



TUGAS AKHIR (MN141581)

HIDRODINAMIKA

Ahmad Charizzaka
(4112 100049)

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D.
Teguh Putranto, ST., MT.

JUDUL TUGAS AKHIR

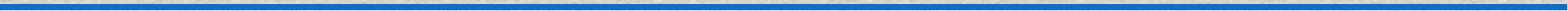
ANALISIS PENGIKATAN DAN GERAKAN
PADA DOK APUNG AKIBAT GAYA LUAR
DENGAN VARIASI DESAIN PENGIKATAN
DI PERAIRAN DANGKAL TERBUKA

PENDAHULUAN



Latar belakang:

- Kebutuhan akan galangan
- Mahalnya harga lahan



Rumusan Masalah

- Berapa beban yang diterima oleh rantai dok apung akibat gaya luar dari lingkungan?
 - Bagaimana perbandingan beban pada tali tambat tambat antara desain layout lurus dan menyilang?
-

Batasan Masalah

- Obyek yang dilakukan analisis tambat dan *motions* berupa *floating dock*;
 - Gaya yang berpengaruh pada obyek berupa eksternal *forces* (beban gelombang, beban arus dan beban angin) yang masing-masing diasumsikan konstan selama pengoperasian;
 - Obyek ditempatkan pada daerah perairan dangkal dengan kondisi terbuka;
 - Analisis *motions* dilakukan saat dok apung ditambatkan;
 - Konfigurasi tambat dengan variasi sistem penambatan *spread* dan *cross*;
 - Analisis tambat *tensions* dilakukan pada kondisi rantai tambat terpasang secara utuh;
 - *Perangkat lunak* yang digunakan untuk menganalisis tambat maupun *motions* adalah Ansys Aqwa 16.0
-

Tujuan

- Mengetahui beban yang diterima oleh rantai dok apung akibat gaya luar dari lingkungan
 - Mengetahui perbandingan beban pada tali tambat antara dasain layout lurus dan menyilang
-

Manfaat

- Secara akademis, diharapkan dari hasil pengerjaan tugas akhir ini dapat diketahui pengaruh kondisi lingkungan berupa arus, angin, dan gelombang terhadap gerak dan penambatan dok apung.
 - Secara praktis, diharapkan hasil dari tugas akhir ini dapat berguna sebagai pertimbangan dalam mendesain sistem tambat pada dok apung
-

Hipotesis

- Adanya gerakan respon pada dok apung yang ditambatkan akibat kondisi lingkungan yang menghasilkan beban pada rantai pengikatnya
 - Perbandingan anantara desain layout pada pengikatan dok apung akan menunjukkan adanya perbedaan pada beban yang diterima oleh pengikat jika menggunakan desain layout yang berbeda
-

Gambaran Umum Dok Apung

- suatu konstruksi yang terdiri dari satu atau beberapa kompartemen, kedap air pada sisi-sisinya dan terbuka pada kedua ujungnya

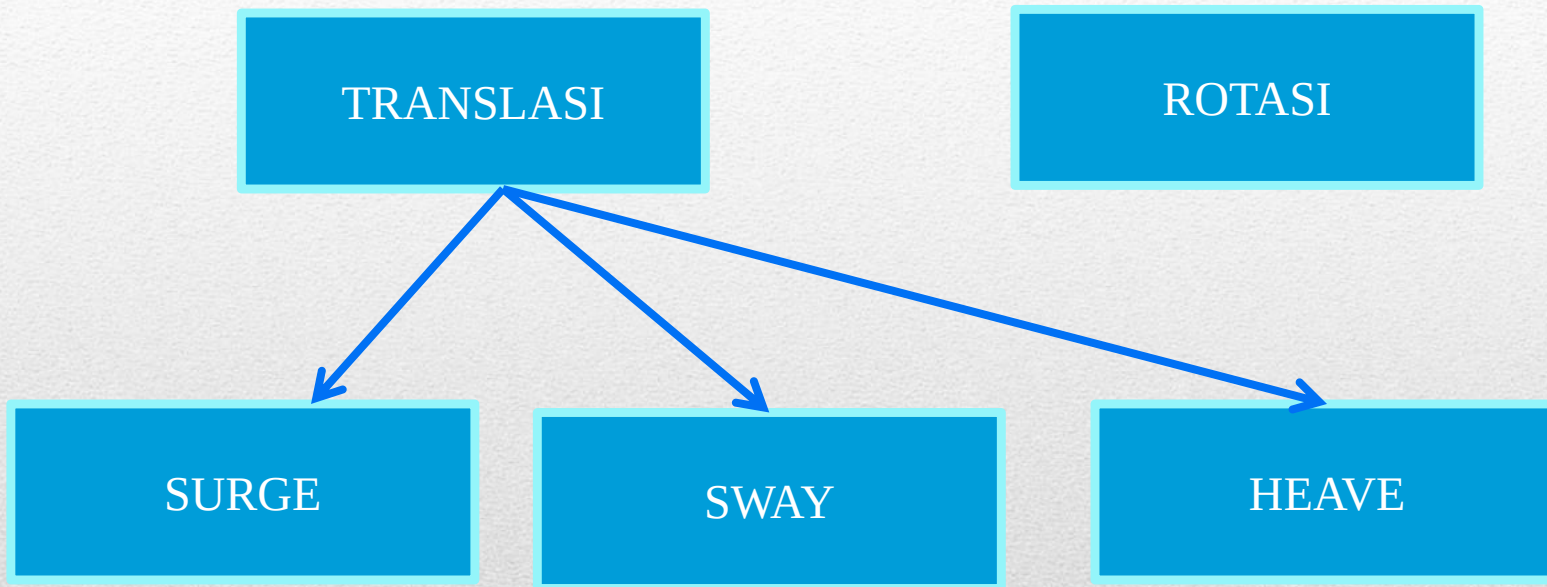


Kondisi Lingkungan Laut

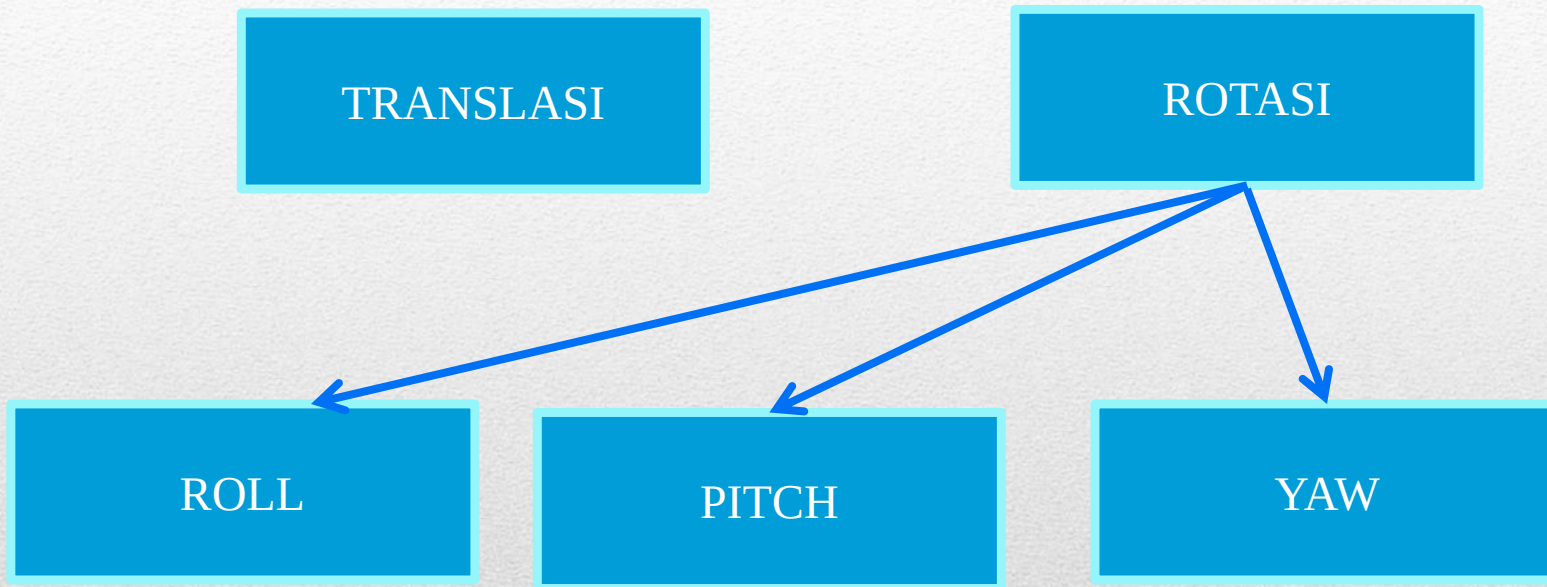
- Gelombang
- Arus
- Angin

DASAR TEORI

Gerakan pada Dok Apung



Gerakan pada Dok Apung



Respon Gerakan

- *Response Amplitude Operator (RAO)* juga disebut sebagai *transfer function* suatu struktur pada gelombang reguler. RAO adalah fungsi dari amplitudo gerakan struktur terhadap amplitudo gelombang.
-

Spektrum Gelombang

Spektrum gelombang diperlukan dalam proses merancang kapal maupun bangunan lepas pantai, untuk dapat memperkirakan seberapa besar gelombang maksimum yang ditimbulkan

Spektrum gelombang JONSWAP untuk perairan tertutup/kepulauan.

$$S_j(\omega) = \frac{\alpha g^2}{\omega^5} \exp \left[-\frac{5}{4} \left(\frac{\omega_p}{\omega} \right)^4 \right] \gamma^\tau$$

$$\tau = \exp \left[\frac{(\omega - \omega_p)^2}{2\sigma^2 \omega_p^2} \right]$$

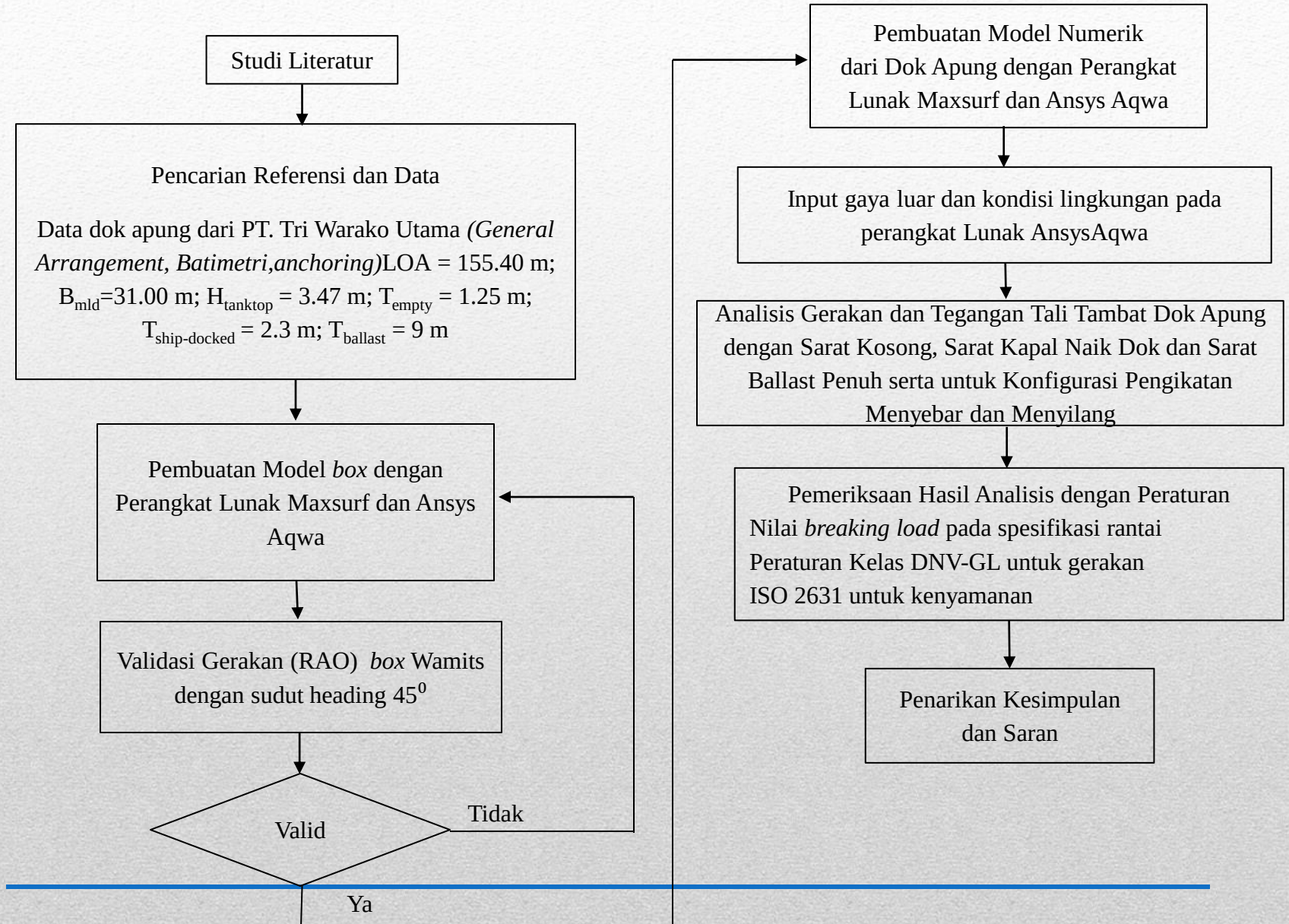
Sistem Pengikatan Dok Apung

- Menjaga pada posisinya
 - Terdapat berbagai jenis teknik pengikatan
 - Sifat *Catenary Mooring*
-

Tegangan Rantai Pengikatan

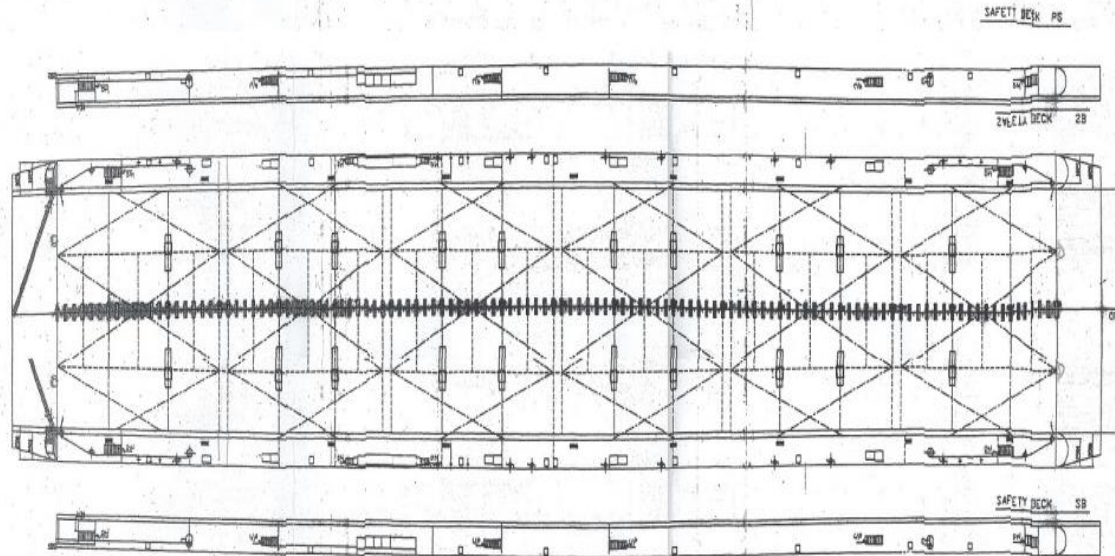
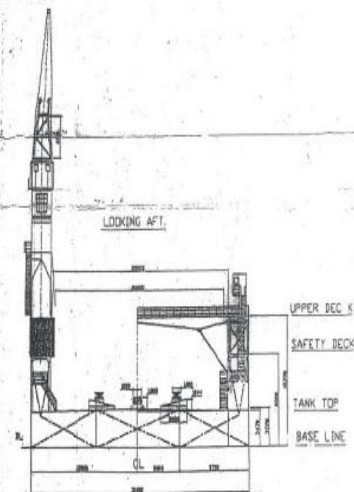
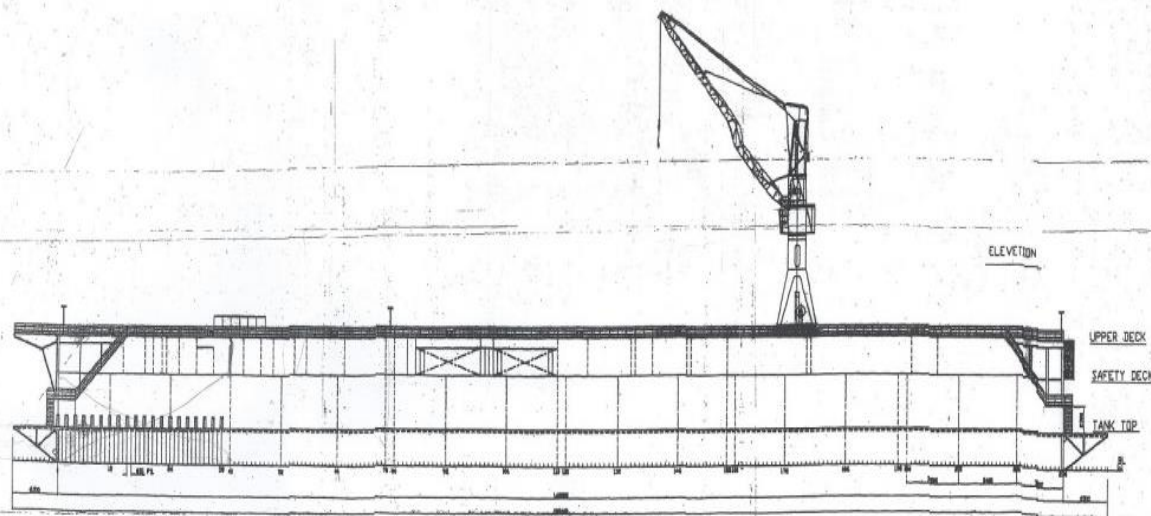
- Terjadinya tegangan pada rantai pengikat
 - Batas kekuatan rantai pengikat
 - Analisis dengan Perangkat Lunak Ansys Aqwa
-

METODOLOGI PENELITIAN



DATA UMUM DOK APUNG

Item	Nilai	Unit
Loa	155.40	m
B _{mld}	31.00	m
H _{tanktop}	3.47	m
T _{empty}	1.25	m
T _{ship-docked}	2.30	m
T _{ballast}	9.00	m



PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH OVER ALL	155.40 M
BREADTH HOLD	31.00 M
DEPTH UPPER DECK	12.70 M
DEPTH SAFETY DECK	8.87 M
DEPTH TANK TOP	3.47 M
DRAFT	11.70 M

**PELABUHAN KHUSUS
GALANGAN KAPAL
PT. TRI WARAKO UTAMA**

ZONASI PERAIRAN

TITIK	KOORDINAT
A1	112°40'19.5" BT ; 7°02'44.6" LS
A2	112°40'24.7" BT ; 7°02'45.8" LS
A3	112°40'33.2" BT ; 7°02'47.2" LS
B1	112°40'19.4" BT ; 7°02'48.5" LS
B2	112°40'24.7" BT ; 7°02'49.8" LS
B3	112°40'31.6" BT ; 7°02'50.7" LS
C1	112°40'19.4" BT ; 7°02'56.2" LS
C2	112°40'24.7" BT ; 7°02'56.2" LS
C3	112°40'31.2" BT ; 7°02'56.1" LS

ZONASI DARAT

TITIK	KOORDINAT
1	112°40'32.4" BT ; 7°02'45.1" LS
2	112°40'42.7" BT ; 7°02'47.8" LS
3	112°40'37.6" BT ; 7°02'57.8" LS
4	112°40'31.2" BT ; 7°02'57.8" LS

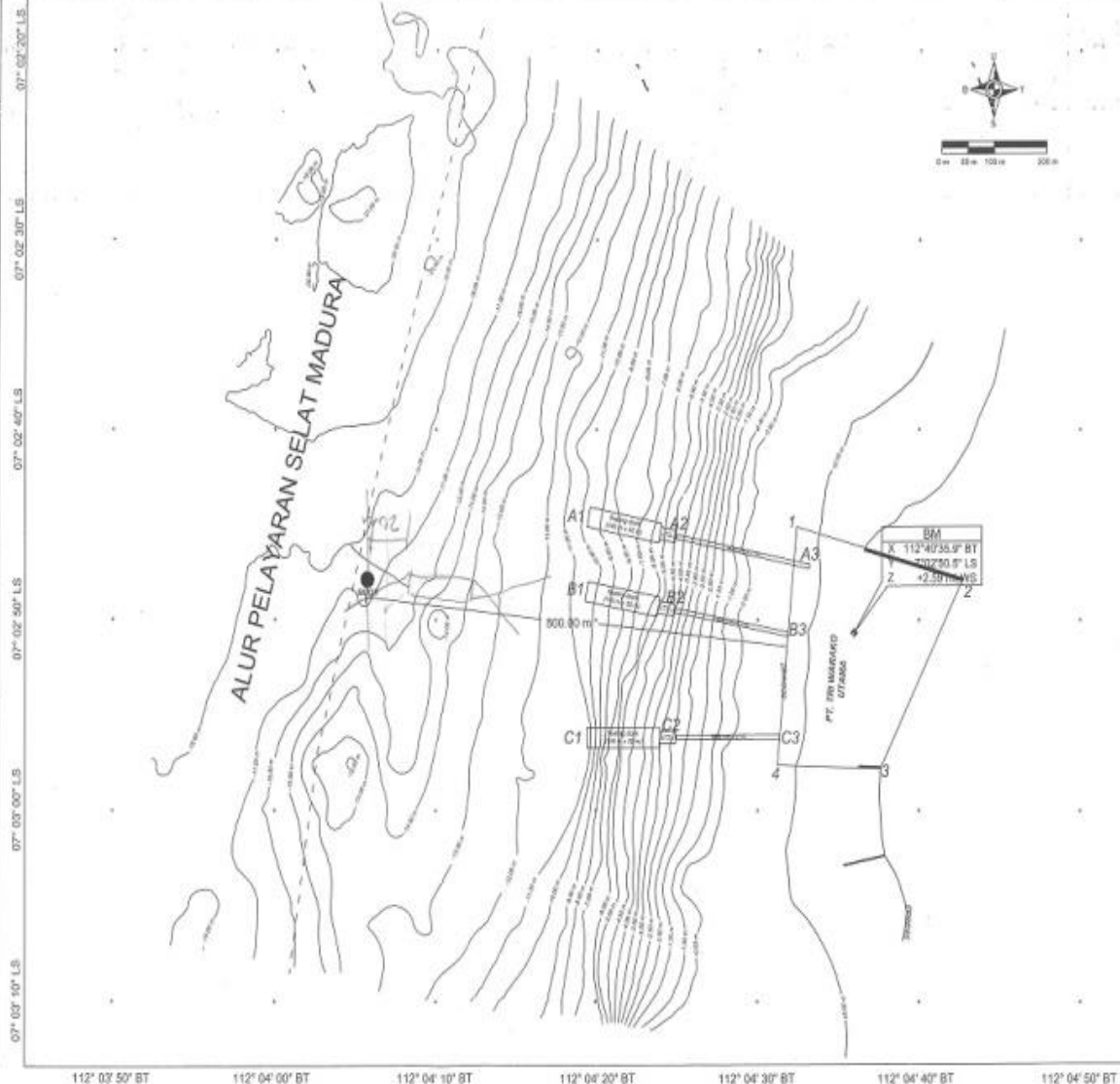
Ases Nama : PT. TRI WARAKO UTAMA
 Lokasi : Desa Sembelangan
 Kecamatan : Banghalen Kota
 Kota : Banghalen
 Propinsi : Jawa Timur
 Skala :

Nama Gambar

DLKr dan DLKp
 PELABUHAN KHUSUS
 GALANGAN KAPAL
 PT. TRI WARAKO UTAMA

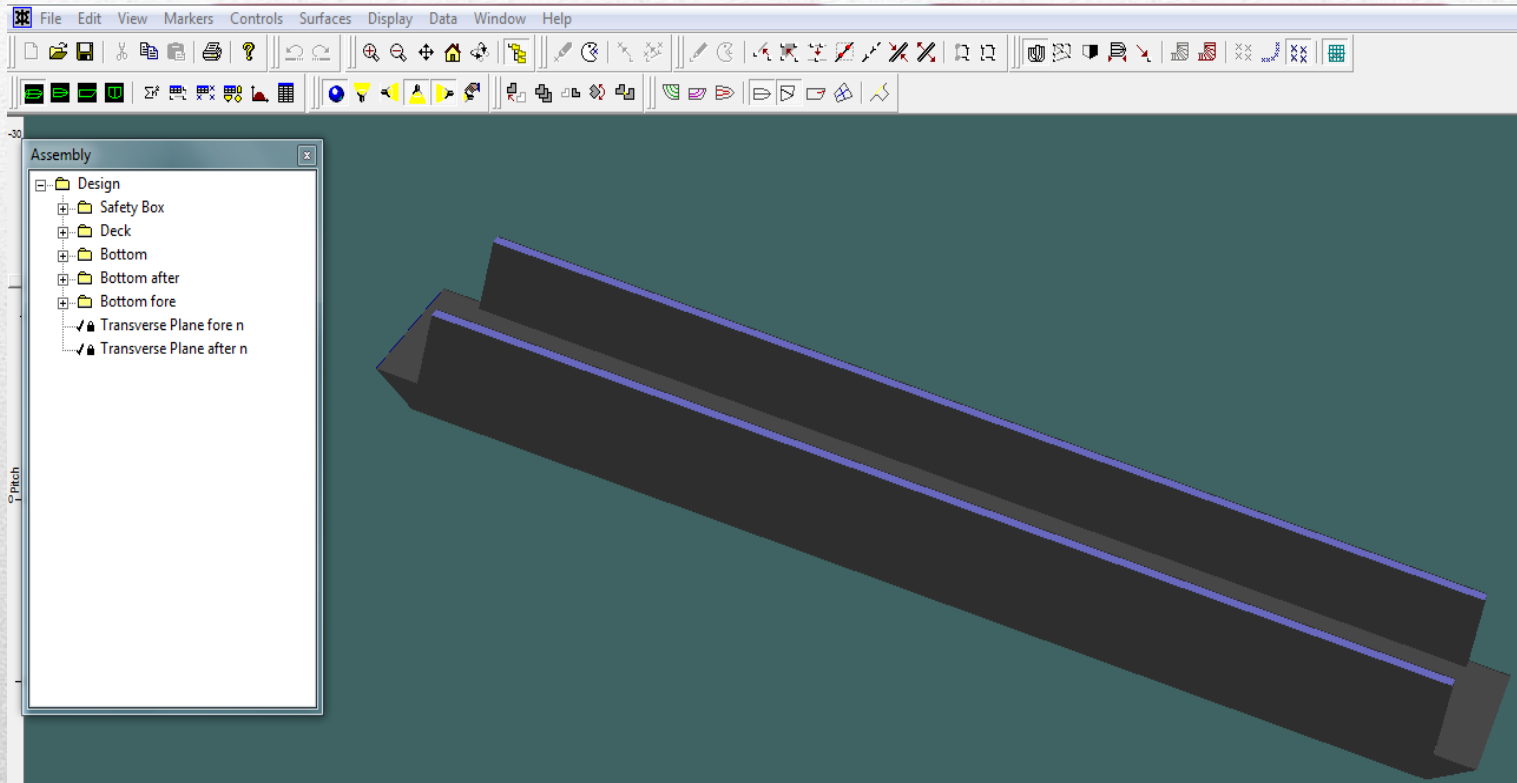
Drawn by : Rhea Kholid, ST.
 Surveyor : Rhea Kholid, ST.

Approved by

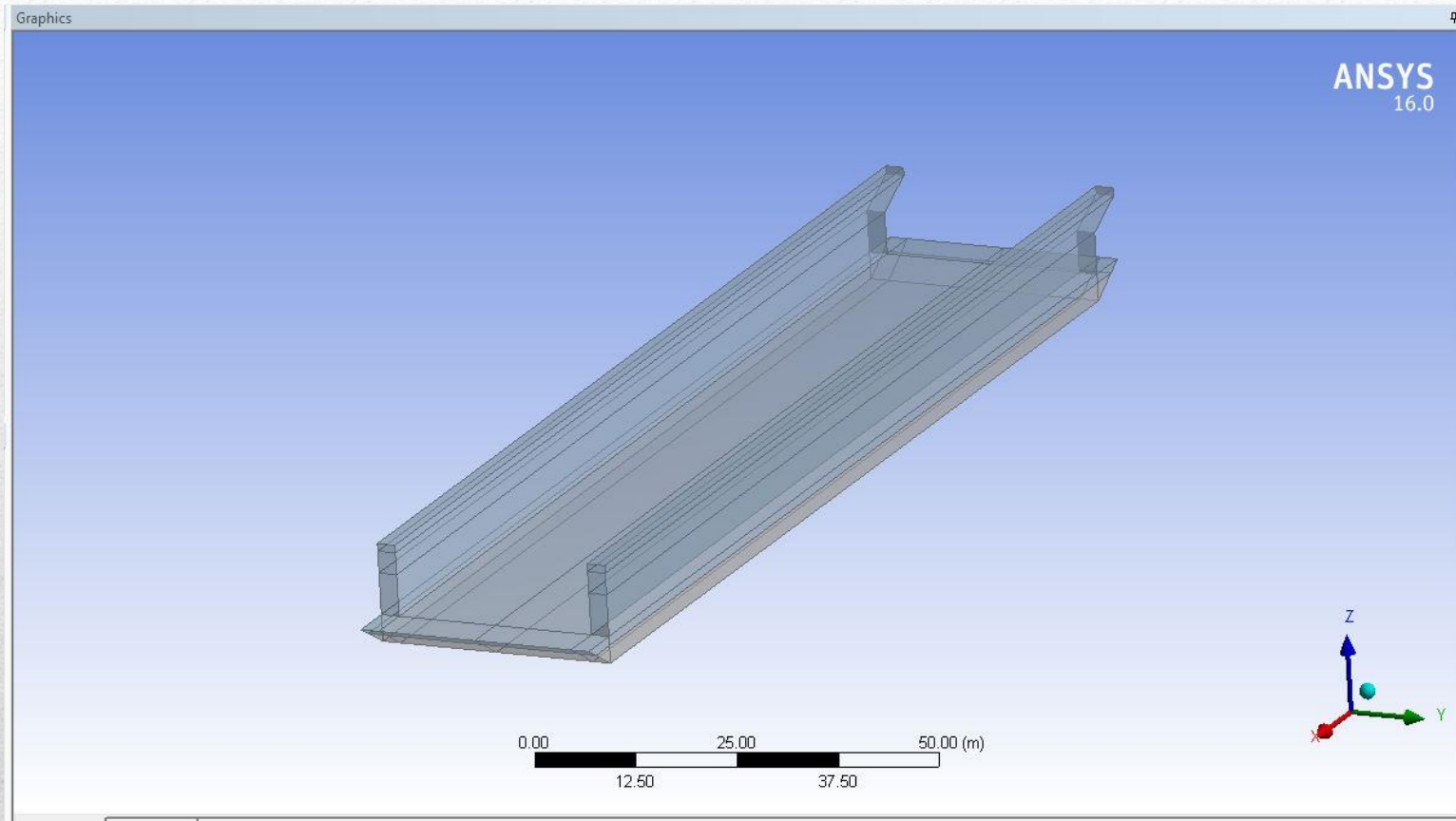


- Kecepatan angin maksimum mencapai 12 knot atau sekitar 6.128 m/s,
 - Tinggi gelombang 0.3 m sampai 0.5 m
 - Kecepatan arus 1 m/s
-

- Pemodelan dengan maxsurf



- Model pada Ansys Aqwa



Variasi Sarat

- Dok Kosong
- Kapal Naik Dok
- Full-Ballast

Variasi Pengikatan

- Menyebar
- Menyilang

Varaisi sudut datang gelombang

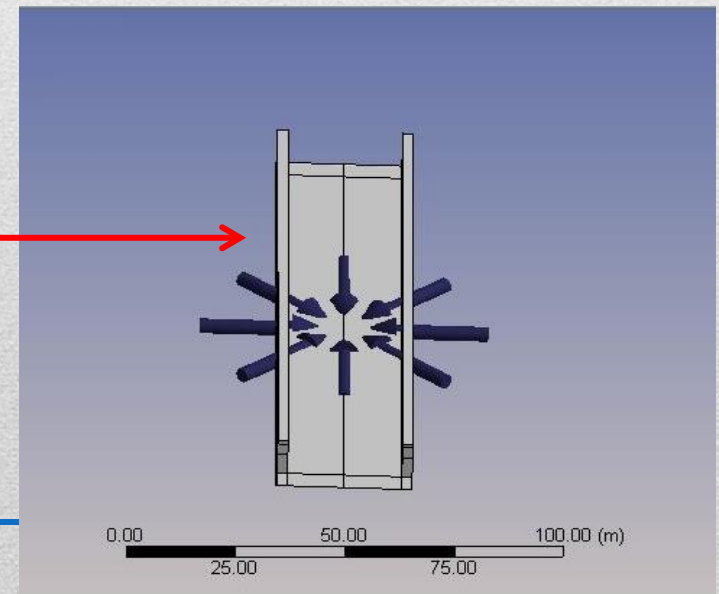
- 0°
 - 90°
 - 45°
-

- Pengaturan Sudut Datang Gelombang

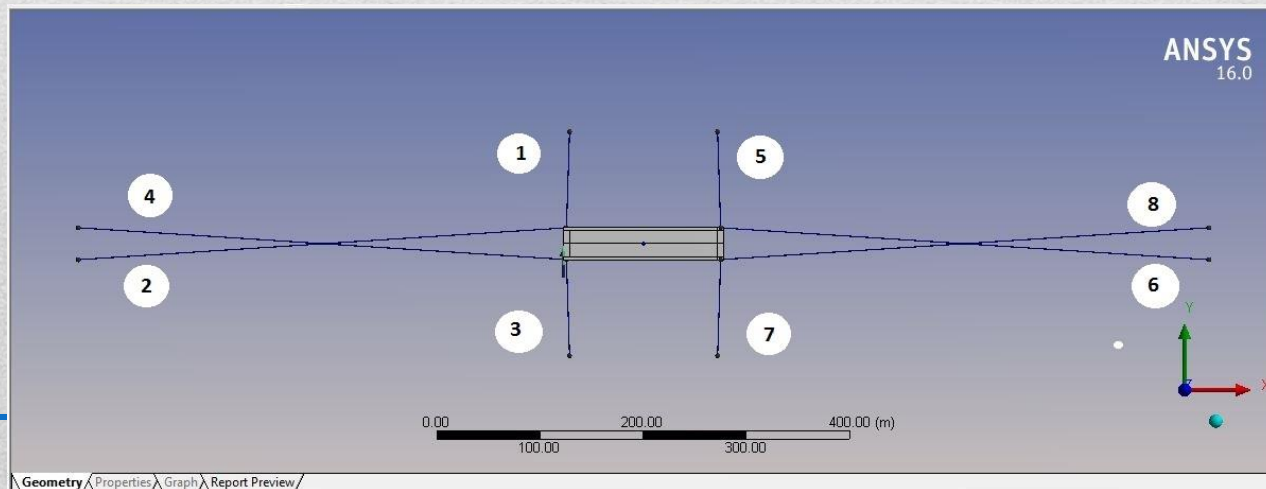
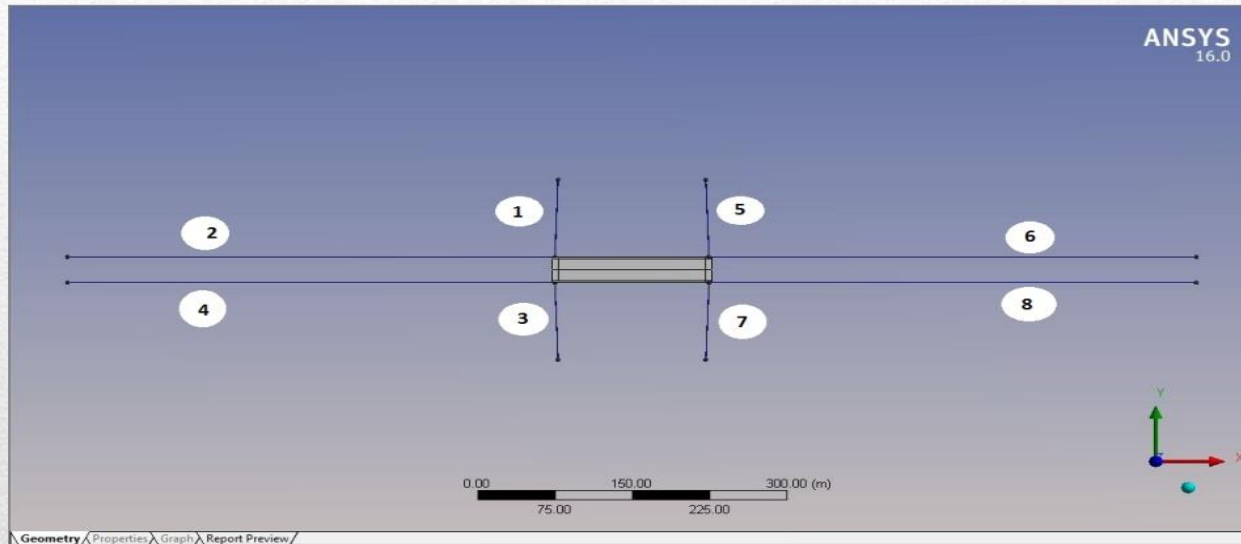
Details	
[-] Details of Wave Directions	
Name	Wave Directions
Type	Range of Directions, No Forward Speed
[-] Required Wave Input	
Wave Range	-180° to 180°
Interval	45°
Number of Intermediate Di...	7
[-] Optional Wave Directions A	
Additional Range	None
[-] Optional Wave Directions B	
Additional Range	None
[-] Optional Wave Directions C	
Additional Range	None
[-] Optional Wave Directions D	
Additional Range	None

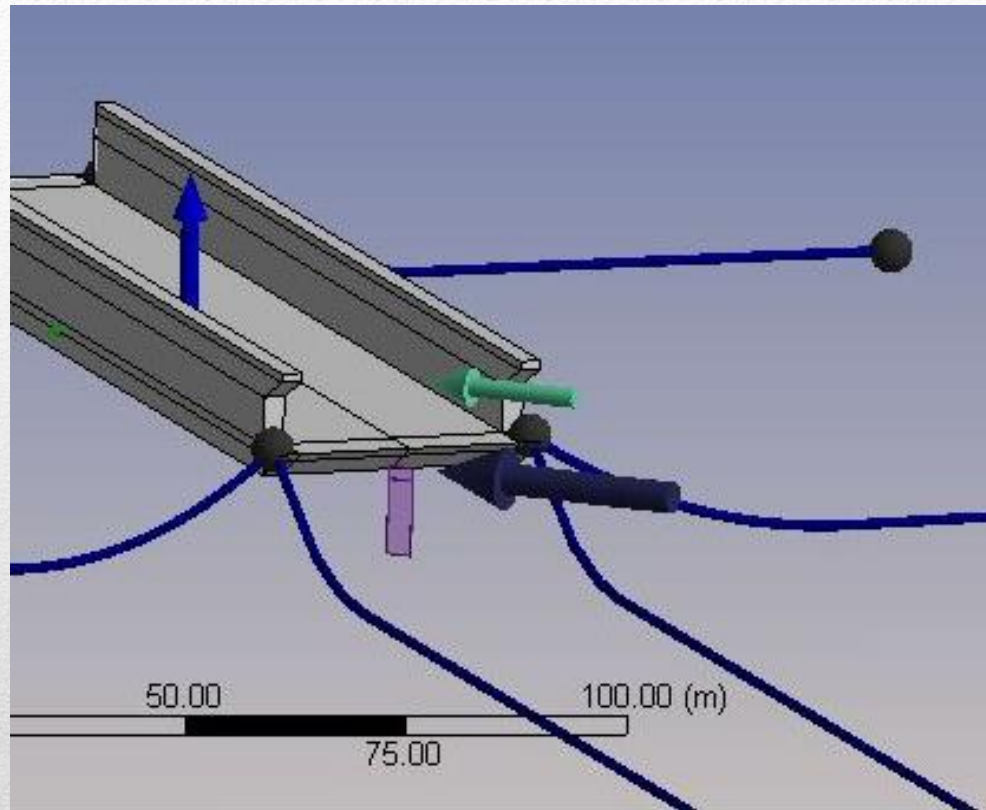
Input sudut datang gelombang

Hasil geometri input gelombang



- Konfigurasi Pengikatan

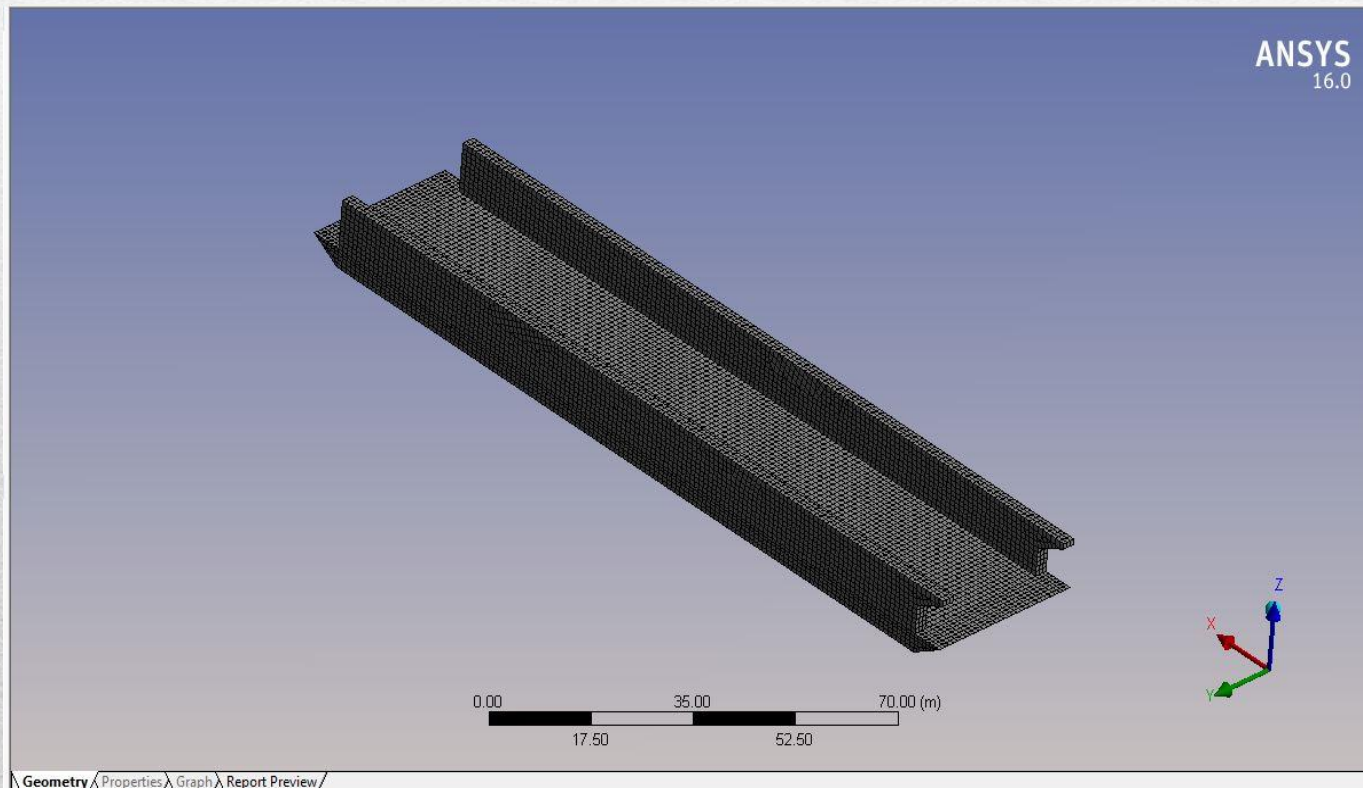




ANALISIS DAN PEMBAHASAN

- Proses Meshing

Dalam tugas akhir ini komputer yang digunakan dalam melakukan perhitungan dan *meshing* mempunyai spesifikasi prosesor intel® core™ i5-3470 dengan RAM 4.00 GB CPU @ 3.20 GHz



Simulasi	Ukuran elemen	RAO Gerakan Yaw	Prosentase perbedaan	
A	3.5	20.4542	1.347	%
B	3	20.494	0.527	%
C	2.5	20.4985	0.438	%
D	2	20.5063	0.278	%
E	1.5	20.5097	0.208	%
F	1	20.5198		

Sehingga untuk ananlisis dok apung ini menggunakan ketentuan *meshing* sebagai berikut :

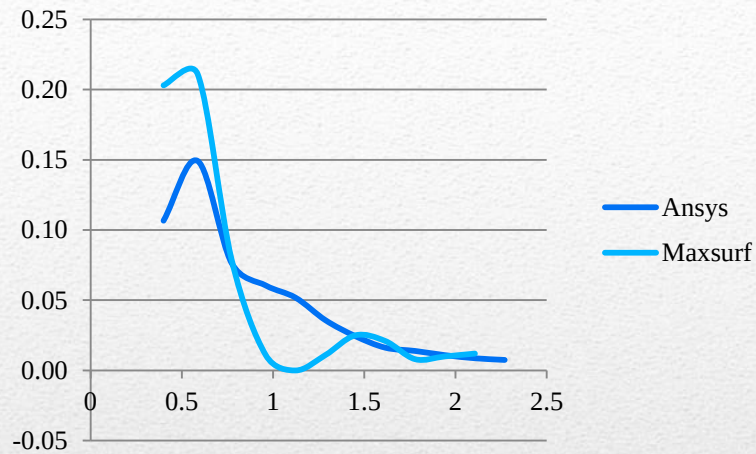
<i>Local element size</i>	: 1.5 m
<i>Number of nodes</i>	: 16468
<i>Number of element</i>	: 16498
<i>Number of nodes (diffraction bodies)</i>	: 5584
<i>Number of element(diffraction bodies)</i>	: 5410

Proses Validasi dengan Maxsurf

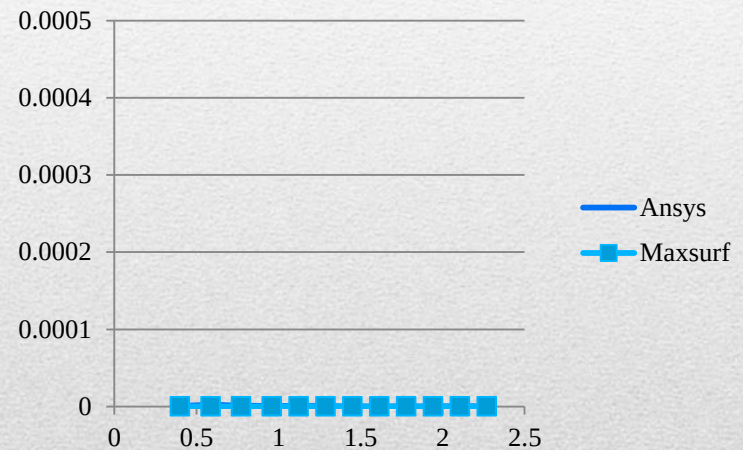
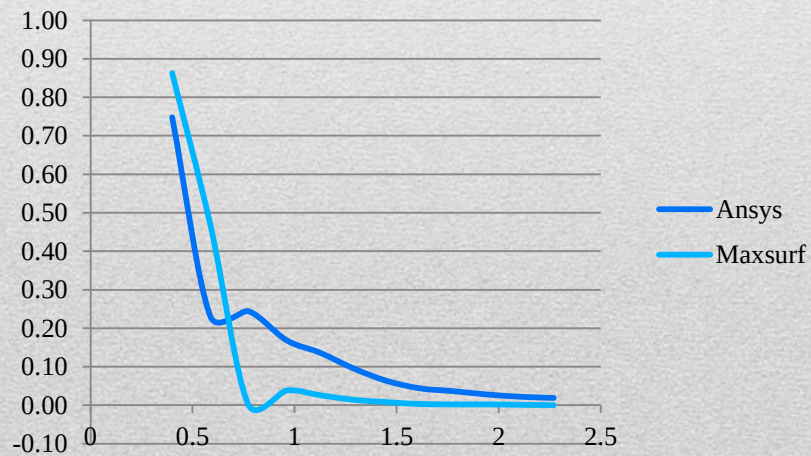
Wave Frequency	Heave	Pitch	Roll
0.4	0.18	0.863	0.00
0.587	0.21	0.469	0.00
0.773	0.21	0.002	0.00
0.96	0.08	0.038	0.00
1.124	0.01	0.026	0.00
1.288	0.00	0.014	0.00
1.451	0.01	0.008	0.00
1.615	0.03	0.003	0.00
1.779	0.02	0.002	0.00
1.943	0.01	0.002	0.00
2.107	0.01	0.001	0.00
2.27	0.01	0.00	0.00

Wave Frequency	Heave	Pitch	Roll
0.4	0.11	0.75	0.00
0.587	0.15	0.23	0.00
0.773	0.08	0.24	0.00
0.96	0.06	0.17	0.00
1.124	0.05	0.14	0.00
1.288	0.04	0.10	0.00
1.451	0.02	0.06	0.00
1.615	0.02	0.04	0.00
1.779	0.01	0.04	0.00
1.943	0.01	0.03	0.00
2.107	0.01	0.02	0.00
2.27	0.01	0.02	0.00

RAO Gerakan heave

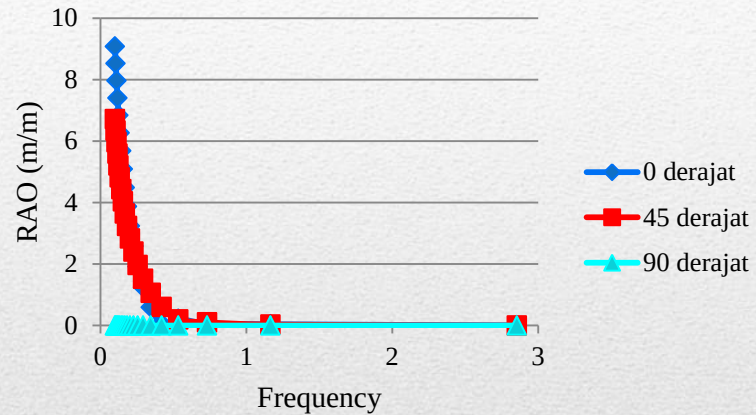


RAO Gerakan Pitch

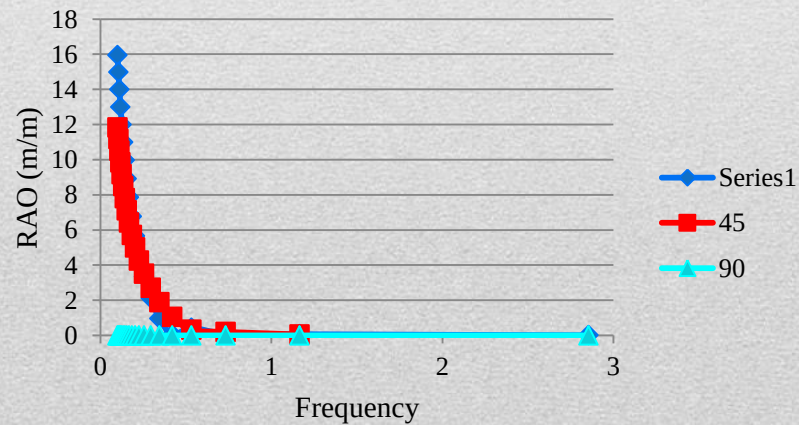


- **RAO Dok Apung**

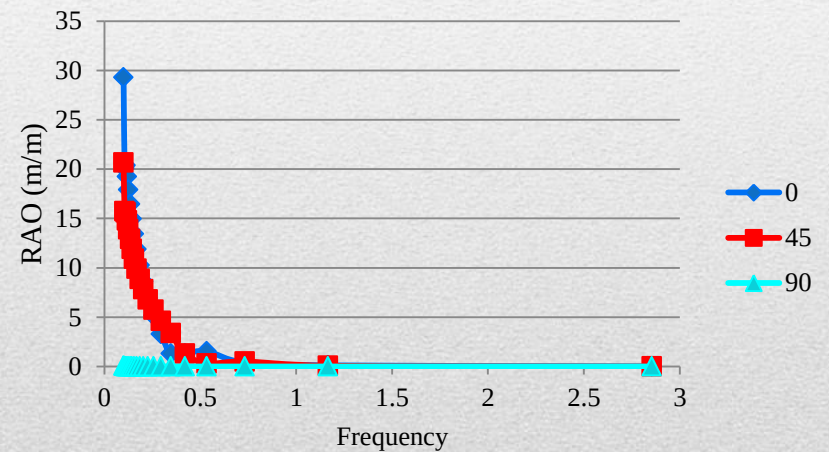
RAO SURGE KONDISI KOSONG



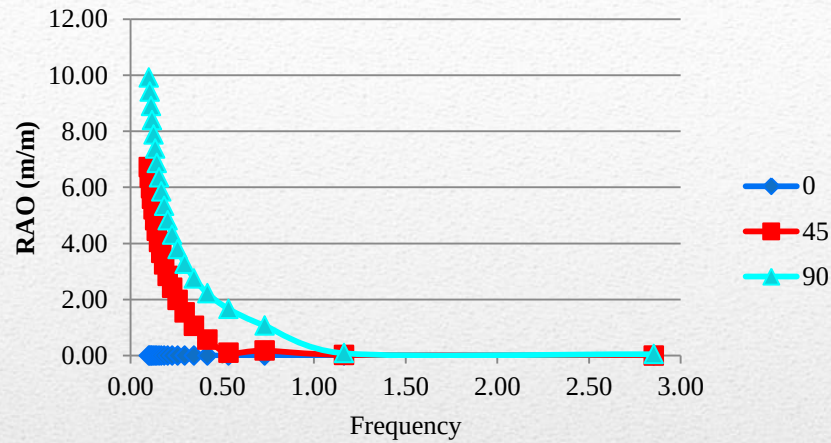
RAO SURGE KONDISI DOCKING



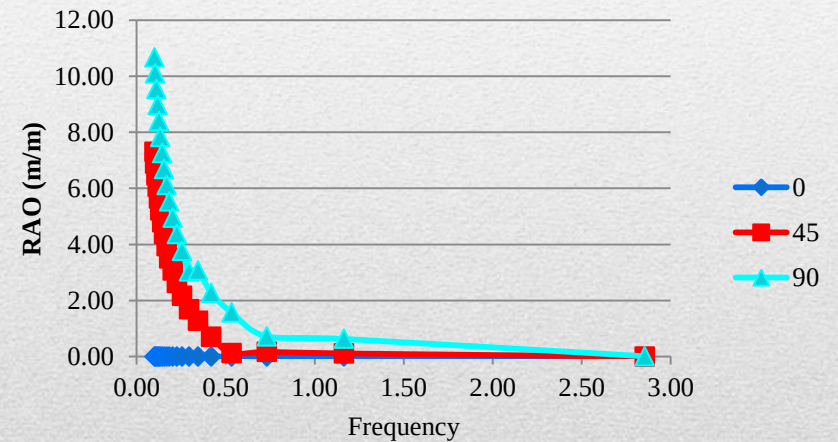
RAO SURGE KONDISI BALLAST



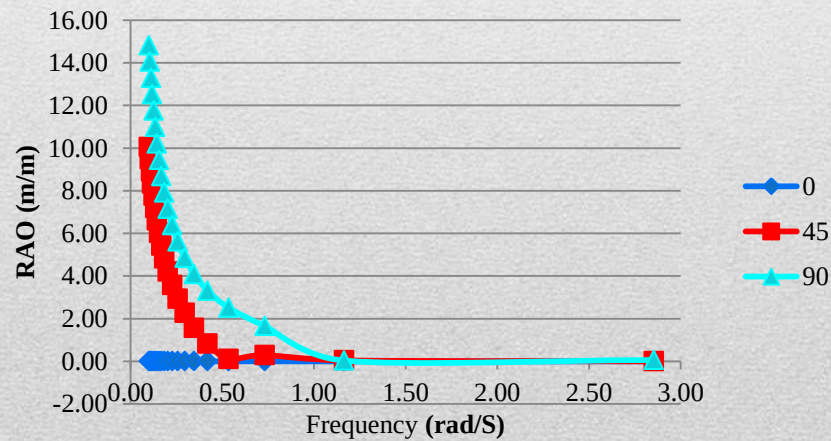
RAO SWAY DOK KOSONG



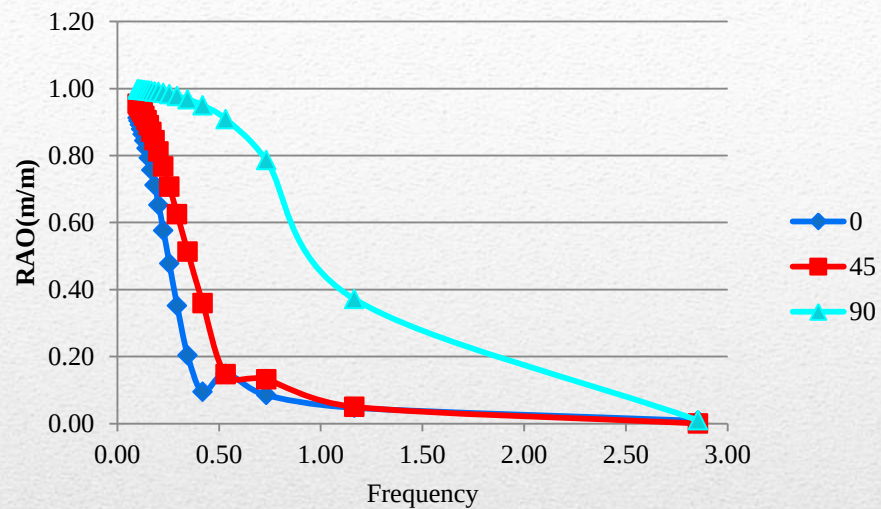
RAO SWAY BALLAST PENUH



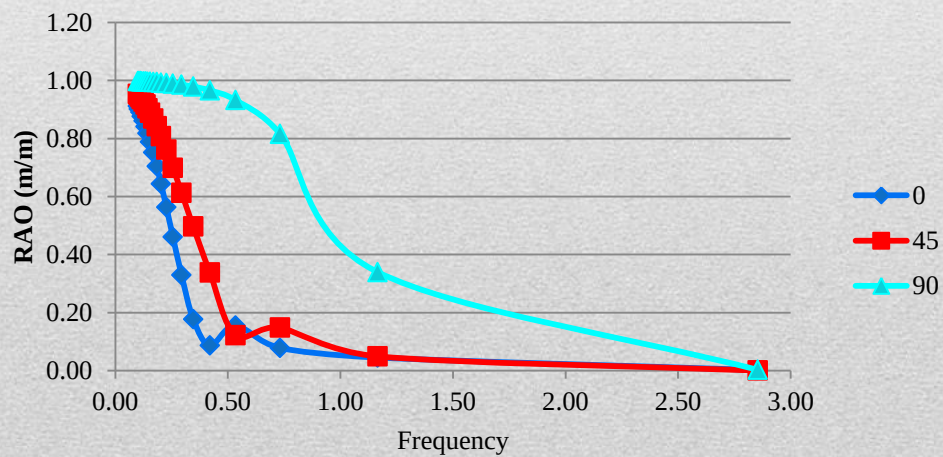
RAO SWAY KAPAL DOCKING



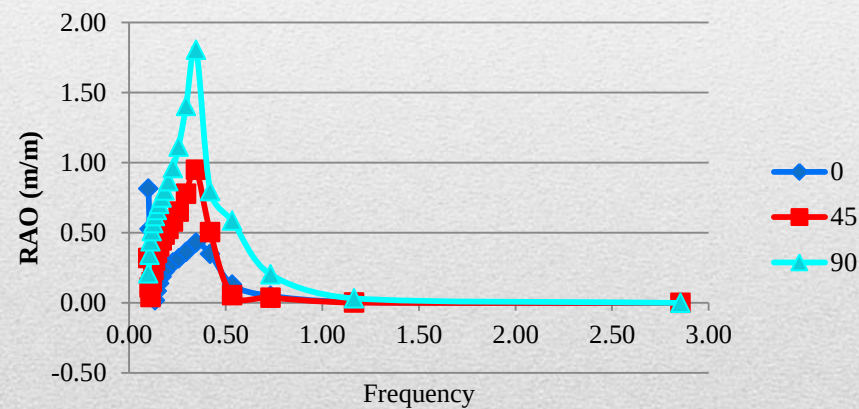
RAO HEAVE



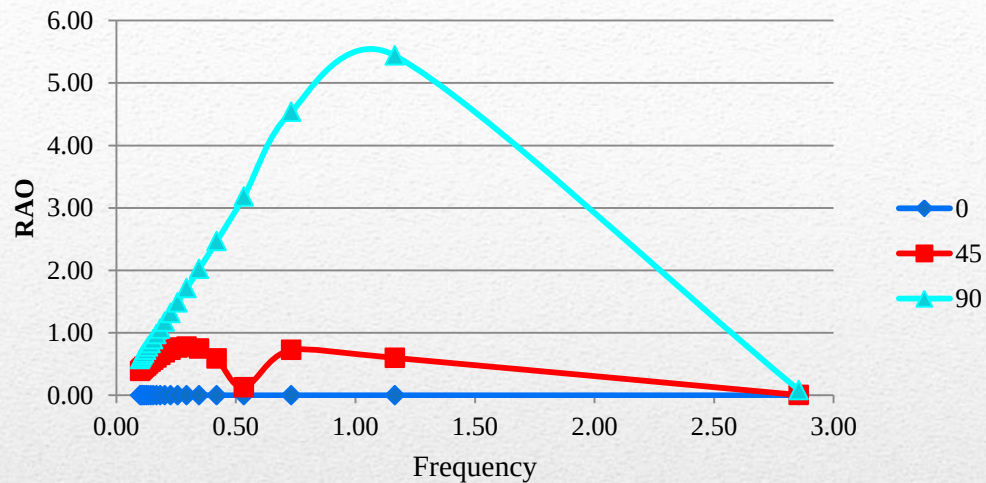
RAO HEAVE



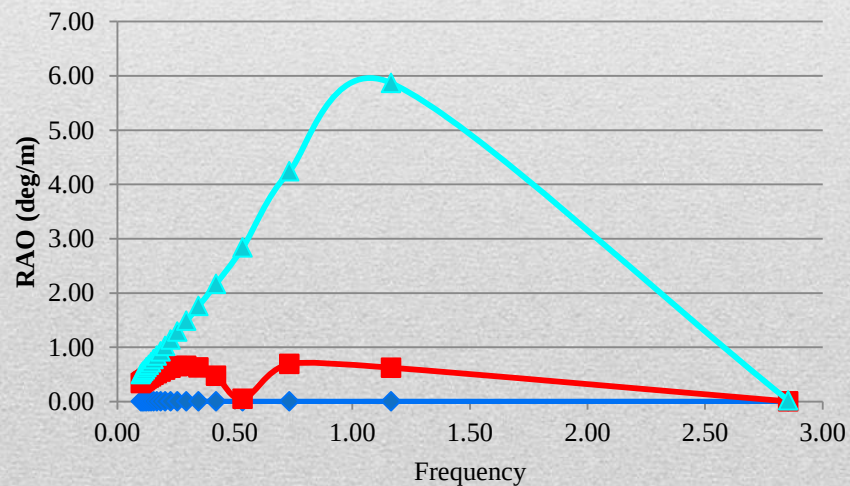
RAO HEAVE



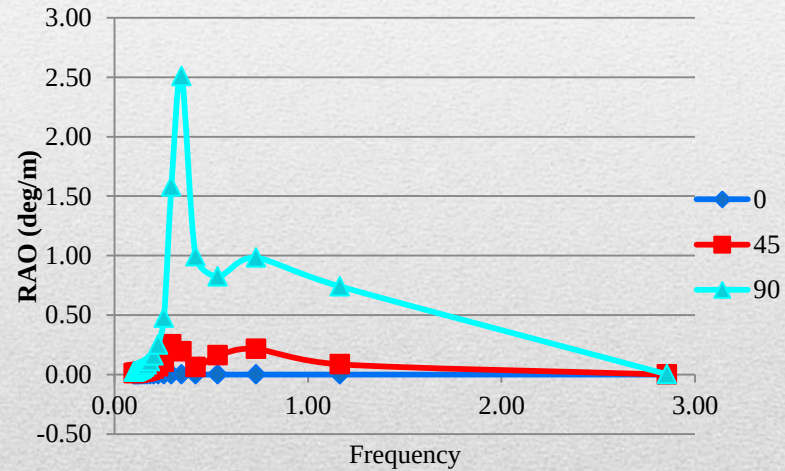
RAO ROLL



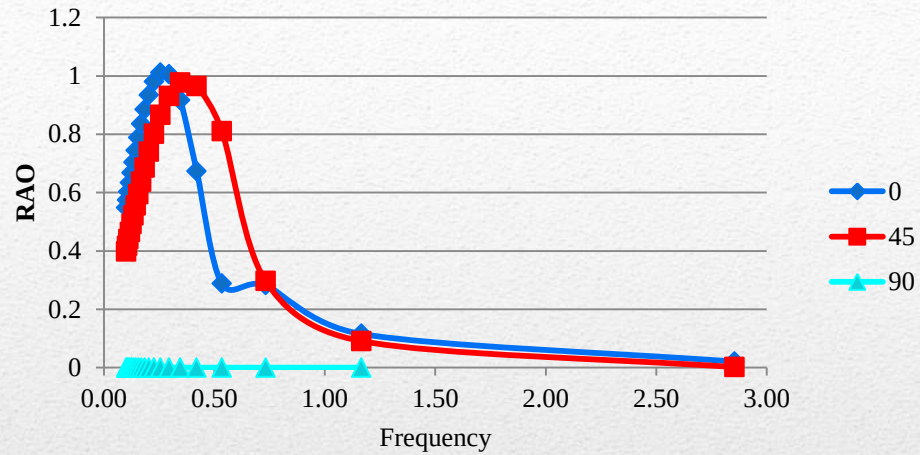
RAO ROLL



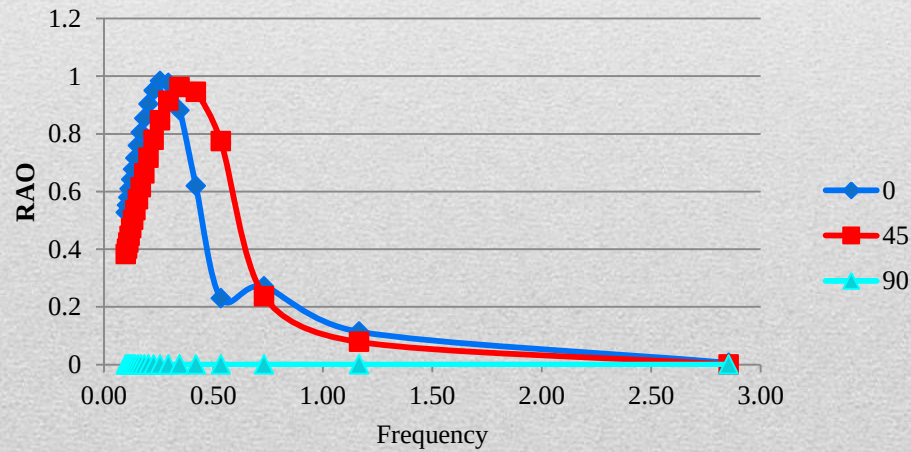
RAO ROLL



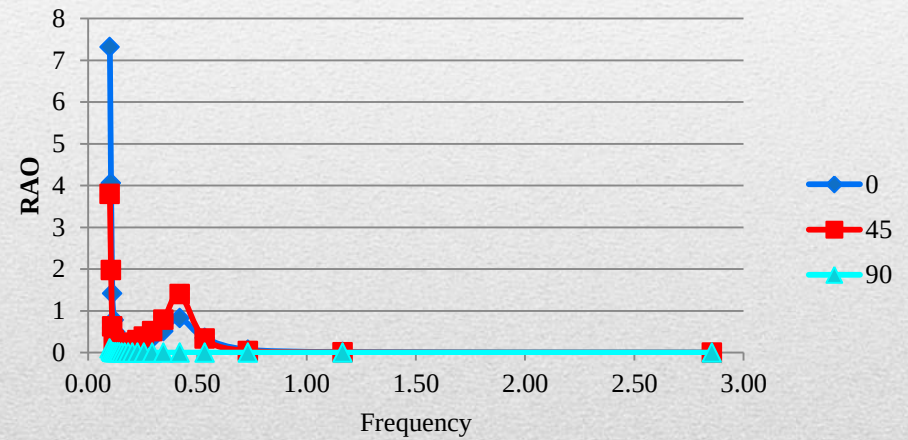
RAO PITCH



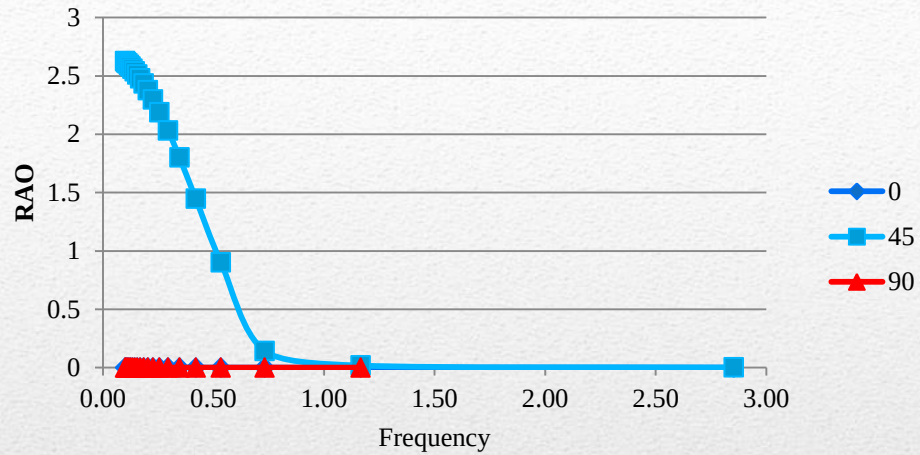
RAO PITCH



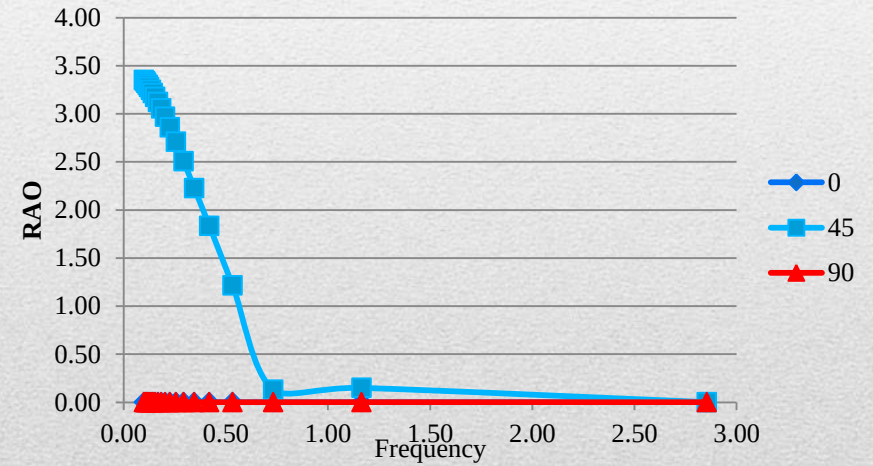
RAO PITCH



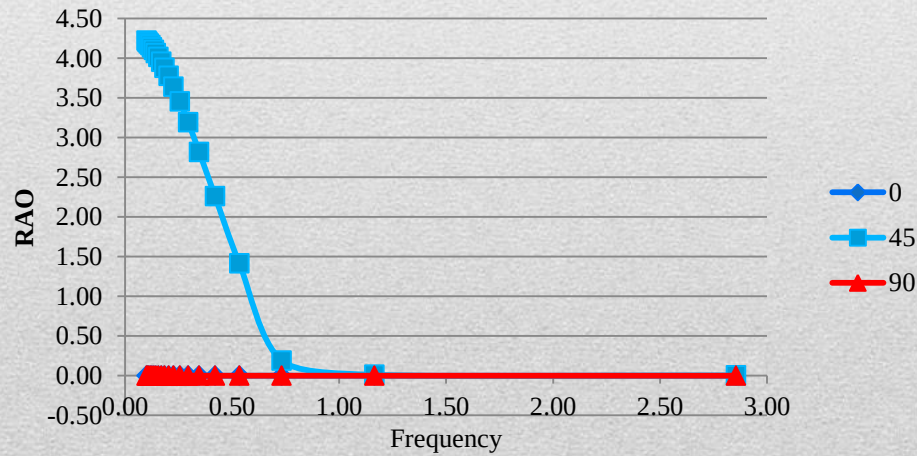
RAO YAW



RAO YAW



RAO YAW



structure position empty dock 0 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.038	-0.039	3.10E-07	-2.80E-07	0.036	-0.034
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
1.00E-06	-8.40E-07	0.1	-0.086	2.50E-05	-2.30E-05

structure position empty dock 45 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.038	-0.039	5.80E-02	-6.00E-02	0.036	-0.034
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
1.00E-06	-8.40E-07	0.1	-0.086	2.50E-05	-2.30E-05

structure position empty dock 90 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
2.00E-06	-2.10E-06	0.348	-0.396	0.34	-0.31
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
1.929	-2.056	9.40E-05	-7.60E-05	2.00E-04	-2.30E-04

structure position docked-ship dock 0 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.069	-0.071	1.10E-06	-1.10E-06	0.035	-0.031
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
5.40E-04	-5.40E-04	0.093	-0.083	9.70E-04	-7.90E-04

structure position docked-ship dock 45 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.067	-0.064	0.074	-0.079	0.039	-0.04
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
0.217	-0.221	0.154	-0.149	0.000238	-0.000238

structure position docked-ship dock 90 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
4.20E-06	-3.80E-06	3.8E-07	-2.8E-07	0.347	-0.315
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
1.834	-1.962	2.00E-04	-1.70E-04	2.00E-04	-2.10E-04

structure position full-ballast dock 0 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.191	-0.201	1.7E-06	-1.6E-06	0.018	-0.017
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
9.40E-07	-1.10E-06	0.045	-0.047	1.90E-05	-1.60E-05
structure position full-ballast dock 45 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.148	-0.166	3.8E-07	-2.8E-07	0.015	-0.016
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
0.074	-0.069	0.059	-0.058	0.208	-0.204
structure position full-ballast dock 90 degree					
global x		global y		global z	
max	min	max	min	max	min
0.009	-0.008	0.365	-0.415	0.125	-0.129
global RX		global RY		global RZ	
max	min	max	min	max	min
0.388	-0.379	0.007	-0.008	0.004	-0.003

	Spread	Cross	Standard	Conclusion
Heave	0.35	1.95	0.98	OK
Roll	1.93	0.27	10	OK
pitch	0.15	0.35	5	OK

Total Tension Empty						
	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	22902.945	16390.703	177307.375	5214.833	776055.063	6868.520
cable 2	191006.109	6343.107	44065.043	-5750.995	20040.469	14729.299
cable 3	22901.738	16390.402	168158.563	5844.372	801738.125	6785.107
cable 4	190998.547	6343.107	44195.305	-5639.695	21374.291	13996.802
cable 5	22458.256	16584.266	212748.922	-104.191	775807.688	6868.790
cable 6	184566.500	6280.864	44385.262	40662.402	20022.975	14730.649
cable 7	22457.207	16585.275	127019.156	-105.460	801717.438	6784.938
cable 8	184551.938	6280.953	45994.516	42276.648	21398.279	14004.049

Total Tension Docked-Ship						
	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	22236.873	14401.202	78206.055	9070.930	179988.516	7303.376
cable 2	31123.588	10197.222	29261.197	10176.820	18798.234	14470.412
cable 3	21898.875	14273.935	70702.398	8573.550	250226.406	7482.086
cable 4	29731.900	10228.188	30402.965	10311.533	19521.760	14361.652
cable 5	22468.055	14483.059	94878.680	8991.113	179983.984	7303.378
cable 6	31828.752	10062.695	30684.918	10645.921	18798.754	14471.070
cable 7	21877.375	14333.650	75486.844	8525.846	250255.578	7481.599
cable 8	31605.557	10090.135	28524.291	9836.928	19520.086	14362.023

Total Tension Ballast Condition						
	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	26954.430	10933.365	61772.453	7195.902	765490.875	4772.918
cable 2	33478.246	8215.636	29686.416	8081.369	43432.559	5842.472
cable 3	26957.205	10936.167	60770.902	7256.290	1194929.500	4716.435
cable 4	33479.688	8214.531	28960.045	8791.084	54050.094	6550.925
cable 5	26958.545	10738.235	61818.215	7506.856	632302.813	4760.533
cable 6	33359.949	8510.620	29359.549	8074.492	45093.109	7405.456
cable 7	26949.076	10737.119	70707.914	7609.281	1631936.750	4991.230
cable 8	33359.152	8509.750	32900.289	7683.020	49637.789	5649.551

Total Tension Empty Condition						
	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	21578.56	16476.967	133802.7	7476.364	1027345	6672.592
cable 2	115894.2	15770.01	103200.8	17496.06	44112.59	26483.67
cable 3	21575.68	16477.018	260708.3	8259.199	1019878	6707.454
cable 4	115889.1	15770.299	90254.81	17955.82	49401.72	25921.7
cable 5	22251.63	16686.482	298891.3	8140.976	1027324	6672.623
cable 6	122678.3	15832.239	105439.9	18183.18	44105.1	26486.2
cable 7	22252.66	16687.309	149389	7699.394	1019835	6707.412
cable 8	122673.6	15832.239	86150.12	18420.68	49396	25922.15

Total Tension Docked-Ship Condition						
	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	19390.455	16652.563	65167.531	8993.568	225727.938	7103.812
cable 2	73083.344	18435.686	59561.832	20793.580	41559.516	28109.303
cable 3	19394.549	16657.523	68658.445	9169.108	498997.563	7477.863
cable 4	73088.586	18435.357	55011.098	21733.320	42177.941	26662.723
cable 5	19377.205	16685.770	79980.586	9107.843	225687.797	7103.964
cable 6	70834.789	18085.582	55299.250	20192.416	41560.520	28109.930
cable 7	19377.471	16686.047	65781.875	65781.875	498960.469	7477.464
cable 8	70843.555	18085.889	60635.020	21970.986	42176.895	26663.301

Total Tension Full-Ballast Condition						
	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	26549.297	10324.330	1364654.000	65854.492	1889683.625	4459.981
cable 2	55865.352	16539.582	1609148.375	781782.563	926960.063	6241.333
cable 3	26546.516	10326.694	2135584.500	67546.164	2154434.750	4932.097
cable 4	55859.941	16542.674	1551150.500	778664.250	758027.125	5489.171
cable 5	26501.893	10593.454	1476171.125	63572.605	1456640.625	4401.932
cable 6	51869.047	13176.200	1566046.750	771147.938	889054.000	5470.805
cable 7	26504.201	10585.495	2136366.750	67646.500	2163322.750	4832.826
cable 8	51881.824	13176.181	1529236.375	776298.875	882907.875	6063.769

	Kedalaman 10		Kedalaman 15		Kedalaman 20	
	max	min	max	min	max	min
cable 1	1889683.625	4459.981	1060858	18282.49	950555.3	60992.15
cable 2	926960.063	6241.333	57278.54	24335.98	169033.7	122064.6
cable 3	2154434.750	4932.097	1920126	18411.9	1326911	59207.61
cable 4	758027.125	5489.171	62359.07	23442.78	173510.7	115649.2
cable 5	1456640.625	4401.932	1035222	18408.14	948004.5	61058.23
cable 6	889054.000	5470.805	61723.32	25808.41	167383.4	121818.9
cable 7	2163322.750	4832.826	1768820	17963.33	1314577	59244.76
cable 8	882907.875	6063.769	64999.39	24948.22	173552.4	116217.6

Max breaking load = 1370000 N

KOSONG	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
Heave (m/s²)	0.022	-0.024	0.023	-0.022	0.208	-0.211

< 0.315 m/s²

DOCKED- SHIP	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min}}
Heave (m/s²)	0.020	-0.023	0.027	-0.024	0.181	-0.210

< 0.315 m/s²

FULL- BALLAST	0°		45°		90°	
	max	min	max	min	max	min
Heave (m/s²)	0.009	-0.010	0.008	-0.007	0.056	-0.050

< 0.315 m/s²



PENUTUP

KESIMPULAN

- Tegangan maksimum pada konfigurasi menyilang yakni 2163322.75 N dibandingkan dengan tegangan maksimum pada konfigurasi menyebar yang besarnya 1631936.75 N. Dibandingkan dengan tegangan maksimum (*breaking load*) pada rantai yakni sebesar 1370 kN atau sebesar 1370000 N kedua nilai di atas tidak memenuhi (di atas *breaking load*). Tetapi untuk kondisi kapal naik dok dan kondisi kosong nilai tegangan rantai masih memenuhi (di bawah *breaking load*).
-

- Terjadi perbedaan nilai beban pada rantai pengikatan berupa tegangan (*tension*). Beban maksimum rantai berupa tegangan pada konfigurasi menyilang lebih besar dibandingkan dengan tegangan maksimum pada konfigurasi menyebar. Keduanya sama-sama terjadi pada kondisi balas penuh dengan sudut datang gelombang 90^0 dan pada rantai nomor 7.
 - Nilai maksimum untuk percepatan gerakan *heave* dok apung terjadi pada saat kondisi dok apung kosong dengan percepatan sebesar 0.208 m/s^2 , sehingga masuk dalam kategori *not uncomfortable* atau dengan kata lain dok apung memiliki tingkat kenyamanan yang baik.
 - Respon gerakan yang terjadi masih memenuhi kriteria dari kbiro klasifikasi yakni untuk gerakan *roll*, *pitch* dan *heave*.
-

Saran

- Hasil penelitian dapat dipertimbangkan untuk melakukan perencanaan dok apung terutama konfigurasi tambat dan jarak antara dok apung dengan dasar laut
 - Perlu dilakukan penelitian yang lebih dalam lagi terhadap pengaruh jarak antara dasar laut dengan dasar dok apung untuk mengetahui pengaruhnya terhadap gerakan dari dok apung untuk melihat adanya *squat effect*
-

TERIMA KASIH
