

ANALISA TEGANGAN PIPA TERHADAP FIX STINGER SAAT INSTALASI DI LAUT DANGKAL AREA TN- DX62r/TN-DX57rc

OLEH:

RIZKY OLIVIAN RAMADHAN
NRP. 4310 100 099

Pembimbing:

Yoyok S. Hadiwidodo, ST, MT, Ph.D
Ir. Hasan Ikhwani, M. Sc

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2014

DAFTAR ISI

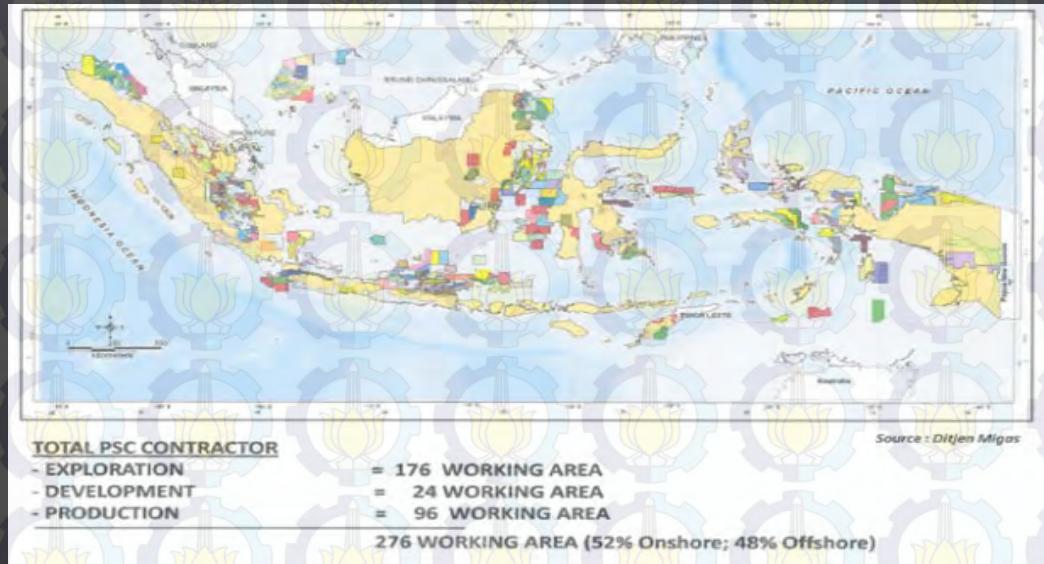
I. PENDAHULUAN

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR
TEORI

III. METODOLOGI PENELITIAN

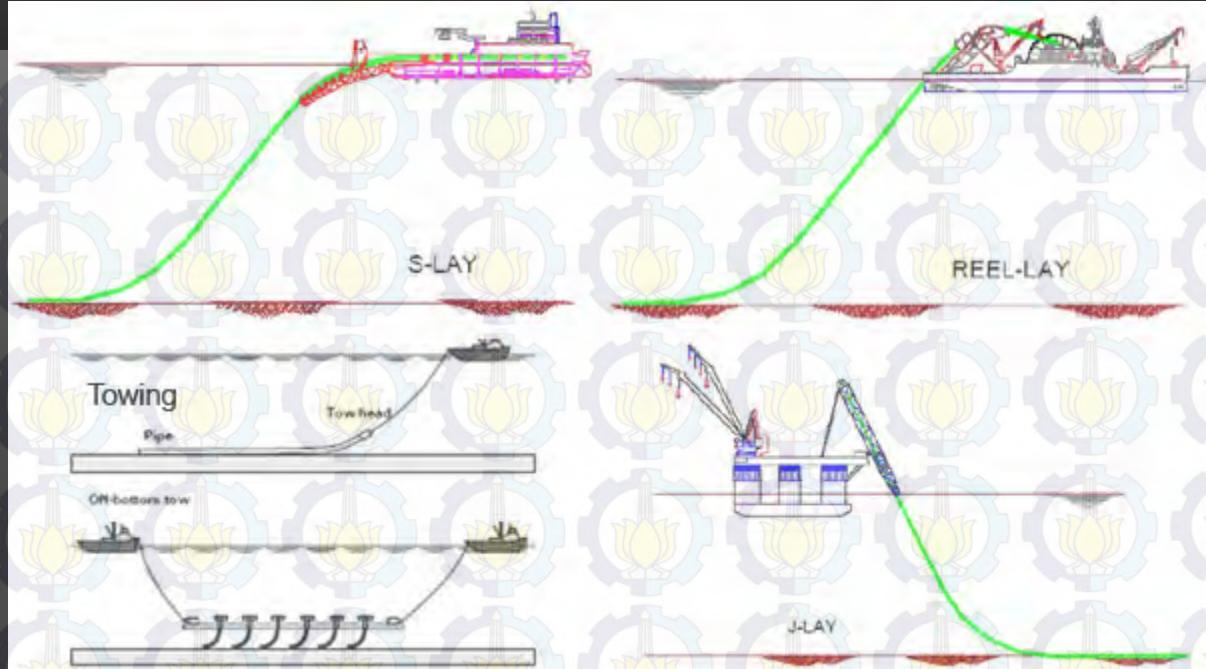
I. PENDAHULUAN

Latar Belakang



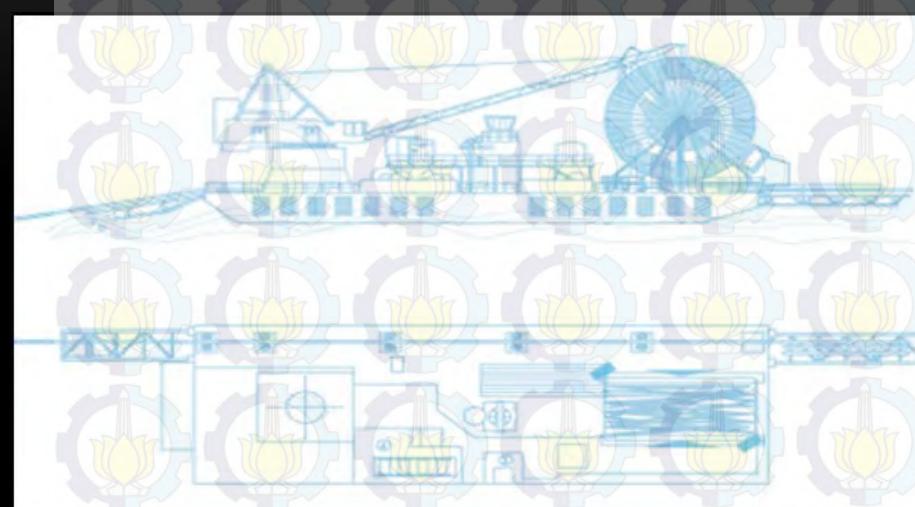
PERKEMBANGAN DUNIA PERMINYAKAN LEPAS PANTAI DEWASAINI SEMAKIN MAJU DENGAN DIGUNAKANNYA PIPA BAWAH LAUT SEBAGAI ALTERNATIF TRANSPORTASI FLUIDA (CRUDE OIL MAUPUN GAS) HASIL EKSPLORASI LADANG MINYAK LEPAS PANTAI.

Latar Belakang

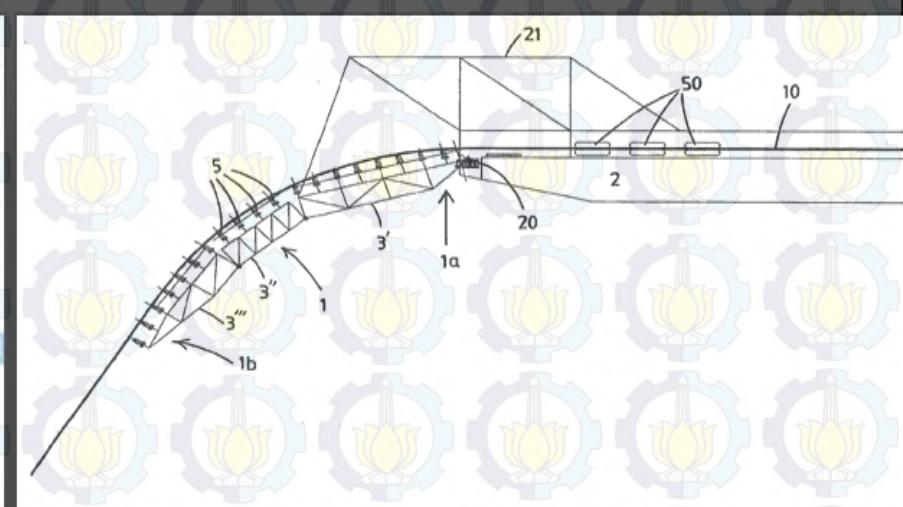


BEBERAPA METODE YANG BISA DIGUNAKAN
UNTUK INSTALASI PIPELINE YAITU S-LAY,
REEL-LAY, J-LAY DAN TOWING

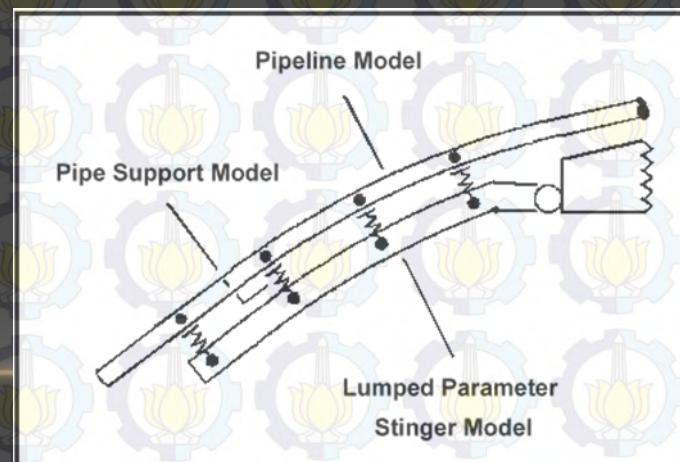
Tipe stinger



Gambar Double stinger



Gambar Articulated stinger



Fix Stinger

Perumusan masalah:

- ✓ Menghitung tegangan pada pipa terhadap tumpuan yg diberikan oleh stinger ketika instalasi di laut dangkal

Tujuan

- ✓ Mengetahui besar tegangan yang dialami oleh pipa terhadap tumpuan yang diberikan oleh stinger saat instalasi
- ✓ Mengetahui arah gerakan dominan barge pada arah 0° , 45° , 90° , 135° , dan 180°

Manfaat

- ✓ Mengetahui informasi dari pengaruh beban yang diberikan stinger kepada pipa dan mengetahui besar tegangan yang dialami pipa saat instalasi

Batasan Masalah

- Menggunakan metode S-lay pada saat instalasi
- Menggunakan software OFFPIPE untuk permodelan pipeline
- Menggunakan MOSES untuk permodelan barge
- Panjang stinger 8 m
- ID 7,98inch, OD 8,625inch, wall thickness 0,322inch
- Loa barge 54,684m, lebar 18,349m, tinggi 8,394 m
- Data yang digunakan adalah data pipa dan barge Milik ONASIS Tambora field
- Stinger fix atau rigid body (diasumsikan kuat)

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

S-LAY METHOD

Metode dengan menggantung pipa dari kapal Hingga seabed membentuk huruf s dengan ukuran max pipa 60" OD

J-LAY METHOD

Metode dengan menggantungkan pipa dari kapal hingga seabed membentuk huruf j dengan ukuran max pipa 32"OD

Beban Pada Sistem Perpipaan



Respon Dinamis Struktur terapung Terhadap Eksistensi Beban

Gelombang

6 macam derajat kebebasan, dengan 3 macam gerakan lateral dan 3 macam gerakan rotasional, yaitu:

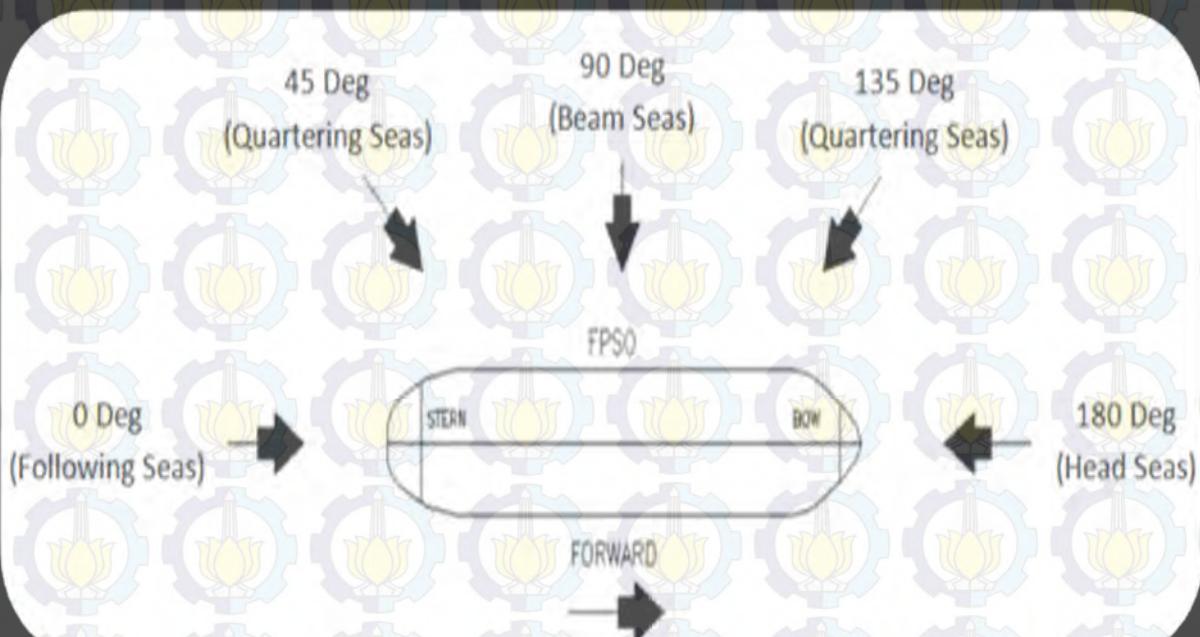
- a. *Surging* : Gerakan osilasi lateral pada sumbu -x.
- b. *Swaying* : Gerakan osilasi lateral pada sumbu -y.
- c. *Heaving* : Gerakan osilasi lateral pada sumbu -z.
- d. *Rolling* : Gerakan osilasi rotasional terhadap sumbu -x.
- e. *Pitching* : Gerakan osilasi rotasional terhadap sumbu -y.
- f. *Yawing* : Gerakan osilasi rotasional terhadap sumbu -z.



Respon Dinamis Struktur terapung Terhadap Eksistensi Beban

Gelombang

5 arah derajat pembebanan :



Permodelan

Permodelan laybarge

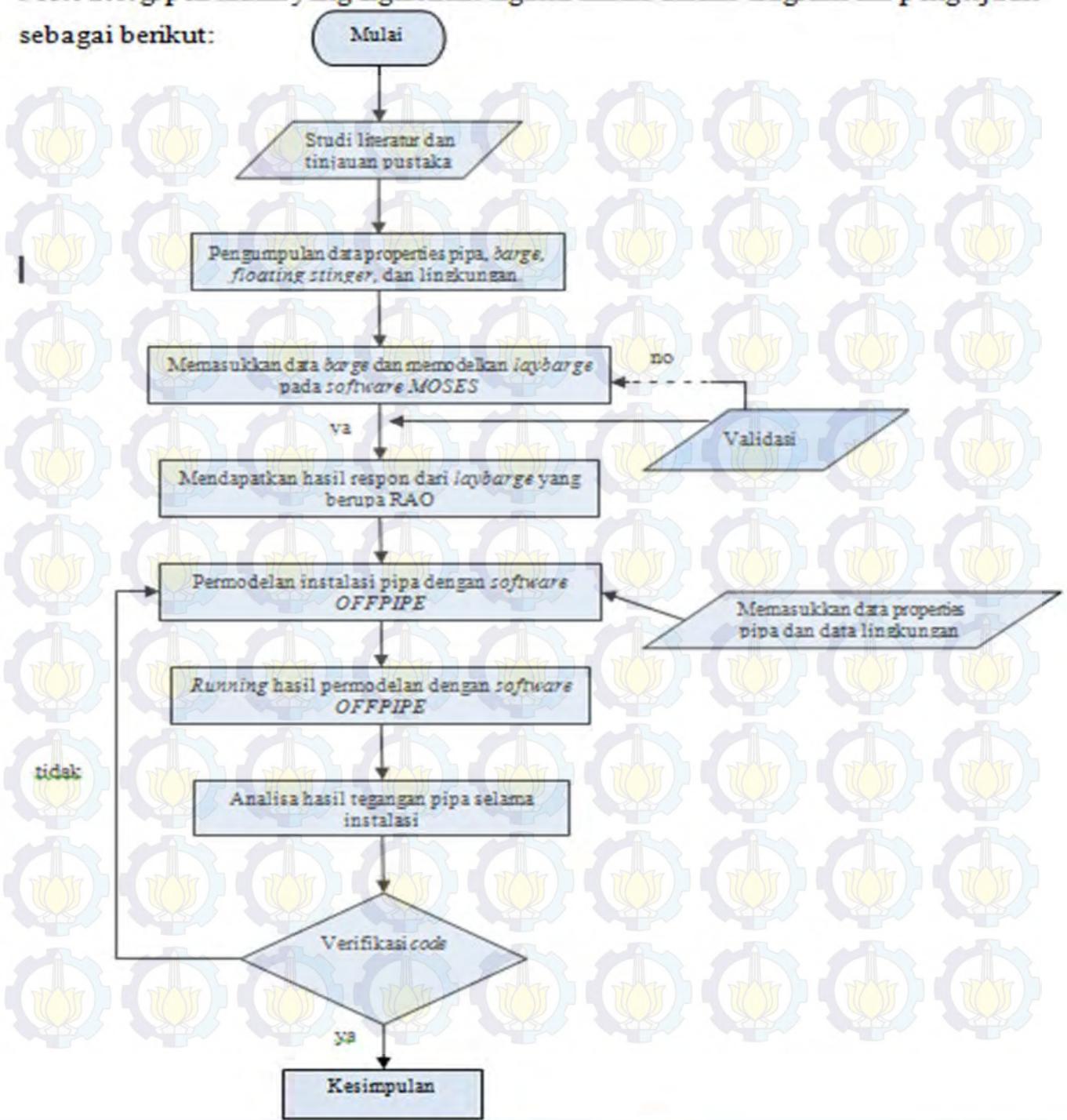
Permodelan

Permodelan pipelaying

III. Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian

sebagai berikut:



Analisa dan pembahasan

- Untuk pemodelan barge menggunakan data barge sebagai berikut:

Deskripsi	Unit
Panjang (LOA)	54,684m
Lebar	18,349m
Tinggi	8,394m
syarat air	2m
Displacement	
Lightship	603,9 ton
Full load	1162 ton
COG	
LCG	26,168
VCG	2,830
TCG	-0,162

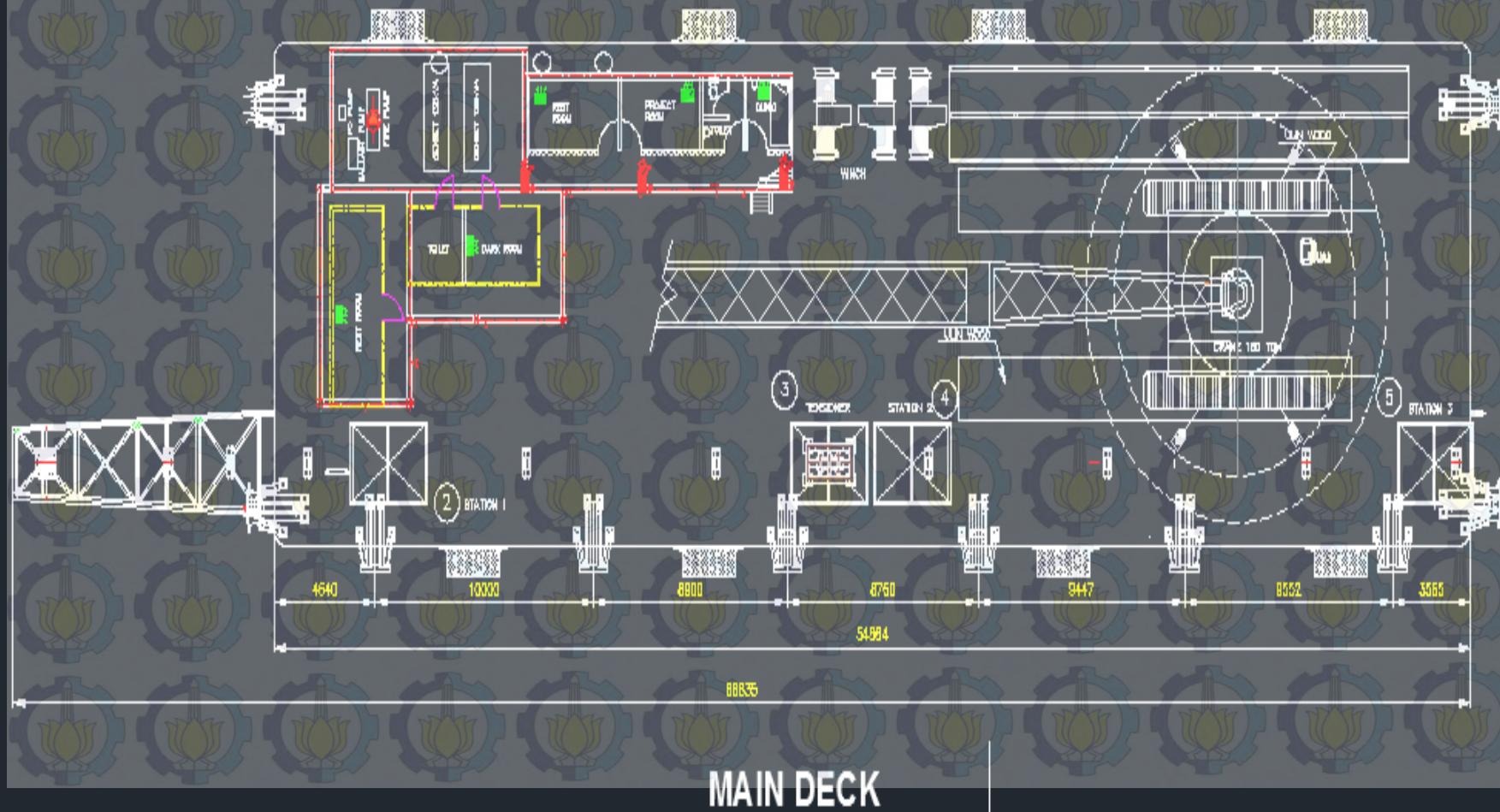
Roler on barge	Distance from stren (m)	Support height	Support type
R1	52.02	1.1	Simple Support
R2	50.39	1.1	Simple Support
R3	46.32	1.05	Simple Support
R4	40.32	1	Simple Support
T1	35.05	0.9	Tensioner
R5	23.14	0.8	Simple Support
R6	13.67	0.75	Simple Support
R7	2.76	0.6	Simple Support

Data Stinger

Barge parameter	unit	value
Max barge trim	deg	0.5
max barge tension capacity	KN	280
Stinger length	m	8

stinger node	Distance from stern (m)	Support type	Pipe support radius (m)
S1	-1.17	Simple Support	250
S2	-3.31	Simple Support	
S3	-4.3	Simple Support	

Barge onasis



Analisa dan pembahasan

- Data pipa:

Outside Diameter	219.08 mm
Wall Thickness	8.18 mm
Steel Grade	X-65C
Steel Density	7850 kg/m ³
Specified Minimum Yield Strength (SMYS)	360 N/mm ² (Mpa)
Modulus of Elasticity	207,000 N/mm ² (Mpa)
External Corrosion Coating	3LPP
External Corrosion Coating Thickness	2.5 mm
External Corrosion Coating Density	1300 kg/m ³
External Corrosion Coating Cut Back	250 mm
Concrete Coating Thickness	50 mm
Concrete Density	2400 kg/m ³
Concrete Coating Cut Back	370 mm
Concrete Coat Water Absorption	4 % (by weight)
Field joint coating length	700 mm
Field joint coating density (PU)	730 kg/m ³
Dry weight (empty)	3588.88 N/m
Submerged weight (empty)	679 N/m

Analisa dan pembahasan

- Data Gelombang:

R (years)	Hs (m)	Ts (second)	Hmax (m)
1	1.2	6.531	3.7
5	1.3	7.326	3.8
10	1.7	7.974	4
100	2.4	9.873	4.8

CURRENT SPEED*	1 years	5 years	10 years	100 years
At 0% of depth (m/s)	0.71	0.72	0.79	1.24
At 20% of depth (m/s)	0.67	0.67	0.68	0.69
At 50% of depth (m/s)	0.64	0.64	0.65	0.65
At 70% of depth (m/s)	0.59	0.59	0.59	0.59
At 90% of depth (m/s)	0.46	0.46	0.46	0.46
At 100% of dept (m/s)	0.33	0.33	0.33	0.33

ANALISA DAN PEMBAHASAN

perhitungan properti pipa :

Parameter	Simbol	Persamaan		Nilai	Satuan
Diameter Internal	D_i	= $D - 2t$	D_i	202.71	mm
Diameter Corrosion Coating	D_{corr}	= $D + 2t_{corr}$	D_{corr}	224.07	mm
Diameter Concrete Coating	D_{conc}	= $D + 2t_{conc}$	D_{conc}	295.07	mm
Berat pipa (tanpa coating)	W_1	= $\rho (D^2 - D_i^2) r_{st/4}$	W_1	42.332537	kg/m
Berat Corrosion Coating	W_2	= $\rho (D_{corr}^2 - D^2) r_{corr/4}$	W_2	2.2924154	kg/m
Berat Concrete Coating	W_3	= $\rho (D_{conc}^2 - D_{corr}^2) r_{conc/4}$	W_3	88.075911	kg/m
Berat Total	W_t	= $(W_1 + W_2 + W_3) g$	W_t	1300.4685	N/m
Bouyancy	F_{buoy}	= $\rho D_{conc}^2 r_{sw} g/4$	F_{buoy}	686.54611	N/m
Berat pipa tercelup	W_{sub}	= $W_t - F_{buoy}$	W_{sub}	613.92236	N/m
Momen Inersia Pipa	I_{st}	= $\rho (D^4 - D_i^4)/64$	I_{st}	3.001E-05	m^4

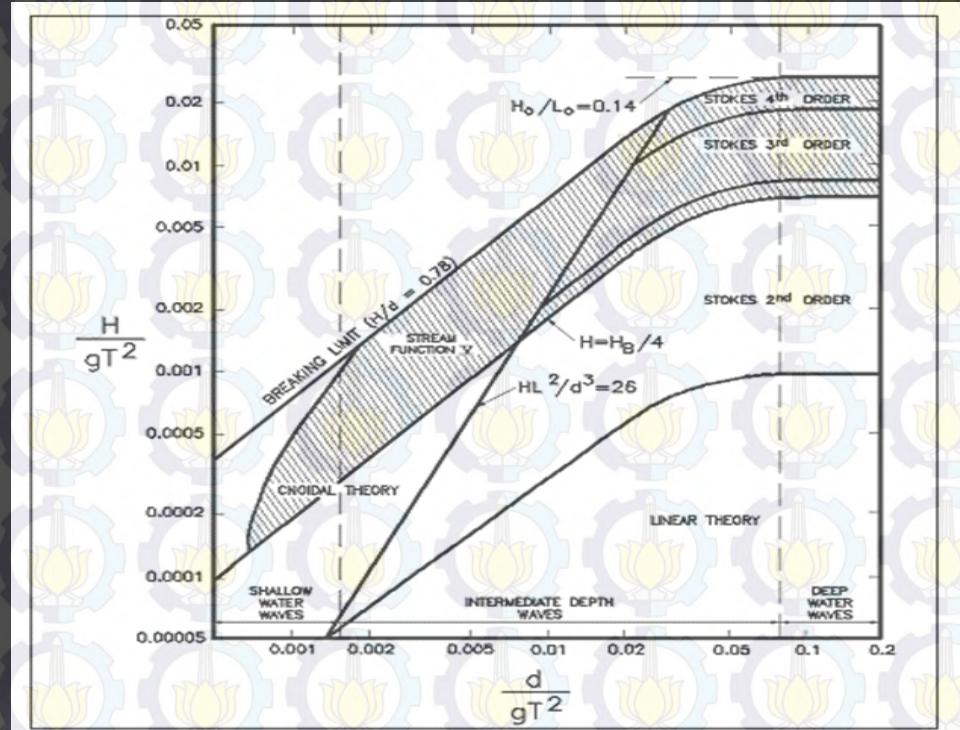


ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penentuan teori gelombang :

$$H/gT^2 = 0.002547$$

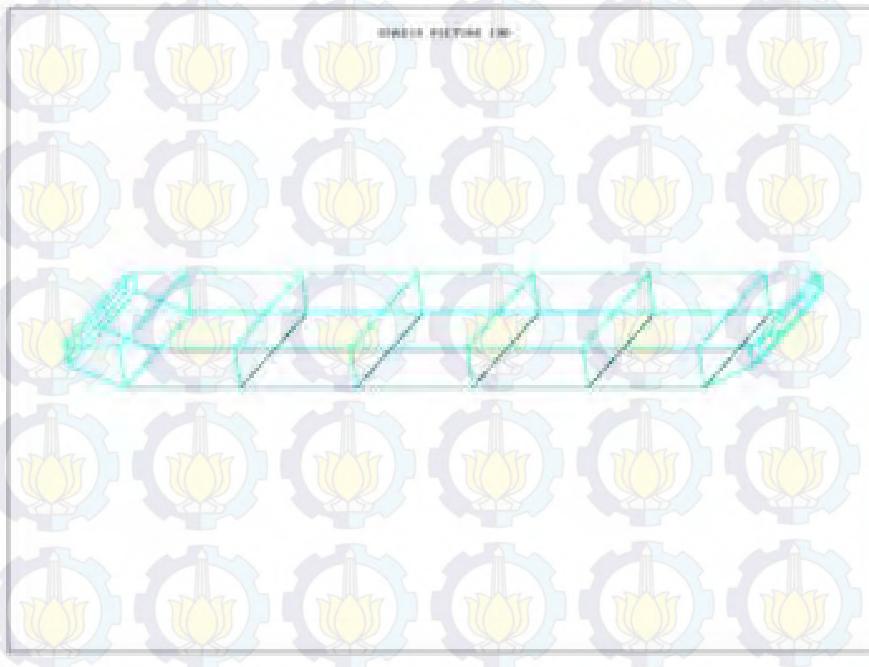
$$d/gT^2 = 0.01076$$



Teori gelombang yang digunakan adalah teori stokes orde 2

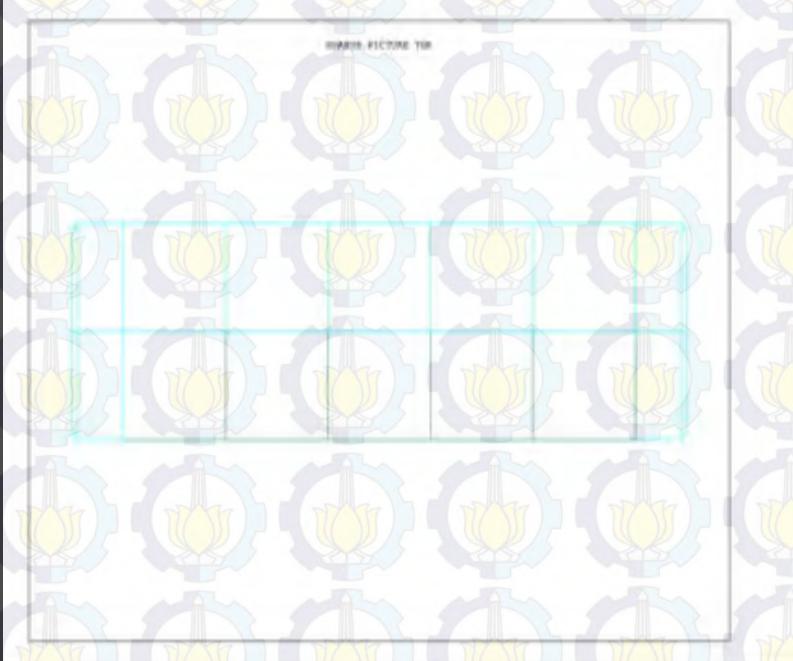
Pemodelan barge

- Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software moses tanpa mooring dan hanya dimodelkan dalam bentuk laybarge.
- Pemodelan diawali dengan membuat surface sesuai dengan geometri laybarge.

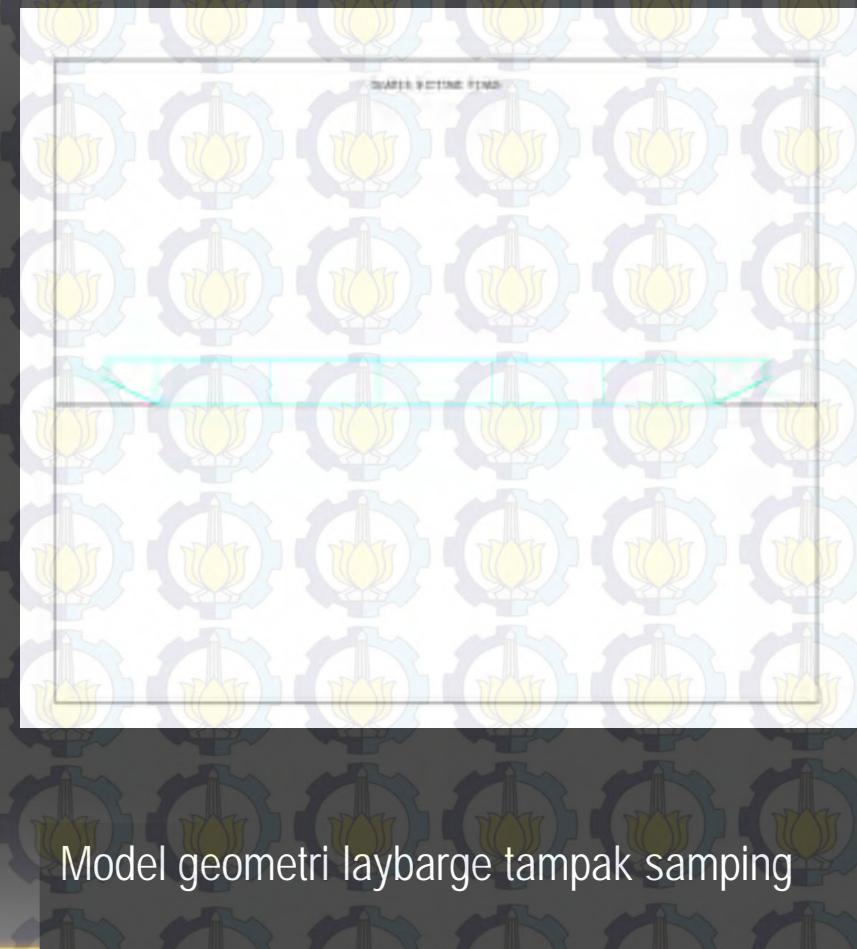


Berikut adalah model geometri laybarge

Pemodelan barge



Model geometri laybarge
tampak atas



Model geometri laybarge tampak samping

Pemodelan barge

Setelah mendapatkan model barge. Memasukan syarat air untuk mendapat kan hasil runing hydrostatis dari software moses dan dari hasil hydrostatis bisa mendapatkan displacement untuk validasi dari hasil Runing moses dan dari data kapal.

Tabel 4.1 Tabel hasil validasi

Displacement	VALIDASI		
	data	Moses	Errors >5%
	1162 ton	1207 ton	< 5%
COG			
X	26.168	27,43	
Y	0.162	0,00	
Z	2.830	2.830	

Kemudian melakukan radius girasi dari COG untuk mendapatkan hasil yang bisa di input ke MOSES untuk mendapatkan RAO

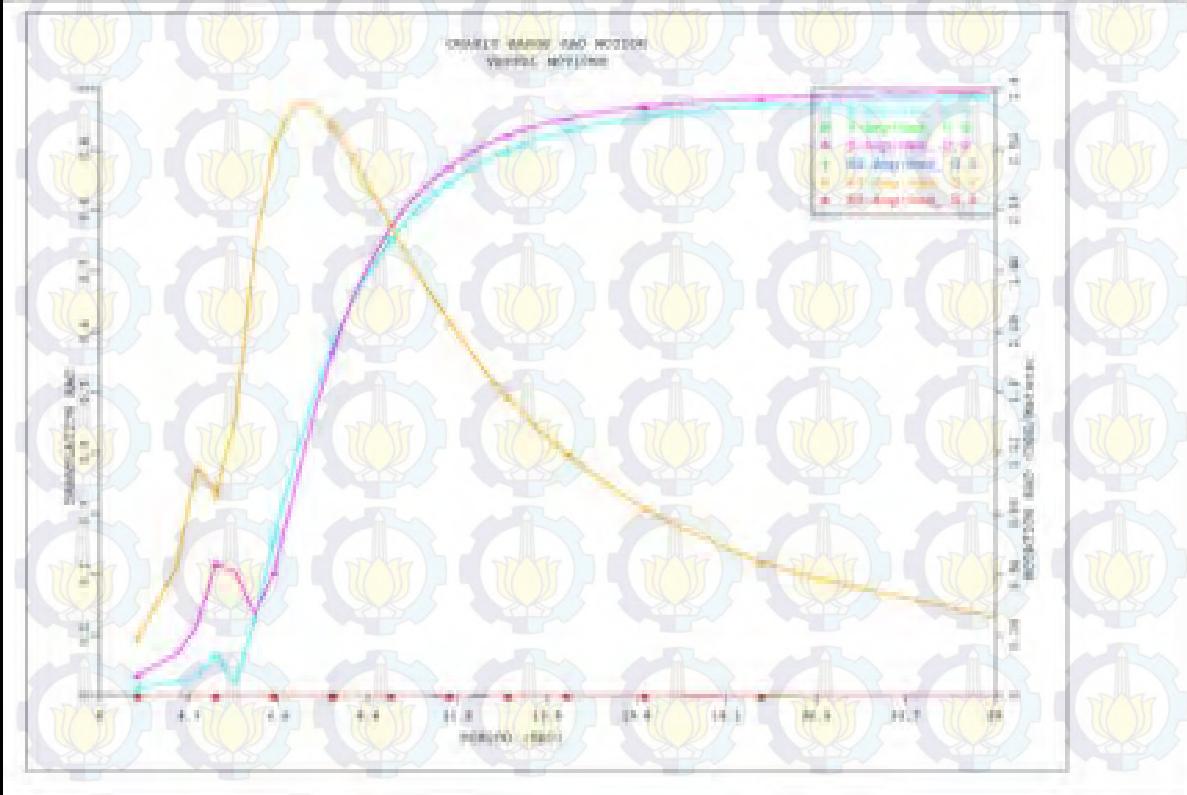
Untuk menghitung radius girasi menggunakan rumus

$$K_{xx} = 0,289 \cdot B \left(\frac{1,0 + (2kg)^3}{B} \right) = 15.81 \text{ m}$$

$$K_{yy} = K_{zz} = \sqrt{\frac{1}{12} \cdot L} = 15.78 \text{ m}$$

Pemodelan barge

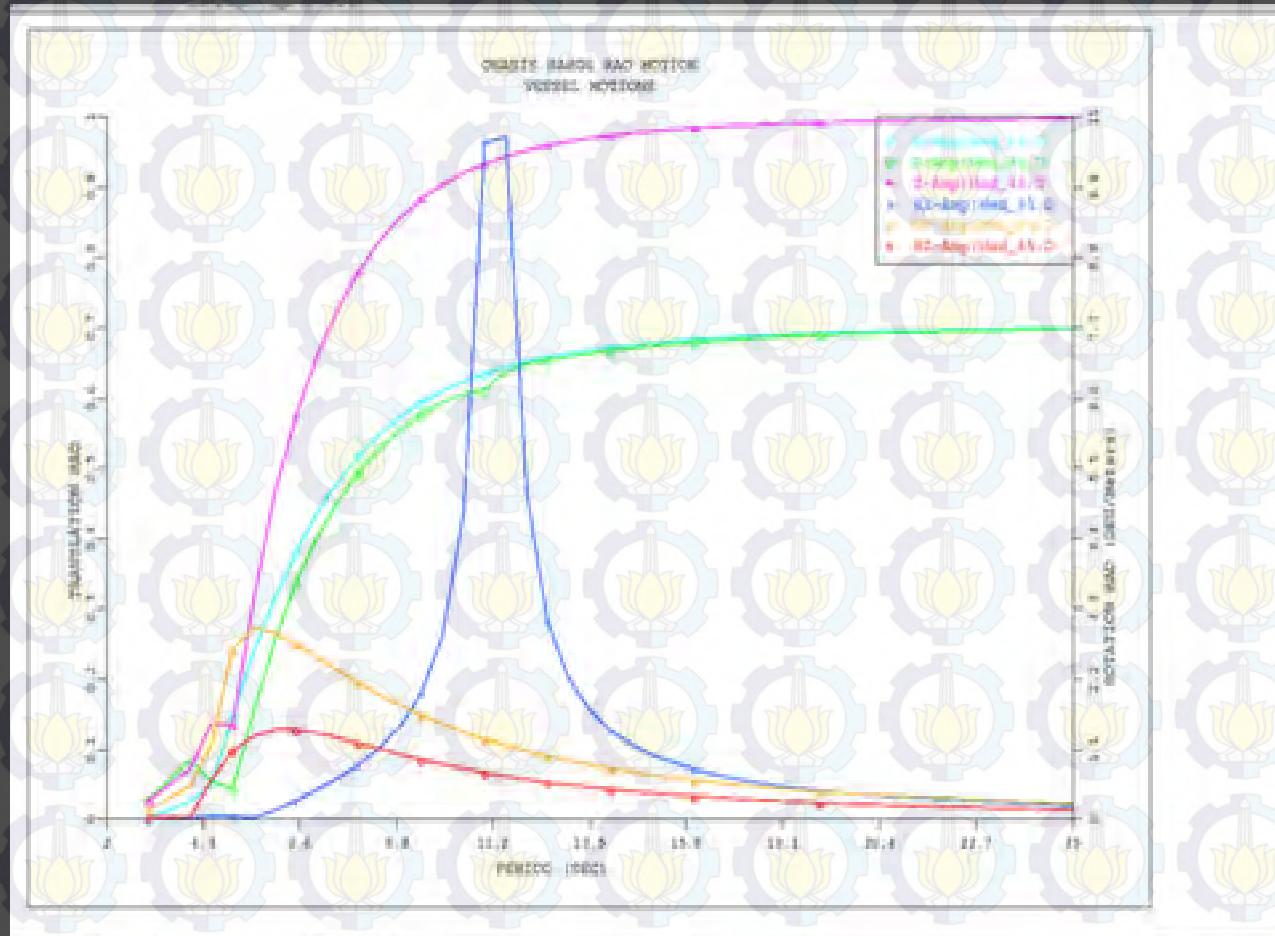
- Setelah mendapatkan hasil girasi, hasil tersebut di input ke MOSES untuk mendapatkan RAO dengan arah 0° , 45° , 90° , 135° dan 180° .
- Berikut Hasil dari RAO Surge, Sway, Heave, Roll, Pitch, Yaw



Untuk Arah 0° dengan surge dan heave sebagai gerakan translasi yang signifikan dengan periode kecil, $T=0,2513$ s dengan respon yang besar untuk surge $0,987$ m/m dan heave $0,995$ m/m

Pemodelan barge

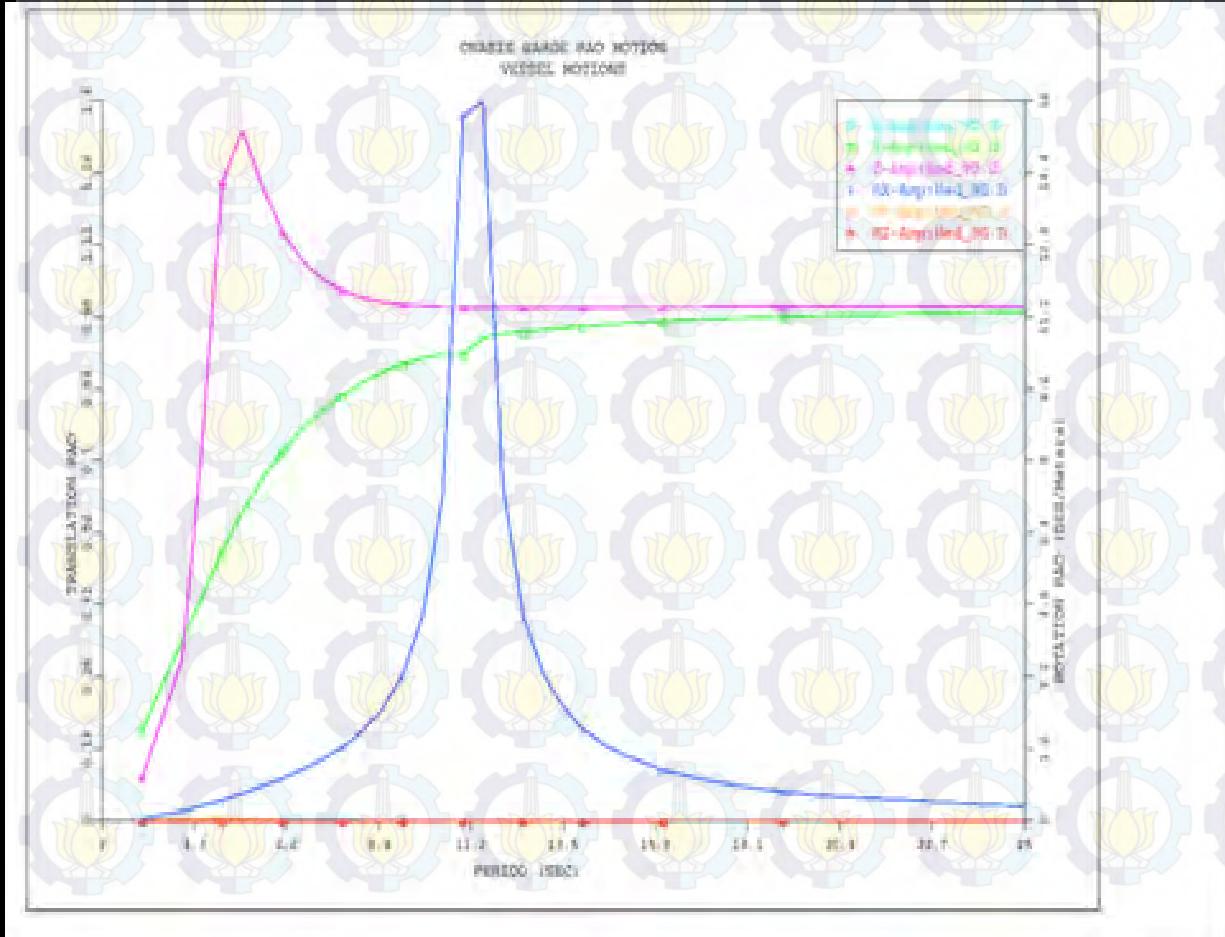
- Berikut Hasil dari RAO



Untuk Arah 45° dengan heave sebagai gerakan yang menimbulkan respon terbesar dengan periode kecil, $T=0,2513$ s dengan respon heave 0,997 m/m

Pemodelan barge

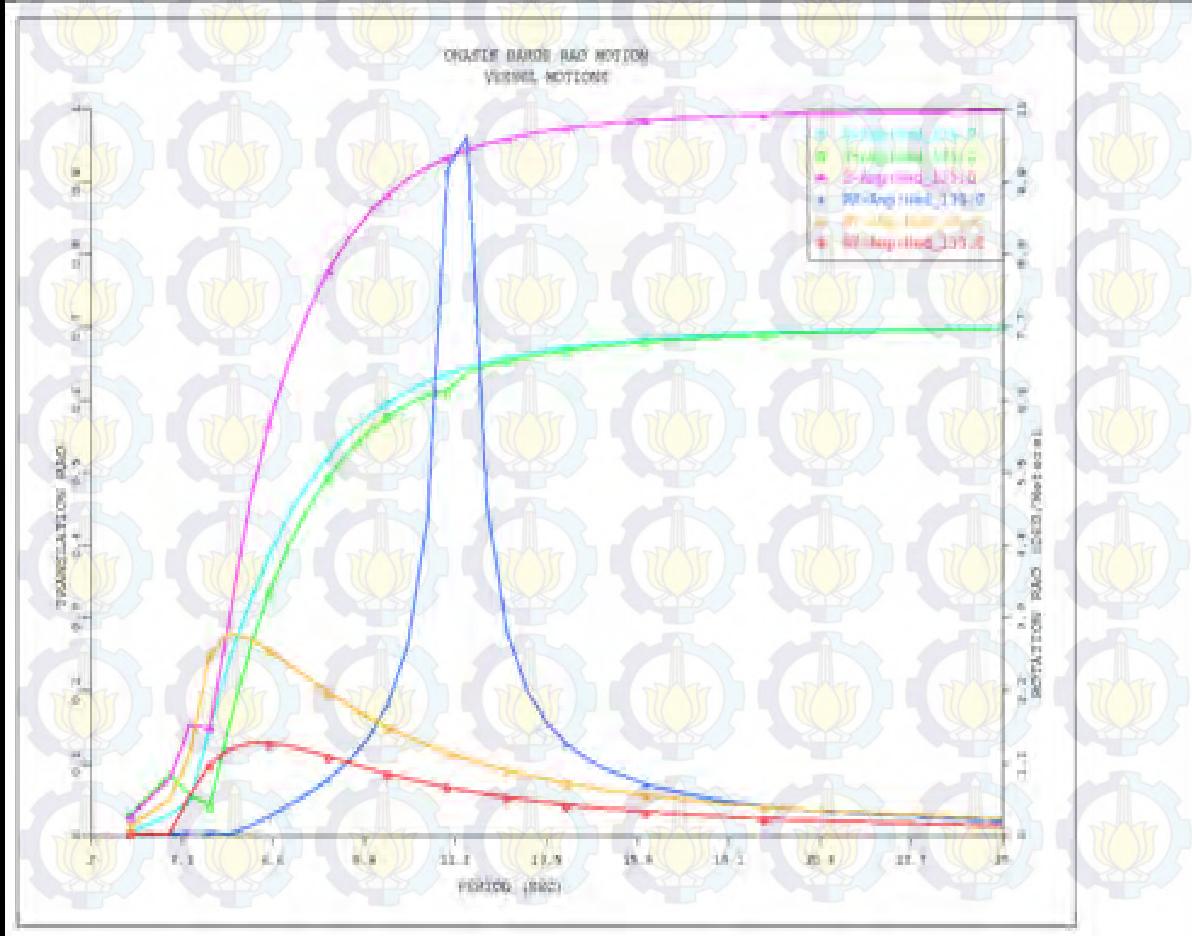
- Berikut Hasil dari RAO



Untuk Arah 90° dengan sway sebagai gerakan translasi yang signifikan dengan periode kecil, $T=0,2513$ s dengan respon sebesar $0,989$ m/m pada struktur dan untuk rotasi yang menjadi dominan adalah gerakan roll dengan $T=0,5464$ s dan respon sebesar $15,975$ m/m

Pemodelan barge

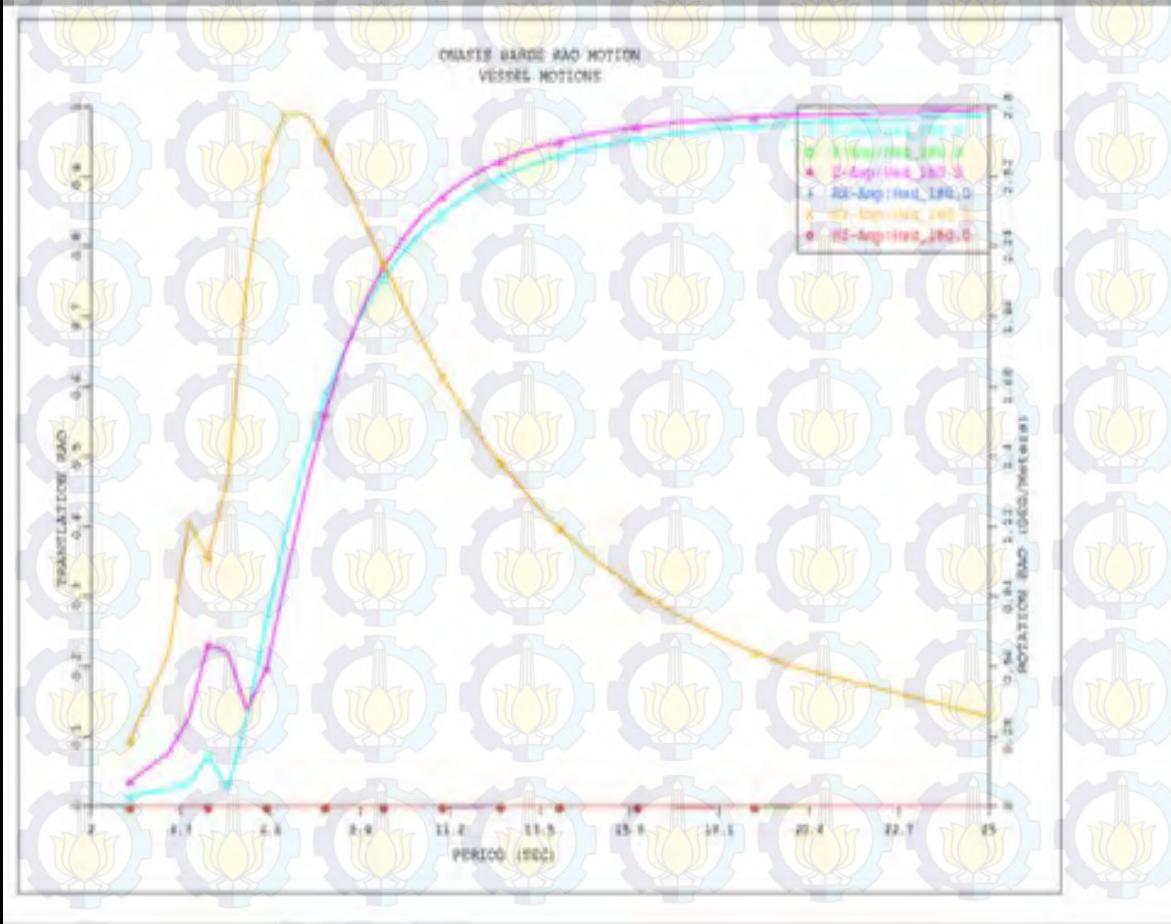
- Berikut Hasil dari RAO



Untuk Arah 135° dengan heave sebagai gerakan yang menimbulkan respon terbesar dengan periode kecil, $T=0,2513$ s dengan respon heave $0,997$ m/m namun memiliki perbedaan yang signifikan pada gerakan roll dengan arah 45°

Pemodelan barge

- Berikut Hasil dari RAO



Untuk Arah 180° dengan surge dan heave sebagai gerakan translasi yang signifikan dengan periode kecil, $T=0,2513$ s dengan respon yang besar untuk surge 0,988 m/m dan heave 0,995 m/m

Pemodelan OFFPIPE

- Tegangan yang terjadi selama proses instalasi:
 1. Daerah *overbend* saat pipa masih berada di atas *laybarge* sampai *stinger* (kecuali titik *roller* terakhir pada *stinger*)
 2. Daerah *Sagbend* mulai titik *roller* terakhir pada *stinger* hingga pipa menyentuh titik *touchdown* pada *seabed*.
- Berdasarkan permodelan sistem instalasi yang telah dilakukan seperti meng input data *laybarge*, *stinger* dan *properties* pipa serta memasukkan data lingkungan seperti kedalaman laut. Variasi kedalaman laut dibagi menjadi 2 case yaitu 6 dan 10 meter

Pemodelan OFFPIPE



Heading 45°

Dengan tegangan yang bekerja sebesar 72.60% pada lay barge dan 48.74% pada stinger dengan gaya yang bekerja:

- Tensile
- Hoop
- Bending

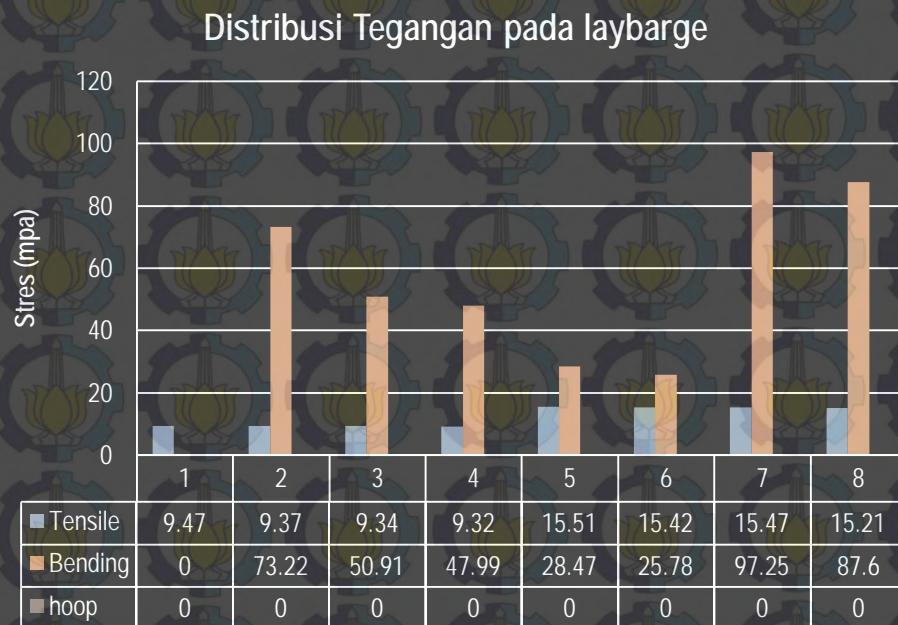
Heading 180°

Dengan tegangan yang bekerja sebesar 57.31% pada lay barge dan 31.64% pada stinger dengan gaya yang bekerja:

- Tensile
- Hoop
- Bending

Pemodelan offpipe

- Kedalaman 6 meter, 45°

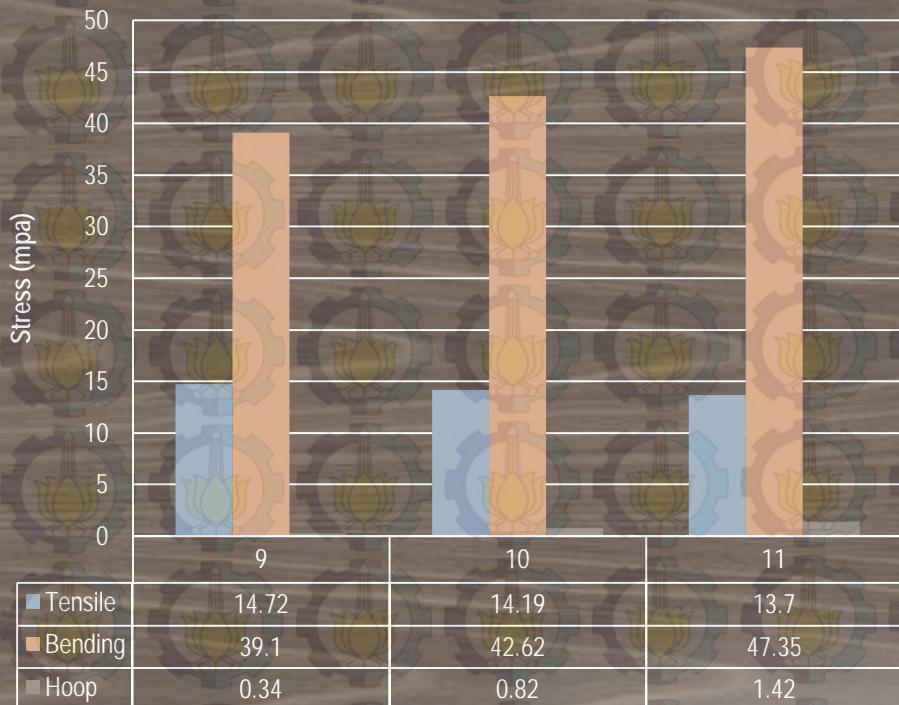


Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
1	Laybarge	9.47	0	0
2	Laybarge	9.37	0	73.22
3	Laybarge	9.34	0	50.91
4	Laybarge	9.32	0	47.99
5	Tensioner	15.51	0	28.47
6	Laybarge	15.42	0	25.78
7	Laybarge	15.47	0	97.25
8	Laybarge	15.21	0	87.6

Pemodelan offpipe

- Berikut:

Distribusi Tegangan pada Stinger

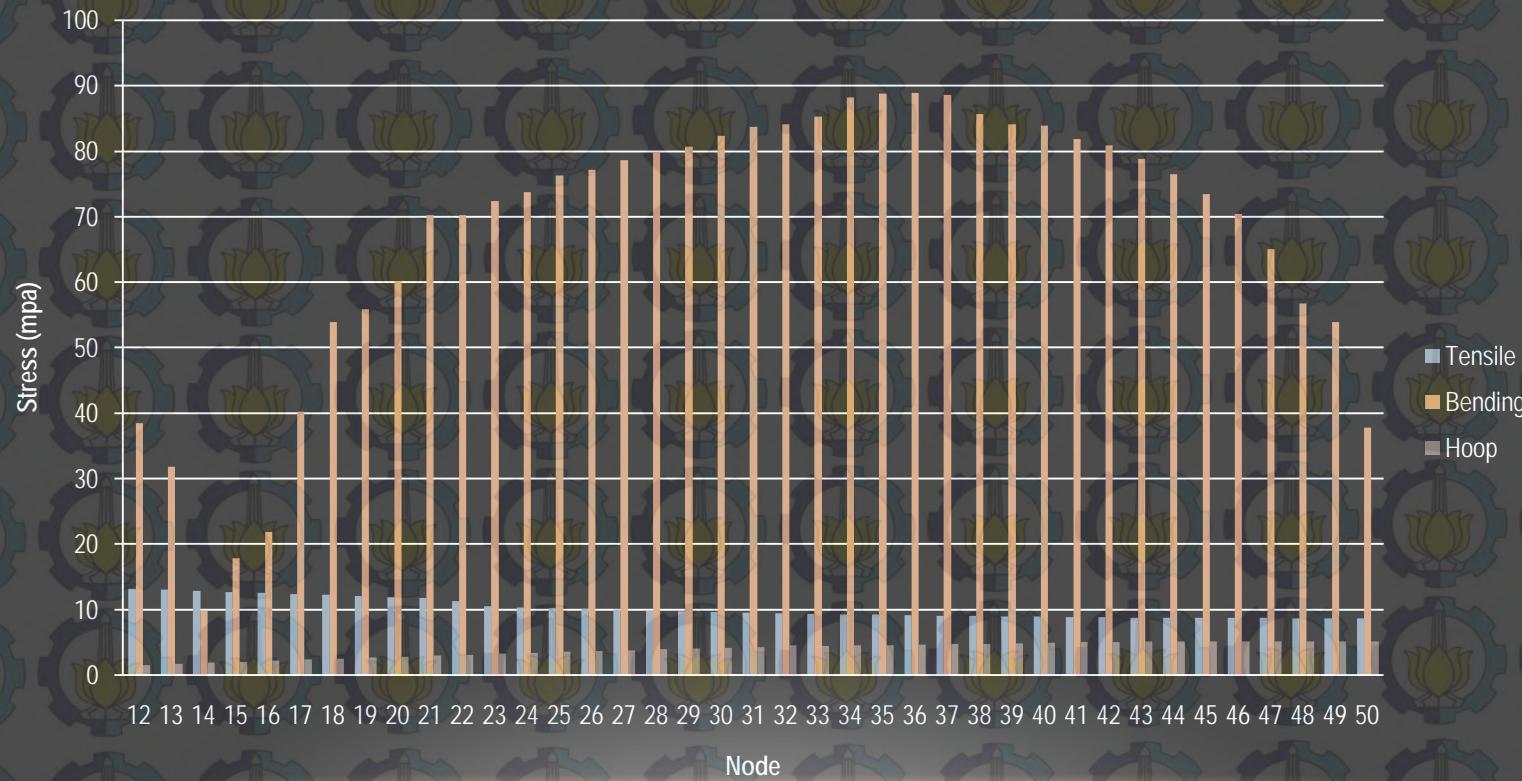


Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
9	Stinger	14.72	0.44	39.1
10	Stinger	14.19	0.92	42.62
11	Stinger	13.7	1.51	47.35

Pemodelan offpipe

- Berikut:

Distribusi tegangan pada Sagbend



Pemodelan Offpipe

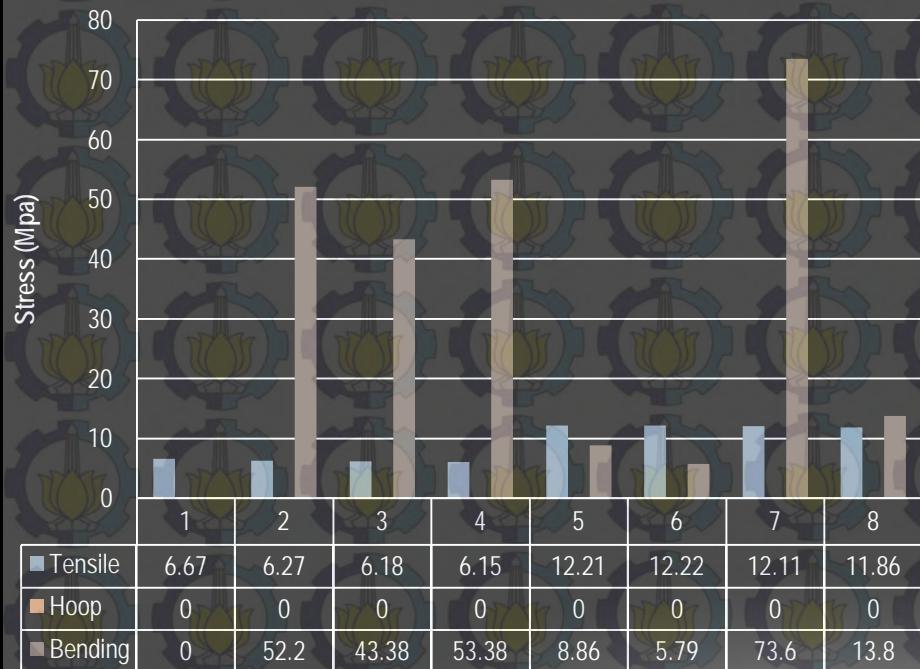
- Berikut:

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
12	Sagbend	13.17	1.67	38.5
13	Sagbend	13.04	1.83	31.84
14	Sagbend	12.89	2	9.85
15	Sagbend	12.73	2.17	17.85
16	Sagbend	12.57	2.33	21.88
17	Sagbend	12.41	2.5	40.21
18	Sagbend	12.26	2.66	53.91
19	Sagbend	12.1	2.81	55.85
20	Sagbend	11.95	2.96	60.2
21	Sagbend	11.8	3.12	70.17
22	Sagbend	11.36	3.26	70.26
23	Sagbend	10.52	3.41	72.38
24	Sagbend	10.38	3.55	73.69
25	Sagbend	10.25	3.68	76.23
26	Sagbend	10.13	3.81	77.16
27	Sagbend	10.01	3.94	78.65
28	Sagbend	9.89	4.06	79.84
29	Sagbend	9.78	4.17	80.7
30	Sagbend	9.68	4.28	82.28
31	Sagbend	9.58	4.38	83.7

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
32	Sagbend	9.49	4.47	84.12
33	Sagbend	9.4	4.56	85.3
34	Sagbend	9.32	4.65	88.2
35	Sagbend	9.24	4.73	88.75
36	Sagbend	9.17	4.8	88.88
37	Sagbend	9.1	4.86	88.53
38	Sagbend	9.04	4.92	85.62
39	Sagbend	8.99	4.97	84.09
40	Sagbend	8.94	5.02	83.84
41	Sagbend	8.89	5.06	81.79
42	Sagbend	8.86	5.1	80.82
43	Sagbend	8.82	5.13	78.77
44	Sagbend	8.79	5.15	76.44
45	Sagbend	8.77	5.17	73.42
46	Sagbend	8.75	5.18	70.41
47	Sagbend	8.75	5.19	65.08
48	Sagbend	8.74	5.2	56.77
49	Sagbend	8.73	5.2	53.94
50	Sagbend	8.72	5.2	37.83

Pemodelan offpipe

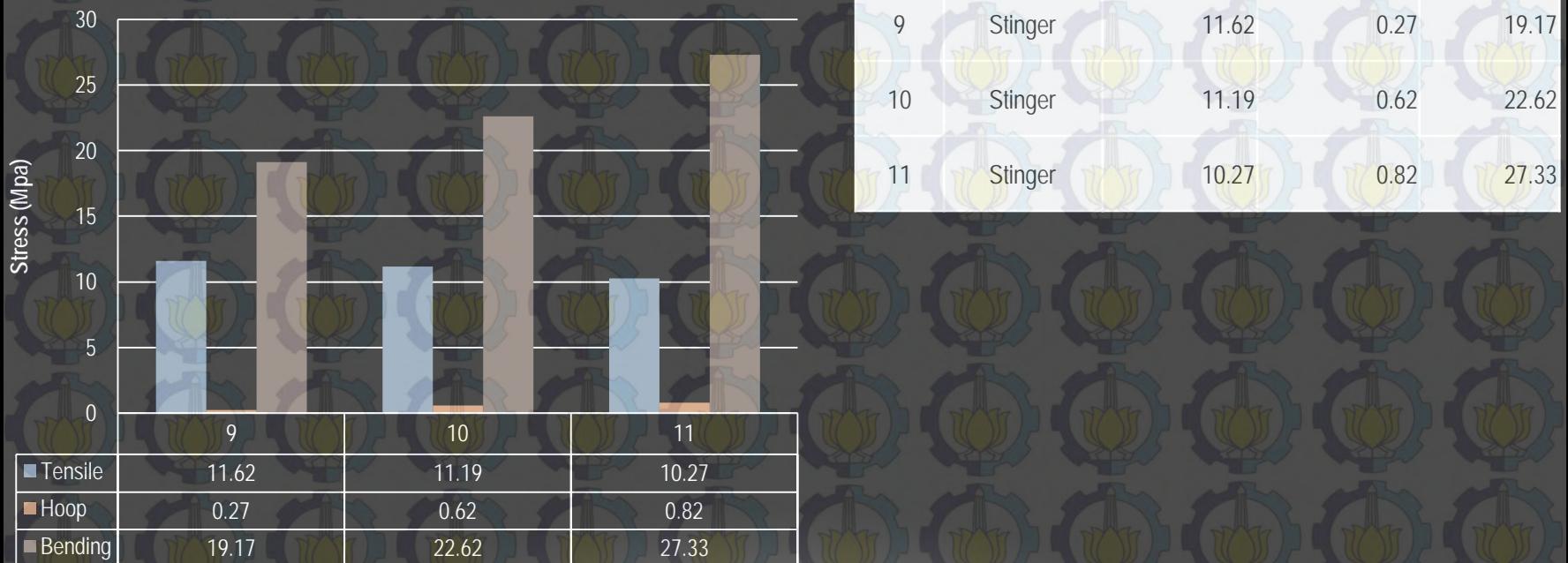
Distribusi tegangan pada laybarge



Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
1	Laybarge	6.67	0	0
2	Laybarge	6.27	0	52.2
3	Laybarge	6.18	0	43.38
4	Laybarge	6.15	0	53.38
5	Tensioner	12.21	0	8.86
6	Laybarge	12.22	0	5.79
7	Laybarge	12.11	0	73.6
8	Laybarge	11.86	0	13.8

Pemodelan offpipe

Distribusi tegangan pada Stinger



Pemodelan offpipe

- Berikut:

Distribusi tegangan pada Sagbend



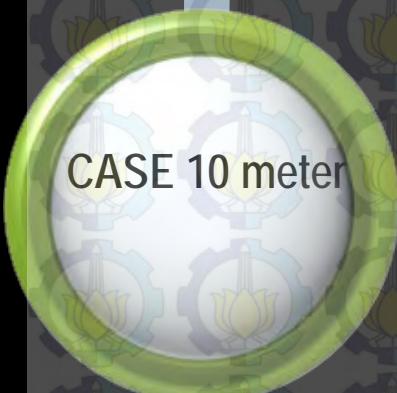
Pemodelan Offpipe

- Berikut:

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
12	Sagbend	10.17	0.97	18.5
13	Sagbend	10.14	1.08	11.84
14	Sagbend	9.85	1.17	7.75
15	Sagbend	9.63	1.35	9.85
16	Sagbend	9.46	1.47	11.88
17	Sagbend	9.33	1.63	20.21
18	Sagbend	9.26	1.79	32.91
19	Sagbend	9.12	1.83	35.87
20	Sagbend	8.95	1.93	40.15
21	Sagbend	8.8	1.98	50.13
22	Sagbend	8.36	2.16	50.23
23	Sagbend	7.82	2.23	52.33
24	Sagbend	7.58	2.37	53.57
25	Sagbend	7.25	2.48	56.23
26	Sagbend	7.13	2.53	57.16
27	Sagbend	7.01	2.76	58.65
28	Sagbend	6.89	2.83	59.84
29	Sagbend	6.75	2.94	60.63
30	Sagbend	6.64	3.22	62.17
31	Sagbend	6.58	3.38	63.68

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
32	Sagbend	6.49	3.45	64.12
33	Sagbend	6.4	3.53	65.28
34	Sagbend	6.32	3.66	68.27
35	Sagbend	6.24	3.71	68.55
36	Sagbend	6.17	3.76	68.78
37	Sagbend	6.14	3.83	68.5
38	Sagbend	6.04	3.89	65.62
39	Sagbend	5.99	3.94	64.11
40	Sagbend	5.94	4.01	63.76
41	Sagbend	5.89	4.06	61.79
42	Sagbend	5.86	4.09	60.82
43	Sagbend	5.82	4.11	58.73
44	Sagbend	5.79	4.13	56.33
45	Sagbend	5.77	4.17	53.42
46	Sagbend	5.75	4.18	50.41
47	Sagbend	6.75	4.19	45.08
48	Sagbend	6.73	4.23	36.79
49	Sagbend	6.71	4.23	33.87
50	Sagbend	6.7	4.23	17.83

Pemodelan OFFPIPE



Heading 90°

Dengan tegangan yang bekerja sebesar 74.53% pada lay barge dan 50.47% pada stinger dengan gaya yang bekerja:

- Tensile
- Hoop
- Bending

Heading 180°

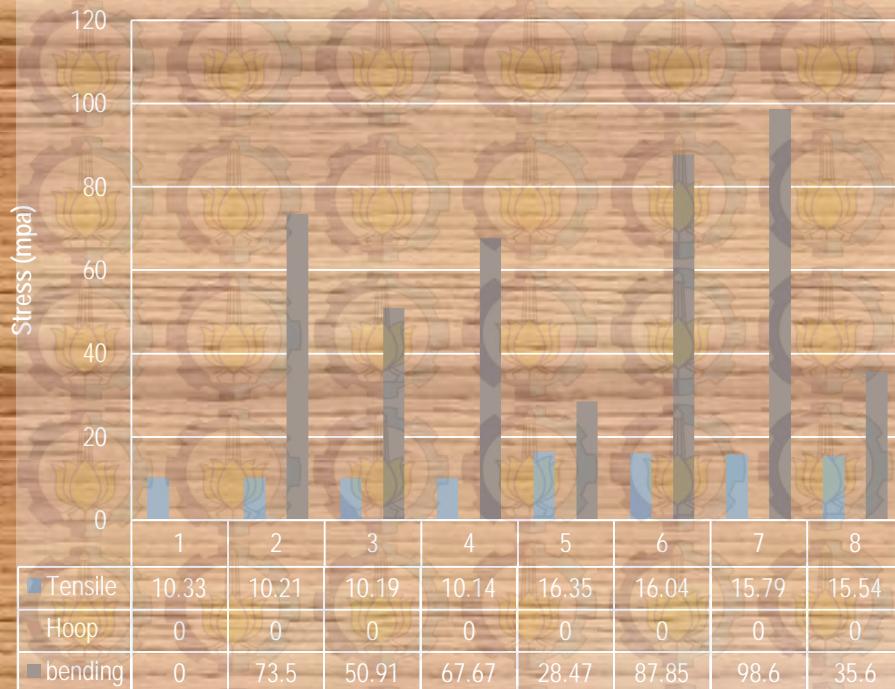
Dengan tegangan yang bekerja sebesar 59.23% pada lay barge dan 33.52% pada stinger dengan gaya yang bekerja:

- Tensile
- Hoop
- Bending

Pemodelan Offpipe

- Kedalaman 10 m, 90°

Distribusi tegangan pada laybarge

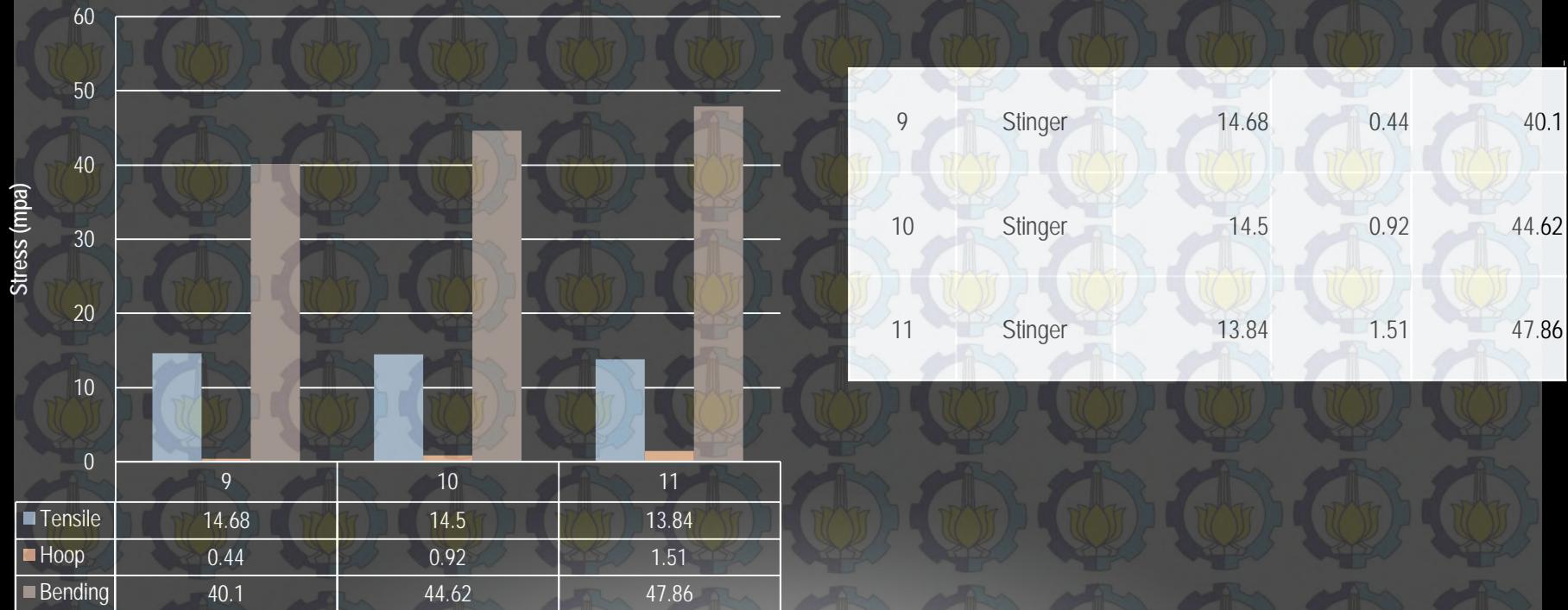


node	Pipe Section	Tension	Hoop	Bending
1	Laybarge	10.33	0	0
2	Laybarge	10.21	0	73.5
3	Laybarge	10.19	0	50.91
4	Laybarge	10.14	0	67.67
5	Tensioner	16.35	0	28.47
6	Laybarge	16.04	0	87.85
7	Laybarge	15.79	0	98.6
8	Laybarge	15.54	0	35.6

Pemodelan Offpipe

- Berikut:

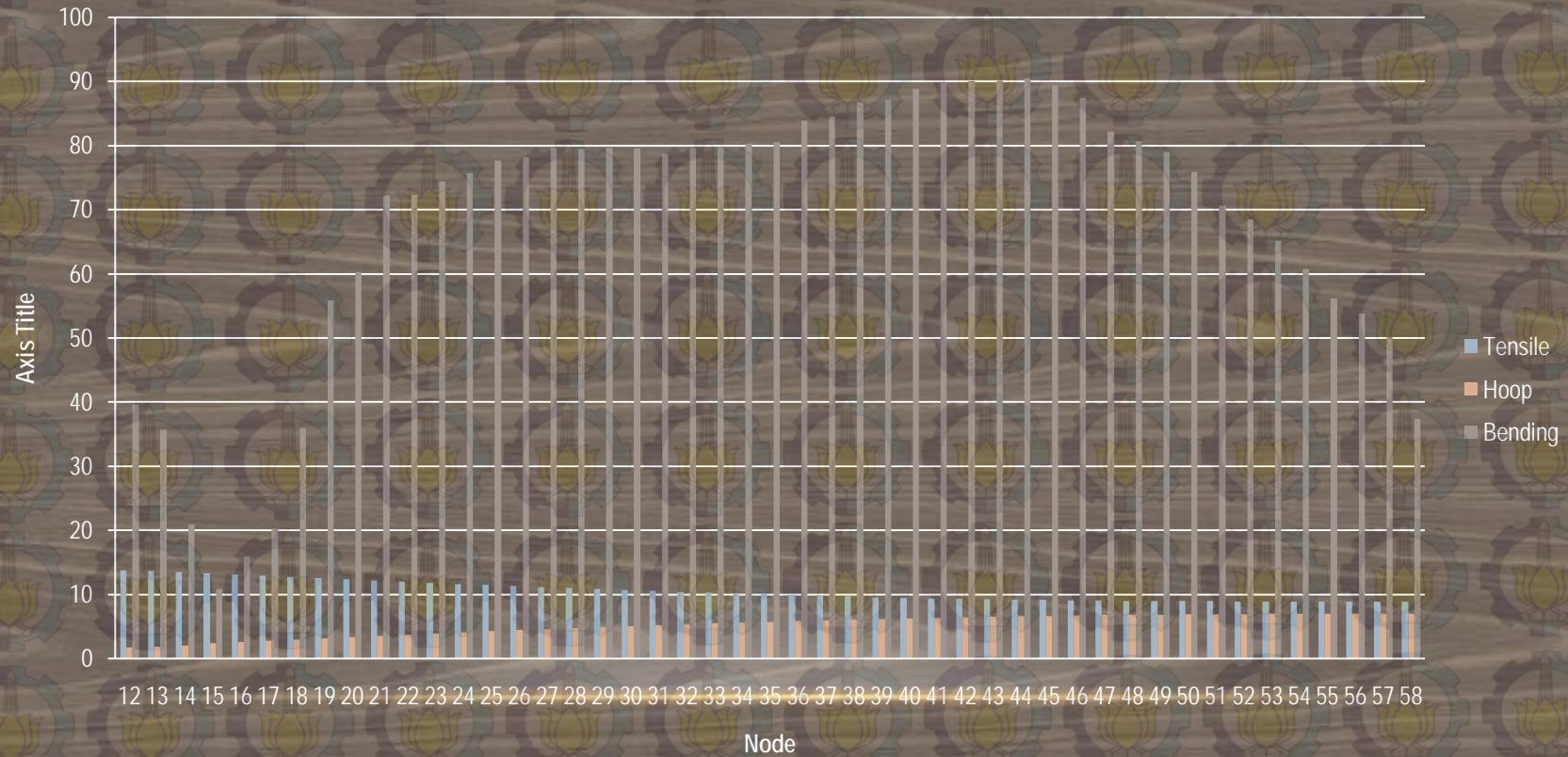
Distribusi Tegangan pada Stinger



Pemodelan Offpipe

- Berikut:

Distribusi tegangan pada segbend



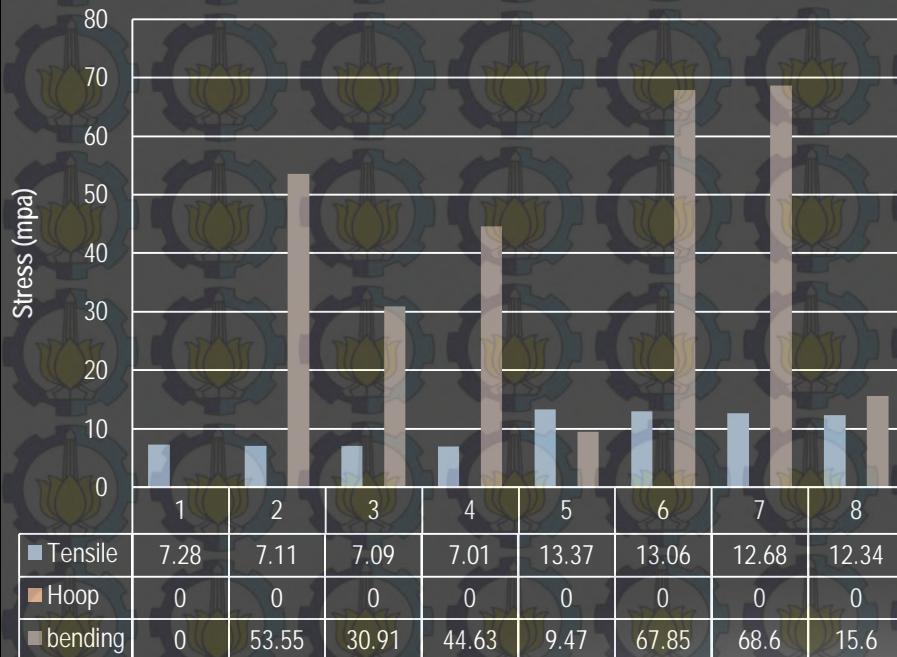
Pemodelan Offpipe

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
12	Sagbend	13.75	1.7	39.54
13	Sagbend	13.61	1.8	35.6
14	Sagbend	13.45	2	20.85
15	Sagbend	13.27	2.37	10.85
16	Sagbend	13.08	2.5	15.88
17	Sagbend	12.89	2.71	20.21
18	Sagbend	12.7	2.91	35.91
19	Sagbend	12.51	3.11	55.85
20	Sagbend	12.32	3.31	60.27
21	Sagbend	12.13	3.5	72.17
22	Sagbend	11.95	3.69	72.26
23	Sagbend	11.77	3.87	74.38
24	Sagbend	11.6	4.05	75.69
25	Sagbend	11.43	4.22	77.65
26	Sagbend	11.26	4.39	78.17
27	Sagbend	11.1	4.55	79.65
28	Sagbend	10.95	4.71	79.45
29	Sagbend	10.8	4.86	79.6
30	Sagbend	10.65	5	79.5
31	Sagbend	10.51	5.15	78.7
32	Sagbend	10.38	5.29	79.63
33	Sagbend	10.25	5.42	79.74
34	Sagbend	10.13	5.55	80.23
35	Sagbend	10.01	5.67	80.56
36	Sagbend	9.9	5.79	83.88

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
37	Sagbend	9.79	5.9	84.53
38	Sagbend	9.69	6.01	86.62
39	Sagbend	9.51	6.11	87.09
40	Sagbend	9.43	6.21	88.84
41	Sagbend	9.35	6.3	89.79
42	Sagbend	9.28	6.39	90.01
43	Sagbend	9.22	6.47	90.15
44	Sagbend	9.16	6.54	90.38
45	Sagbend	9.1	6.61	89.42
46	Sagbend	9.06	6.67	87.41
47	Sagbend	9.01	6.72	82.13
48	Sagbend	8.97	6.77	80.67
49	Sagbend	8.94	6.81	78.94
50	Sagbend	8.91	6.84	75.83
51	Sagbend	8.89	6.87	70.56
52	Sagbend	8.87	6.89	68.43
53	Sagbend	8.86	6.91	65.13
54	Sagbend	8.86	6.92	60.67
55	Sagbend	8.85	6.93	56.09
56	Sagbend	8.85	6.93	53.74
57	Sagbend	8.84	6.94	50.13
58	Sagbend	8.84	6.94	37.31

Pemodelan Offpipe

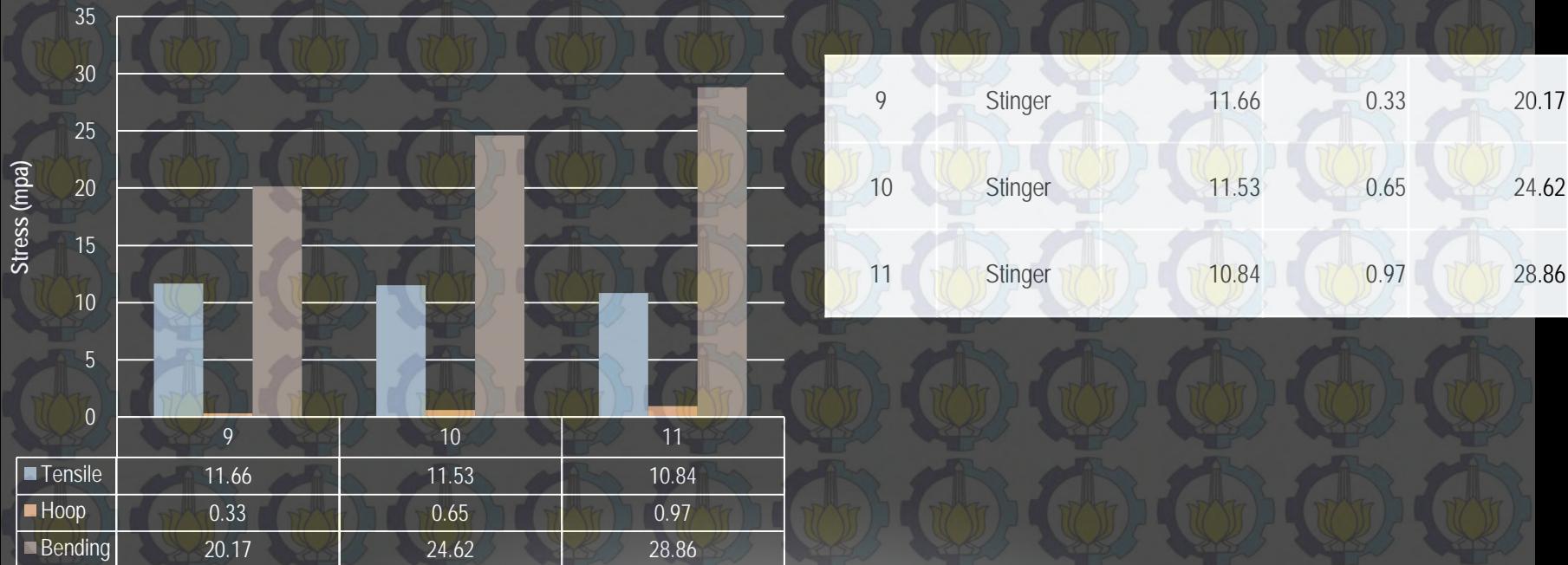
Distribusi tegangan pada laybarge



node	Pipe Section	Tension	Hoop	Bending
1	Laybarge	7.28	0	0
2	Laybarge	7.11	0	53.55
3	Laybarge	7.09	0	30.91
4	Laybarge	7.01	0	44.63
5	Tensioner	13.37	0	9.47
6	Laybarge	13.06	0	67.85
7	Laybarge	12.68	0	68.6
8	Laybarge	12.34	0	15.6

Pemodelan Offpipe

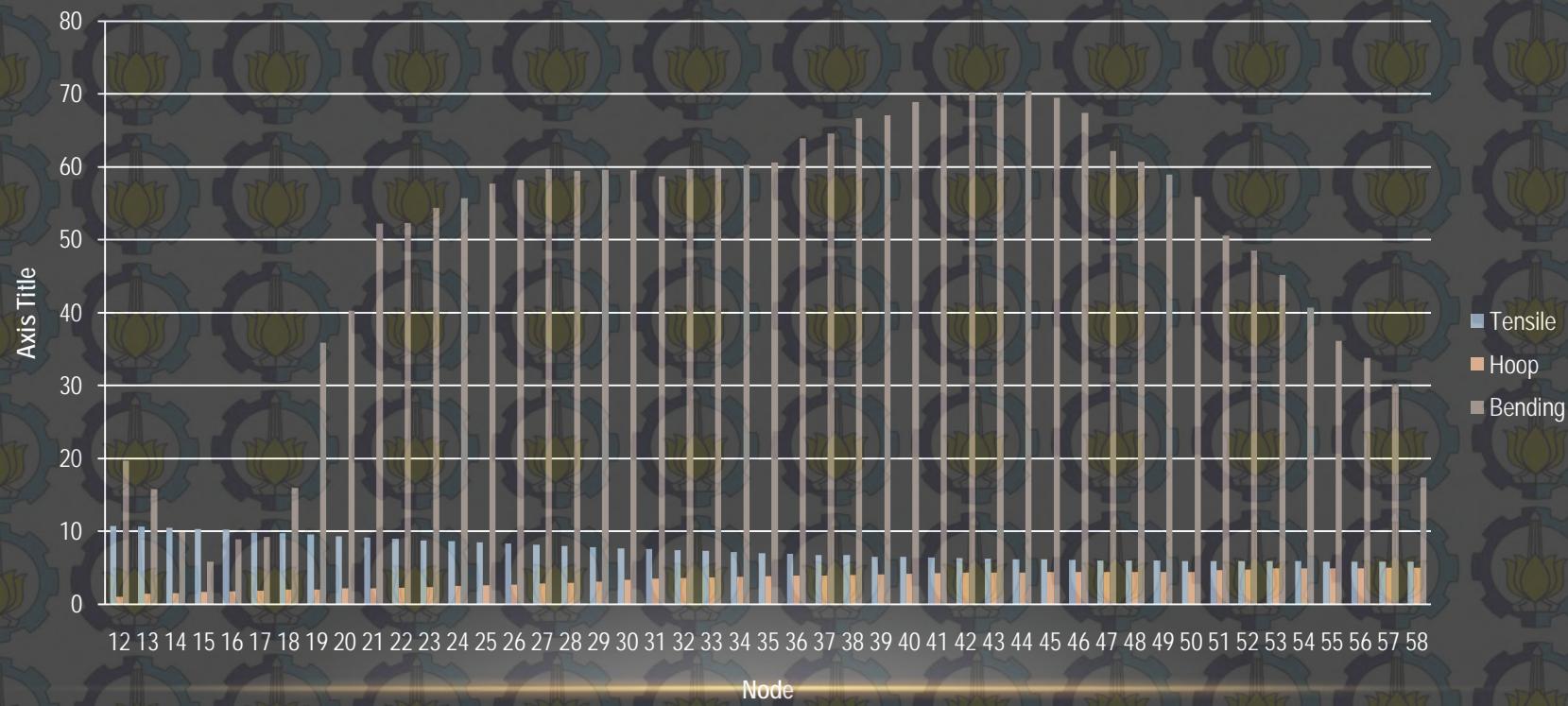
Distribusi Tegangan pada Stinger



Pemodelan Offpipe

- Berikut:

Distribusi tegangan pada segbend



Pemodelan Offpipe

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
12	Sagbend	10.74	0.97	19.64
13	Sagbend	10.63	1.38	15.8
14	Sagbend	10.48	1.47	9.85
15	Sagbend	10.27	1.65	5.85
16	Sagbend	10.18	1.77	8.88
17	Sagbend	9.79	1.83	9.21
18	Sagbend	9.73	1.99	15.91
19	Sagbend	9.53	2.03	35.85
20	Sagbend	9.32	2.13	40.27
21	Sagbend	9.13	2.18	52.17
22	Sagbend	8.95	2.26	52.26
23	Sagbend	8.75	2.33	54.38
24	Sagbend	8.63	2.47	55.69
25	Sagbend	8.47	2.58	57.65
26	Sagbend	8.26	2.63	58.17
27	Sagbend	8.12	2.86	59.65
28	Sagbend	7.97	2.93	59.45
29	Sagbend	7.83	3.04	59.6
30	Sagbend	7.65	3.32	59.5
31	Sagbend	7.53	3.48	58.7
32	Sagbend	7.38	3.55	59.63
33	Sagbend	7.27	3.63	59.74
34	Sagbend	7.13	3.76	60.23
35	Sagbend	7.01	3.81	60.56
36	Sagbend	6.92	3.86	63.88

Node	Pipe Section	Tensile stress (mpa)	Hoop Stress (mpa)	Bending (mpa)
37	Sagbend	6.74	3.93	64.53
38	Sagbend	6.69	3.99	66.62
39	Sagbend	6.51	4.04	67.09
40	Sagbend	6.47	4.11	68.84
41	Sagbend	6.35	4.26	69.79
42	Sagbend	6.29	4.29	70.01
43	Sagbend	6.21	4.31	70.15
44	Sagbend	6.16	4.33	70.38
45	Sagbend	6.11	4.37	69.42
46	Sagbend	6.06	4.38	67.41
47	Sagbend	6.01	4.39	62.13
48	Sagbend	5.97	4.43	60.67
49	Sagbend	5.94	4.43	58.94
50	Sagbend	5.91	4.43	55.83
51	Sagbend	5.89	4.67	50.56
52	Sagbend	5.87	4.75	48.43
53	Sagbend	5.86	4.89	45.13
54	Sagbend	5.86	4.92	40.67
55	Sagbend	5.85	4.93	36.09
56	Sagbend	5.85	4.93	33.74
57	Sagbend	5.84	4.94	30.13
58	Sagbend	5.84	4.94	17.31

Kesimpulan

- 1. Gerakan osilasi dari *laybarge* yang paling berpengaruh terhadap terjadinya tegangan (*stress*) pada pipa yaitu gerakan *heave*, *surge* dan *roll*. Gerakan osilasi ini mempunyai nilai dominan amplitude sebesar untuk *heave* 0,997m/m dan untuk *surge* 0,987m/m, dan untuk *roll* $T=0.5464$ s pada arah pembebahan gelombang 45° dan 90° .
- 2. Tegangan pipa yang terjadi untuk tiap-tiap variasi kedalaman mempunyai tren tegangan yang hampir sama. Tegangan terbesar terjadi di titik ke-2 pada stinger
- 3. Dari hasil analisa yang telah dilakukan untuk mendapatkan distribusi tegangan pada system didapatkan bahwa pada *case I* dan *case II* yaitu pada kedalaman 6 meter, pipa mendapatkan tegangan sebesar 72.60% atau 263,45 mpa pada *laybarge* dan 48.74% atau 181.94 mpa pada stinger. Pada kedalaman 10 meter, pipa mendapatkan tegangan sebesar 74.53% atau 271.37 mpa pada *laybarge* dan 50.47% atau 186.56 mpa pada stinger. Pada saat kondisi dinamis untuk kelima arah pembebahan pipa masih tetap aman (tegangan yang terjadi di bawah 87% dari SMYS).

Daftar Pustaka

GUO, B., (2005). OFFSHORE PIPELINES. GULF PROFESIONAL PUBLISHING, BURLINGTON: USA. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.

GUO, B., (1999). DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATION, AND MAINTENANCE OF HYDROCARBON PIPELINES (LIMIT STATE DESIGN). RECOMMENDED PRACTICE RP 1111.

BAI, Y., (2001), PIPELINE AND RISER, ELSEVIER OCEAN ENGINEERING BOOK SERIES, VOLUME 3.

BHATTACHARYYA, R., (1972), DYNAMIC OF MARINE VEHICLES, NEW YORK: JOHN WILEYS & SONS.

BRASKORO, S., DRONKERS, T., VAN DRIEL, M., (2004), "FROM SHALLOW TO DEEP IMPLICATION FOR OFFSHORE PIPELINE DESIGN", KOMUNITAS MIGAS INDONESIA.

CHAKRABARTI, S.K., (1987), HYDRODYNAMIC OF OFFSHORE STRUCTURE, BERLIN: COMPUTATIONAL MECHANICS PUBL.

MOUSELLI, AH., (1981), OFFSHORE PIPELINE DESIGN, ANALYSIS, AND METHODS. OKLAHOMA: PENNWELL BOOKS.

SYARIFUDIN, I., (2007), "ANALISA TEGANGAN PIPA BAWAH LAUT AKIBAT GERAKAN LAY-BARGE BERDASARKAN TIME DOMAIN SAAT LAYING", TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK KELAUTAN.

TRIHATMOJO, B., (1999), TEKNIK PANTAI, YOGYAKARTA: BETA OFFSET.

ADI D., (2007).., "ANALISIS *FREE SPAN* PIPA BAWAH LAUT", TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK KELAUTAN ITB, BANDUNG.

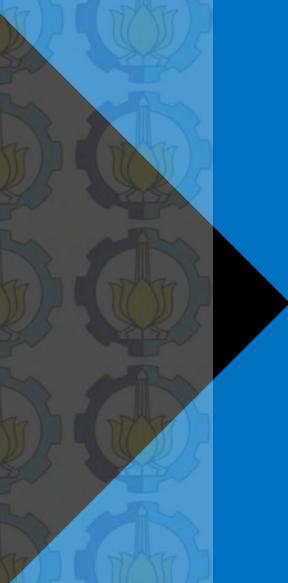
MOUSSELLI A. H., (1981).., "*OFFSHORE PIPELINE DESIGN, ANALYSIS, AND METHODS*", PENNWELL PUBLISHING COMPANY, TULSA, OKLAHOMA.

DNV-RP-F105, (2006).., "*FREE SPANNING PIPELINE*".., DET NORSKE VERITAS, NORWAY.

DNV OS F101, (2007).., 'SUBMARINE PIPELINE SYSTEM' SECTION 13, PART H300 '**SIMPLIFIED LAYING CRITERIA**'.

SOEGIONO, (2007).., PIPA LAUT, SURABAYA : AIRLANGGA UNIVERSITY PRESS.

SUTOMO, J., "HAND OUT HIDRODINAMIKA II", JURUSAN TEKNIK KELAUTAN ITS, SURABAYA.



TERIMA KASIH