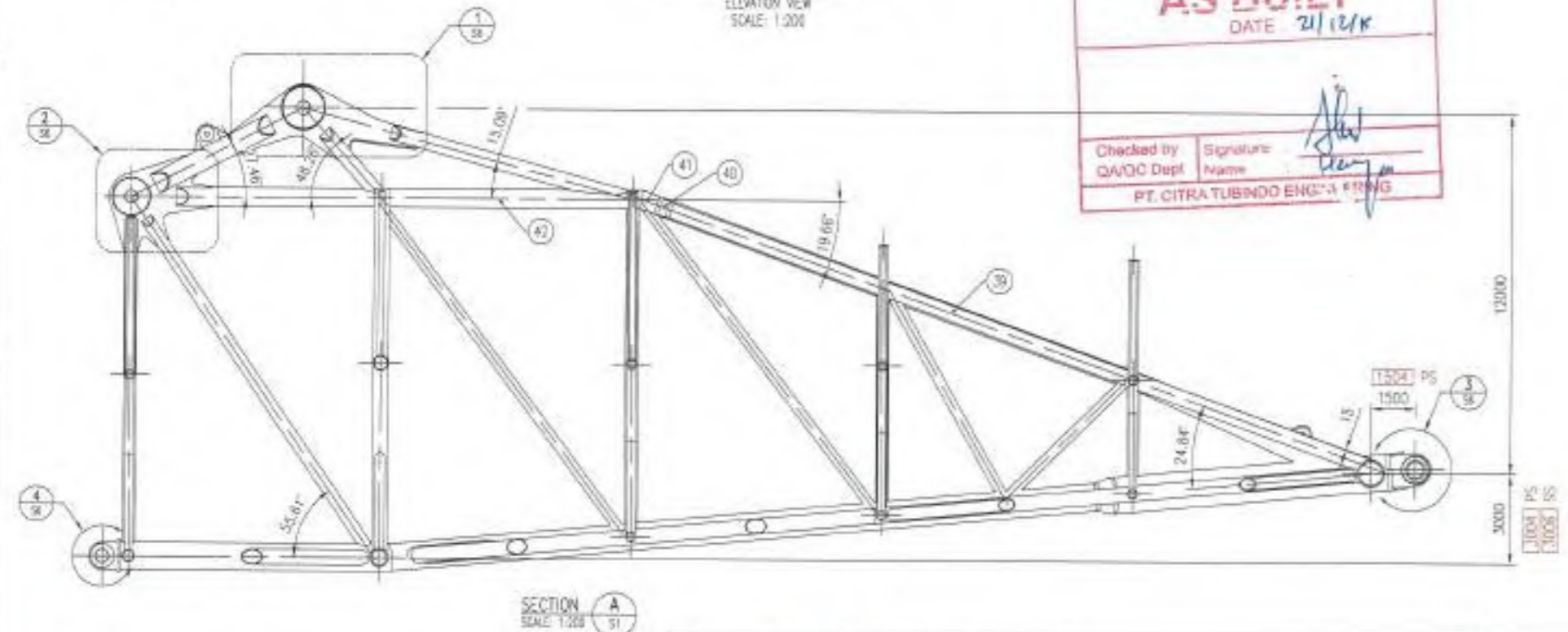
REVISION SHALL NOT BE ASSIGNED TO INDICATE SPECIFIC RESPONSIBILITY OR LIABILITY FOR ACCURACY AND COMPLETENESS OF THIS DOCUMENT OR TO ALTER ANY CONTRACTUAL TERMS AND CONDITIONS

I.A.C. - ACCEPTED FOR PROCEED
 A.A.S. - ACCEPTED FOR CONSTRUCTION
 I.M.C. - NOT ACCEPTED FOR CONSTRUCTION
 A.M.C. - NOT ACCEPTED FOR CONSTRUCTION

Document Title: A098-FABRICATION OF 145M STINGER
Drawing Title: SECTION 1 GA & CONSTRUCTION DRAWING
Page: 1 of 17
Doc Code: UNIT No. | SRS | PO No. | Sequence No. | Rev. |
A098-XO-A-S-002 | AB



145M STINGER - SECTION 1
ELEVATION VIEW
SCALE: 1:200



SECTION A
SCALE: 1:200

AS BUILT
DATE 21/12/18

Checked by: [Signature]
QA/QC Dept
Signature Name: [Signature]
PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING

TAG NO	ITEM QTY	DESCRIPTION / MATERIALS	MM	WT
CONTINUED FROM SHEET 1				
AS002-50-(1-2)	50	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	750
AS002-51-(1-2)	51	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	4927
AS002-51a-(1-2)	51a	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	4959
AS002-52-(1-2)	52	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3347
AS002-53-(1-2)	53	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3578
AS002-54-(1-2)	54	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3801
AS002-55-(1-2)	55	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	1009
AS002-56-(1-2)	56	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	4689
AS002-57-1	57	1 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	7647
AS002-58-(1-2)	58	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	7162
AS002-59-(1-2)	59	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	3949
AS002-60-(1-2)	60	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	1415
AS002-61-(1-2)	61	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	4779
AS002-62-(1-2)	62	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3334
AS002-63-(1-2)	63	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	2409
AS002-64-(1-2)	64	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	8434
AS002-65-(1-2)	65	2 PIPE Ø406 x 25.4 THK	API 5L X60	10835
AS002-66-(1-2)	66	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	3552
AS002-67-(1-2)	67	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	7711
AS002-68-(1-2)	68	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	3661
AS002-69-(1-2)	69	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	1989
AS002-70-(1-2)	70	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	1357
AS002-71-(1-2)	71	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	5467
AS002-72-(1-2)	72	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3545
AS002-73-(1-2)	73	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3702
AS002-74-(1-2)	74	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	2718
AS002-75-(1-2)	75	2 PIPE Ø308 x 32.5 THK	API 5L X65	6186
AS002-76-1	76	1 PIPE Ø308 x 32.5 THK	API 5L X65	7751
AS002-77-(1-2)	77	2 PIPE Ø308 x 32.5 THK	API 5L X65	5683
AS002-78-(1-2)	78	2 PIPE Ø308 x 32.5 THK	API 5L X65	1366
AS002-79-(1-4)	79	4 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	2620
AS002-80-(1-2)	80	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	3742
AS002-81-(1-2)	81	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	2684
AS002-82-(1-2)	82	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	5171
AS002-83-(1-2)	83	2 PIPE Ø323.9 x 19.1 THK	API 5L X60	1479
AS002-84-(1-4)	84	4 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	2566
AS002-85-(1-2)	85	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	5778
AS002-86-(1-2)	86	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	3812
AS002-87-(1-2)	87	2 PIPE Ø273.1 x 15.9 THK	API 5L X60	2807
-	88	2 PL 130 x 3467	ABE-E-06 Z35	5876
-	89	1 PL 130 x 1250	ABE-E-06 Z35	1400
-	89a	1 PL 130 x 1350	ABE-E-06 Z35	1500
-	90	4 PL 130 x 1080	ABE-E-06 Z35	1353
-	91	2 PL 100 x 2635	ABE-E-06 Z35	3466
-	92	2 PL 100 x 11090	ABE-E-06 Z35	-
-	93	4 PL 90 x 11500	ABE-E-06 Z35	-
-	94	4 PL 70 x 11300	ABE-E-06 Z35	-
-	95	4 PL 70 x 915	ABE-E-06 Z35	969
-	96	4 PL 70 x 480	ABE-E-06 Z35	1350
-	97	4 PL 60 x 8950	ABE-E-06 Z35	-

- AS BUILT NOTES:**
- ACTUAL DIMENSION ARE IN mm U.N.O
 - PS (PORT SIDE)
SS (STARBOARD SIDE)
 - REFERENCE TO DC REPORT :
- DC-SEC1-MISC-014 Rev.0
- DC-SEC1-014 Rev.0
- DC-SEC1-014 Rev.1
 - REFER TO DWG. NO. A098-XO-DS-008 Rev.3 FOR TOLERANCES ACCEPTANCE

REV	DATE	PREPARED	CHECKED	VERIFIED	APPROVED	DESCRIPTION
AS	18-DEC-18	MTS	RN	ASK	SRS	AS BUILT DRAWING
2	27-MAY-19	US	RN	ASK	SRS	REVISED AS PER NEW CLIENT DESIGN AND ISSUED FOR CONSTRUCTION
1	12-MAY-19	DS	RN	ASK	SRS	REVISED AS SHOWN AND ISSUED FOR CONSTRUCTION
0	09-MAY-19	YY	RN	ASK	SRS	ISSUED FOR CONSTRUCTION AND REVISED AS PER NEW DESIGN
3	27-JAN-19	YY	RN	ASK	SRS	ISSUED FOR INFORMATION
4	17-SEP-18	YY	RN	ASK	SRS	ISSUED FOR INFORMATION

PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING
SEA TRUCK GROUP

THIS DRAWING IS SHOWN TRUE SCALE ONLY WHEN PRINTED ON THIS SIZE PAPER :

REVIEW SHALL NOT BE ASSIGNED TO INDICATE OTHER RESPONSIBILITY OR LIABILITY FOR ACCURACY AND COMPLETION OF THIS DOCUMENT OR TO ALTER ANY CONTRACTUAL TERMS AND CONDITIONS.

1.00 - ISSUED FOR INFO
 2.00 - ISSUED FOR CHECKS PRIOR TO WORK, WITHOUT FINISHES OR RISKS
 3.00 - BY APPROVED FOR BY THE PROJECT MANAGER
 4.00 - BY APPROVED FOR INFORMATION ONLY

A3

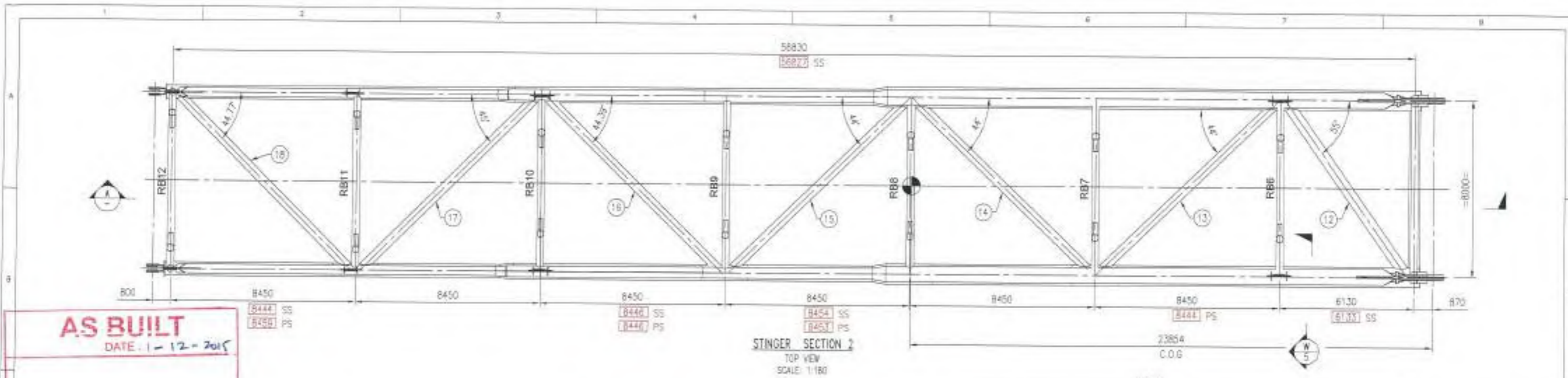
Document Title:
A098-FABRICATION OF 145M STINGER

Drawing Title:
**SECTION 1
GA & CONSTRUCTION DRAWING**

Page: 2 of 17

Project No.: A098-XO-A-S-002

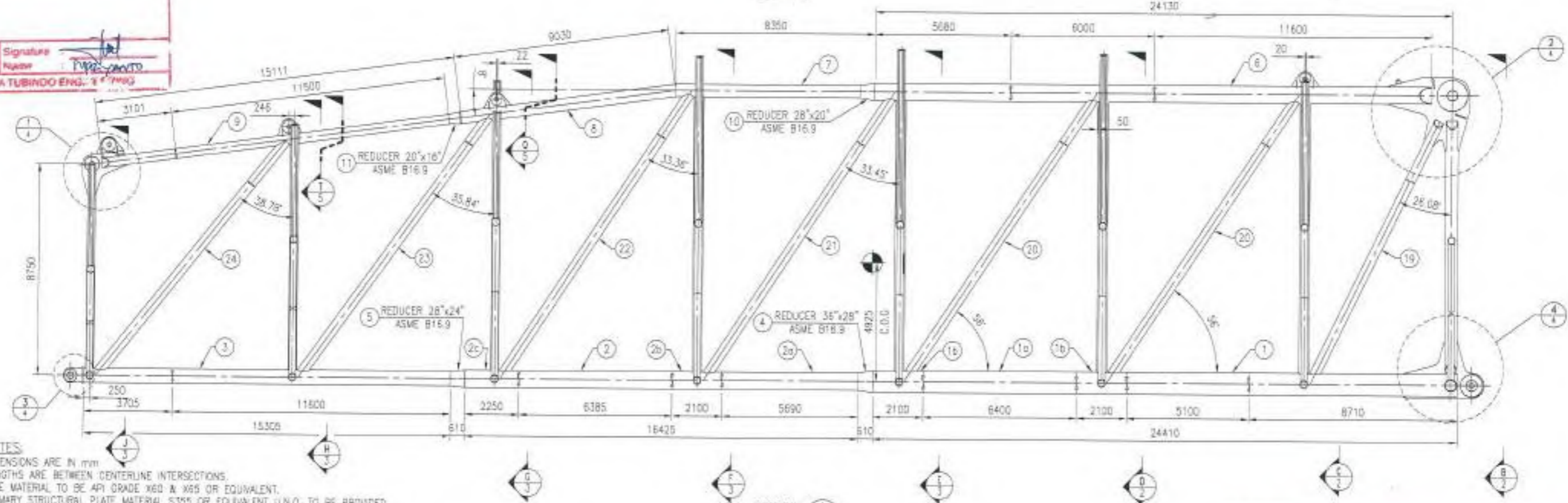
AB



AS BUILT
DATE: 1-12-2015

Checked by: CA/OC Dept
Signature: [Signature]
Name: PT. CITRA TUBINDO ENG. 1 1790

STINGER SECTION 2
TOP VIEW
SCALE: 1:180



SECTION A-A
SCALE: 1:180

- GENERAL NOTES:**
- ALL DIMENSIONS ARE IN mm
 - ALL LENGTHS ARE BETWEEN CENTERLINE INTERSECTIONS.
 - ALL PIPE MATERIAL TO BE API GRADE X60 & X65 OR EQUIVALENT.
 - ALL PRIMARY STRUCTURAL PLATE MATERIAL S355 OR EQUIVALENT U.N.O. TO BE PROVIDED WITH Z-PROPERTIES.
 - ALL PIPES AND PLATES FOR PRIMARY STRUCTURAL SHALL CERTIFIED IN ACCORDANCE TO ISO 9001:2015.
 - ALL PIPES AND PLATES SHALL BE IMPACT TESTED WITH MINIMUM 27 J ENERGY ABSORBED AT -20°C.
 - ALL PLATES SHALL BE IN NORMALIZE CONDITION.
 - ALL TUBULAR SHALL BE IN ACCORDANCE WITH API 5L/ISO 3183 GR. X60 & X65 PSL2.
 - DELIVERY CONDITION OF PIPE SHALL BE QUENCHED/TEMPERED/NORMALIZED.
 - OUTSIDE DIAMETER AND WALL THICKNESS OF PIPES SHALL BE AS PER TABLE 9 OF API 5L 45TH EDITION.
 - ALL WELDS TO BE FULL PENETRATION U.N.O. WELDS BETWEEN BRACES AND MAIN CHORDS TO BE PROVIDED WITH CONCAVE SHAPE ACCORDING AWS D1.1 LATEST EDITION.
 - WELDS TO BE IN ACCORDANCE WITH AWS D1.1 LATEST EDITION. (MENTIONED WELD SIZES ARE LEG SIZES)
 - MATERIAL NDE AND WPS-PQR LIST, REFER TO DRAWING WM-A098-XD-E-5-001 LATEST REVISION
 - ALL HOLES SHALL BE DRILLED OR MACHINED, FLAMMABLE CUTTING IS NOT ACCEPTABLE.
 - ALL REFERENCE REFER TO CLIENT DWG: 15003-0-020 LATEST REVISION
 - REFER TO MR No: MRO0, MRO2, MRO4, MRO6, MRO5, MRO17
 - X60 TUBULAR CAN BE REPLACED WITH X65 TUBULAR BASED ON AVAILABILITY, BUT NOT VICE VERSA

AS BUILT NOTES:

- ACTUAL DIMENSION ARE IN mm U.N.O.
- PS = PORT SIDE
SS = STARBOARD SIDE
- REFERENCE TO DC REPORT: - DC-SEC2-002 Rev.C
- REFER TO DWG. NO. A098-XD-0-S-003 FOR TOLERANCES ACCEPTANCE

REV	DATE	PREPARED	CHECKED	VERIFIED	APPROVED	DESCRIPTION
08	26-NOV-15	MYS	RN	ASK	[Signature]	AS BUILT DRAWING
07	10-SEPT-15	SR	RN	ASK	[Signature]	REVISED AS SHOWN
06	09-AUG-15	MYS	RN	ASK	[Signature]	REVISED AS SHOWN
05	11-JUN-15	SR	RN	ASK	[Signature]	REVISED AS PER CLIENT AND ISSUED FOR CONSTRUCTION
04	20-MAY-15	MYS	RN	ASK	[Signature]	ADDITIONAL OF LIFTING LUG & CHANGE OF PAGE NUMBER
03	28-APR-15	AST	RN	ASK	[Signature]	UPDATE DESIGN & ISSUED FOR CONSTRUCTION
02	27-APR-15	MYS	RN	ASK	[Signature]	REVISED AS PER CLIENT
01	10-APR-15	SR	RN	ASK	[Signature]	ISSUED FOR CONSTRUCTION
00	30-JAN-15	YY	RN	ASK	[Signature]	ISSUED FOR CONSTRUCTION
0	28-JAN-15	YY	RN	ASK	[Signature]	ISSUED FOR INFORMATION
0	18-JAN-15	YY	RN	ASK	[Signature]	ISSUED FOR INFORMATION

PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING
SEA TRUCK GROUP

THIS DRAWING IS SHOWN TRUE SCALE ONLY WHEN PRINTED ON THIS SIZE PAPER.

REVIEW SHALL NOT BE ASSIGNED TO INDICATE OTHER RESPONSIBILITY OR LIABILITY FOR ACCURACY AND COMPLETION OF THIS DOCUMENT OR TO AVOID ANY CONTRACTUAL TERMS AND CONDITIONS.

1. AC - APPROVE WITH ANY CHANGES
2. AC - APPROVE WITH CHANGES PRINTED WITH ORIGINAL DRAWING AS ISSUED
3. AC - NOT APPROVED, WHY NOT NOT PRINTED, WHY NO REVISION
4. H - NOT FORGED FOR APPROVAL ONLY

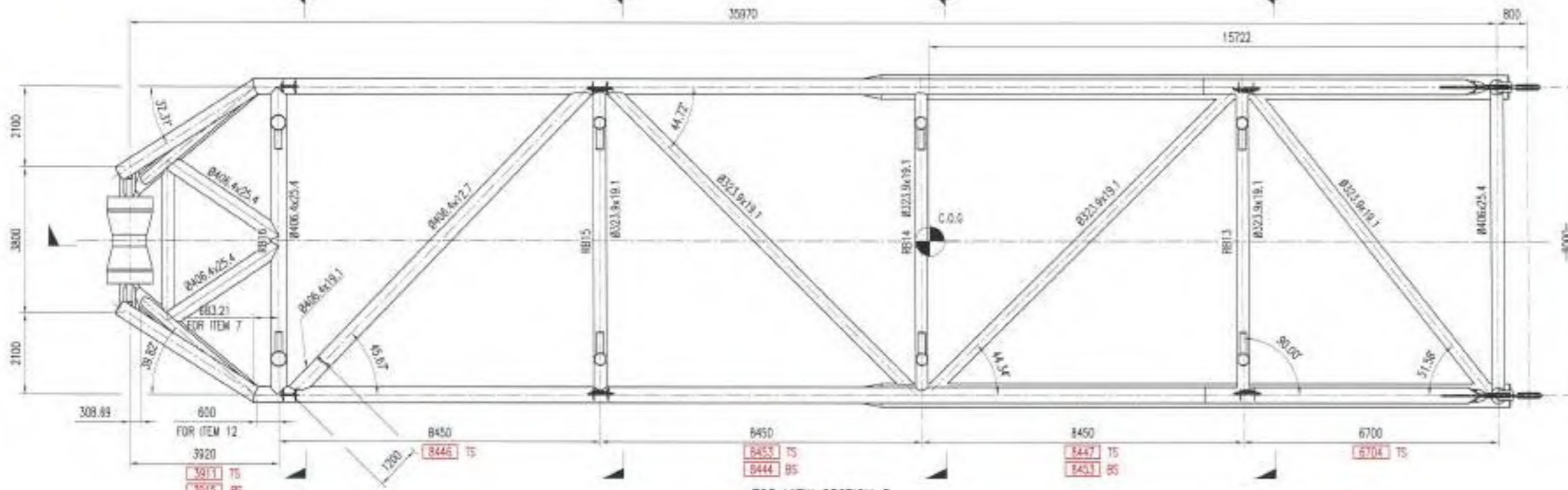
A3

Document Title:
A098-FABRICATION OF 145m STINGER

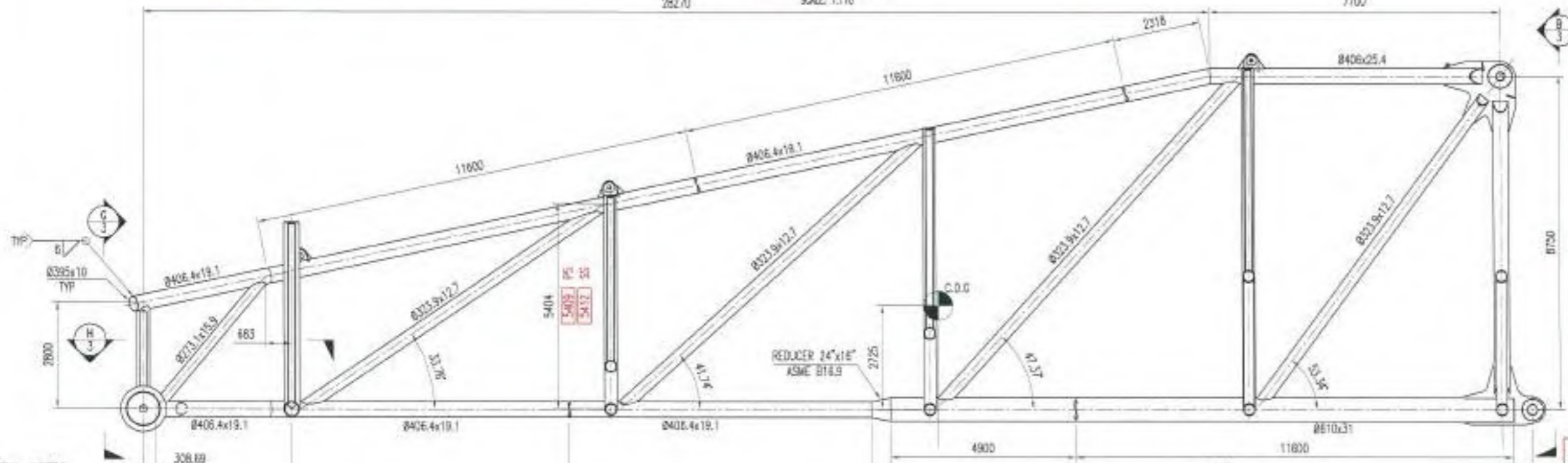
Drawing Title:
**STINGER SECTION 2
CONSTRUCTION DRAWING**

This Document, Supersedes/Is Superseded by:
PROJECT DOCUMENT No. [Blank]
Doc Code: UNIT No. | 000 | T-00 No. | Sequence No. | Rev.
A098-XD-A-S-003 | **AB**

Page: 1 of 14



TOP VIEW SECTION 3
SCALE: 1:170



SECTION A
SCALE: 1:170

GENERAL NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN mm
2. ALL LENGTHS ARE BETWEEN CENTERLINE INTERSECTIONS.
3. ALL PIPE MATERIAL TO BE API GRADE X60 & X65 OR EQUIVALENT.
4. ALL PRIMARY STRUCTURAL PLATE MATERIAL S355 OR EQUIVALENT U.M.O. TO BE PROVIDED WITH Z-PROPERTIES.
5. ALL PIPES AND PLATES FOR PRIMARY STRUCTURAL SHALL CERTIFIED IN ACCORDANCE TO 10204.3.2.
6. ALL PIPES AND PLATES SHALL BE IMPACT TESTED WITH MINIMUM 27 J ENERGY ABSORBED AT -20°C.
7. ALL PLATES SHALL BE IN NORMALIZE CONDITION.
8. ALL TUBULAR SHALL BE IN ACCORDANCE WITH API 5L/ISO 3183 GR. X60 & X65 PSL2.
9. DELIVERY CONDITION OF PIPE SHALL BE QUENCHED/TEMPERED/NORMALIZED.
10. OUTSIDE DIAMETER AND WALL THICKNESS OF PIPES SHALL BE AS PER TABLE 3 OF API 5L 45TH EDITION.
11. ALL WELDS TO BE FULL PENETRATION U.N.O. WELDS BETWEEN BRACES AND MAIN CHORSS TO BE PROVIDED WITH CONCAVE SHAPE ACCORDING AWS D1.1 LATEST EDITION.
12. WELDS TO BE IN ACCORDANCE WITH AWS D1.1 LATEST EDITION. (MENTIONED WELD SIZES ARE LEG SIZES)
13. MATERIAL, NCE AND WPS-PQR LIST, REFER TO DRAWING WM-A098-XO-E-S-001 LATEST REVISION
14. ALL HOLES SHALL BE DRILLED OR MACHINED. FLAMMABLE CUTTING IS NOT ACCEPTABLE.
15. ALL REFERENCE REFER TO CLIENT DWG : 15003-G-000 LATEST REVISION
16. REFER TO MR No: WR050, WR002, WR054, WR052, WR051, WR017
17. X60 TUBULAR CAN BE REPLACED WITH X65 TUBULAR BASED ON AVAILABILITY, BUT NOT VICE VERSA.

AS BUILT
DATE: 25-11-2015

Checked by: [Signature]
QA/QC Dept: [Signature]
Name: [Signature]
PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING

AS BUILT NOTES:

1. ACTUAL DIMENSION ARE IN mm U.N.O
2. TS = TOP SIDE
3. BS = BOTTOM SIDE
4. PS = PORT SIDE
5. SS = STARBOARD SIDE
5. REFERENCE TO DC REPORT : - DC-SECS-008 Rev.0
- DC-SECS-002 Rev.0
6. REFER TO DWG. NO. A098-XO-S-008 FOR TOLERANCES ACCEPTANCE

REV	DATE	PREPARED	CHECKED	VERIFIED	APPROVED	DESCRIPTION
AS	23-NOV-15	ACD	RN	ASH	SRS	AS BUIL DRAWING
5	02-NOV-15	MTS	RN	ASH	SRS	ADD. PRICE NUMBER AND ISSUED FOR CONSTRUCTION
4	01-JUN-15	SRR	RN	ASH	SRS	REVISED AS PER CLOUD
3	25-MAY-15	SRR	RN	ASH	SRS	UPDATE DESIGN AND REVISE AS PER CLOUD
2	10-APR-15	SRR	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR CONSTRUCTION
1	03-APR-15	SRR	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR CONSTRUCTION
0	20-JAN-15	ATP	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR CONSTRUCTION
4	19-JAN-15	ATP	RN	ASH	SRS	ISSUED FOR INFORMATION

PT. CITRA TUBINDO ENGINEERING
SEA TRUCKS GROUP

THIS DRAWING IS SHOWN TRUE SCALE ONLY WHEN PRINTED ON THIS SIZE PAPER :

REVIEW SHALL NOT BE ASSUMED TO INDICATE DESIGN RESPONSIBILITY OR LIABILITY FOR ACCURACY AND COMPLETENESS OF THIS DOCUMENT OR TO ALTER ANY CONTRACTUAL TERMS AND CONDITIONS.

A3

Document Title: A098-Fabrication of 145m Stinger (Sea Trucks Group)
Drawing Title: GENERAL ARRANGEMENT AND CONSTRUCTION STINGER SECTION 3

This Document Supersedes/Is superseded by:
PROJECT DOCUMENT NO.
Page: 1 of 11
Draw Code: [] Unit No: [] SERI: [] PS No: [] Sequence No: []
A098-XO-A-S-004

AB

LAMPIRAN C
Pemodelan Struktur Stinger

1	LDOPT	NF+Z1.0280007.849000	GLOBME			
2	OPTIONS	ME	1	1		
3	UCPART	0.3000.5000.5000.8000.8001.000				
4	GRUP					
5	GRUP 1	121.92 5.000	2039.787.44570.	1	1.001.00	0.500 7.8490
6	GRUP 11	61.000 5.240	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
7	GRUP 12B	50.800 2.000	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
8	GRUP 13B	40.600 2.540	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
9	GRUP 14	50.800 2.000	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
10	GRUP 15	50.800 3.250	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
11	GRUP 18C	32.390 1.910	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
12	GRUP 27	61.000 5.240	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
13	GRUP 29	50.800 3.250	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
14	GRUP 2B	71.100 5.000	2039.787.44570.	1	1.001.00	0.500 7.8490
15	GRUP 37	61.000 3.100	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
16	GRUP 3B	61.000 3.100	2039.787.44218.	1	1.001.00	0.500 7.8490
17	GRUP 4	91.400 5.000	2039.787.44570.	1	1.001.00	0.500 7.8490
18	GRUP PL	121.92 5.000	2039.787.42532.	1	1.001.00	0.500 7.8490
19	GRUP S	30.48014.986	2039.787.42532.	1	1.001.00	0.500 1.00-3
20	MEMBER					
21	MEMBER	00010003	1			
22	MEMBER	00020004	1			
23	MEMBER	00030017	1			
24	MEMBER	00040018	1			
25	MEMBER	00130121	1			
26	MEMBER	00140120	1			
27	MEMBER	00170046	1			
28	MEMBER	00180045	1			
29	MEMBER	00190023	1			
30	MEMBER	00200024	1			
31	MEMBER	00210013	1			
32	MEMBER	00220014	1			
33	MEMBER	00230021	1			
34	MEMBER	00240022	1			
35	MEMBER	00430020	1			
36	MEMBER	00440019	1			
37	MEMBER	00450043	1			
38	MEMBER	00460044	1			
39	MEMBER	00050007	11			
40	MEMBER	00060008	11			
41	MEMBER	00070009	11			
42	MEMBER	00080010	11			
43	MEMBER	00090011	11			
44	MEMBER	00100012	11			
45	MEMBER	00110013	11			
46	MEMBER	00120014	11			
47	MEMBER	00160015	11			
48	MEMBER	00500049	11			
49	MEMBER	00510049	11			
50	MEMBER	00510059	11			
51	MEMBER	00520050	11			
52	MEMBER	00520060	11			
53	MEMBER	00580057	11			
54	MEMBER	00600059	11			
55	MEMBER	00630062	11			
56	MEMBER	00000039	12B			
57	MEMBER	00400000	12B			
58	MEMBER	00850137	12B			
59	MEMBER	00940118	12B			
60	MEMBER	01110318	12B			
61	MEMBER	01120323	12B			
62	MEMBER	01170094	12B			
63	MEMBER	01370127	12B			
64	MEMBER	01410144	12B			
65	MEMBER	01440138	12B			
66	MEMBER	01500175	12B			

67	MEMBER	01520157	12B
68	MEMBER	01570147	12B
69	MEMBER	01650171	12B
70	MEMBER	01710159	12B
71	MEMBER	01750163	12B
72	MEMBER	01760206	12B
73	MEMBER	02060191	12B
74	MEMBER	02070223	12B
75	MEMBER	02230215	12B
76	MEMBER	02370255	12B
77	MEMBER	02550246	12B
78	MEMBER	02560266	12B
79	MEMBER	02660261	12B
80	MEMBER	02680276	12B
81	MEMBER	02760272	12B
82	MEMBER	02780289	12B
83	MEMBER	02890283	12B
84	MEMBER	02960325	12B
85	MEMBER	03120327	12B
86	MEMBER	03180114	12B
87	MEMBER	03230113	12B
88	MEMBER	03230328	12B
89	MEMBER	03250301	12B
90	MEMBER	03270307	12B
91	MEMBER	03280318	12B
92	MEMBER	03350341	12B
93	MEMBER	03410329	12B
94	MEMBER	00550062	13B
95	MEMBER	00560063	13B
96	MEMBER	00610066	13B
97	MEMBER	00610191	13B
98	MEMBER	00630066	13B
99	MEMBER	00640067	13B
100	MEMBER	00640176	13B
101	MEMBER	00650071	13B
102	MEMBER	00650215	13B
103	MEMBER	00660072	13B
104	MEMBER	00670066	13B
105	MEMBER	00680072	13B
106	MEMBER	00680207	13B
107	MEMBER	00720071	13B
108	MEMBER	00720078	13B
109	MEMBER	00730237	13B
110	MEMBER	00740246	13B
111	MEMBER	00780081	13B
112	MEMBER	00980104	13B
113	MEMBER	00990103	13B
114	MEMBER	01000095	13B
115	MEMBER	01040103	13B
116	MEMBER	01050108	13B
117	MEMBER	01050296	13B
118	MEMBER	01060107	13B
119	MEMBER	01060301	13B
120	MEMBER	01090113	13B
121	MEMBER	01090312	13B
122	MEMBER	01100114	13B
123	MEMBER	01100307	13B
124	MEMBER	01110118	13B
125	MEMBER	01120117	13B
126	MEMBER	01130119	13B
127	MEMBER	01190114	13B
128	MEMBER	01190117	13B
129	MEMBER	01190118	13B
130	MEMBER	01760063	13B
131	MEMBER	01910062	13B
132	MEMBER	02070067	13B

133	MEMBER	02150066	13B
134	MEMBER	02370072	13B
135	MEMBER	02460071	13B
136	MEMBER	02960104	13B
137	MEMBER	03010103	13B
138	MEMBER	03070107	13B
139	MEMBER	03120108	13B
140	MEMBER	00060007	14
141	MEMBER	00070010	14
142	MEMBER	00100011	14
143	MEMBER	00110014	14
144	MEMBER	00140015	14
145	MEMBER	00490060	14
146	MEMBER	00570063	14
147	MEMBER	00600057	14
148	MEMBER	00050017	15
149	MEMBER	00060018	15
150	MEMBER	00070017	15
151	MEMBER	00070019	15
152	MEMBER	00080007	15
153	MEMBER	00080020	15
154	MEMBER	00090019	15
155	MEMBER	00090023	15
156	MEMBER	00100009	15
157	MEMBER	00100024	15
158	MEMBER	00110021	15
159	MEMBER	00120011	15
160	MEMBER	00140013	15
161	MEMBER	00180008	15
162	MEMBER	00200010	15
163	MEMBER	00220012	15
164	MEMBER	00230011	15
165	MEMBER	00240012	15
166	MEMBER	00290021	15
167	MEMBER	00300022	15
168	MEMBER	00330019	15
169	MEMBER	00340020	15
170	MEMBER	00350037	15
171	MEMBER	00370044	15
172	MEMBER	00380036	15
173	MEMBER	00380043	15
174	MEMBER	00390041	15
175	MEMBER	00410044	15
176	MEMBER	00420040	15
177	MEMBER	00420043	15
178	MEMBER	01000091	18C
179	MEMBER	01000103	18C
180	MEMBER	01080103	18C
181	MEMBER	01080107	18C
182	MEMBER	01080114	18C
183	MEMBER	01110115	27
184	MEMBER	01120116	27
185	MEMBER	00730077	29
186	MEMBER	00740078	29
187	MEMBER	00750082	29
188	MEMBER	00750261	29
189	MEMBER	00760081	29
190	MEMBER	00760256	29
191	MEMBER	00770078	29
192	MEMBER	00790272	29
193	MEMBER	00800268	29
194	MEMBER	00810082	29
195	MEMBER	00920091	29
196	MEMBER	00960091	29
197	MEMBER	00960095	29
198	MEMBER	00970092	29

199	MEMBER	00970100	29
200	MEMBER	00980278	29
201	MEMBER	00990283	29
202	MEMBER	02560077	29
203	MEMBER	02610078	29
204	MEMBER	02680081	29
205	MEMBER	02720082	29
206	MEMBER	02780100	29
207	MEMBER	02830095	29
208	MEMBER	00290033	2B
209	MEMBER	00300034	2B
210	MEMBER	00310035	2B
211	MEMBER	00320036	2B
212	MEMBER	00330037	2B
213	MEMBER	00340038	2B
214	MEMBER	00350039	2B
215	MEMBER	00360040	2B
216	MEMBER	00370041	2B
217	MEMBER	00380042	2B
218	MEMBER	00390005	2B
219	MEMBER	00400006	2B
220	MEMBER	00410003	2B
221	MEMBER	00420004	2B
222	MEMBER	00690074	2B
223	MEMBER	00700073	2B
224	MEMBER	00730076	2B
225	MEMBER	00740075	2B
226	MEMBER	00750079	2B
227	MEMBER	00760080	2B
228	MEMBER	00770081	2B
229	MEMBER	00780082	2B
230	MEMBER	00790096	2B
231	MEMBER	00800097	2B
232	MEMBER	00810092	2B
233	MEMBER	00820091	2B
234	MEMBER	00890078	2B
235	MEMBER	00900077	2B
236	MEMBER	00910095	2B
237	MEMBER	00920100	2B
238	MEMBER	00950125	2B
239	MEMBER	00960099	2B
240	MEMBER	00970098	2B
241	MEMBER	00980102	2B
242	MEMBER	00990101	2B
243	MEMBER	01000124	2B
244	MEMBER	01010106	2B
245	MEMBER	01020105	2B
246	MEMBER	01030107	2B
247	MEMBER	01040108	2B
248	MEMBER	01050109	2B
249	MEMBER	01060110	2B
250	MEMBER	01070114	2B
251	MEMBER	01080113	2B
252	MEMBER	01090112	2B
253	MEMBER	01100111	2B
254	MEMBER	01130117	2B
255	MEMBER	01140118	2B
256	MEMBER	01150118	2B
257	MEMBER	01160117	2B
258	MEMBER	01240104	2B
259	MEMBER	01250103	2B
260	MEMBER	00270013	37
261	MEMBER	00270159	37
262	MEMBER	00280014	37
263	MEMBER	00280165	37
264	MEMBER	00290147	37

265	MEMBER	00300152	37
266	MEMBER	00310033	37
267	MEMBER	00310138	37
268	MEMBER	00320141	37
269	MEMBER	00330021	37
270	MEMBER	00340022	37
271	MEMBER	00340032	37
272	MEMBER	00350329	37
273	MEMBER	00360335	37
274	MEMBER	00370019	37
275	MEMBER	00380020	37
276	MEMBER	00390007	37
277	MEMBER	00400008	37
278	MEMBER	00410017	37
279	MEMBER	00420018	37
280	MEMBER	00530057	37
281	MEMBER	00530127	37
282	MEMBER	00540058	37
283	MEMBER	00540085	37
284	MEMBER	00550163	37
285	MEMBER	00560150	37
286	MEMBER	00850060	37
287	MEMBER	01270059	37
288	MEMBER	01380011	37
289	MEMBER	01410012	37
290	MEMBER	01470013	37
291	MEMBER	01500058	37
292	MEMBER	01520014	37
293	MEMBER	01590015	37
294	MEMBER	01630057	37
295	MEMBER	01650016	37
296	MEMBER	03290009	37
297	MEMBER	03350010	37
298	MEMBER	00040006	4
299	MEMBER	00050003	4
300	MEMBER	00060005	4
301	MEMBER	00150049	4
302	MEMBER	00160050	4
303	MEMBER	00270051	4
304	MEMBER	00280052	4
305	MEMBER	00290027	4
306	MEMBER	00290031	4
307	MEMBER	00300028	4
308	MEMBER	00300032	4
309	MEMBER	00470027	4
310	MEMBER	00470029	4
311	MEMBER	00470031	4
312	MEMBER	00480028	4
313	MEMBER	00480030	4
314	MEMBER	00480032	4
315	MEMBER	00490059	4
316	MEMBER	00500060	4
317	MEMBER	00510053	4
318	MEMBER	00520054	4
319	MEMBER	00530055	4
320	MEMBER	00540056	4
321	MEMBER	00550061	4
322	MEMBER	00560064	4
323	MEMBER	00570062	4
324	MEMBER	00580063	4
325	MEMBER	00590057	4
326	MEMBER	00600058	4
327	MEMBER	00610065	4
328	MEMBER	00620088	4
329	MEMBER	00630087	4
330	MEMBER	00640068	4

331	MEMBER	00650069	4								
332	MEMBER	00660071	4								
333	MEMBER	00670072	4								
334	MEMBER	00680070	4								
335	MEMBER	00710089	4								
336	MEMBER	00720090	4								
337	MEMBER	00870067	4								
338	MEMBER	00880066	4								
339	MEMBER	01200016	4								
340	MEMBER	01210015	4								
341	MEMBER	00010025	PL								
342	MEMBER	00020123	PL								
343	MEMBER	00250026	PL								
344	MEMBER	00260002	PL								
345	MEMBER	01220001	PL								
346	MEMBER	01220025	PL								
347	MEMBER	01230026	PL								
348	MEMBER	01230122	PL								
349	MEMBER	01220047	S	T000000011111							
350	MEMBER	01230048	S	T000000011111							
351	JOINT										
352	JOINT	0000	9.	0.	-2.	72.005		-15.174			
353	JOINT	0001	0.	14.	0.		10.000		FIXED		
354	JOINT	0002	0.	-14.	0.		-10.000		FIXED		
355	JOINT	0003	1.	14.	0.	26.772	10.000	-81.326			
356	JOINT	0004	1.	-14.	0.	26.772	-10.000	-81.326			
357	JOINT	0005	1.	4.	0.	26.772		-81.326			
358	JOINT	0006	1.	-4.	0.	26.772		-81.326			
359	JOINT	0007	8.	4.	-5.	5.129		-15.740			
360	JOINT	0008	8.	-4.	-5.	5.129		-15.740			
361	JOINT	0009	15.	4.	-9.	19.560		-73.330			
362	JOINT	0010	15.	-4.	-9.	19.560		-73.330			
363	JOINT	0011	22.	4.	-14.	34.038		-30.832			
364	JOINT	0012	22.	-4.	-14.	34.038		-30.832			
365	JOINT	0013	29.	4.	-18.	48.470		-88.423			
366	JOINT	0014	29.	-4.	-18.	48.470		-88.423			
367	JOINT	0015	36.	4.	-22.	97.994		-78.601			
368	JOINT	0016	36.	-4.	-22.	97.994		-78.601			
369	JOINT	0017	8.	11.	-5.	5.129	67.200	-15.740			
370	JOINT	0018	8.	-11.	-5.	5.129	-67.200	-15.740			
371	JOINT	0019	15.	9.	-9.	19.560	11.500	-73.330			
372	JOINT	0020	15.	-9.	-9.	19.560	-11.500	-73.330			
373	JOINT	0021	22.	6.	-14.	34.038	55.700	-30.832			
374	JOINT	0022	22.	-6.	-14.	34.038	-55.700	-30.832			
375	JOINT	0023	18.	7.	-12.	76.799	83.600	-2.081			
376	JOINT	0024	18.	-7.	-12.	76.799	-83.600	-2.081			
377	JOINT	0025	0.	4.	0.				FIXED		
378	JOINT	0026	0.	-4.	0.				FIXED		
379	JOINT	0027	42.	4.	-12.	52.092		-14.188			
380	JOINT	0028	42.	-4.	-12.	52.092		-14.188			
381	JOINT	0029	35.	4.	-8.	2.568		-24.010			
382	JOINT	0030	35.	-4.	-8.	2.568		-24.010			
383	JOINT	0031	27.	4.	-4.	53.043		-33.832			
384	JOINT	0032	27.	-4.	-4.	53.043		-33.832			
385	JOINT	0033	27.	6.	-4.	53.043	55.700	-33.832			
386	JOINT	0034	27.	-6.	-4.	53.043	-55.700	-33.832			
387	JOINT	0035	18.	4.	-3.	62.501		-14.547			
388	JOINT	0036	18.	-4.	-3.	62.501		-14.547			
389	JOINT	0037	18.	9.	-3.	62.501	11.500	-14.547			
390	JOINT	0038	18.	-9.	-3.	62.501	-11.500	-14.547			
391	JOINT	0039	9.	4.	-1.	72.005		-95.174			
392	JOINT	0040	9.	-4.	-1.	72.005		-95.174			
393	JOINT	0041	9.	11.	-1.	72.005	67.200	-95.174			
394	JOINT	0042	9.	-11.	-1.	72.005	-67.200	-95.174			
395	JOINT	0043	11.	-10.	-7.	62.345	-39.350	-44.535			
396	JOINT	0044	11.	10.	-7.	62.345	39.350	-44.535			

397	JOINT	0045	9.	-11.	-6.	83.737	-3.275	-30.138	
398	JOINT	0046	9.	11.	-6.	83.737	3.275	-30.138	
399	JOINT	0047	38.	4.	-6.	78.545		-81.516	001000
400	JOINT	0048	38.	-4.	-6.	78.545		-81.516	001000
401	JOINT	0049	38.	4.	-23.	42.137		-75.367	
402	JOINT	0050	38.	-4.	-23.	42.137		-75.367	
403	JOINT	0051	46.	4.	-14.	18.284		-60.165	
404	JOINT	0052	46.	-4.	-14.	18.284		-60.165	
405	JOINT	0053	50.	4.	-18.	85.800		-56.647	
406	JOINT	0054	50.	-4.	-18.	85.800		-56.647	
407	JOINT	0055	57.	4.	-24.	30.254		-3.183	
408	JOINT	0056	57.	-4.	-24.	30.254		-3.183	
409	JOINT	0057	49.	4.	-33.	54.107		-18.385	
410	JOINT	0058	49.	-4.	-33.	54.107		-18.385	
411	JOINT	0059	43.	4.	-27.	9.652		-71.848	
412	JOINT	0060	43.	-4.	-27.	9.652		-71.848	
413	JOINT	0061	63.	4.	-29.	74.709		-49.721	
414	JOINT	0062	55.	4.	-38.	98.561		-64.923	
415	JOINT	0063	55.	-4.	-38.	98.561		-64.923	
416	JOINT	0064	63.	-4.	-29.	74.709		-49.721	
417	JOINT	0065	70.	4.	-34.	19.164		-96.258	
418	JOINT	0066	62.	4.	-44.	43.016		-11.460	
419	JOINT	0067	62.	-4.	-44.	43.016		-11.460	
420	JOINT	0068	70.	-4.	-34.	19.164		-96.258	
421	JOINT	0069	70.	4.	-35.	95.430		-60.937	
422	JOINT	0070	70.	-4.	-35.	95.430		-60.937	
423	JOINT	0071	68.	4.	-49.	87.471		-57.998	
424	JOINT	0072	68.	-4.	-49.	87.471		-57.998	
425	JOINT	0073	75.	-4.	-41.	99.328		-18.605	
426	JOINT	0074	75.	4.	-41.	99.328		-18.605	
427	JOINT	0075	81.	4.	-47.	70.824		-51.171	
428	JOINT	0076	81.	-4.	-47.	70.824		-51.171	
429	JOINT	0077	75.	-4.	-55.	31.926		-4.535	
430	JOINT	0078	75.	4.	-55.	31.926		-4.535	
431	JOINT	0079	87.	4.	-53.	42.321		-83.738	
432	JOINT	0080	87.	-4.	-53.	42.321		-83.738	
433	JOINT	0081	81.	-4.	-60.	76.380		-51.073	
434	JOINT	0082	81.	4.	-60.	76.380		-51.073	
435	JOINT	0085	49.	-4.	-19.	88.782		-71.047	
436	JOINT	0087	58.	-4.	-40.	19.736		-52.492	
437	JOINT	0088	58.	4.	-40.	19.736		-52.492	
438	JOINT	0089	70.	4.	-50.	40.004		-87.356	
439	JOINT	0090	70.	-4.	-50.	40.004		-87.356	
440	JOINT	0091	82.	4.	-61.	83.508		-68.187	
441	JOINT	0092	82.	-4.	-61.	83.508		-68.187	
442	JOINT	0094	103.	0.	-91.	56.936		-7.457	
443	JOINT	0095	86.	4.	-67.	69.718		-15.674	
444	JOINT	0096	89.	4.	-56.	98.509		-63.809	
445	JOINT	0097	89.	-4.	-56.	98.509		-63.809	
446	JOINT	0098	93.	-4.	-62.	84.719		-11.296	
447	JOINT	0099	93.	4.	-62.	84.719		-11.296	
448	JOINT	0100	86.	-4.	-67.	69.718		-15.674	
449	JOINT	0101	94.	4.	-62.	42.363		-93.011	
450	JOINT	0102	94.	-4.	-62.	42.363		-93.011	
451	JOINT	0103	91.	4.	-74.	56.803		-6.162	
452	JOINT	0104	91.	-4.	-74.	56.803		-6.162	
453	JOINT	0105	97.	-4.	-69.	43.676		-92.168	
454	JOINT	0106	97.	4.	-69.	43.676		-92.168	
455	JOINT	0107	96.	4.	-80.	43.888		-96.649	
456	JOINT	0108	96.	-4.	-80.	43.888		-96.649	
457	JOINT	0109	100.	-4.	-77.	85.473		-85.145	
458	JOINT	0110	100.	4.	-77.	85.473		-85.145	
459	JOINT	0111	104.	4.	-85.	27.189		-78.180	
460	JOINT	0112	104.	-4.	-85.	27.189		-78.180	
461	JOINT	0113	101.	-4.	-87.	30.974		-87.136	
462	JOINT	0114	101.	4.	-87.	30.974		-87.136	

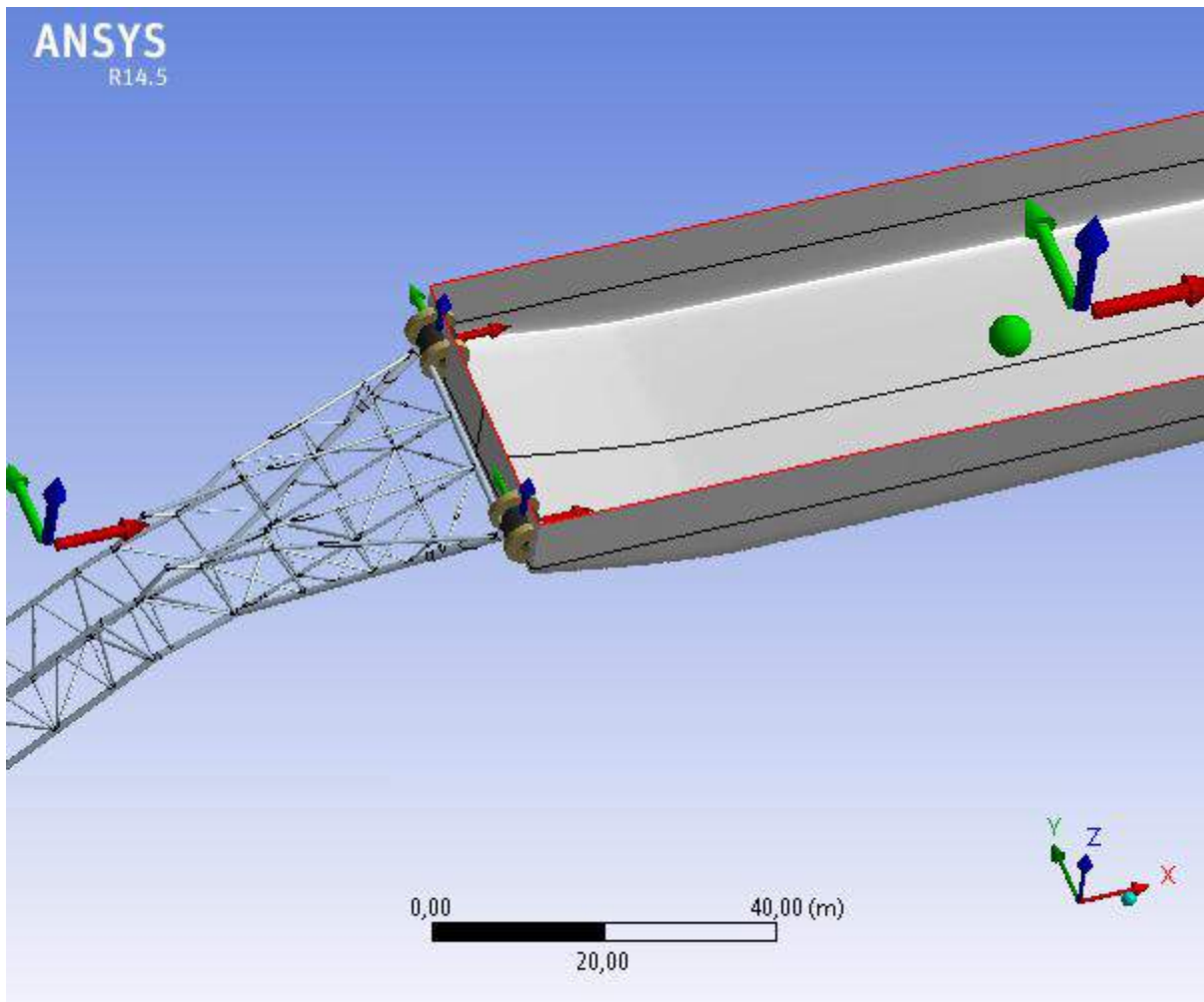
463	JOINT	0115	105.	1.	-89.	85.736	90.000	-46.056	
464	JOINT	0116	105.	-1.	-89.	85.736	-90.000	-46.056	
465	JOINT	0117	103.	-1.	-91.	56.936	-90.000	-7.457	
466	JOINT	0118	103.	1.	-91.	56.936	90.000	-7.457	
467	JOINT	0119	101.	0.	-87.	30.974		-87.136	
468	JOINT	0120	33.	-4.	-20.	23.232		-83.512	
469	JOINT	0121	33.	4.	-20.	23.232		-83.512	
470	JOINT	0122	0.	4.	10.				FIXED
471	JOINT	0123	0.	-4.	10.				FIXED
472	JOINT	0124	89.	-4.	-70.	13.261		-60.918	
473	JOINT	0125	89.	4.	-70.	13.261		-60.918	
474	JOINT	0127	49.	4.	-19.	88.782		-71.047	
475	JOINT	0137	49.	0.	-19.	88.781		-91.047	
476	JOINT	0138	26.	4.	-6.	23.292		-83.082	
477	JOINT	0141	26.	-4.	-6.	23.292		-83.082	
478	JOINT	0144	26.	0.	-7.	23.292		-3.082	
479	JOINT	0147	34.	4.	-10.	10.219		-1.412	
480	JOINT	0150	56.	-4.	-24.	59.696		-86.383	
481	JOINT	0152	34.	-4.	-10.	10.219		-1.412	
482	JOINT	0157	34.	0.	-10.	10.218		-21.412	
483	JOINT	0159	41.	4.	-13.	72.936		-66.247	
484	JOINT	0163	56.	4.	-24.	59.696		-86.383	
485	JOINT	0165	41.	-4.	-13.	72.936		-66.247	
486	JOINT	0171	41.	0.	-13.	72.936		-86.247	
487	JOINT	0175	56.	0.	-25.	59.696		-6.383	
488	JOINT	0176	63.	-4.	-30.	26.200		-6.921	
489	JOINT	0191	63.	4.	-30.	26.200		-6.921	
490	JOINT	0206	63.	0.	-30.	26.201		-26.921	
491	JOINT	0207	69.	-4.	-35.	32.926		-97.947	
492	JOINT	0215	69.	4.	-35.	32.926		-97.947	
493	JOINT	0223	69.	0.	-36.	32.927		-17.947	
494	JOINT	0237	75.	-4.	-42.	28.143		-2.544	
495	JOINT	0246	75.	4.	-42.	28.143		-2.544	
496	JOINT	0255	75.	0.	-42.	28.144		-22.544	
497	JOINT	0256	80.	-4.	-48.	64.341		-76.732	
498	JOINT	0261	80.	4.	-48.	64.341		-76.732	
499	JOINT	0266	80.	0.	-48.	64.341		-96.731	
500	JOINT	0268	86.	-4.	-55.	29.133		-17.205	
501	JOINT	0272	86.	4.	-55.	29.133		-17.205	
502	JOINT	0276	86.	0.	-55.	29.133		-37.205	
503	JOINT	0278	91.	-4.	-63.	46.386		-79.422	
504	JOINT	0283	91.	4.	-63.	46.386		-79.422	
505	JOINT	0289	91.	0.	-63.	46.386		-99.422	
506	JOINT	0296	95.	-4.	-71.	48.052		-30.166	
507	JOINT	0301	95.	4.	-71.	48.052		-30.166	
508	JOINT	0307	98.	4.	-79.	64.681		-40.897	
509	JOINT	0312	98.	-4.	-79.	64.681		-40.897	
510	JOINT	0318	102.	4.	-87.	29.713		-17.484	
511	JOINT	0323	102.	-4.	-87.	29.713		-17.484	
512	JOINT	0325	95.	0.	-71.	48.053		-50.166	
513	JOINT	0327	98.	0.	-79.	64.682		-60.898	
514	JOINT	0328	102.	0.	-87.	29.713		-37.485	
515	JOINT	0329	18.	4.	-4.	13.510		-8.659	
516	JOINT	0335	18.	-4.	-4.	13.510		-8.659	
517	JOINT	0341	18.	0.	-4.	13.509		-28.659	
518	JOINT	END							

LAMPIRAN D
ANSYS AQWA Output RAO



Project

Name	Project
Data Folder Root	C:\Users\Sony\Desktop\ANSYS SHIP + STINGER\Kedalaman 1000m\selesai_files\dp0\AQW\AQW
Date of Creation	15/06/2016 22:59:13
Last Modified	11/07/2016 17:09:07
Product Version	14.5 RELEASE



Contents

- [Units](#)
- [Model \(B3\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Lay barge](#)
 - [Lay barge Axes](#)
 - [Connection Point 1](#)
 - [Connection Point 2](#)
 - [Point Mass](#)
 - [underwatership](#)
 - [upperwatership](#)
 - [Stinger](#)
 - [Stinger Axes](#)
 - [Connection Point 3](#)
 - [Connection Point 4](#)
 - [Point Mass](#)
 - [upperwaterstinger](#)
 - [underwaterstinger](#)
 - [Connections](#)
 - [Catenary Data](#)
 - [Joint 1](#)
 - [Joint Axes On Structure A](#)
 - [Joint Axes On Structure B](#)
 - [Joint 2](#)
 - [Joint Axes On Structure A](#)
 - [Joint Axes On Structure B](#)
 - [Mesh](#)
 - [Hydrodynamic Diffraction \(B4\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Gravity](#)
 - [Structure Selection](#)
 - [Wave Directions](#)
 - [Wave Frequencies](#)
 - [Solution \(B5\)](#)
 - [Hydrostatic](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [RAOs \(Response Amplitude Operators\) \(Distance/Rotation vs Frequency\)](#)
 - [Pressures and Motions](#)

Units

TABLE 1

Length	Meter
Mass	Kilograms
Rotational Velocity	Degrees
Force	Newton
Frequency	Radions per Second
Time	Second

Model (B3)

Geometry

TABLE 2
Model (B3) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Details of Geometry	
Attached Assembly Name	C:\Users\Sony\Desktop\selesai_files\dp0\Geom\DM\Geom.agdb
Sea Geometry	
Water Level	0 m
Water Depth	1000 m
Water Density	1025 kg/m ³
Water Size X	1000 m
Water Size Y	1000 m
Import Preferences	
Import Solid Bodies	No
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes

Lay barge

TABLE 3
Model (B3) > Geometry > Part

Object Name	<i>Lay barge</i>
State	Fully Defined
Details of Lay barge	
Part Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Total Structural Mass	31381943,5 kg
X Position of COG	66,435 m
Y Position of COG	0 m
Z Position of COG	-1,025 m
Generate Internal Lid	No
Current Calculation Depth	0 m
Fixity Options	
Structure Fixity	Structure is Free to Move
Force Factors	
Drag Factor	1
Mass Factor	1
Slam Factor	0
Advanced Options	
Submerged Structure Detection	Program Controlled
Override Calculated GMX	No
Override Calculated GMY	No
Non-Linear Roll Damping	
Non-Linear Roll Damping	Excluded from Calculations

TABLE 4
Model (B3) > Geometry > Lay barge > Axes

Object Name	<i>Lay barge Axes</i>
State	Fully Defined
Details of Lay barge Axes	
Visibility	Visible
Alignment Method	Global Axes
Rotation About Global Z	0 °
Rotation About Local Y	0 °
Rotation About Local X	0 °
Unit Vector X	[1, 0, 0]
Unit Vector Y	[0, 1, 0]
Unit Vector Z	[0, 0, 1]

TABLE 5
Model (B3) > Geometry > Lay barge > Connection Point

Object Name	<i>Connection Point 1</i>
State	Fully Defined
Details of Connection Point 1	
Point Visibility	Visible
Type	Attached to Structure
Structure	Lay barge
Definition Of Position	Coordinates
Postion Coordinates	
X	0 m
Y	14,1 m
Z	3 m

TABLE 6
Model (B3) > Geometry > Lay barge > Connection Point

Object Name	<i>Connection Point 2</i>
State	Fully Defined
Details of Connection Point 2	
Point Visibility	Visible
Type	Attached to Structure
Structure	Lay barge
Definition Of Position	Coordinates
Postion Coordinates	
X	0 m
Y	-14,1 m
Z	3 m

TABLE 7
Model (B3) > Geometry > Lay barge > Point Mass

Object Name	<i>Point Mass</i>
State	Fully Defined
Details of Point Mass	
Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
X	66,435 m
Y	0 m
Z	-1,025 m
Mass definition	Manual
Mass	31381943,5 kg
Define inertia values by	via Radius of Gyration
Kxx	12,88 m
Kyy	39 m
Kzz	39 m

lxx	5206088687,7664 kg.m ²
lxy	0 kg.m ²
lxz	0 kg.m ²
lyy	47731936063,5 kg.m ²
lyz	0 kg.m ²
lzz	47731936063,5 kg.m ²

TABLE 8
Model (B3) > Geometry > Lay barge > Body

Object Name	<i>underwatership</i>
State	Fully Defined
Details of underwater	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

TABLE 9
Model (B3) > Geometry > Lay barge > Body

Object Name	<i>upperwatership</i>
State	Fully Defined
Details of upperwatership	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

Stinger

TABLE 10
Model (B3) > Geometry > Part

Object Name	<i>Stinger</i>
State	Fully Defined

Details of Stinger	
Part Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Total Structural Mass	31381943,5 kg
X Position of COG	66,435 m
Y Position of COG	0 m
Z Position of COG	-1,025 m
Generate Internal Lid	No
Current Calculation Depth	0 m
Fixity Options	
Structure Fixity	Structure is Free to Move
Force Factors	
Drag Factor	1
Mass Factor	1
Slam Factor	0
Advanced Options	
Submerged Structure Detection	Program Controlled
Override Calculated GMX	No
Override Calculated GMY	No
Non-Linear Roll Damping	
Non-Linear Roll Damping	Excluded from Calculations

TABLE 11
Model (B3) > Geometry > Stinger > Axes

Object Name	<i>Stinger Axes</i>
State	Fully Defined
Details of Stinger Axes	
Visibility	Visible
Alignment Method	Global Axes

Rotation About Global Z	0 °
Rotation About Local Y	0 °
Rotation About Local X	0 °
Unit Vector X	[1, 0, 0]
Unit Vector Y	[0, 1, 0]
Unit Vector Z	[0, 0, 1]

TABLE 12
Model (B3) > Geometry > Stinger > Connection Point

Object Name	<i>Connection Point 3</i>
State	Fully Defined
Details of Connection Point 3	
Point Visibility	Visible
Type	Attached to Structure
Structure	Stinger
Definition Of Position	Coordinates
Postion Coordinates	
X	0 m
Y	14,1 m
Z	3 m

TABLE 13
Model (B3) > Geometry > Stinger > Connection Point

Object Name	<i>Connection Point 4</i>
State	Fully Defined
Details of Connection Point 4	
Point Visibility	Visible
Type	Attached to Structure
Structure	Stinger
Definition Of Position	Coordinates

Position Coordinates	
X	0 m
Y	-14,1 m
Z	3 m

TABLE 14
Model (B3) > Geometry > Stinger > Point Mass

Object Name	<i>Point Mass</i>
State	Fully Defined
Details of Point Mass	
Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
X	66,435 m
Y	0 m
Z	-1,025 m
Mass definition	Manual
Mass	31381943,5 kg
Define inertia values by	via Radius of Gyration
Kxx	12,88 m
Kyy	39 m
Kzz	39 m
Ixx	5206088687,7664 kg.m ²
Ixy	0 kg.m ²
Ixz	0 kg.m ²
Iyy	47731936063,5 kg.m ²
Iyz	0 kg.m ²
Izz	47731936063,5 kg.m ²

TABLE 15
Model (B3) > Geometry > Stinger > Body

Object Name	<i>upperwaterstinger</i>
State	Fully Defined
Details of upperwaterstinger	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

TABLE 16
Model (B3) > Geometry > Stinger > Body

Object Name	<i>underwaterstinger</i>
State	Fully Defined
Details of underwaterstinger	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

Connections

TABLE 17
Model (B3) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Details of Connections	

TABLE 18
Model (B3) > Connections > Catenary Data

Object Name	<i>Catenary Data</i>
State	Fully Defined
Details of Catenary Data	

TABLE 19
Model (B3) > Connections > Joint

Object Name	<i>Joint 1</i>
State	Fully Defined
Details of Joint 1	
Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Type	Ball and Socket
Connectivity	Structure & Structure
Connection Point On Structure A	Connection Point 1 (Lay barge)
Connection Point On Structure B	Connection Point 3 (Stinger)
Joint Properties	
Stiffness About X	0 N/°
Stiffness About Y	0 N/°
Stiffness About Z	0 N/°
Damping About X	0 N/(°/s)
Damping About Y	0 N/(°/s)
Damping About Z	0 N/(°/s)
Translational Friction Coefficient	0
Rotational Friction Coefficient	0
Axial Friction Coefficient	0
Constant Friction Moment	0 N.m

TABLE 20
Model (B3) > Connections > Joint 1 > Axes

Object Name	<i>Joint Axes On Structure A</i>
State	Fully Defined
Details of Joint Axes On Structure A	
Visibility	Visible
Alignment Method	Direction Entry
Rotation About Global Z	0 °

Rotation About Local Y	360 °
Rotation About Local X	0 °
Unit Vector X	[1, 0, 0]
Unit Vector Y	[0, 1, 0]
Unit Vector Z	[0, 0, 1]

TABLE 21
Model (B3) > Connections > Joint 1 > Axes

Object Name	<i>Joint Axes On Structure B</i>
State	Fully Defined
Details of Joint Axes On Structure B	
Visibility	Visible
Alignment Method	Direction Entry
Rotation About Global Z	0 °
Rotation About Local Y	360 °
Rotation About Local X	0 °
Unit Vector X	[1, 0, 0]
Unit Vector Y	[0, 1, 0]
Unit Vector Z	[0, 0, 1]

TABLE 22
Model (B3) > Connections > Joint

Object Name	<i>Joint 2</i>
State	Fully Defined
Details of Joint 2	
Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Type	Ball and Socket
Connectivity	Structure & Structure
Connection Point On Structure A	Connection Point 2 (Lay barge)

Connection Point On Structure B	Connection Point 4 (Stinger)
Joint Properties	
Stiffness About X	0 N/°
Stiffness About Y	0 N/°
Stiffness About Z	0 N/°
Damping About X	0 N/(°/s)
Damping About Y	0 N/(°/s)
Damping About Z	0 N/(°/s)
Translational Friction Coefficient	0
Rotational Friction Coefficient	0
Axial Friction Coefficient	0
Constant Friction Moment	0 N.m

TABLE 23
Model (B3) > Connections > Joint 2 > Axes

Object Name	<i>Joint Axes On Structure A</i>
State	Fully Defined
Details of Joint Axes On Structure A	
Visibility	Visible
Alignment Method	Direction Entry
Rotation About Global Z	0 °
Rotation About Local Y	360 °
Rotation About Local X	0 °
Unit Vector X	[1, 0, 0]
Unit Vector Y	[0, 1, 0]
Unit Vector Z	[0, 0, 1]

TABLE 24
Model (B3) > Connections > Joint 2 > Axes

Object Name	<i>Joint Axes On Structure B</i>
-------------	----------------------------------

State	Fully Defined
Details of Joint Axes On Structure B	
Visibility	Visible
Alignment Method	Direction Entry
Rotation About Global Z	0 °
Rotation About Local Y	360 °
Rotation About Local X	0 °
Unit Vector X	[1, 0, 0]
Unit Vector Y	[0, 1, 0]
Unit Vector Z	[0, 0, 1]

Mesh

TABLE 25
Model (B3) > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Meshed
Details of Mesh	
Defeaturing Tolerance	2 m
Max Element Size	4 m
Max Allowed Frequency	1,602 rad/s
Meshing Type	Surface Meshing Only
Generated Mesh Information	
Number of Nodes	1810
Number of Elements	1751
Number of Nodes (Diffracting Bodies)	1218
Number of Elements (Diffracting Bodies)	1159

Hydrodynamic Diffraction (B4)

TABLE 26
Model (B3) > Analysis

Object Name	<i>Hydrodynamic Diffraction (B4)</i>
State	Solved
Details of Hydrodynamic Diffraction	
Analysis Type	Hydrodynamic Diffraction/Radiation

TABLE 27
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Details of Analysis Settings	
Sea Grid Size Factor	2
Output File Options	
Output Full QTF Matrix	No
Do Not Output .LIS Banner Page	No
No Wave Elevation at Field Points	No
Output Source Strengths	No
Output Potentials	No
Output Centroid Pressures	No
Output Element Properties	No
Output ASCII Hydrodynamic Database	No
Output Example of Hydrodynamic Database	No
QTF Options	
Calculate Full QTF Matrix	No
Common Analysis Options	
Ignore Modelling Rule Violations	Yes
No Drift Coefficients	No
No Pressure Post-Processing	No
Near Field Solution	No

TABLE 28
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Gravity

Object Name	<i>Gravity</i>
State	Fully Defined
Details of Gravity	
Gravity, g	9,80665 m/s ²

TABLE 29
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Structure Selection

Object Name	<i>Structure Selection</i>
State	Fully Defined
Details of Structure Selection	
Structures to Exclude	None
Group Of Structures	
Interacting Structure Groups	None
Structure Ordering	
Structure 1	Lay barge
Structure 2	Stinger

TABLE 30
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Wave Direction

Object Name	<i>Wave Directions</i>
State	Fully Defined
Details of Wave Directions	
Type	Range of Directions, No Forward Speed
Required Wave Input	
Wave Range	-180° to 180° (-PI to PI)
Interval	45 °
Number of Intermediate Directions	7
Optional Wave Directions A	
Additional Range	None

Optional Wave Directions B	
Additional Range	None
Optional Wave Directions C	
Additional Range	None
Optional Wave Directions D	
Additional Range	None

TABLE 31
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Wave Frequency

Object Name	<i>Wave Frequencies</i>
State	Fully Defined
Details of Wave Frequencies	
Frequency / Period definition	
Range	Manual Definition
Definition Type	Range
Lowest Frequency	0,05 rad/s
Longest Period	125,664 s
Highest Frequency	1,5 rad/s
Shortest Period	4,189 s
Interval Type	Frequency
Interval Frequency	0,066 rad/s
Number of Intermediate Values	21
Additional Frequencies A	
Additional Range	None
Additional Frequencies B	
Additional Range	None
Additional Frequencies C	
Additional Range	None

Solution (B5)

TABLE 32
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrostatic Results

Object Name	Hydrostatic
State	Solved
Details of Hydrostatic	
Structure	Lay barge
Graphical Representation	
Show Centre of Gravity	Yes
Show Centre of Buoyancy	Yes
Show Centre of Floatation	Yes
Results	
Actual Displaced Volume	29105.07 m ³
Metacentric Height GMX	14.748891 m
Out of Balance Force/Weight, Fz	-4.9367e-2

Aqwa Hydrostatic Results

Structure

Lay b

Hydrostatic Stiffness

Centre of Gravity Position:

X: 66.434998 m Y: 0. m Z: -1.025 m

	Z	RX	RY
Heave(Z):	49203940 N	36.997517 N	-1171752.3 N
Roll(RX):	2119.8015 N.	75309520 N.	2651.5618 N.
Pitch(RZ):	-67136456 N.	2651.5618 N.	1.36745e9 N.

Hydrostatic Displacement Properties

Actual Volumetric Displacement: 29105.07 m³

Equivalent Volumetric Displacement:

Centre of Buoyancy Position: X: Y: Z:

Out of Balance Forces/Weight: FX: FY: FZ:

Out of Balance Moments/Weight: MX: MY: MZ:

Cut Water Plane Properties

Cut Water Plane Area:

Centre of Floatation: X: Y:

Principal 2nd Moment of Area: X: Y:

Angle Principal Axis makes with X(FRA):

Small Angle Stability Parameters

C.O.G. to C.O.B.(BG):

Metacentric Heights (GMX/GMY):

COB to Metacentre (BMX/BMY):

Restoring Moments/Degree Rotations (MX/MY):

TABLE 33

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	<i>RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)</i>
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Line A	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global X
Direction	0 °
Position of Min in X	0,907
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,007
Maximum Value	1,97
Line B	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global X
Direction	45 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,003
Maximum Value	1,393
Line C	
Structure	Lay barge

Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global X
Direction	90 °
Position of Min in X	0,05
Position of Max in X	0,709
Minimum Value	0
Maximum Value	0,031
Line D	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global X
Direction	180 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,006
Maximum Value	1,97

FIGURE 1
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

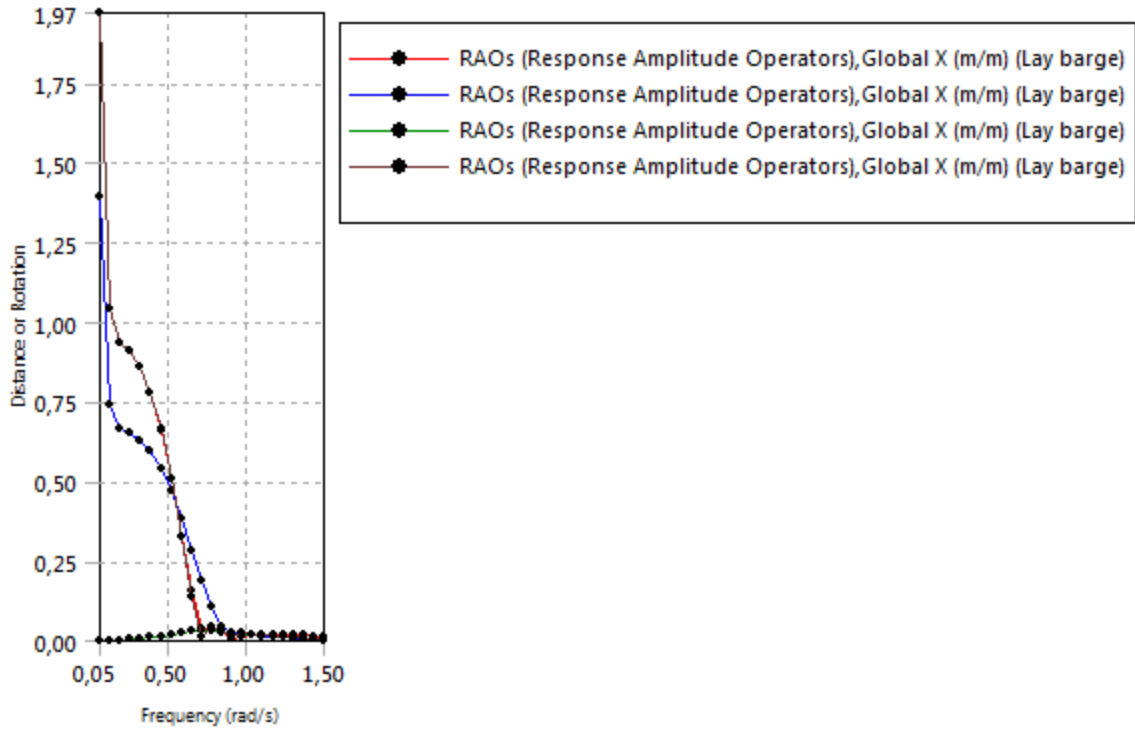


TABLE 34
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

Frequency (rad/s)	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
0,05	1.9697449	1.3929538	5.3248e-4	1.9697452
0,116	1.0445626	0.7391886	9.4583e-4	1.0445628
0,182	0.9374337	0.6654315	1.8918e-3	0.9374415
0,248	0.9087324	0.6511641	3.7932e-3	0.9088276
0,314	0.8592194	0.6288146	6.4771e-3	0.8597457
0,38	0.7784597	0.5932975	1.0294e-2	0.780176
0,445	0.6610818	0.5414624	1.5289e-2	0.664203
0,511	0.5078847	0.4715701	2.0894e-2	0.5094176
0,577	0.3296026	0.3840989	2.574e-2	0.3237342
0,643	0.1569797	0.285461	2.8851e-2	0.14129
0,709	4.0424e-2	0.1897051	3.107e-2	1.3912e-2
0,775	3.6501e-2	0.1071663	2.9796e-2	4.3466e-2

0,841	3.0977e-2	4.596e-2	2.2913e-2	3.4153e-2
0,907	7.037e-3	2.4139e-2	1.8887e-2	1.4956e-2
0,973	1.5336e-2	2.13e-2	1.8883e-2	2.2752e-2
1,039	1.9787e-2	1.6481e-2	1.8036e-2	2.1884e-2
1,105	2.0541e-2	1.274e-2	1.6214e-2	1.6471e-2
1,17	2.1315e-2	1.2781e-2	1.4062e-2	1.3266e-2
1,236	1.8878e-2	1.1414e-2	1.1877e-2	1.1511e-2
1,302	1.8357e-2	7.5726e-3	1.0227e-2	1.0147e-2
1,368	1.7246e-2	6.4104e-3	8.0753e-3	8.4783e-3
1,434	1.4584e-2	6.3285e-3	6.4209e-3	7.3984e-3
1,5	1.3743e-2	2.8994e-3	4.8761e-3	6.0657e-3

TABLE 35
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Line A	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Y
Direction	0 °
Position of Min in X	0,182
Position of Max in X	0,775
Minimum Value	0
Maximum Value	0

Line B	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Y
Direction	45 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0
Maximum Value	1,404
Line C	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Y
Direction	90 °
Position of Min in X	0,775
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,08
Maximum Value	1,986
Line D	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Y
Direction	180 °
Position of Min in X	0,182
Position of Max in X	0,775
Minimum Value	0
Maximum Value	0

FIGURE 2

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

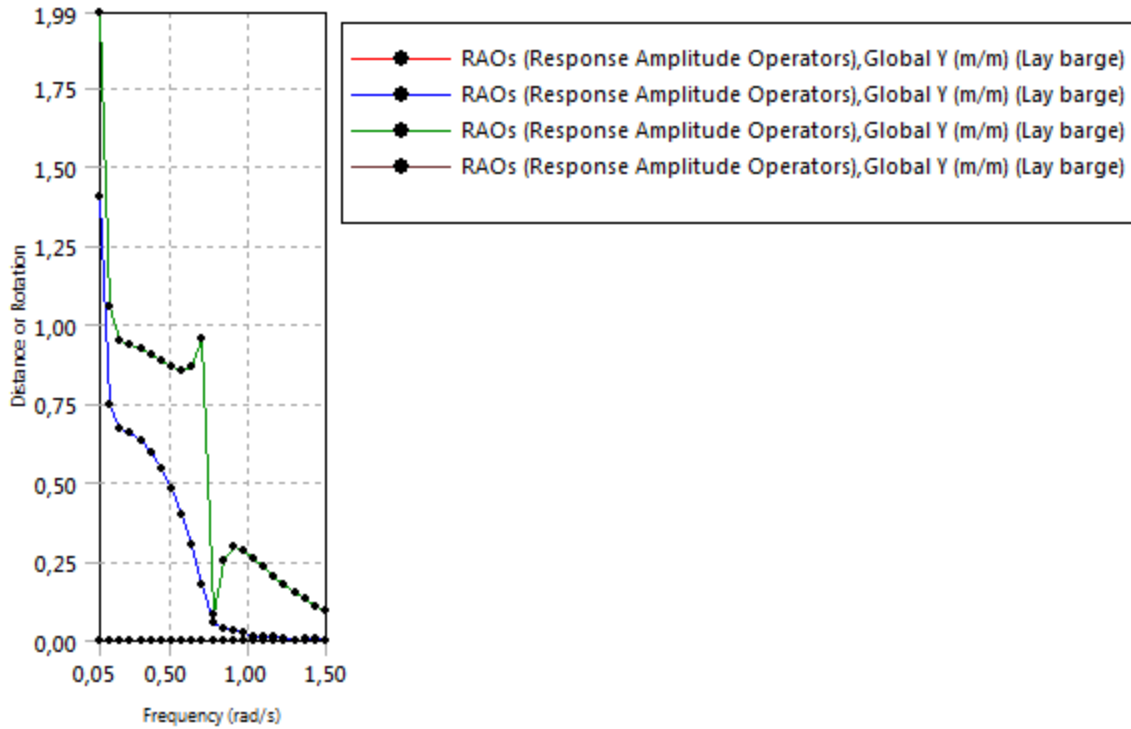


TABLE 36

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

Frequency (rad/s)	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
0,05	8.4682e-5	1.4040689	1.9858184	8.4495e-5
0,116	8.2914e-6	0.7447726	1.0540373	9.1235e-6
0,182	2.1784e-6	0.6700318	0.9510592	2.4008e-6
0,248	3.8085e-6	0.6550757	0.9382135	3.6775e-6
0,314	1.2076e-5	0.6321524	0.923686	1.2138e-5
0,38	3.9691e-5	0.596522	0.90539	3.7619e-5
0,445	7.9878e-5	0.5457163	0.8842867	7.208e-5
0,511	1.3223e-4	0.4790616	0.8634758	1.04e-4
0,577	1.8801e-4	0.3977147	0.8508893	1.0599e-4
0,643	2.406e-4	0.302712	0.8684089	7.4029e-5
0,709	4.1501e-4	0.1784726	0.9580904	3.4928e-4

0,775	4.7023e-4	5.8058e-2	8.0488e-2	7.2127e-4
0,841	3.0811e-4	3.7574e-2	0.2517491	5.1372e-4
0,907	3.212e-4	2.8541e-2	0.2944132	3.392e-4
0,973	2.969e-4	2.5351e-2	0.2863723	2.1858e-4
1,039	2.6666e-4	1.1406e-2	0.262295	2.3428e-4
1,105	2.3125e-4	9.8167e-3	0.2332522	2.3338e-4
1,17	1.8651e-4	1.4862e-2	0.2041695	1.7226e-4
1,236	1.5705e-4	9.3713e-3	0.1766358	1.2684e-4
1,302	1.8731e-4	2.1366e-4	0.1520668	1.4096e-4
1,368	1.2175e-4	5.6458e-3	0.1297647	9.493e-5
1,434	8.3255e-5	3.9766e-3	0.1101542	9.8227e-5
1,5	8.4339e-5	1.7859e-4	9.7015e-2	6.7634e-5

TABLE 37

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Line A	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Z
Direction	0 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,017

Maximum Value	1
Line B	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Z
Direction	45 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,006
Maximum Value	1
Line C	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Z
Direction	90 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,709
Minimum Value	0,03
Maximum Value	1,129
Line D	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global Z
Direction	180 °
Position of Min in X	1,434
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,002

FIGURE 3

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

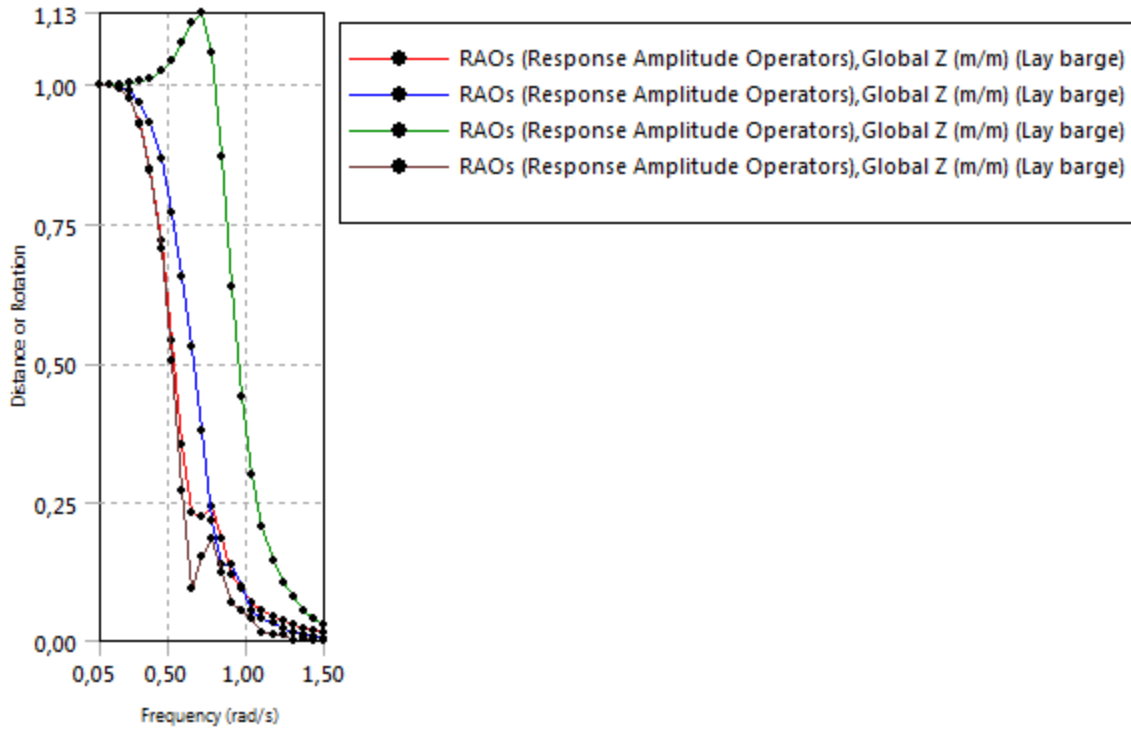


TABLE 38

Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

Frequency (rad/s)	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
0,05	0.9998811	0.9999827	1.0000869	0.9998812
0,116	0.9987905	0.9996385	1.0004879	0.9987902
0,182	0.9925092	0.9967639	1.0010239	0.9924901
0,248	0.9736648	0.9882589	1.0029404	0.9734541
0,314	0.9307733	0.9681527	1.0061064	0.9295428
0,38	0.8504962	0.9299751	1.0123476	0.8457535
0,445	0.7193209	0.8657407	1.0240195	0.7052305
0,511	0.5398609	0.7716315	1.0438241	0.5034912
0,577	0.3531968	0.6560354	1.0739	0.2704237
0,643	0.2304935	0.5283154	1.1113498	9.5976e-2

0,709	0.2258996	0.3803629	1.1292602	0.1540064
0,775	0.2427194	0.2172167	1.0589844	0.1841977
0,841	0.1832796	0.1381727	0.8696183	0.1241711
0,907	0.1199012	0.1370042	0.6368083	6.8681e-2
0,973	9.6546e-2	9.6966e-2	0.4389724	5.4283e-2
1,039	7.1021e-2	5.4637e-2	0.3005971	3.9529e-2
1,105	5.5452e-2	4.1622e-2	0.2082225	1.7339e-2
1,17	4.6403e-2	3.4317e-2	0.1464859	1.2668e-2
1,236	3.6051e-2	2.2868e-2	0.1046912	1.1118e-2
1,302	3.1564e-2	1.5717e-2	8.0152e-2	3.0528e-3
1,368	2.474e-2	1.3441e-2	5.6422e-2	5.0876e-3
1,434	1.9786e-2	7.2518e-3	4.2096e-2	1.7547e-3
1,5	1.6963e-2	6.1789e-3	2.9938e-2	2.4651e-3

TABLE 39
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	<i>RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)</i>
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Line A	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	0 °
Position of Min in X	0,182
Position of Max in X	0,775

Minimum Value	0
Maximum Value	0,005
Line B	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	45 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,709
Minimum Value	0,057
Maximum Value	1,769
Line C	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	90 °
Position of Min in X	0,05
Position of Max in X	0,709
Minimum Value	0,115
Maximum Value	12,137
Line D	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RX
Direction	180 °
Position of Min in X	0,182
Position of Max in X	0,775

Minimum Value	0
Maximum Value	0,01

FIGURE 4
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

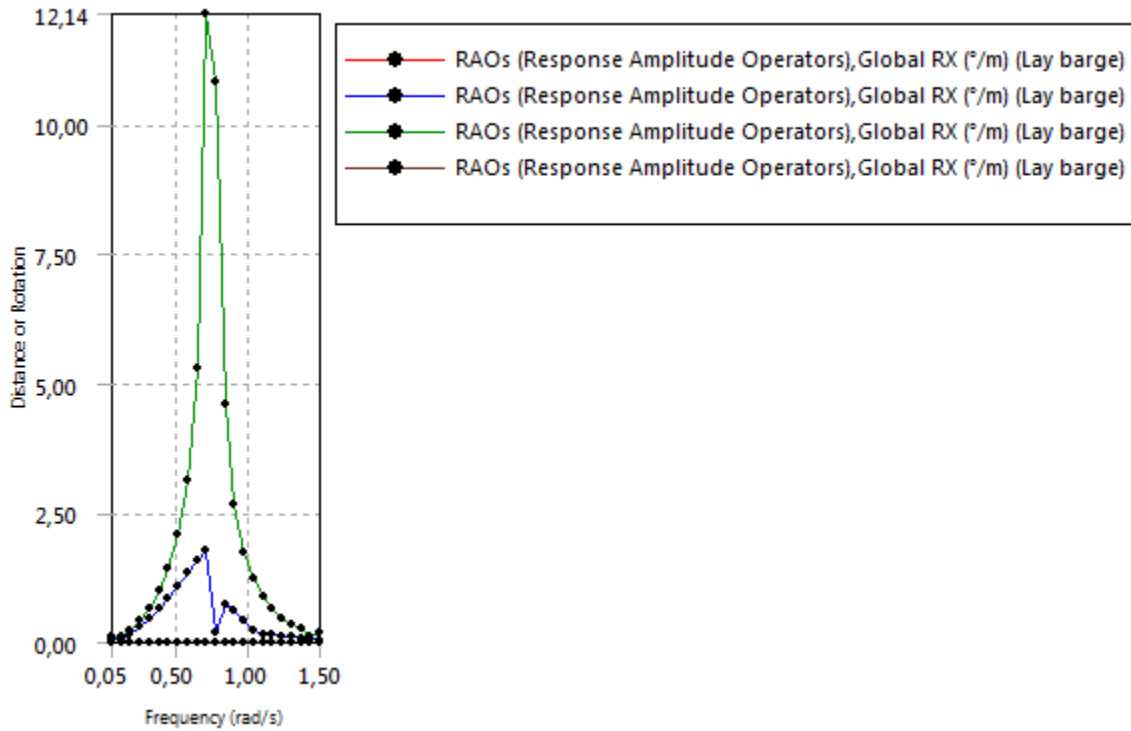


TABLE 40
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

Frequency (rad/s)	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
0,05	2.2243e-4	8.2019e-2	0.1154492	2.2255e-4
0,116	4.1699e-5	9.5058e-2	0.1334295	4.1715e-5
0,182	2.027e-5	0.1710971	0.240917	2.0082e-5
0,248	5.7377e-5	0.2935805	0.4185856	5.7212e-5
0,314	1.1349e-4	0.4535643	0.6644357	1.1387e-4
0,38	1.9447e-4	0.6467666	0.9946644	1.9709e-4
0,445	3.2289e-4	0.8658821	1.443389	3.4688e-4
0,511	5.4647e-4	1.1014882	2.0881218	6.5392e-4
0,577	9.0648e-4	1.3447256	3.1340295	1.3091e-3

0,643	1.678e-3	1.590297	5.2851487	2.8646e-3
0,709	4.8133e-3	1.7692763	12.137264	8.5656e-3
0,775	5.0792e-3	0.201656	10.841709	9.9882e-3
0,841	2.1293e-3	0.7166519	4.5818266	4.948e-3
0,907	1.6358e-3	0.6263104	2.6583252	2.7785e-3
0,973	1.4156e-3	0.4077109	1.7514757	1.9539e-3
1,039	1.132e-3	0.2243089	1.2177285	2.0023e-3
1,105	9.5033e-4	0.1645982	0.8776041	1.8523e-3
1,17	7.7681e-4	0.1600082	0.6432473	1.4219e-3
1,236	5.537e-4	0.1313813	0.4754921	1.1193e-3
1,302	8.5128e-4	0.102432	0.3532679	1.1343e-3
1,368	4.6947e-4	9.0691e-2	0.2551957	8.1313e-4
1,434	3.0346e-4	7.9408e-2	0.1258186	7.2649e-4
1,5	1.893e-4	5.714e-2	0.2087801	4.8949e-4

TABLE 41
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	<i>RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)</i>
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Line A	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RY
Direction	0 °
Position of Min in X	0,05

Position of Max in X	0,511
Minimum Value	0,03
Maximum Value	1,112
Line B	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RY
Direction	45 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,643
Minimum Value	0,012
Maximum Value	1,14
Line C	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RY
Direction	90 °
Position of Min in X	0,05
Position of Max in X	0,841
Minimum Value	0
Maximum Value	0,178
Line D	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RY
Direction	180 °
Position of Min in X	1,5

Position of Max in X	0,511
Minimum Value	0,005
Maximum Value	1,121

FIGURE 5
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

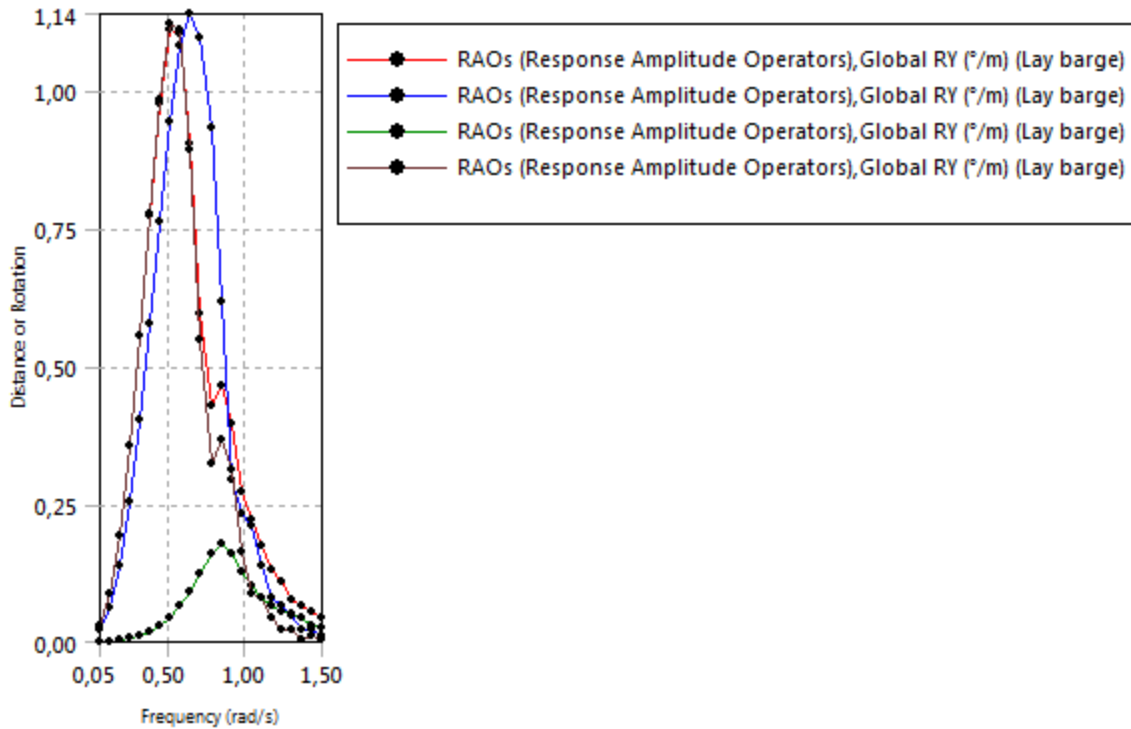


TABLE 42
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

Frequency (rad/s)	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
0,05	3.0265e-2	2.1401e-2	2.623e-4	3.0265e-2
0,116	8.6685e-2	6.1335e-2	1.4116e-3	8.6685e-2
0,182	0.1933926	0.137129	3.5315e-3	0.1933937
0,248	0.3546186	0.2530622	6.7565e-3	0.3546568
0,314	0.5545428	0.4014369	1.1489e-2	0.5548839
0,38	0.7733633	0.5753928	1.8601e-2	0.7750749
0,445	0.9769859	0.7627529	2.9441e-2	0.9820622
0,511	1.1120454	0.9430977	4.5244e-2	1.120592

0,577	1.1038605	1.0826422	6.6029e-2	1.1101709
0,643	0.901991	1.1395006	9.0891e-2	0.8944467
0,709	0.5948329	1.0942444	0.1230542	0.5475422
0,775	0.4276647	0.9340289	0.158254	0.3231545
0,841	0.4643624	0.6187118	0.178439	0.3661877
0,907	0.3955962	0.2934678	0.1612042	0.3113326
0,973	0.272117	0.2331275	0.1282851	0.1641868
1,039	0.2230941	0.2102583	0.1002982	8.7079e-2
1,105	0.1737344	0.1376725	8.0518e-2	7.9366e-2
1,17	0.1299542	8.1766e-2	6.6325e-2	4.2907e-2
1,236	0.1093455	6.6184e-2	5.4393e-2	2.2975e-2
1,302	7.4957e-2	4.7108e-2	4.9372e-2	2.0956e-2
1,368	6.4895e-2	2.2324e-2	4.463e-2	5.4606e-3
1,434	5.5664e-2	2.2136e-2	2.9784e-2	1.2364e-2
1,5	4.4802e-2	1.1632e-2	2.7107e-2	5.154e-3

TABLE 43
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)
State	Solved
Details of RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Distance/Rotation vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Line A	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RZ
Direction	0 °

Position of Min in X	0,38
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0
Maximum Value	0
Line B	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RZ
Direction	45 °
Position of Min in X	1,17
Position of Max in X	0,577
Minimum Value	0,007
Maximum Value	0,502
Line C	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RZ
Direction	90 °
Position of Min in X	1,5
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0,056
Maximum Value	0,265
Line D	
Structure	Lay barge
Type	RAOs (Response Amplitude Operators)
Component	Global RZ
Direction	180 °

Position of Min in X	0,38
Position of Max in X	0,05
Minimum Value	0
Maximum Value	0

FIGURE 6
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

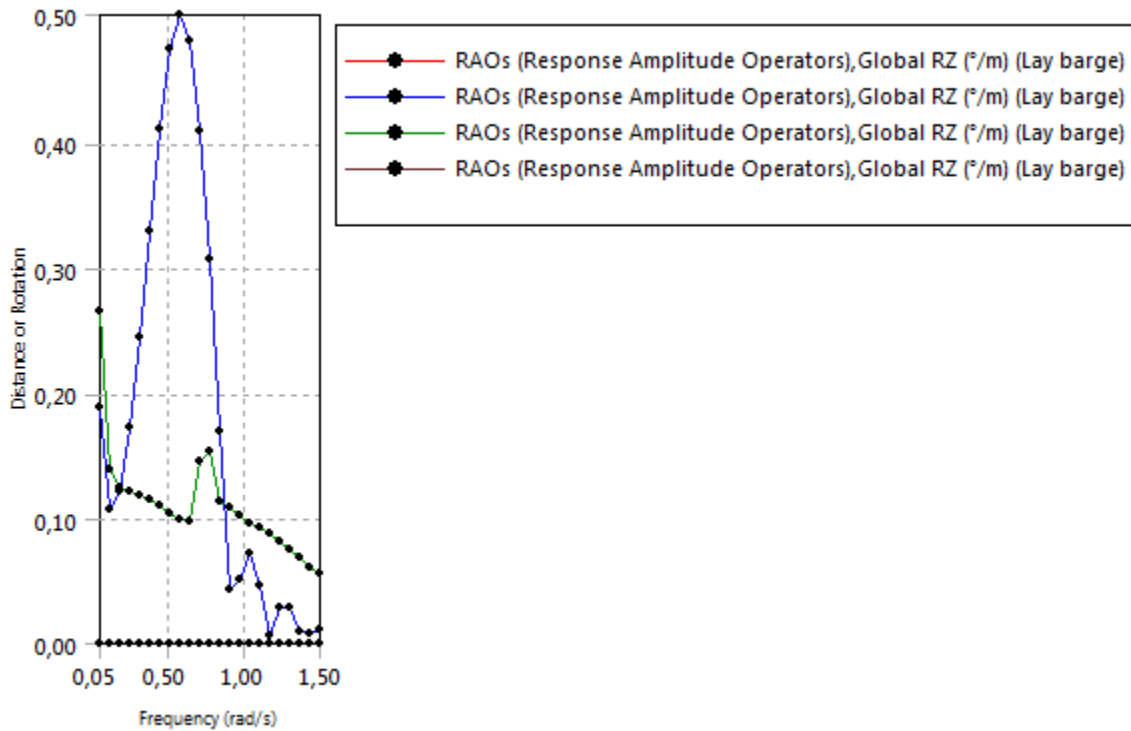


TABLE 44
Model (B3) > Hydrodynamic Diffraction (B4) > Solution (B5) > RAOs (Response Amplitude Operators) (Distance/Rotation vs Frequency)

Frequency (rad/s)	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
0,05	6.4161e-4	0.1890179	0.2648518	6.4191e-4
0,116	1.2717e-4	0.1070474	0.1399523	1.2721e-4
0,182	7.7779e-5	0.1209887	0.1253135	7.7717e-5
0,248	8.0326e-5	0.1722989	0.1223663	8.0427e-5
0,314	8.0912e-5	0.2452625	0.1190025	8.1252e-5
0,38	7.4634e-5	0.3291166	0.1149167	7.5969e-5
0,445	1.0396e-4	0.4109282	0.1100376	1.0566e-4

0,511	1.985e-4	0.4745649	0.1043437	1.8042e-4
0,577	3.2137e-4	0.5023829	9.8601e-2	2.3237e-4
0,643	4.2743e-4	0.4808138	9.8127e-2	2.3532e-4
0,709	4.8406e-4	0.4090917	0.1450279	3.2992e-4
0,775	4.4581e-4	0.3077282	0.1541089	5.2019e-4
0,841	4.2664e-4	0.1689435	0.1132119	5.1725e-4
0,907	4.8766e-4	4.3801e-2	0.1086391	3.4496e-4
0,973	4.746e-4	5.1013e-2	0.1024111	2.3318e-4
1,039	4.2163e-4	7.2851e-2	9.6271e-2	3.3793e-4
1,105	3.9395e-4	4.7219e-2	9.3448e-2	3.1681e-4
1,17	3.4771e-4	7.2659e-3	8.7579e-2	2.0375e-4
1,236	2.9098e-4	2.8809e-2	8.1778e-2	2.3043e-4
1,302	1.862e-4	2.8949e-2	7.5937e-2	2.2565e-4
1,368	2.5112e-4	9.828e-3	6.873e-2	1.3208e-4
1,434	1.7548e-4	8.2699e-3	6.0151e-2	9.8195e-5
1,5	1.1791e-4	1.0887e-2	5.5864e-2	1.5711e-4

LAMPIRAN E
Perhitungan Beban Pipeline

Perhitungan Beban Pipa

Kedalaman 1000 m					
Diameter Pipa, D	=	42	in	1.0668	m
Tebal Pipa, t	=	0.875	in	0.022225	m
Lay tension, T	=	600	ton	5886	kN
water depth, d	=	1000	m		
water density	=	1025	kg/m ³		
steel density	=	7850	kg/m ³		
modulus young, E	=	2.07.E+11	N/m ²	206842.7	MPa
yield stress	=	448	MPa		
1 kg	=	9.81	N		
Minimum radius of curvature					
R curvature	=	289.7318965	m		
Berat pipa per meter					
w pipe = V steel x psteel x g					
w pipe	=	5.613706586	kN/m		
	=	572.2432809	kg/m		
A steel	=	$\pi/4 \cdot (D^2 - (D-2t)^2)$			
	=	0.072897233	m ²		
Gaya apung pipa per meter					
F pipe = V pipe x pseawater x g					
F pipe	=	0.732999905	kN/m		
	=	74.71966407	kg/m		
Horizontal force (H)					
H = T - wpipe.d					
H	=	272.2934142	kN		
H/T	=	0.046261198			
Departure angle					
$\theta = \cos^{-1} (H/T)$					
θ	=	1.524518612	rad		
	=	87.39278666	deg		
Pipa span length					
s = (H/wpipe) tan θ					
s	=	1065.205962	m		

Panjang pipa horizontal pada seabed					
$X_s = (H/w_{\text{pipe}}) \times \sinh^{-1}(\tan \theta)$					
Xs	=	183.4909039	m		
Total pipa yang akan disupport					
$W_{\text{total}} = (w_{\text{pipe}} \times s) - (F_{\text{pipe}} \times s)$					
W total	=	529965.1231	kg		
Diasumsikan beban pipa yang diterima tiap roller box sama besar					
Jumlah Roller box pada Stinger	=	17	buah		
W pipa ada tiap roller box	=	31174.41901	kg / Roller Box		

LAMPIRAN F
Output Tegangan

Hasil tegangan pada joint yang diwakili oleh UC, sebagai berikut :

Gerakan Single (Surge, Sway,
Heave, Pitch, dan Yaw)

Joint	UC
0050	0.403
0049	0.398
0301	0.386
0307	0.384
0052	0.358

Gerakan Single (Roll)

Joint	UC
0050	0.9
0049	0.856
0015	0.852
0016	0.816
0027	0.726

Couple 2 gerakan

Heave dan Pitch

Joint	UC
0050	0.403
0049	0.398
0301	0.386
0307	0.384
0052	0.358

Heave dan Roll

Joint	UC
0191	0.88
0049	0.877
0050	0.87
0015	0.852
0016	0.824

Roll dan Pitch

Joint	UC
0085	0.713
0127	0.708
0050	0.573
0049	0.567
0015	0.561

Couple 3 gerakan

Heave + Roll + Pitch

Joint	UC
49	0.916
50	0.903
15	0.893
16	0.843
27	0.772

LAMPIRAN G
Variasi Percepatan

Variasi Percepatan

Hs = 0.5 m					
Ket.	Periode (s)				satuan
	5.5	6.5	7.5	8.5	
heave	0.0057	0.0095	0.0022	0.0130	G
roll	0.0055	0.0109	0.0028	0.0199	rad/s ²
pitch	0.0003	0.0003	0.0016	0.0004	rad/s ²
Hs = 1.5 m					
Ket.	Periode (s)				satuan
	5.5	6.5	7.5	8.5	
heave	0.0170	0.0283	0.0372	0.0392	G
roll	0.0165	0.0327	0.0542	0.0598	rad/s ²
pitch	0.0008	0.0009	0.0011	0.0011	rad/s ²
Hs = 2.5 m					
Ket.	Periode (s)				satuan
	5.5	6.5	7.5	8.5	
heave	0.02844	0.047197	0.061978	0.065341	G
roll	0.0274	0.0545	0.0904	0.0997	rad/s ²
pitch	0.0014	0.0016	0.0019	0.0019	rad/s ²
Hs = 3.5 m					
Ket.	Periode (s)				satuan
	5.5	6.5	7.5	8.5	
heave	0.039653	0.066055	0.08685	0.091539	G
roll	0.0383	0.0764	0.1266	0.1396	rad/s ²
pitch	0.0019	0.0022	0.0026	0.0026	rad/s ²
Hs = 4.5 m					
Ket.	Periode (s)				satuan
	5.5	6.5	7.5	8.5	
heave	0.050968	0.084913	0.111621	0.117635	G
roll	0.0491	0.0982	0.1627	0.1794	rad/s ²
pitch	0.0025	0.0028	0.0034	0.0034	rad/s ²

LAMPIRAN H
Hasil Simulasi Monte Carlo

Keandalan Stinger dengan 100 kali simulasi

Variabel	Distribusi		Jenis
	a	b	Distribusi
von mises	1.6481	18	weibull

Simulasi	100
Berhasil	98
gagal	2
Pof	0.02
K	0.98

No	RNG	Von Mises	Fijin	MK (Ksi)	Ket
1	0.907723472	30.48542169	42.18	11.69457831	Sukses
2	0.179587869	6.736727419	42.18	35.44327258	Sukses
3	0.790969801	23.62340257	42.18	18.55659743	Sukses
4	0.589602462	16.77840161	42.18	25.40159839	Sukses
5	0.708932631	20.45133421	42.18	21.72866579	Sukses
6	0.931898888	32.78772516	42.18	9.392274842	Sukses
7	0.877596403	28.23814744	42.18	13.94185256	Sukses
8	0.892954797	29.31847763	42.18	12.86152237	Sukses
9	0.519713135	14.91271388	42.18	27.26728612	Sukses
10	0.949985493	35.02431181	42.18	7.155688187	Sukses
11	0.707011099	20.38510751	42.18	21.79489249	Sukses
12	0.066563317	3.550446078	42.18	38.62955392	Sukses
13	0.932518869	32.85539834	42.18	9.324601659	Sukses
14	0.939916268	33.7068554	42.18	8.4731446	Sukses
15	0.343981143	10.65751729	42.18	31.52248271	Sukses
16	0.426107468	12.59704047	42.18	29.58295953	Sukses
17	0.191582316	7.036552975	42.18	35.14344702	Sukses
18	0.488150388	14.1134558	42.18	28.0665442	Sukses
19	0.107659598	4.81755952	42.18	37.36244048	Sukses
20	0.147544954	5.912385673	42.18	36.26761433	Sukses
21	0.118412383	5.122459774	42.18	37.05754023	Sukses
22	0.566344871	16.14041089	42.18	26.03958911	Sukses
23	0.552992404	15.7823654	42.18	26.3976346	Sukses
24	0.771443191	22.79617356	42.18	19.38382644	Sukses
25	0.138451327	5.670711381	42.18	36.50928862	Sukses
26	0.241711985	8.254651711	42.18	33.92534829	Sukses
27	0.980351711	41.29618726	42.18	0.883812745	Sukses
28	0.719673601	20.82714445	42.18	21.35285555	Sukses
29	0.775912007	22.98073583	42.18	19.19926417	Sukses
30	0.885077361	28.74958589	42.18	13.43041411	Sukses
31	0.422545211	12.51168078	42.18	29.66831922	Sukses
32	0.456120436	13.32290467	42.18	28.85709533	Sukses
33	0.374040865	11.36202452	42.18	30.81797548	Sukses
34	0.992043334	46.82394868	42.18	-4.643948685	Gagal
35	0.175162432	6.625037798	42.18	35.5549622	Sukses

36	0.357559393	10.97528285	42.18	31.20471715	Sukses
37	0.914827783	31.10324741	42.18	11.07675259	Sukses
38	0.541157685	15.46957248	42.18	26.71042752	Sukses
39	0.466020317	13.56530933	42.18	28.61469067	Sukses
40	0.759578929	22.31866952	42.18	19.86133048	Sukses
41	0.656613292	18.74260111	42.18	23.43739889	Sukses
42	0.639205947	18.21159935	42.18	23.96840065	Sukses
43	0.888385554	28.98447187	42.18	13.19552813	Sukses
44	0.361889308	11.07675665	42.18	31.10324335	Sukses
45	0.263640611	8.775281178	42.18	33.40471882	Sukses
46	0.804531199	24.23258081	42.18	17.94741919	Sukses
47	0.796889096	23.88551945	42.18	18.29448055	Sukses
48	0.292587256	9.456055121	42.18	32.72394488	Sukses
49	0.571026903	16.26732863	42.18	25.91267137	Sukses
50	0.913676514	31.00026334	42.18	11.17973666	Sukses
51	0.131584912	5.485458943	42.18	36.69454106	Sukses
52	0.348261697	10.7576309	42.18	31.4223691	Sukses
53	0.997588041	53.53280199	42.18	-11.35280199	Gagal
54	0.10541917	4.752928386	42.18	37.42707161	Sukses
55	0.579167877	16.48979275	42.18	25.69020725	Sukses
56	0.826481033	25.29059885	42.18	16.88940115	Sukses
57	0.250461676	8.46303692	42.18	33.71696308	Sukses
58	0.597215682	16.99156467	42.18	25.18843533	Sukses
59	0.678175389	19.42455378	42.18	22.75544622	Sukses
60	0.8967589	29.60563546	42.18	12.57436454	Sukses
61	0.878080687	28.27047321	42.18	13.90952679	Gagal
62	0.887187362	28.89874763	42.18	13.28125237	Sukses
63	0.165557364	6.380421669	42.18	35.79957833	Sukses
64	0.429882046	12.68765685	42.18	29.49234315	Sukses
65	0.432802404	12.75788928	42.18	29.42211072	Sukses
66	0.852487969	26.68837483	42.18	15.49162517	Sukses
67	0.592786695	16.86728409	42.18	25.31271591	Sukses
68	0.794095732	23.76111932	42.18	18.41888068	Sukses
69	0.858518152	27.04003161	42.18	15.13996839	Sukses
70	0.164443846	6.351855609	42.18	35.82814439	Sukses
71	0.326394085	10.24654467	42.18	31.93345533	Sukses
72	0.748537267	21.88937471	42.18	20.29062529	Sukses
73	0.285063081	9.279614048	42.18	32.90038595	Sukses
74	0.610469416	17.36820546	42.18	24.81179454	Sukses
75	0.349097864	10.77719313	42.18	31.40280687	Sukses
76	0.843799432	26.20124361	42.18	15.97875639	Sukses
77	0.056564868	3.20629362	42.18	38.97370638	Sukses
78	0.387985803	11.6905036	42.18	30.4894964	Sukses
79	0.014045887	1.358758574	42.18	40.82124143	Sukses
80	0.696577846	20.03056091	42.18	22.14943909	Sukses

81	0.630444786	17.9503179	42.18	24.2296821	Sukses
82	0.710101802	20.4917762	42.18	21.6882238	Sukses
83	0.774873859	22.93762048	42.18	19.24237952	Sukses
84	0.215955114	7.634781569	42.18	34.54521843	Sukses
85	0.219632919	7.723972396	42.18	34.4560276	Sukses
86	0.90240148	30.04813339	42.18	12.13186661	Sukses
87	0.07280981	3.756584929	42.18	38.42341507	Sukses
88	0.461922044	13.46476363	42.18	28.71523637	Sukses
89	0.483323898	13.99311691	42.18	28.18688309	Sukses
90	0.524556788	15.03743678	42.18	27.14256322	Sukses
91	0.001272985	0.315329806	42.18	41.86467019	Sukses
92	0.950075272	35.03705688	42.18	7.142943118	Sukses
93	0.238329406	8.173826416	42.18	34.00617358	Sukses
94	0.240731205	8.231232352	42.18	33.94876765	Sukses
95	0.804578752	24.23477232	42.18	17.94522768	Sukses
96	0.106787619	4.792452884	42.18	37.38754712	Sukses
97	0.33815228	10.52126051	42.18	31.65873949	Sukses
98	0.507719292	14.60634296	42.18	27.57365704	Sukses
99	0.664974973	19.00370256	42.18	23.17629744	Sukses
100	0.627695876	17.86911428	42.18	24.31088572	Sukses

Keandalan Stinger dengan 500 kali simulasi

Variabel	Distribusi		Jenis
	a	b	Distribusi
von mises	18	1.6481	weibull

Simulasi	500
Berhasil	493
gagal	7
Pof	0.014
K	0.986

No	RNG	Von Mises	Fijin	MK (Ksi)	Ket
1	0.683908407	19.6108337	42.18	22.56916629	Sukses
2	0.37714811	11.4351041	42.18	30.74489586	Sukses
3	0.864215288	27.3834444	42.18	14.79655563	Sukses
4	0.406114295	12.1198083	42.18	30.0601917	Sukses
5	0.426169623	12.5985312	42.18	29.5814688	Sukses
6	0.882739839	28.5869337	42.18	13.59306628	Sukses
7	0.350908771	10.8195669	42.18	31.36043315	Sukses
8	0.0259805	1.9806415	42.18	40.1993585	Sukses
9	0.834158625	25.6851066	42.18	16.49489343	Sukses
10	0.005000894	0.72411668	42.18	41.45588332	Sukses
11	0.308935753	9.83862891	42.18	32.34137109	Sukses
12	0.101996607	4.65339718	42.18	37.52660282	Sukses
13	0.856380759	26.9140441	42.18	15.26595587	Sukses

14	0.93022244	32.6073326	42.18	9.57266738	Sukses
15	0.149245192	5.95714257	42.18	36.22285743	Sukses
16	0.188266226	6.95406063	42.18	35.22593937	Sukses
17	0.537425813	15.3717757	42.18	26.8082243	Sukses
18	0.384833081	11.6161207	42.18	30.56387933	Sukses
19	0.650346077	18.549528	42.18	23.63047197	Sukses
20	0.729249643	21.170674	42.18	21.00932599	Sukses
21	0.693496749	19.9274293	42.18	22.25257067	Sukses
22	0.980603007	41.3782098	42.18	0.80179023	Sukses
23	0.620828812	17.6678198	42.18	24.51218021	Sukses
24	0.92215588	31.7877079	42.18	10.39229206	Sukses
25	0.171141315	6.52301028	42.18	35.65698972	Sukses
26	0.938714615	33.5626323	42.18	8.61736774	Sukses
27	0.204513873	7.35560915	42.18	34.82439085	Sukses
28	0.360796888	11.0511475	42.18	31.12885249	Sukses
29	0.247903839	8.4022159	42.18	33.7777841	Sukses
30	0.322624588	10.1584898	42.18	32.02151019	Sukses
31	0.43706896	12.860697	42.18	29.31930296	Sukses
32	0.717570857	20.7528034	42.18	21.4271966	Sukses
33	0.33170281	10.3705612	42.18	31.8094388	Sukses
34	0.31921577	10.0788565	42.18	32.10114347	Sukses
35	0.062194034	3.40238463	42.18	38.77761537	Sukses
36	0.123377549	5.26054484	42.18	36.91945516	Sukses
37	0.600460838	17.0831188	42.18	25.09688117	Sukses
38	0.308282095	9.82334778	42.18	32.35665222	Sukses
39	0.530689987	15.1962284	42.18	26.98377155	Sukses
40	0.253392625	8.5326373	42.18	33.6473627	Sukses
41	0.336201914	10.4756822	42.18	31.70431781	Sukses
42	0.423832685	12.542514	42.18	29.63748597	Sukses
43	0.908041119	30.5121806	42.18	11.66781935	Sukses
44	0.441980473	12.9793513	42.18	29.20064871	Sukses
45	0.791102577	23.6292206	42.18	18.55077935	Sukses
46	0.047769065	2.88572779	42.18	39.29427221	Sukses
47	0.443170378	13.0081482	42.18	29.17185179	Sukses
48	0.273137996	8.9992907	42.18	33.1807093	Sukses
49	0.906788145	30.4070727	42.18	11.77292735	Sukses
50	0.676737745	19.3781823	42.18	22.80181769	Sukses
51	0.405396396	12.1027509	42.18	30.07724912	Sukses
52	0.992433969	47.1192333	42.18	-4.939233274	Gagal
53	0.904601141	30.2264029	42.18	11.95359712	Sukses
54	0.942987452	34.0870681	42.18	8.092931896	Sukses
55	0.951470574	35.2377402	42.18	6.942259835	Sukses
56	0.809322093	24.4554383	42.18	17.7245617	Sukses
57	0.890675908	29.1504587	42.18	13.02954128	Sukses
58	0.636603308	18.1335811	42.18	24.04641885	Sukses

59	0.380273632	11.508676	42.18	30.67132402	Sukses
60	0.197808698	7.19067724	42.18	34.98932276	Sukses
61	0.720876993	20.8698629	42.18	21.31013709	Sukses
62	0.256107752	8.59702825	42.18	33.58297175	Sukses
63	0.052973868	3.07768267	42.18	39.10231733	Sukses
64	0.33539918	10.4569247	42.18	31.72307535	Sukses
65	0.346297706	10.711691	42.18	31.468309	Sukses
66	0.657500826	18.7701223	42.18	23.40987773	Sukses
67	0.373779362	11.3558769	42.18	30.82412308	Sukses
68	0.317065051	10.0286093	42.18	32.15139067	Sukses
69	0.708457199	20.4349205	42.18	21.74507946	Sukses
70	0.68816592	19.7506145	42.18	22.42938546	Sukses
71	0.591747572	16.838236	42.18	25.34176397	Sukses
72	0.985991928	43.4184713	42.18	-1.238471301	Gagal
73	0.276373705	9.07544712	42.18	33.10455288	Sukses
74	0.187815238	6.94281886	42.18	35.23718114	Sukses
75	0.851259842	26.618162	42.18	15.56183799	Sukses
76	0.655013438	18.6931052	42.18	23.4868948	Sukses
77	0.117512682	5.09726429	42.18	37.08273571	Sukses
78	0.252487099	8.51114432	42.18	33.66885568	Sukses
79	0.771401051	22.7944459	42.18	19.38555413	Sukses
80	0.781265206	23.2054308	42.18	18.97456919	Sukses
81	0.809171249	24.4483568	42.18	17.73164316	Sukses
82	0.645924516	18.4146144	42.18	23.7653856	Sukses
83	0.925686149	32.1370861	42.18	10.04291387	Sukses
84	0.131206107	5.47516447	42.18	36.70483553	Sukses
85	0.049286855	2.94243065	42.18	39.23756935	Sukses
86	0.474238304	13.7678049	42.18	28.4121951	Sukses
87	0.654334483	18.6721436	42.18	23.50785637	Sukses
88	0.72145106	20.8902862	42.18	21.28971378	Sukses
89	0.555151338	15.8398774	42.18	26.34012257	Sukses
90	0.61834103	17.595432	42.18	24.58456799	Sukses
91	0.561896882	16.0205077	42.18	26.15949229	Sukses
92	0.678113088	19.4225414	42.18	22.75745855	Sukses
93	0.105441094	4.75356281	42.18	37.42643719	Sukses
94	0.173254677	6.57669852	42.18	35.60330148	Sukses
95	0.00385738	0.61836091	42.18	41.56163909	Sukses
96	0.816916582	24.8176339	42.18	17.36236614	Sukses
97	0.168298643	6.45055702	42.18	35.72944298	Sukses
98	0.818789354	24.9087169	42.18	17.27128307	Sukses
99	0.617402043	17.5681827	42.18	24.61181731	Sukses
100	0.537573677	15.3756432	42.18	26.8043568	Sukses
101	0.55906591	15.9445261	42.18	26.23547389	Sukses
102	0.832980313	25.6236479	42.18	16.55635206	Sukses
103	0.46503969	13.541225	42.18	28.63877497	Sukses

104	0.278291981	9.12056112	42.18	33.05943888	Sukses
105	0.233862366	8.06684233	42.18	34.11315767	Sukses
106	0.128092706	5.39024457	42.18	36.78975543	Sukses
107	0.494988645	14.2847614	42.18	27.89523858	Sukses
108	0.085589631	4.16111966	42.18	38.01888034	Sukses
109	0.587058854	16.7076776	42.18	25.47232243	Sukses
110	0.769715263	22.7255203	42.18	19.4544797	Sukses
111	0.074101321	3.79846193	42.18	38.38153807	Sukses
112	0.719172734	20.8094018	42.18	21.37059819	Sukses
113	0.402268094	12.0284797	42.18	30.15152029	Sukses
114	0.388109584	11.6934255	42.18	30.48657447	Sukses
115	0.58911074	16.7647105	42.18	25.41528952	Sukses
116	0.993244982	47.7799474	42.18	-5.599947436	Gagal
117	0.37574136	11.4020112	42.18	30.7779888	Sukses
118	0.998647233	56.5929106	42.18	-14.41291062	Gagal
119	0.674106769	19.2936664	42.18	22.88633362	Sukses
120	0.317870819	10.047435	42.18	32.13256502	Sukses
121	0.051017726	3.00635033	42.18	39.17364967	Sukses
122	0.400290351	11.9815723	42.18	30.19842773	Sukses
123	0.927571436	32.3294727	42.18	9.850527294	Sukses
124	0.228413809	7.93594662	42.18	34.24405338	Sukses
125	0.372082845	11.3160038	42.18	30.86399621	Sukses
126	0.653027645	18.6318701	42.18	23.5481299	Sukses
127	0.185537256	6.88595005	42.18	35.29404995	Sukses
128	0.745790069	21.7846728	42.18	20.39532722	Sukses
129	0.430051171	12.6917212	42.18	29.48827882	Sukses
130	0.899053557	29.7831067	42.18	12.3968933	Sukses
131	0.174353783	6.60456238	42.18	35.57543762	Sukses
132	0.13879427	5.67989892	42.18	36.50010108	Sukses
133	0.642727904	18.3177283	42.18	23.86227172	Sukses
134	0.215858584	7.63243718	42.18	34.54756282	Sukses
135	0.120860608	5.19074683	42.18	36.98925317	Sukses
136	0.087833884	4.23009012	42.18	37.94990988	Sukses
137	0.366641038	11.1882151	42.18	30.99178494	Sukses
138	0.987038175	43.8959066	42.18	-1.715906569	Gagal
139	0.749224514	21.9156949	42.18	20.26430505	Sukses
140	0.258250888	8.64779929	42.18	33.53220071	Sukses
141	0.662921453	18.9391983	42.18	23.24080168	Sukses
142	0.063395808	3.44345018	42.18	38.73654982	Sukses
143	0.021144559	1.74534782	42.18	40.43465218	Sukses
144	0.036762094	2.45321303	42.18	39.72678697	Sukses
145	0.7443018	21.7282882	42.18	20.45171182	Sukses
146	0.200872352	7.26616525	42.18	34.91383475	Sukses
147	0.621508596	17.6876487	42.18	24.49235129	Sukses
148	0.748201012	21.8765155	42.18	20.30348447	Sukses

149	0.933356884	32.94772	42.18	9.232280013	Sukses
150	0.837256725	25.8483421	42.18	16.3316579	Sukses
151	0.059613202	3.31327077	42.18	38.86672923	Sukses
152	0.311996019	9.91015974	42.18	32.26984026	Sukses
153	0.512436168	14.7264222	42.18	27.45357777	Sukses
154	0.203955134	7.34190468	42.18	34.83809532	Sukses
155	0.861379793	27.2111128	42.18	14.96888719	Sukses
156	0.509107579	14.6416313	42.18	27.53836868	Sukses
157	0.583661706	16.6135972	42.18	25.56640276	Sukses
158	0.88265547	28.5811128	42.18	13.59888719	Sukses
159	0.824694209	25.2007356	42.18	16.97926444	Sukses
160	0.484177507	14.0143665	42.18	28.16563352	Sukses
161	0.262375114	8.74537355	42.18	33.43462645	Sukses
162	0.601189289	17.1037285	42.18	25.07627146	Sukses
163	0.145659898	5.86261055	42.18	36.31738945	Sukses
164	0.912762168	30.919291	42.18	11.26070899	Sukses
165	0.832918625	25.6204397	42.18	16.55956027	Sukses
166	0.113071427	4.97206753	42.18	37.20793247	Sukses
167	0.361621339	11.0704743	42.18	31.10952575	Sukses
168	0.776981807	23.0253201	42.18	19.15467995	Sukses
169	0.552960192	15.7815084	42.18	26.39849163	Sukses
170	0.301121471	9.65587587	42.18	32.52412413	Sukses
171	0.203538492	7.33168098	42.18	34.84831902	Sukses
172	0.753503406	22.0807421	42.18	20.09925793	Sukses
173	0.008247473	0.98190904	42.18	41.19809096	Sukses
174	0.182240748	6.80339473	42.18	35.37660527	Sukses
175	0.374014189	11.3613974	42.18	30.81860261	Sukses
176	0.471785514	13.7072411	42.18	28.47275888	Sukses
177	0.713601471	20.6135006	42.18	21.56649936	Sukses
178	0.609948706	17.3532696	42.18	24.82673043	Sukses
179	0.174123996	6.59874019	42.18	35.58125981	Sukses
180	0.598910347	17.0393229	42.18	25.1406771	Sukses
181	0.141467264	5.75130672	42.18	36.42869328	Sukses
182	0.786699104	23.4377218	42.18	18.74227822	Sukses
183	0.459196112	13.3980418	42.18	28.78195817	Sukses
184	0.854415372	26.7995082	42.18	15.38049183	Sukses
185	0.148120222	5.92754346	42.18	36.25245654	Sukses
186	0.980442106	41.3255825	42.18	0.854417459	Sukses
187	0.187862301	6.94399227	42.18	35.23600773	Sukses
188	0.089429223	4.27877994	42.18	37.90122006	Sukses
189	0.017933543	1.57778885	42.18	40.60221115	Sukses
190	0.030566484	2.18907527	42.18	39.99092473	Sukses
191	0.790343028	23.5959753	42.18	18.5840247	Sukses
192	0.307871898	9.81375776	42.18	32.36624224	Sukses
193	0.643462599	18.3399485	42.18	23.84005152	Sukses

194	0.868668226	27.6600072	42.18	14.5199928	Sukses
195	0.436885334	12.8562674	42.18	29.32373265	Sukses
196	0.012744833	1.28042627	42.18	40.89957373	Sukses
197	0.408906511	12.1862005	42.18	29.99379952	Sukses
198	0.046368775	2.83284816	42.18	39.34715184	Sukses
199	0.253609438	8.53778206	42.18	33.64221794	Sukses
200	0.245939559	8.35545538	42.18	33.82454462	Sukses
201	0.104107608	4.71490315	42.18	37.46509685	Sukses
202	0.180121912	6.75016492	42.18	35.42983508	Sukses
203	0.582515392	16.581947	42.18	25.598053	Sukses
204	0.732194823	21.2780298	42.18	20.90197022	Sukses
205	0.599157728	17.046304	42.18	25.13369595	Sukses
206	0.174205092	6.60079516	42.18	35.57920484	Sukses
207	0.330970126	10.3534441	42.18	31.82655593	Sukses
208	0.042841429	2.6970642	42.18	39.4829358	Sukses
209	0.02175725	1.77619752	42.18	40.40380248	Sukses
210	0.364113593	11.1289167	42.18	31.05108332	Sukses
211	0.550203253	15.7082748	42.18	26.47172518	Sukses
212	0.752582219	22.045037	42.18	20.13496302	Sukses
213	0.71801342	20.7684181	42.18	21.41158188	Sukses
214	0.539375555	15.4228216	42.18	26.75717839	Sukses
215	0.84638318	26.3438163	42.18	15.83618369	Sukses
216	0.184321317	6.85553519	42.18	35.32446481	Sukses
217	0.423130746	12.5257011	42.18	29.65429888	Sukses
218	0.299589896	9.62003555	42.18	32.55996445	Sukses
219	0.476686891	13.8283745	42.18	28.35162554	Sukses
220	0.923373233	31.9066402	42.18	10.27335975	Sukses
221	0.379149484	11.4822072	42.18	30.69779283	Sukses
222	0.36481166	11.1452914	42.18	31.03470861	Sukses
223	0.339034325	10.5418751	42.18	31.63812486	Sukses
224	0.460866537	13.4389138	42.18	28.74108621	Sukses
225	0.299588792	9.62000972	42.18	32.55999028	Sukses
226	0.685546851	19.6644784	42.18	22.51552164	Sukses
227	0.895672819	29.5227721	42.18	12.65722793	Sukses
228	0.144953343	5.84391165	42.18	36.33608835	Sukses
229	0.147543405	5.91234483	42.18	36.26765517	Sukses
230	0.485438069	14.0457728	42.18	28.13422721	Sukses
231	0.602473446	17.1401131	42.18	25.03988689	Sukses
232	0.904277838	30.1999881	42.18	11.98001189	Sukses
233	0.257881011	8.63904024	42.18	33.54095976	Sukses
234	0.200130661	7.24791038	42.18	34.93208962	Sukses
235	0.910827539	30.7502839	42.18	11.42971612	Sukses
236	0.316219576	10.0088552	42.18	32.17114476	Sukses
237	0.73173009	21.2610349	42.18	20.91896513	Sukses
238	0.305357869	9.75497321	42.18	32.42502679	Sukses

239	0.035176253	2.38726156	42.18	39.79273844	Sukses
240	0.85116212	26.612595	42.18	15.56740504	Sukses
241	0.502205101	14.466613	42.18	27.71338701	Sukses
242	0.715657167	20.685477	42.18	21.49452301	Sukses
243	0.46709484	13.5917187	42.18	28.5882813	Sukses
244	0.385000095	11.6200592	42.18	30.55994079	Sukses
245	0.920831305	31.6600746	42.18	10.51992542	Sukses
246	0.342469494	10.6221738	42.18	31.55782615	Sukses
247	0.117196381	5.08839345	42.18	37.09160655	Sukses
248	0.019768339	1.67479972	42.18	40.50520028	Sukses
249	0.042025986	2.66511441	42.18	39.51488559	Sukses
250	0.802837524	24.1547894	42.18	18.02521061	Sukses
251	0.557293556	15.8970863	42.18	26.2829137	Sukses
252	0.274661632	9.03516085	42.18	33.14483915	Sukses
253	0.224541331	7.84262582	42.18	34.33737418	Sukses
254	0.81992669	24.9643859	42.18	17.21561415	Sukses
255	0.074168838	3.80064452	42.18	38.37935548	Sukses
256	0.078502029	3.93939477	42.18	38.24060523	Sukses
257	0.772588405	22.8432164	42.18	19.33678362	Sukses
258	0.508585878	14.6283652	42.18	27.55163483	Sukses
259	0.965229597	37.5452012	42.18	4.63479884	Sukses
260	0.695294359	19.9875148	42.18	22.19248515	Sukses
261	0.222571614	7.79506167	42.18	34.38493833	Sukses
262	0.20439433	7.35267762	42.18	34.82732238	Sukses
263	0.146874945	5.89471263	42.18	36.28528737	Sukses
264	0.752885481	22.0567808	42.18	20.12321921	Sukses
265	0.416766461	12.3735243	42.18	29.80647574	Sukses
266	0.040623788	2.60965076	42.18	39.57034924	Sukses
267	0.943153405	34.1081117	42.18	8.071888252	Sukses
268	0.670119995	19.1664372	42.18	23.01356281	Sukses
269	0.02332688	1.85377964	42.18	40.32622036	Sukses
270	0.919076156	31.4937025	42.18	10.68629746	Sukses
271	0.260846848	8.70923584	42.18	33.47076416	Sukses
272	0.01870937	1.61924606	42.18	40.56075394	Sukses
273	0.230718495	7.99137049	42.18	34.18862951	Sukses
274	0.391221418	11.7669217	42.18	30.41307833	Sukses
275	0.963657589	37.2445246	42.18	4.935475367	Sukses
276	0.977758983	40.5008999	42.18	1.679100114	Sukses
277	0.919762358	31.5583821	42.18	10.62161793	Sukses
278	0.357913718	10.9835837	42.18	31.19641635	Sukses
279	0.761753932	22.4049029	42.18	19.77509713	Sukses
280	0.537059006	15.3621842	42.18	26.81781582	Sukses
281	0.76874994	22.6862181	42.18	19.49378191	Sukses
282	0.497561548	14.3494686	42.18	27.83053144	Sukses
283	0.064863033	3.49323078	42.18	38.68676922	Sukses

284	0.807815598	24.3849059	42.18	17.79509407	Sukses
285	0.417642326	12.3944398	42.18	29.7855602	Sukses
286	0.715625485	20.684365	42.18	21.495635	Sukses
287	0.28687166	9.32205173	42.18	32.85794827	Sukses
288	0.749081459	21.910212	42.18	20.26978801	Sukses
289	0.009606943	1.07760153	42.18	41.10239847	Sukses
290	0.430619046	12.7053709	42.18	29.47462914	Sukses
291	0.677489789	19.4024228	42.18	22.7775772	Sukses
292	0.778655483	23.0953886	42.18	19.08461136	Sukses
293	0.409416655	12.1983389	42.18	29.98166107	Sukses
294	0.502939791	14.4851906	42.18	27.69480936	Sukses
295	0.824400161	25.1860153	42.18	16.99398466	Sukses
296	0.628458904	17.891618	42.18	24.288382	Sukses
297	0.564483269	16.0901498	42.18	26.08985021	Sukses
298	0.431312555	12.7220458	42.18	29.45795416	Sukses
299	0.587794201	16.7280986	42.18	25.45190139	Sukses
300	0.313960572	9.95607042	42.18	32.22392958	Sukses
301	0.241593086	8.25181328	42.18	33.92818672	Sukses
302	0.138662052	5.67635748	42.18	36.50364252	Sukses
303	0.338185987	10.5220483	42.18	31.65795173	Sukses
304	0.656468578	18.738118	42.18	23.44188203	Sukses
305	0.213411079	7.57293555	42.18	34.60706445	Sukses
306	0.531811279	15.2253662	42.18	26.95463377	Sukses
307	0.301774628	9.67115798	42.18	32.50884202	Sukses
308	0.890526221	29.1395237	42.18	13.04047626	Sukses
309	0.144744438	5.83837854	42.18	36.34162146	Sukses
310	0.995498968	50.0988161	42.18	-7.918816143	Gagal
311	0.883551064	28.6430786	42.18	13.53692138	Sukses
312	0.743279426	21.6896897	42.18	20.49031031	Sukses
313	0.949994201	35.0255471	42.18	7.1544529	Sukses
314	0.100257461	4.60243676	42.18	37.57756324	Sukses
315	0.084339932	4.1224652	42.18	38.0575348	Sukses
316	0.067417489	3.57900375	42.18	38.60099625	Sukses
317	0.10600624	4.76990315	42.18	37.41009685	Sukses
318	0.606634578	17.2584786	42.18	24.92152142	Sukses
319	0.920015278	31.5823394	42.18	10.59766056	Sukses
320	0.369131959	11.2466887	42.18	30.93331129	Sukses
321	0.099897475	4.59185512	42.18	37.58814488	Sukses
322	0.272685318	8.9886302	42.18	33.1913698	Sukses
323	0.700484414	20.1623376	42.18	22.01766239	Sukses
324	0.652936998	18.6290801	42.18	23.55091989	Sukses
325	0.778824734	23.1024961	42.18	19.07750387	Sukses
326	0.273237684	9.00163814	42.18	33.17836186	Sukses
327	0.555431254	15.8473446	42.18	26.33265538	Sukses
328	0.698339995	20.0898599	42.18	22.09014012	Sukses

329	0.965257567	37.5506586	42.18	4.62934142	Sukses
330	0.079518479	3.9715771	42.18	38.2084229	Sukses
331	0.255871638	8.59143178	42.18	33.58856822	Sukses
332	0.361057219	11.0572498	42.18	31.12275016	Sukses
333	0.75282043	22.0542608	42.18	20.12573916	Sukses
334	0.974098271	39.5091389	42.18	2.670861098	Sukses
335	0.762487467	22.4341144	42.18	19.74588556	Sukses
336	0.447752706	13.1192359	42.18	29.06076409	Sukses
337	0.551630954	15.7461707	42.18	26.4338293	Sukses
338	0.031330574	2.2226457	42.18	39.9573543	Sukses
339	0.275243859	9.04886341	42.18	33.13113659	Sukses
340	0.0123437	1.25566563	42.18	40.92433437	Sukses
341	0.865321844	27.4514812	42.18	14.72851884	Sukses
342	0.034206053	2.34637968	42.18	39.83362032	Sukses
343	0.325753478	10.2315802	42.18	31.94841978	Sukses
344	0.369977603	11.2665476	42.18	30.91345245	Sukses
345	0.801112335	24.0760694	42.18	18.10393059	Sukses
346	0.288325387	9.35615019	42.18	32.82384981	Sukses
347	0.151648623	6.0201926	42.18	36.1598074	Sukses
348	0.341514745	10.5998537	42.18	31.58014626	Sukses
349	0.93024982	32.610249	42.18	9.56975097	Sukses
350	0.290940466	9.41746211	42.18	32.76253789	Sukses
351	0.020822292	1.72898661	42.18	40.45101339	Sukses
352	0.666976835	19.0668283	42.18	23.11317167	Sukses
353	0.68480234	19.6400794	42.18	22.53992063	Sukses
354	0.719174494	20.8094641	42.18	21.37053587	Sukses
355	0.405261739	12.099552	42.18	30.08044804	Sukses
356	0.103660147	4.70189747	42.18	37.47810253	Sukses
357	0.445978501	13.0761882	42.18	29.10381182	Sukses
358	0.215968961	7.63511785	42.18	34.54488215	Sukses
359	0.75302688	22.06226	42.18	20.11773998	Sukses
360	0.21425965	7.59357847	42.18	34.58642153	Sukses
361	0.554302506	15.8172483	42.18	26.36275173	Sukses
362	0.880610888	28.4410825	42.18	13.73891746	Sukses
363	0.980911135	41.4800982	42.18	0.699901793	Sukses
364	0.198896354	7.21750241	42.18	34.96249759	Sukses
365	0.872050511	27.8751704	42.18	14.30482961	Sukses
366	0.300384893	9.63864022	42.18	32.54135978	Sukses
367	0.330245524	10.3365161	42.18	31.84348387	Sukses
368	0.982890577	42.1723902	42.18	0.007609764	Sukses
369	0.524992234	15.0486785	42.18	27.13132148	Sukses
370	0.413477812	12.2950669	42.18	29.88493309	Sukses
371	0.339093702	10.5432629	42.18	31.63673707	Sukses
372	0.422052715	12.4998914	42.18	29.68010863	Sukses
373	0.304425459	9.73316685	42.18	32.44683315	Sukses

374	0.727496317	21.1071502	42.18	21.07284978	Sukses
375	0.100701663	4.615478	42.18	37.564522	Sukses
376	0.653955234	18.6604463	42.18	23.51955374	Sukses
377	0.905074933	30.2652481	42.18	11.91475191	Sukses
378	0.521706936	14.9639823	42.18	27.21601772	Sukses
379	0.654324488	18.6718353	42.18	23.50816474	Sukses
380	0.130207739	5.44799383	42.18	36.73200617	Sukses
381	0.677628613	19.4069015	42.18	22.77309847	Sukses
382	0.456341762	13.3283065	42.18	28.85169352	Sukses
383	0.124621374	5.29489024	42.18	36.88510976	Sukses
384	0.095179997	4.45208983	42.18	37.72791017	Sukses
385	0.863820649	27.3592876	42.18	14.8207124	Sukses
386	0.642646736	18.3152751	42.18	23.86472487	Sukses
387	0.652765894	18.623815	42.18	23.55618497	Sukses
388	0.513072048	14.74265	42.18	27.43734998	Sukses
389	0.629181301	17.9129491	42.18	24.26705093	Sukses
390	0.97001598	38.5411051	42.18	3.63889493	Sukses
391	0.956003392	35.9263324	42.18	6.253667638	Sukses
392	0.514888967	14.7890713	42.18	27.39092873	Sukses
393	0.609682848	17.3456482	42.18	24.83435176	Sukses
394	0.397166517	11.9075546	42.18	30.2724454	Sukses
395	0.161467463	6.27527578	42.18	35.90472422	Sukses
396	0.673712778	19.2810483	42.18	22.89895172	Sukses
397	0.606651208	17.2589531	42.18	24.92104691	Sukses
398	0.239996237	8.21367409	42.18	33.96632591	Sukses
399	0.316244159	10.0094296	42.18	32.17057038	Sukses
400	0.503505644	14.4995072	42.18	27.68049278	Sukses
401	0.630280183	17.9454452	42.18	24.23455476	Sukses
402	0.946154556	34.4981344	42.18	7.681865612	Sukses
403	0.517617588	14.8589355	42.18	27.32106452	Sukses
404	0.118215436	5.11694909	42.18	37.06305091	Sukses
405	0.486674752	14.0766147	42.18	28.10338533	Sukses
406	0.532905044	15.2538211	42.18	26.92617887	Sukses
407	0.339130692	10.5441275	42.18	31.63587253	Sukses
408	0.01016313	1.11522544	42.18	41.06477456	Sukses
409	0.090368163	4.30730879	42.18	37.87269121	Sukses
410	0.383011882	11.573186	42.18	30.606814	Sukses
411	0.890021025	29.1027085	42.18	13.07729148	Sukses
412	0.915972514	31.2068131	42.18	10.97318685	Sukses
413	0.325991781	10.2371469	42.18	31.94285306	Sukses
414	0.126739165	5.35315	42.18	36.82685	Sukses
415	0.078411731	3.93652929	42.18	38.24347071	Sukses
416	0.897460051	29.659514	42.18	12.52048604	Sukses
417	0.721689314	20.898771	42.18	21.28122895	Sukses
418	0.609281312	17.3341432	42.18	24.84585679	Sukses

419	0.274021403	9.02009039	42.18	33.15990961	Sukses
420	0.022053958	1.79101972	42.18	40.38898028	Sukses
421	0.345559189	10.694419	42.18	31.48558098	Sukses
422	0.487490773	14.0969823	42.18	28.08301773	Sukses
423	0.165034809	6.3670217	42.18	35.8129783	Sukses
424	0.521486225	14.9583021	42.18	27.22169794	Sukses
425	0.199833311	7.24058826	42.18	34.93941174	Sukses
426	0.882299249	28.5565733	42.18	13.62342668	Sukses
427	0.438006714	12.883326	42.18	29.29667398	Sukses
428	0.804766401	24.2434242	42.18	17.93657582	Sukses
429	0.796205121	23.8549408	42.18	18.32505924	Sukses
430	0.852363666	26.6812473	42.18	15.49875272	Sukses
431	0.999506395	61.6867011	42.18	-19.50670108	Gagal
432	0.533410958	15.2669936	42.18	26.91300636	Sukses
433	0.078311512	3.93334772	42.18	38.24665228	Sukses
434	0.113527309	4.98498315	42.18	37.19501685	Sukses
435	0.604612887	17.2008809	42.18	24.97911907	Sukses
436	0.685951829	19.6777662	42.18	22.50223377	Sukses
437	0.536707038	15.3529842	42.18	26.82701582	Sukses
438	0.13717231	5.63639305	42.18	36.54360695	Sukses
439	0.409205746	12.1933202	42.18	29.98667979	Sukses
440	0.085110091	4.14630838	42.18	38.03369162	Sukses
441	0.314522122	9.96919248	42.18	32.21080752	Sukses
442	0.753063876	22.063694	42.18	20.11630602	Sukses
443	0.331102609	10.3565391	42.18	31.82346086	Sukses
444	0.376794026	11.4267734	42.18	30.75322663	Sukses
445	0.051754277	3.03331948	42.18	39.14668052	Sukses
446	0.920935239	31.6700239	42.18	10.5099761	Sukses
447	0.831766327	25.5606815	42.18	16.61931852	Sukses
448	0.587587694	16.7223617	42.18	25.45763826	Sukses
449	0.205170612	7.37170844	42.18	34.80829156	Sukses
450	0.938470874	33.5336753	42.18	8.646324749	Sukses
451	0.403773663	12.0642128	42.18	30.1157872	Sukses
452	0.455369536	13.3045836	42.18	28.87541644	Sukses
453	0.330590157	10.3445673	42.18	31.8354327	Sukses
454	0.024315476	1.90164094	42.18	40.27835906	Sukses
455	0.069338577	3.64279328	42.18	38.53720672	Sukses
456	0.319514702	10.0858402	42.18	32.09415984	Sukses
457	0.484152375	14.0137406	42.18	28.16625935	Sukses
458	0.129372651	5.42522329	42.18	36.75477671	Sukses
459	0.913115314	30.95048	42.18	11.22952004	Sukses
460	0.896139445	29.5582859	42.18	12.62171412	Sukses
461	0.190557557	7.01109186	42.18	35.16890814	Sukses
462	0.328706398	10.3005607	42.18	31.87943934	Sukses
463	0.420567051	12.4643445	42.18	29.71565551	Sukses

464	0.23301513	8.04651835	42.18	34.13348165	Sukses
465	0.938753758	33.5672917	42.18	8.612708252	Sukses
466	0.826357713	25.2843738	42.18	16.8956262	Sukses
467	0.659558086	18.8340891	42.18	23.34591087	Sukses
468	0.612277256	17.4201516	42.18	24.75984838	Sukses
469	0.522331032	14.9800507	42.18	27.19994932	Sukses
470	0.379770587	11.4968304	42.18	30.68316959	Sukses
471	0.95612814	35.9461439	42.18	6.233856075	Sukses
472	0.837358509	25.8537461	42.18	16.32625388	Sukses
473	0.766041204	22.5765712	42.18	19.6034288	Sukses
474	0.410431163	12.2224862	42.18	29.95751377	Sukses
475	0.699069492	20.1144766	42.18	22.06552336	Sukses
476	0.315471618	9.99137887	42.18	32.18862113	Sukses
477	0.494267155	14.2666415	42.18	27.91335847	Sukses
478	0.175144837	6.62459252	42.18	35.55540748	Sukses
479	0.102811418	4.67718238	42.18	37.50281762	Sukses
480	0.27406271	9.02106282	42.18	33.15893718	Sukses
481	0.130278989	5.44993478	42.18	36.73006522	Sukses
482	0.644513178	18.3717716	42.18	23.80822838	Sukses
483	0.537581961	15.3758599	42.18	26.80414012	Sukses
484	0.630917117	17.9643074	42.18	24.2156926	Sukses
485	0.306578004	9.78350512	42.18	32.39649488	Sukses
486	0.623756268	17.7533635	42.18	24.42663646	Sukses
487	0.313111963	9.93623958	42.18	32.24376042	Sukses
488	0.920736014	31.6509623	42.18	10.52903773	Sukses
489	0.733381084	21.3215045	42.18	20.85849555	Sukses
490	0.478772092	13.8800428	42.18	28.29995716	Sukses
491	0.52425867	15.0297432	42.18	27.15025682	Sukses
492	0.385919427	11.6417427	42.18	30.5382573	Sukses
493	0.660357417	18.8590091	42.18	23.32099092	Sukses
494	0.707760087	20.4108866	42.18	21.76911344	Sukses
495	0.605829721	17.2355279	42.18	24.94447208	Sukses
496	0.209493775	7.4774537	42.18	34.7025463	Sukses
497	0.902502036	30.0562096	42.18	12.12379041	Sukses
498	0.112848992	4.96576022	42.18	37.21423978	Sukses
499	0.956897853	36.069486	42.18	6.110513993	Sukses
500	0.613893446	17.466711	42.18	24.71328899	Sukses

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada BAB 5 berisi kesimpulan dari analisa dan pembahasan yang telah dilakukan serta saran-saran yang diberikan untuk penelitian lebih lanjut. Bab ini juga untuk menjawab perumusan masalah yang telah dijabarkan pada BAB I.

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis *respons amplitude operator* (RAO) diketahui bahwa *surge* tertinggi sebesar 2.046 m/m pada frekuensi 0.05 rad/s, *sway* tertinggi sebesar 2.052 m/m pada frekuensi 0.05 rad/s, *heave* tertinggi adalah sebesar 1.129 m/m pada frekuensi 0.71 rad/s, *roll* tertinggi sebesar 14.5 deg/m pada frekuensi 0.71 rad/s, *pitch* tertinggi sebesar 1.16 deg/m pada frekuensi 0.64 rad/s, *yaw* tertinggi sebesar 0.5288 deg/m pada frekuensi 0.577 rad/s tanpa beban stinger. Sedangkan setelah diberikan beban stinger, RAO berubah dengan *surge* tertinggi sebesar 1.97 m/m pada frekuensi 0.05 rad/s, *sway* tertinggi sebesar 1.985 m/m pada frekuensi 0.05 rad/s, *heave* tertinggi adalah sebesar 1.129 m/m pada frekuensi 0.71 rad/s, *roll* tertinggi sebesar 12.1 deg/m pada frekuensi 0.71 rad/s, *pitch* tertinggi sebesar 1.14 deg/m pada frekuensi 0.64 rad/s, *yaw* tertinggi sebesar 0.5 deg/m pada frekuensi 0.577 rad/s.
2. Berdasarkan analisis tegangan yang dilakukan, didapatkan hasil distribusi tegangan von mises mengikuti distribusi weibull dengan *mean* sebesar 17.108 Ksi dan standar deviasi sebesar 11.518 Ksi. Adapun besar-besarnya tegangan tersebut sebagai berikut, tegangan axial sebesar 21.31 Ksi, bending Y sebesar 13.2 Ksi, bending Z sebesar 8.57 Ksi, shear Y sebesar 5.61 Ksi, dan shear Z sebesar 0.14 Ksi.
3. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan keandalan struktur stinger didapatkan keandalan sebesar 0.98 dan probabilitas kegagalan sebesar 0.02 pada jumlah simulasi 100 kali, keandalan sebesar 0.986 dan probabilitas kegagalan sebesar 0.014 pada jumlah simulasi 500 kali, keandalan sebesar 0.983 dan probabilitas kegagalan sebesar 0.017 pada jumlah simulasi 1000 kali, keandalan sebesar 0.982 dan probabilitas kegagalan sebesar 0.018 pada jumlah simulasi 3000 kali, keandalan sebesar 0.981 dan probabilitas kegagalan sebesar 0.019 pada jumlah simulasi 10000 kali.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian lebih lanjut sebagai berikut :

1. Agar mendapatkan nilai keandalan struktur yang lebih akurat lagi, maka dibutuhkan simulasi metode lain sebagai pembanding dengan simulasi Monte Carlo yang digunakan.
2. Variasi pembebanan yang diberikan sebaiknya lebih banyak lagi. Agar data yang diperoleh juga lebih akurat.
3. Perhitungan lebih akurat pada pembebanan pipa bawah laut yang diinstalasi dan beban lingkungan yang sesungguhnya.
4. Memperhatikan besarnya tegangan pipa saat daerah overbend dan sagbend saat instalasi pipa bawah laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Addy, Ib. Md. 2007. *Analisa Tegangan Pipa Bawah Laut pada Proses Instalasi akibat Gerakan Laybarge menggunakan Metode S-lay*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Afifah, N. 2010. *Analisa Resiko Penggelaran Pipa Penyalur Bawah Laut Ø 6 inch*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Annisa, M. 2015. *Analisa Intalasi Offshore Pipeline Menggunakan Metode S-Lay pada Kondisi Statis dan Dinamis*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Battacharya, R. 1978. *Dynamics of Marine Vehicles*. Naval Academy. U.S.
- Bhavikatti, Pasha Arkam. 1986. *Minimization of Maximum Moment in Offshore Pipeline During Installation*. Ocean Eng. Centre, Madras, India.
- Brewer dan Dixon. 1970. *Influence of Lay Barge Motions on a Deepwaterp Pipeline Laid Under Tension*. Journal of Engineering for Industry by ASME, pp. 595-604.
- Chakrabarti, S.K. 1987. *Hydrodynamics Of Offshore Structures*. USA : Computational Mechanics Publications Southampto.
- Clauss, H. Weede & T. Riekert. 1992. *Offshore Pipe Laying Operations Interaction of Vessel Motions and Pipeline Dynamic Stresses*. Technische Universitdt Berlin, Berlin.
- Djarmiko, Eko.B. 2012. *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Fikri, I. 2015. *Analisis Keandalan Struktur Memanjang Self-Propelled Coal Barge dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo*. Jurnal Teknik ITS Vol. 4, ISSN: 2337-3539.
- Gazali. 2007. *Pengaruh Kedalaman dan Dimensi Pipa terhadap Instalasi Pipa dengan menggunakan Metode J-Lay*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Guo, Boyun, et al. *Offshore Pipelines*. Lousiana : Elsevier Limited. 2005.
- Haldar, A. & Mahadevan, S. 2000. *Reliability Assesment Using Stochastic Finite Element Analysis*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Lukman, B. 2011. *Analisa Operabilitas Instalasi Pipa dengan Metode S-lay pada Variasi Kedalaman Laut*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Maritime world.web.id.

Panambang, M. A. 2007. *Analisa Tegangan pada Pipa Bawah Laut akibat Gerakan Laybarge pada Saat Instalasi berdasarkan Ranah Frekuensi*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Putra, N. Sena. 2014. *Analisa Keandalan Struktur Stinger dalam Pengoperasian S-Lay Barge*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Reliability.estrunky.cz

Rika, Dede. 2010. *Analisa Dinamis Tegangan Pipa saat Instalasi akibat Variasi Sudut Floating Stinger terhadap Upheavel dan Lateral Buckling*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Rosyid, D. M. 2007. *Pengantar Rekaasa Keandalan*. Surabaya: Airlangga University Press.

Soegiono. *Pipa Laut*. Surabaya: Airlangga University Press. 2007.

Suryaningrat, W. Achmad. 2015. *Analisa Kekuatan Fix Stinger pada S-Lay Barge untuk Instalasi Perpipa-an Bawah Laut*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.

Vlahopoulos, Nickolas et al. 1990. *Three-Dimensional Nonlinear Dynamics of Pipelaying*. Departement of Naval Architecture of Marine Engineering. The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.

Wisudawan, A., Hadiwidodo, Y. S. & Rosyid, D. M. 2013. *Development of Scilab-Based Structural Reliability Analysis Software Using Monte Carlo Simulated Finite Element Method*. 2013 International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (TIMEE 2013), pp. 165-170.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Batam, Kepulauan Riau pada tanggal 12 Juli 1994. Bernama lengkap Saprizal, penulis adalah anak ketiga dari empat bersaudara. Pendidikan formal penulis di SDN 004 Batam, SMPN 10 Surabaya, dan SMAN 8 Batam. Karena keinginan yang sangat kuat untuk menuntut ilmu dengan merantau ke pulau Jawa. Pada tahun 2012, penulis memutuskan untuk mengikuti Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru melalui jalur SNMPTN tulis dan diterima di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menjalani pendidikan di bangku kuliah, penulis aktif dalam kepanitia inti ITS EXPO 2013-2014, organisasi kedaerahan KPMKR (Kerukunan Pelajar Mahasiswa Kepulauan Riau) Surabaya, dan mengajar ekstrakurikuler robotika di SD Muhammadiyah 4 Pucang Surabaya. Penulis juga pernah melaksanakan praktek di PT. UT Quality dan ditempatkan di PT. Citra Tubindo Engineering Kabil Batam. Penulis mengambil bidang Hidrodinamika dan Struktur di Jurusan Teknik Kelautan dengan mengerjakan Tugas Akhir berjudul “**Analisa Keandalan Struktur Stinger 145 m – Jascon 18 Menggunakan Simulasi Monte Carlo**” yang dibimbing langsung oleh Bapak Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc., Ph.D dan Bapak Agro Wisudawan, S.T., M.T.