Ujian Tugas Akhir
(MN141581)
-Hidrodinamika-

Analisis Penambatan dan Gerakan pada Dok Apung akibat Gaya-Gaya Luar dengan Variasi Konfigurasi Pengikatan pada Perairan Dangkal Terbatas

•••

Fajar Adi Pratama

Dosen Pembimbing :

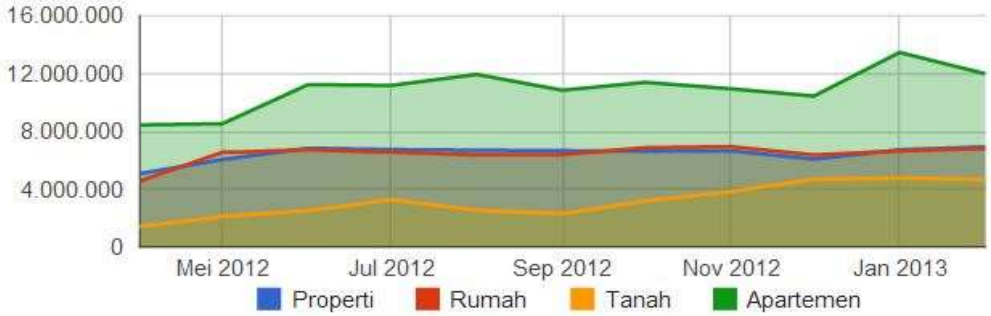
Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc, Ph.D

Teguh Putranto, ST, MT

Latar Belakang :

Grafik Harga

Berikut adalah grafik harga properti yang terdaftar di UrbanIndo untuk daerah Surabaya, Jawa Timur



Current Summary

Properti	Rumah	Tanah	Apartemen
Rata-rata: Rp. 6,94jt	**Rata-rata:** Rp. 6,82jt	**Rata-rata:** Rp. 4,68jt	**Rata-rata:** Rp. 12,0jt
Median: Rp. 6,2jt	**Median:** Rp. 6jt	**Median:** Rp. 3,5jt	**Median:** Rp. 10,6jt

DIAGRAM ALIR (1) :

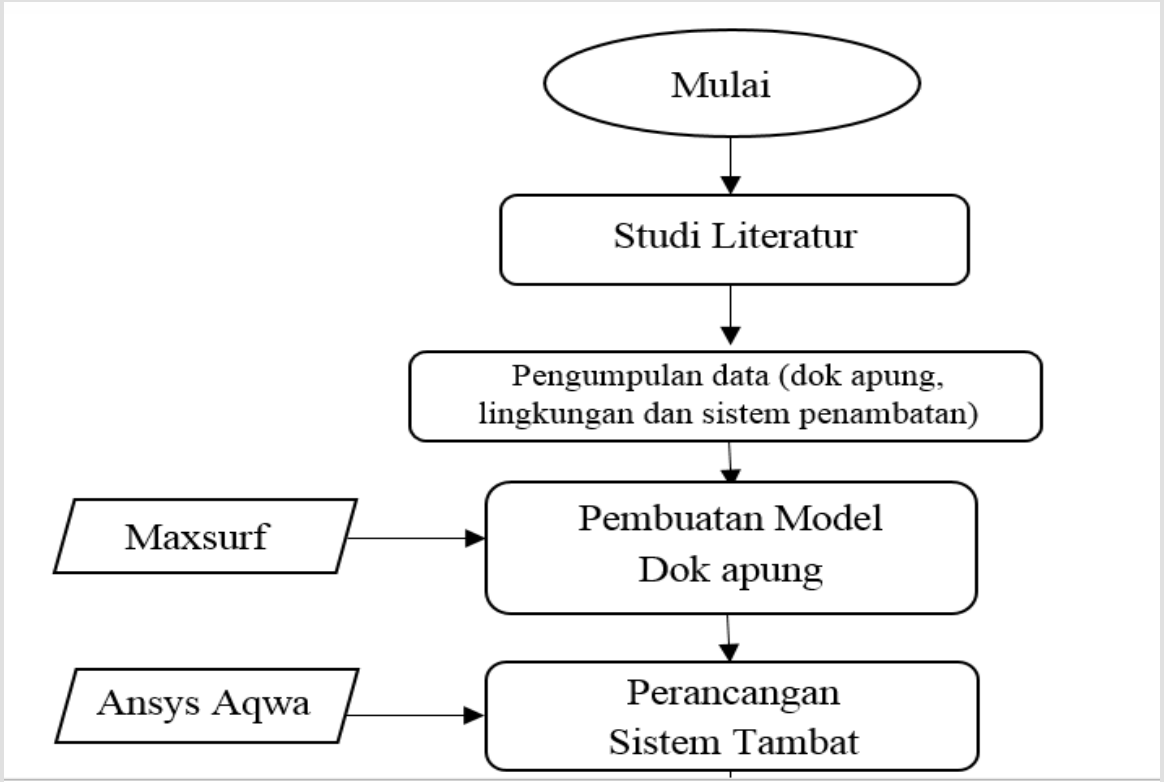
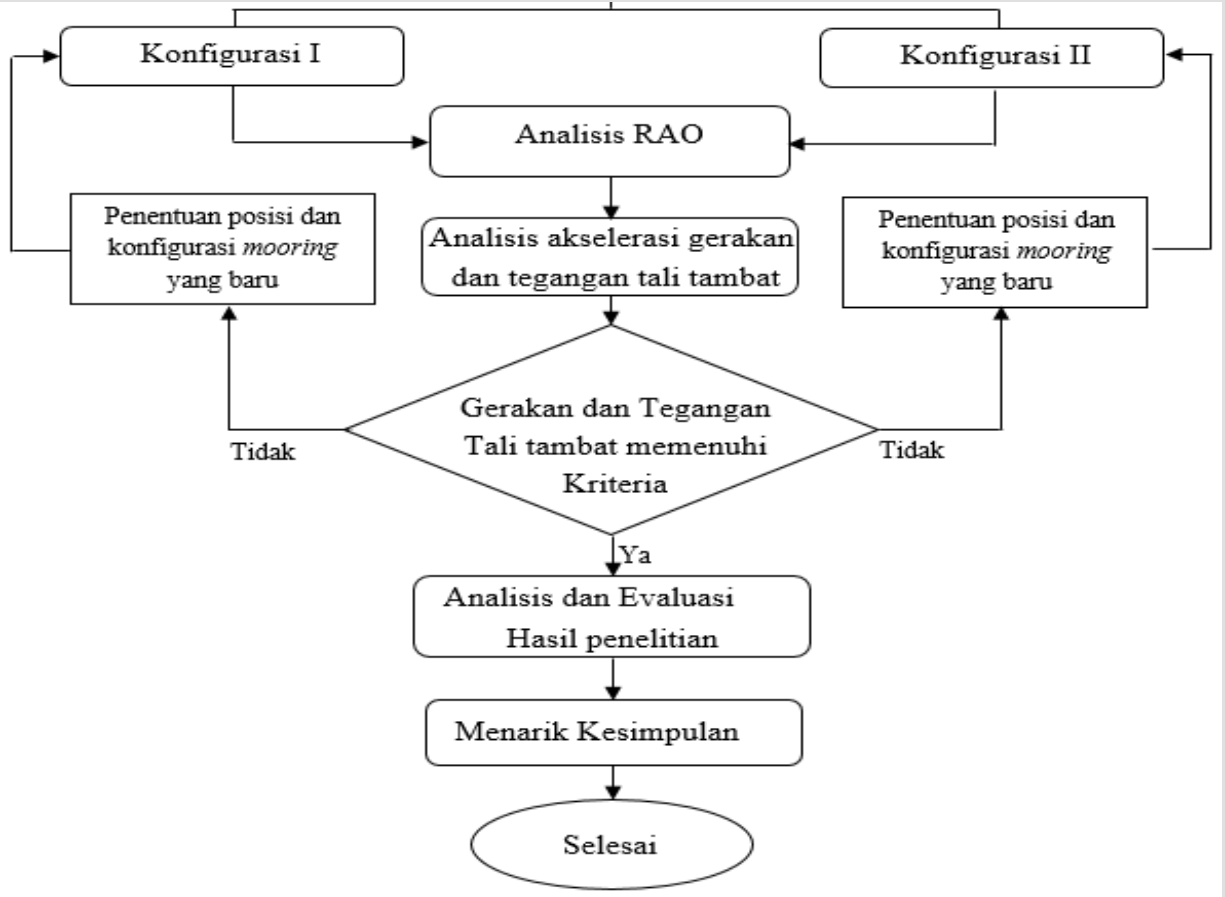


DIAGRAM ALIR (2) :



Perumusan Masalah :

1) Bagaimanakah sistem tambat yang aman dan nyaman untuk dok apung pada kondisi perairan dangkal dan terbatas;

2) Bagaimanakah perangkat lunak memberikan representasi untuk analisis penambatan dan gerakan;

3) Berapakah nilai *tension* dari sistem tambat untuk dok apung pada kondisi perairan dangkal dan terbatas;

4) Bagaimanakah gerakan (perpindahan dan akselerasi) yang terjadi pada desain sistem penambatan yang telah direncanakan.

Tujuan :

1) Memberikan hasil berupa representasi nilai dan grafik antara durasi terhadap posisi dari dok apung *(time domain)*;

2) Menghadirkan gerakan dalam bentuk visualisasi 3D dari desain sistem penambatan dok apung terhadap perilaku gaya-gaya eksternal;

3) Melakukan analisis penambatan terhadap struktur sistem penambatan dok apung dengan perangkat lunak Ansys Aqwa;

4) Melakukan analisis gerakan (perpindahan dan akselerasi) dalam 6 derajat kebebasan terhadap struktur sistem penambatan dok apung dengan perangkat lunak *Ansys Aqwa*.

Data Terkumpul :

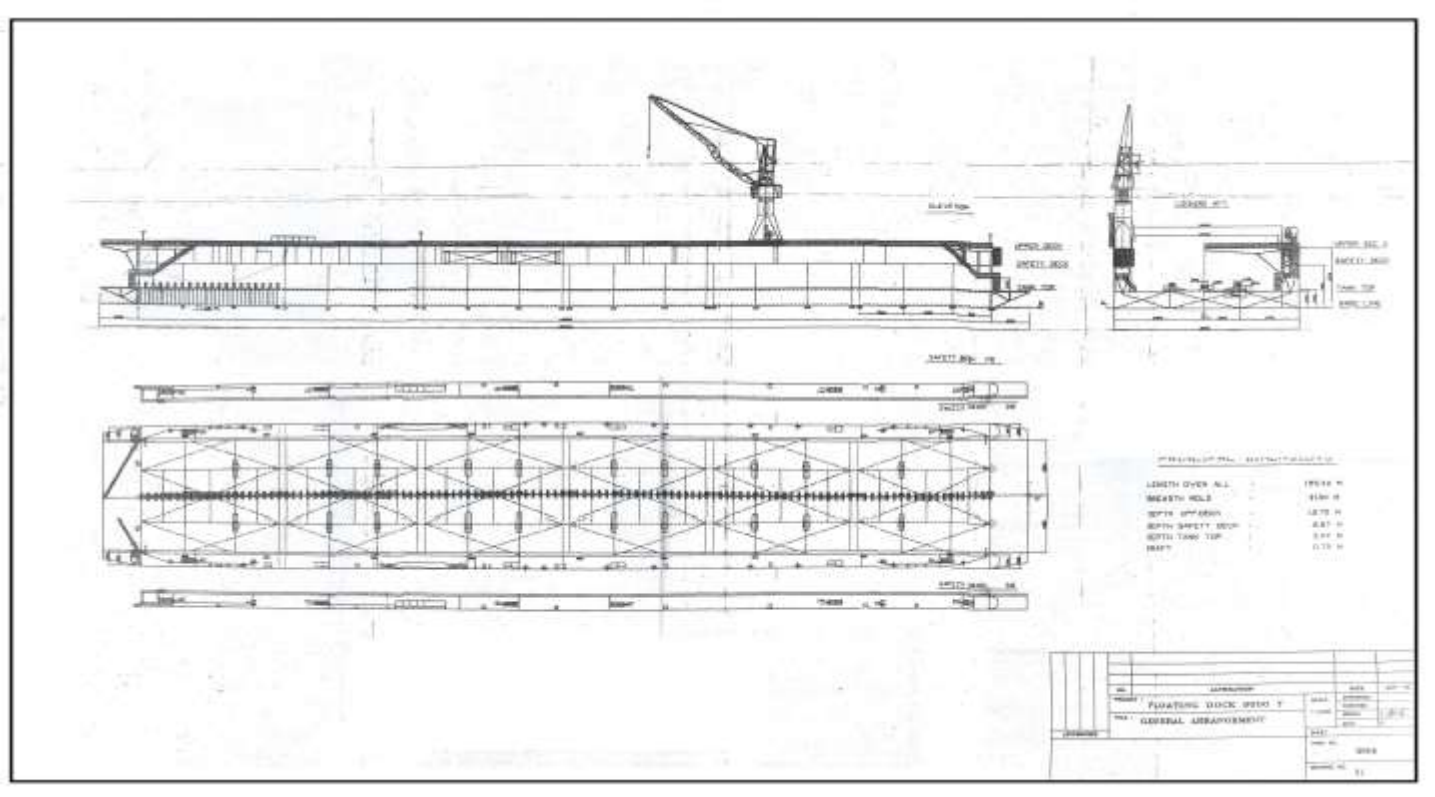
- **Data Dok Apung :**

  - General Arangement, - Kondisi Pemuatan, - Data rantai *Mooring*

- **Data Lingkungan :**

  - Batimetri, - Data Arus, - Data Angin, dan Gelombang

General Arrangement :



Kondisi Operasi :

Kondisi Pemuatan :

Kondisi *Floating Dock*	*Displacement* (ton)	Sarat (m)
Kosong (tanpa muatan)	5672	1,25
Docked Ship	10436	2,3
Ballast	20421	9

Radius Girasi *Floating Dock* Sumbu X	12,0856
Radius Girasi *Floating Dock* Sumbu Y	41,5461
Radius Girasi *Floating Dock* Sumbu Z	42,6453

Data Rantai *Mooring* :

Weight kg / shot incl Kenter	mm	inches	U2		U3		ORQ	
			PL kN	BL kN	PL kN	BL kN	PL kN	BL kN
222	19	3/4	150	211	211	301		
306	22	7/8	200	280	280	401		
418	26	1	278	389	389	556		
497	28	1 1/8	321	449	449	642		
652	32	1 1/4	417	583	583	833		
734	34	1 5/16	468	655	655	937		
826	36	1 7/16	523	732	732	1050		
919	38	1 1/2	581	812	812	1160		
1105	42	1 5/8	703	981	981	1400		
1209	44	1 3/4	769	1080	1080	1540		
1437	48	1 7/8	908	1280	1280	1810		
1555	50	2	981	1370	1370	1960	1400	2110
1809	54	2 1/8	1140	1590	1590	2270	1620	2441
1946	56	2 3/16	1220	1710	1710	2430	1746	2639
2100	58	2 5/16	1290	1810	1810	2600	1854	2797
2253	60	2 3/8	1380	1940	1940	2770	1976	2978
2573	64	2 1/2	1560	2190	2190	3130	2230	3360
2742	66	2 5/8	1660	2310	2310	3300	2361	3559

Data Rantai *Mooring* :

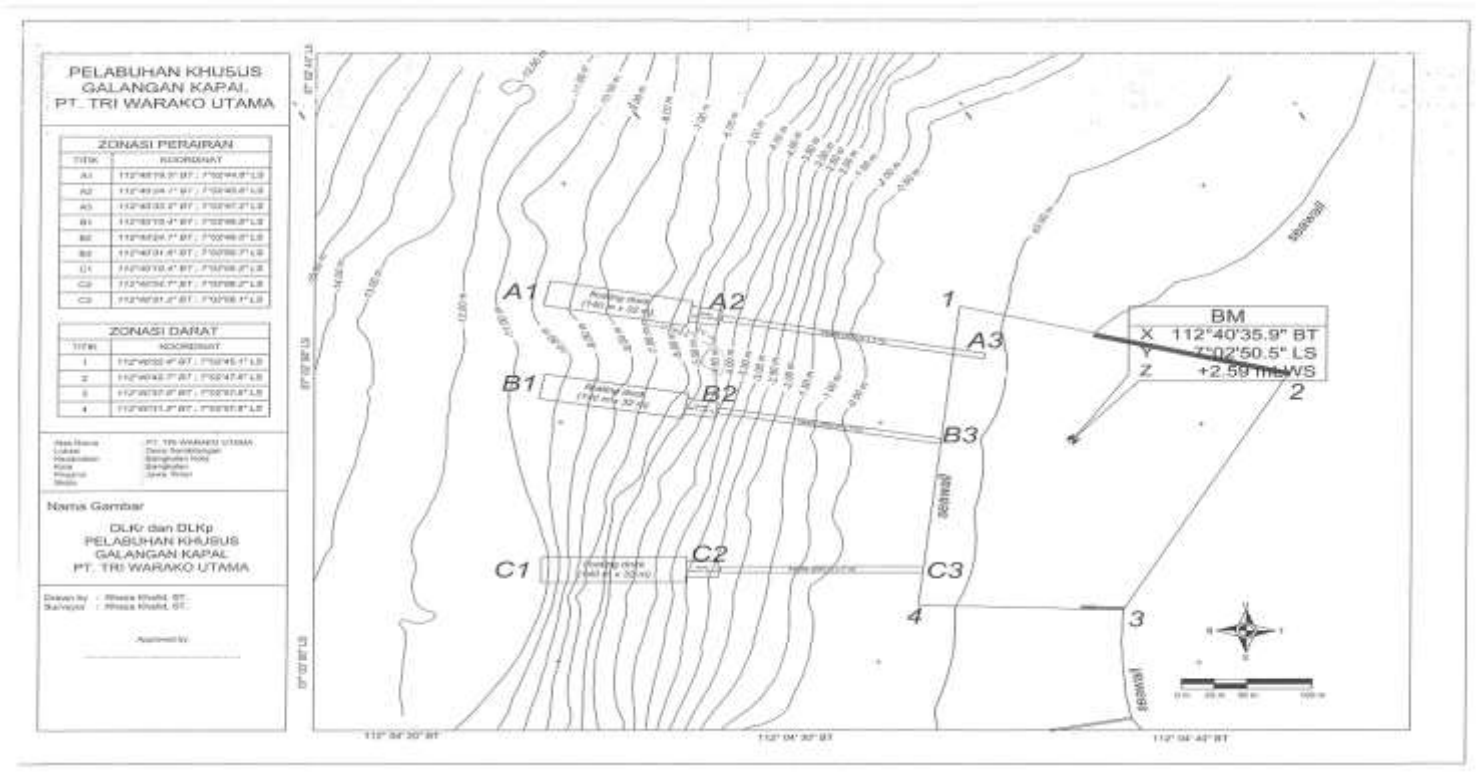
Diameter (mm)	Approx. nominal length mass (kg/m)	Minimum breaking force (Fmin) EIPS/1960 grade (kN)	(t)	Axial stiffness @20% load (MN)	Torque generated @20% load Ordinary (Nm)	Lang's (Nm)	Metallic cross section (mm²)
Dyform 8x19S							
10	0.47	88.2	8.99	5.3	12	16	53
11	0.57	107	10.9	6.5	16	21	65
12	0.68	127	12.9	7.7	21	27	77
13	0.80	149	15.2	9.0	27	35	90
14	0.92	173	17.6	10	34	44	105
15	1.06	198	20.2	12	42	54	120
16	1.20	226	23.0	14	51	65	137
17	1.36	255	26.0	15	61	78	154
Dyform 8x26WS							
18	1.52	286	29.1	17	72	93	173
19	1.70	318	32.5	19	85	109	193
20	1.88	353	36.0	21	99	127	214
22	2.28	427	43.5	26	131	169	258
24	2.71	508	51.8	31	171	219	308
26	3.18	596	60.8	36	217	279	361
28	3.69	691	70.5	42	271	349	419
30	4.23	794	80.9	48	333	429	481
32	4.82	903	92.1	55	405	520	547
34	5.44	1020	103.9	62	485	624	617
Dyform 8x36WS							
36	6.10	1143	116.5	69	576	741	692
38	6.79	1274	129.8	77	678	871	771
40	7.53	1411	143.9	85	790	1016	854
42	8.30	1556	158.6	94	915	1176	942
44	9.11	1708	174.1	103	1052	1352	1034
46	9.95	1866	190.2	113	1202	1545	1130

Data Rantai *Mooring* :

```
   2    5  7                    31          41          51          61          71
 _ ___ __ ____ _______________ _________ _________ _________ _________ _________
|X|   |  |ECAT|XXXXXXXXXXXXXXX|         |         |         |         |         |
 - ___ __ ____ _______________ _________ _________ _________ _________ _________
    |   |   |                          |         |         |         |         |
    |   |   |                          |         |         |         |         |_(5) Length of Mooring Line
    |   |   |                          |         |         |         |
    |   |   |                          |         |         |         |_(4)Maximum Tension at the
    |   |   |                          |         |         |                    Attachment Point (E10.0)
    |   |   |                          |         |         |              (default = 5.0E4 * mass/unit length)
    |   |   |                          |         |         |
    |   |   |                          |         |         |_(3) EA Value (E10.0)
    |   |   |                          |         |               (default = 5.0E6 * mass/unit length)
    |   |   |                          |         |
    |   |   |                          |         |_(2) Equivalent Cross-Sectional
    |   |   |                          |               Area (F10.0)
    |   |   |                          |
    |   |   |                          |_(1) Mass/Unit Length (E10.0)
    |   |   |
    |   |   |_Compulsory Data Record Keyword (A4)
    |   |
    |   |_Optional User Identifier (A2)
    |
    |_Compulsory END on last data record in Data Category (A3)
```

Didapatkan harga kekakuan rantai (EA) sebesar 265000 kN

Batimetri :


PELABUHAN KHUSUS
GALANGAN KAPAL
PT. TRI WARAKO UTAMA
ZONASI PERAIRAN
ZONASI DARAT
Nama Gambar
DLKr dan DLKp
PELABUHAN KHUSUS
GALANGAN KAPAL
PT. TRI WARAKO UTAMA
A1
A2
A3
B1
B2
B3
C1
C2
C3
1
2
3
4
BM
X 112°40'35.9" BT
Y 7°02'50.5" LS
Z +2.59 mLWS
sebrang

Data Arus :

Waktu	Kedalaman (m)	Arah Arus Terkuat( )	Kecepatan Arus Terkuat (m/s)	Rapat Daya (kW/)
Jum'at		96,05 – 272,37	0,6	0,1107
12 April	1,5	92,78	0,5	0,0640
2013		90,08 - 98,31	0,4	0,0328
		90,75 – 101,1	0,3	0,01383
Sabtu		89,23 – 90,45	1	0,5125
13 April	1,5	271,73	0,6	0,1107
2013		82,03 – 270,9	0,4	0,0328
		78,97 – 271,88	0,3	0,01383
Minggu		90,54 – 271,81	0,6	0,1107
14 April	1,5	90,03 – 271,93	0,4	0,0328
2013		85,50 – 91,62	0,3	0,01383
		82,38 – 271,6	0,2	0,0041

(Sumber : Data Hasil Perhitungan, 2013)

Catatan : 1. Nilai (densitas air laut) = 1,025 gr/ di lapisan permukaan.

Data Angin dan Gelombang :

Wilayah Perairan	Arah Angin	Kec. Angin	Tinggi gelombang	Tinggi gelombang signifikan (meter)	Kecepatan Arus	Pasang Surut	
		Max (knot)	Max (meter)		Max (meter/sekon)	Max (meter)	Min (meter)
Selat Madura	Timur - Tenggara	2 – 20	0,5 – 1,3	0,3 – 0,8	0,1 - 1	0,07	- 0,09

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2016

Pemodelan Floating Dock :

- ## Pemodelan Maxsurf :

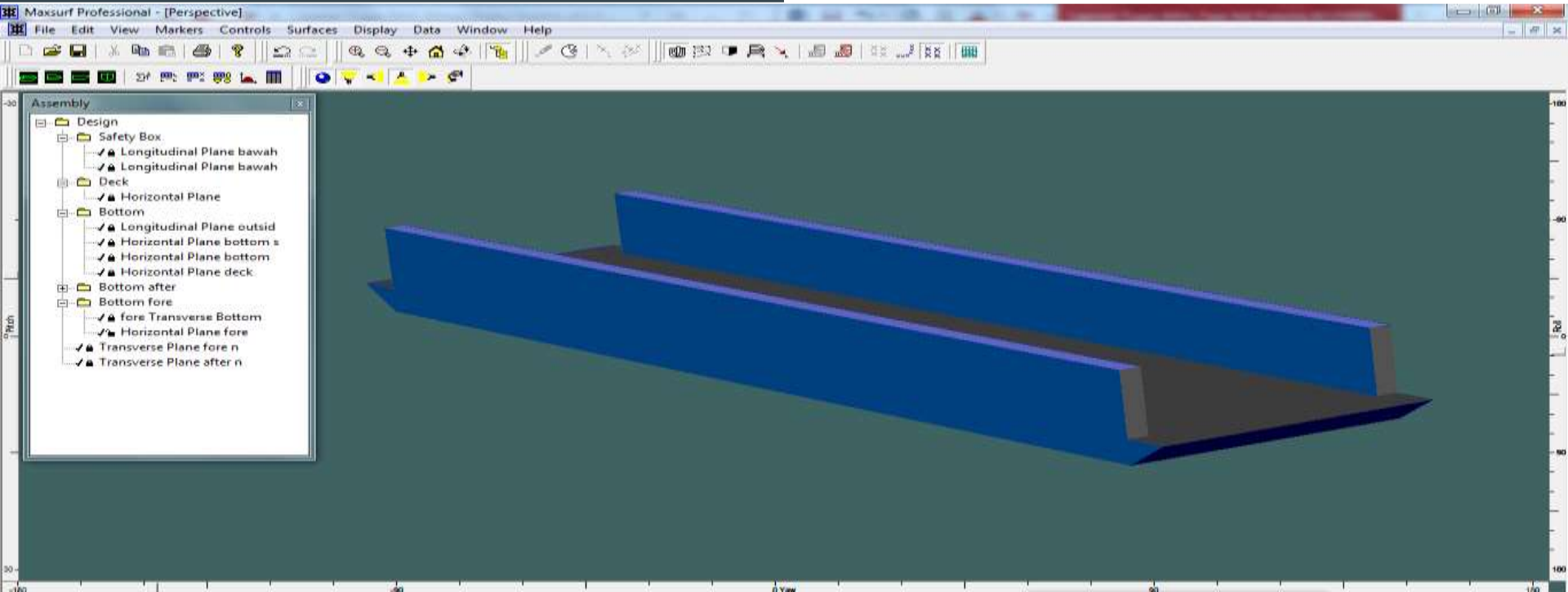
  - kondisi pemuatan

- ## Pemodelan Ansys Aqwa :

  - Dermaga, - Kondisi Lingkungan, - Kondisi Pemuatan, - Konfigurasi Tali Penambatan,

Maxsurf Model

Pemodelan Floating Dock melalui Software Maxsurf pada tiap-tiap kondisi pemuatan



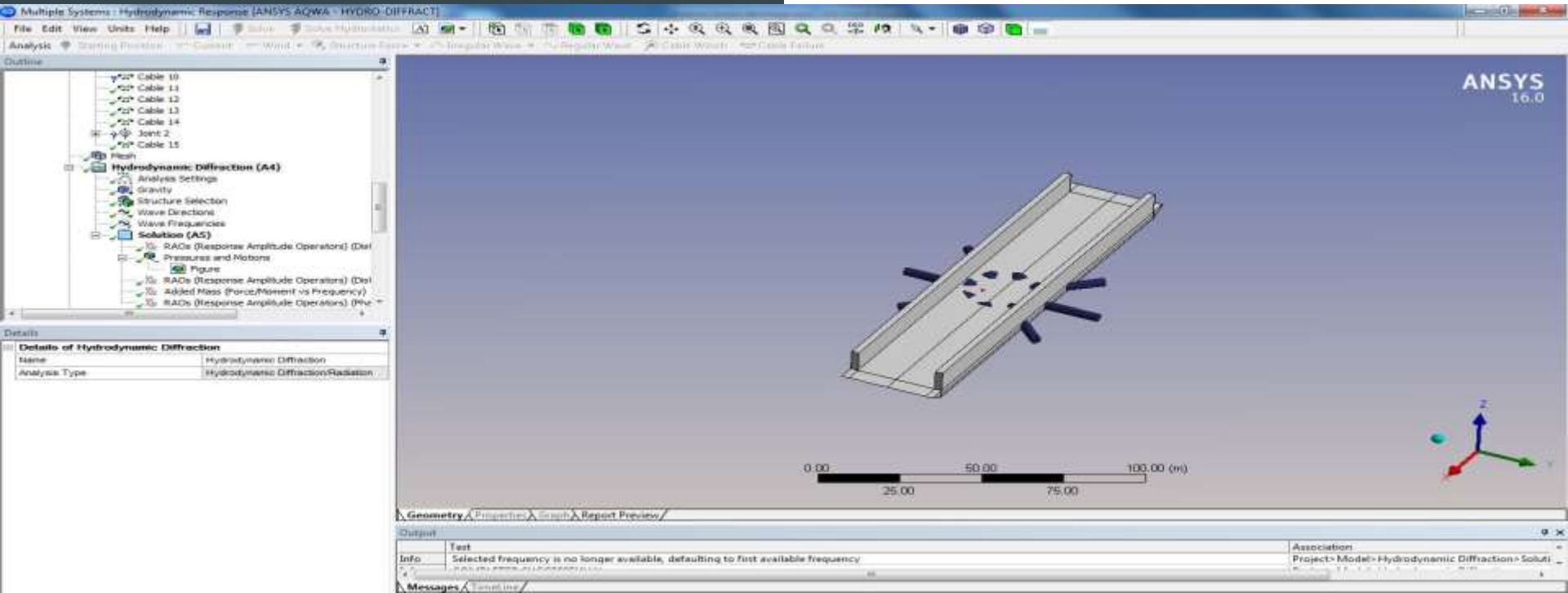
Validasi Model

Hasil pemodelan melalui *software* maxsurf telah memenuhi kriteria, sehingga layak untuk digunakan.

	Unit	Data	Hasil Pemodelan	Kriteria	
				ABS	Keterangan
Displasemen	ton	5672	5747	< 2%	OK
Sarat	m	1,25	1,25	< 1%	OK

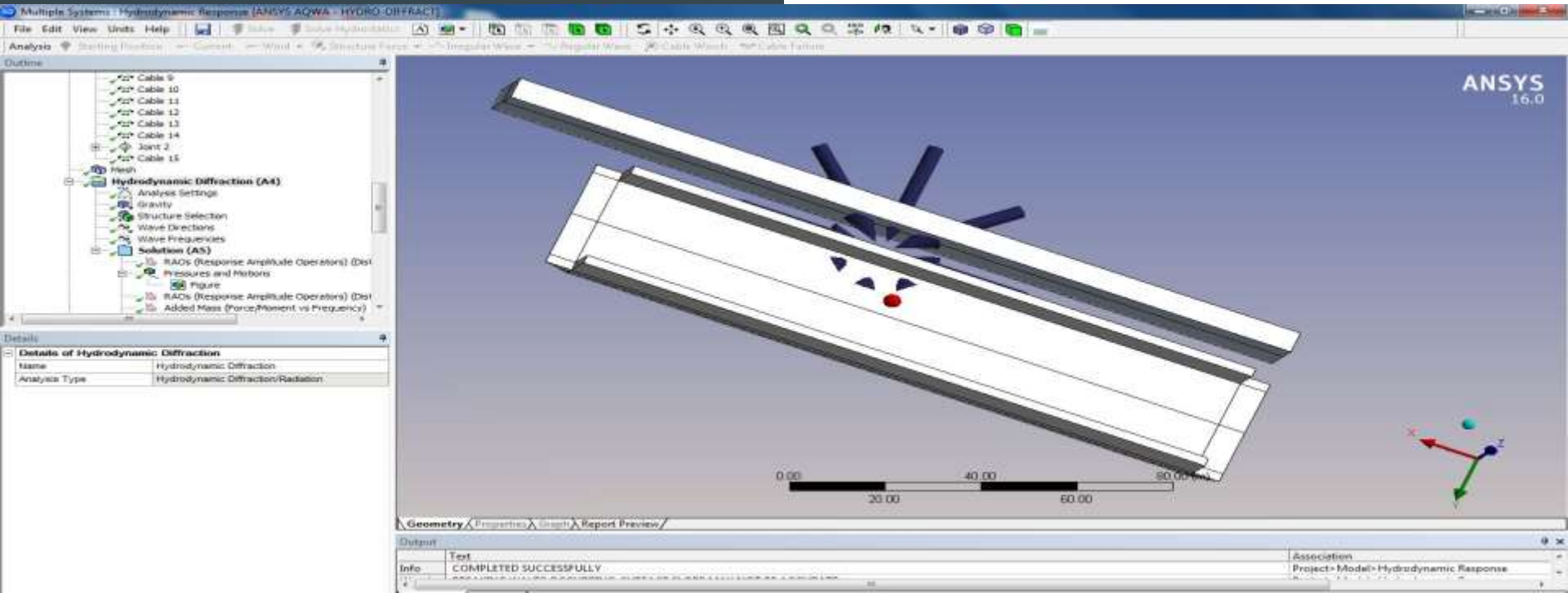
Ansys Model

Hasil import model dari software Maxsurf melalui software Ansys Aqwa



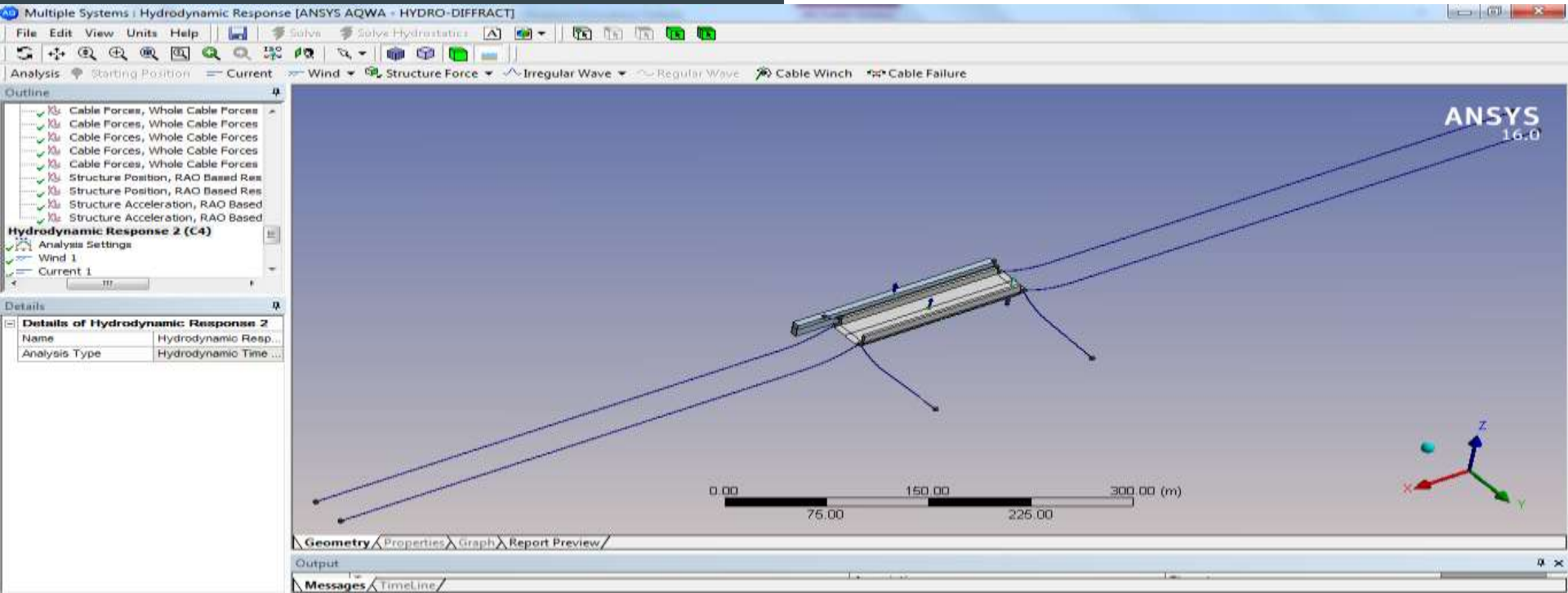
Ansys Model

Pemodelan Dermaga/*Pier* melalui software Ansys Aqwa



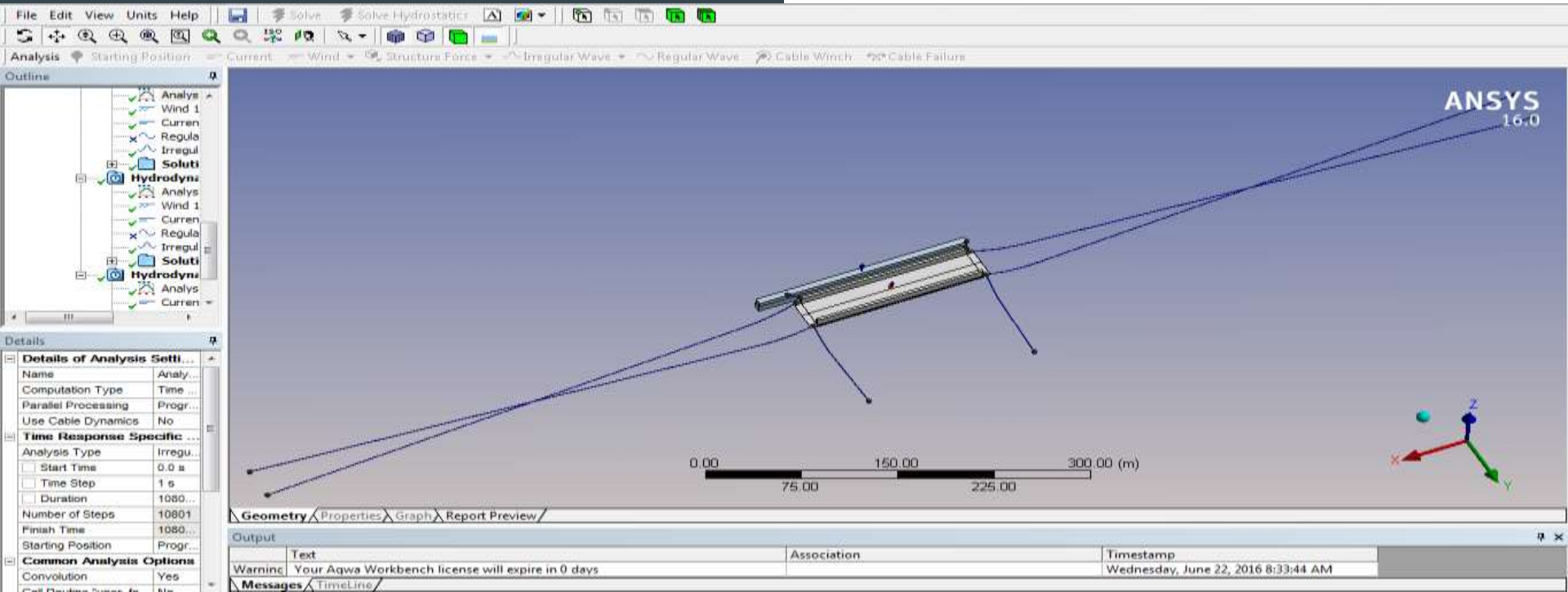
Ansys Model

Instalasi Tali Tambat Dok Apung
On shore dan *In shore*
Konfigurasi I



Ansys Model

Instalasi Tali Penambatan Dok Apung *On shore* dan *In shore* Konfigurasi II



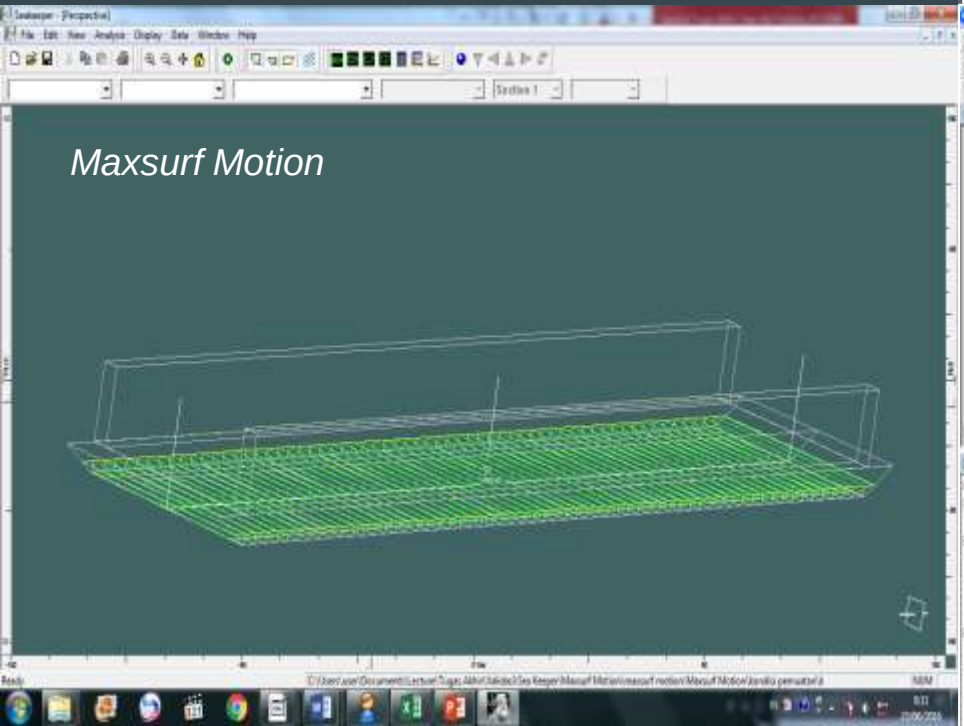
Analisis Hasil Pemodelan :

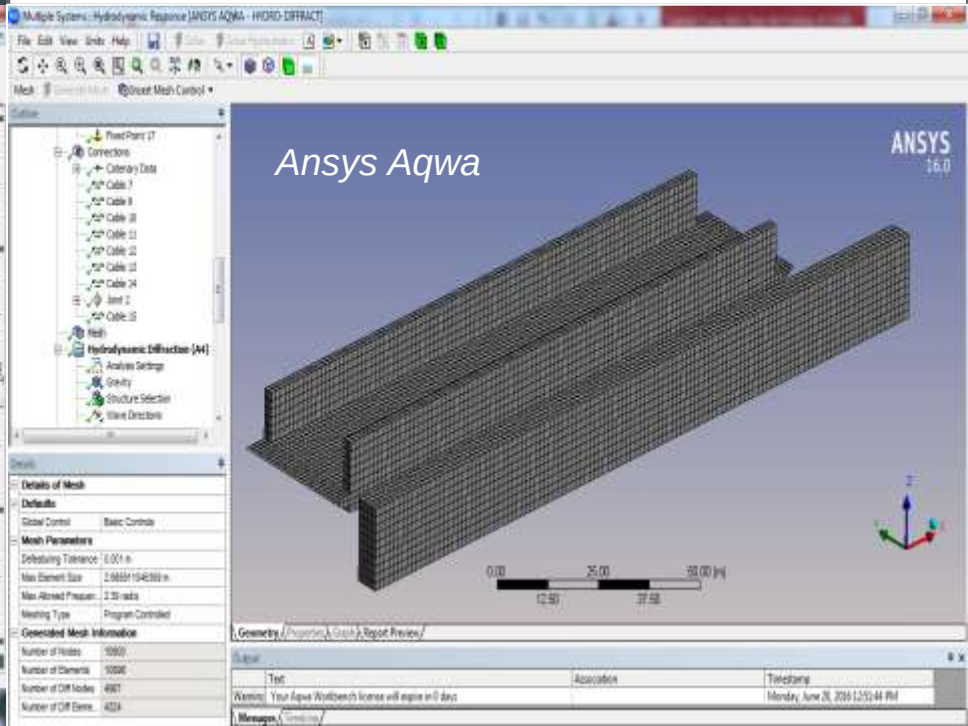
❖ Ansys Aqwa :

- Konvergensi *Meshing*
- *Bank Effect,* - (RAOs), - Perpindahan dan rotasi, - *mooring tension*

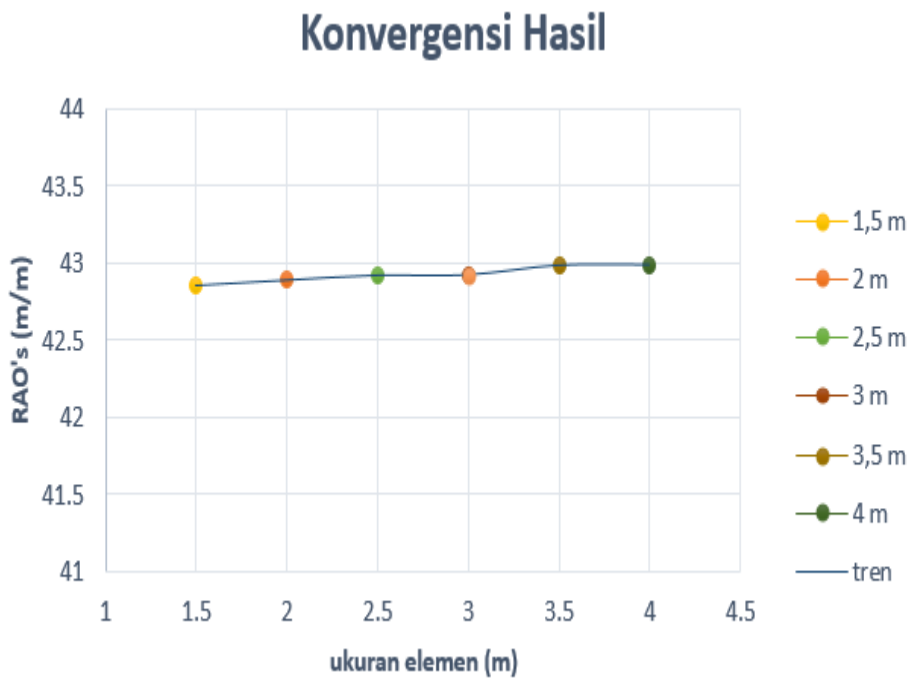
Teori Analisis

Strip Theory Vs 3D Diffraction





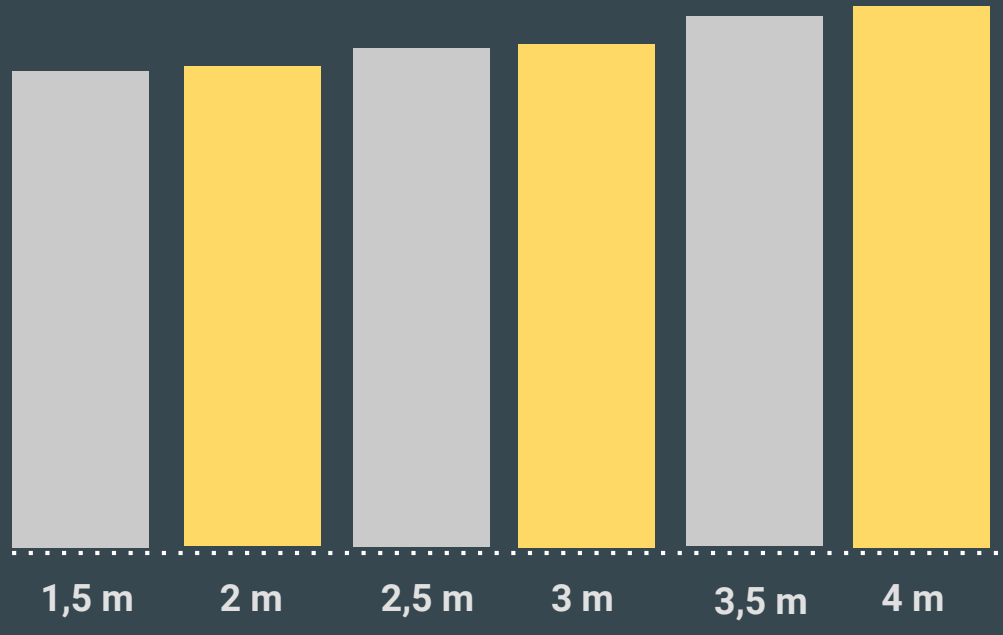
KONVERGENSI MESH



Perbandingan nilai RAO (*Surge*) dari beberapa besaran *mesh size.* Analisis dari beberapa *mesh size* menghasilkan nilai yang saling berhimpitan. Semakin kecil nilai mesh size akan menghasilkan nilai ketelitian yang semakin tinggi. Untuk mengetahui nilai konvergen minimal variasi ukuran pada konvergensi *meshing* sebanyak 5 (Logan, 2007)

PENENTUAN UKURAN MESH

Selisih dari luas area di bawah kurva sangat kecil dengan rata-rata selisih luas antar ukuran mesh hanya sebesar 0,1 % dan hanya terdapat satu tren yang terjadi pada grafik (tren naik). Konsistensi tersebut menandakan bahwa tingkat *error* sangat kecildalam proses meshing hingga *running*



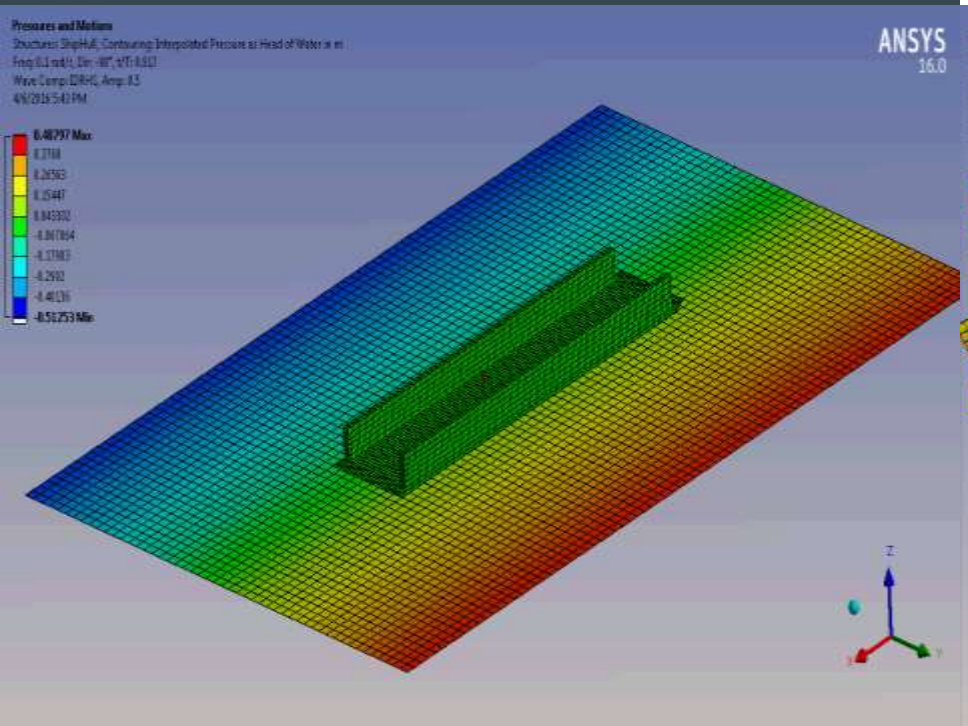
PENENTUAN UKURAN MESH

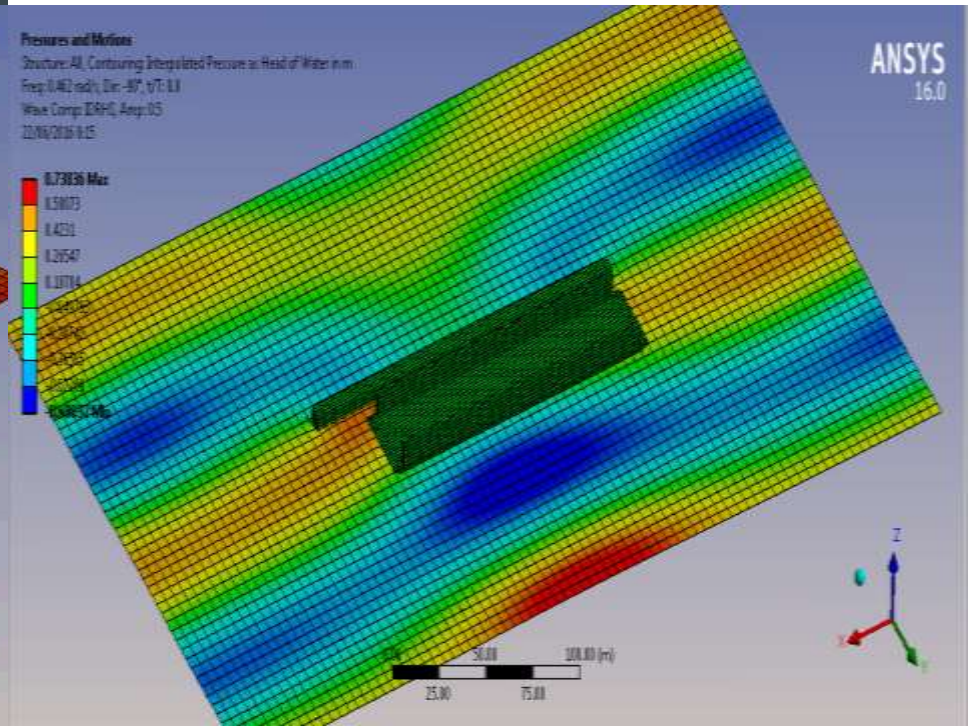
Maksimal pembagian jumlah elemen dalam Ansys Aqwa sebanyak 40000 elemen dan lama waktu proses running bergantung pada spesifikasi komputer. Berdasarkan tingkat ketelitian dan lama waktu komputer dalam melakukan perhitungan numerik, maka dipilih mesh dengan ukuran 2,5 m dalam melakukan analisis untuk kedepannya.

Grid	Mesh Size	Total Elemen	Jumlah Node	Lama Running
1	4 m	4698	4700	15 menit
2	3,5 m	6706	6710	25 menit
3	3 m	8812	8816	45 menit
4	2,5 m	10896	10900	70 menit
5	2 m	17378	17382	140 menit
6	1,5 m	31294	31298	330 menit

Bank Effect

Perbandingan gerakan *Floating Dock,* tanpa dan dengan Dermaga untuk mengetahui *bank effect*





Bank Effect

Selisih terbesar perpindahan (*surge*) pada gelombang frekwensi 0.34 rad/s dan arah -45°

RAOs (Response Amplitude Operators) *Floating Dock* tanpa Dermaga

Surge	Global X								
freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	9.069088936	6.71398401	1.56E-06	6.71398783	9.06908894	6.71398687	1.53E-06	6.71399	9.06909
0.22104 rad/s	2.726962328	2.49728966	4.52E-07	2.4972899	2.72696233	2.4972899	3.96E-07	2.49729	2.726962
0.34207 rad/s	0.630071998	1.09196174	2.68E-07	1.09196174	0.630072	1.0919615	2.68E-07	1.09196	0.630072
0.46311 rad/s	0.120203041	0.41461048	2.54E-07	0.41461015	0.120203	0.41461042	1.77E-07	0.41461	0.120203
0.58414 rad/s	0.2050751	9.05E-02	1.31E-07	9.05E-02	0.20507504	9.05E-02	1.43E-07	9.05E-02	0.205075
0.70518 rad/s	9.14E-02	0.09288301	1.56E-07	0.09288301	9.14E-02	9.29E-02	1.27E-07	9.29E-02	9.14E-02
0.82621 rad/s	7.11E-02	0.10471175	9.20E-08	0.10471178	7.11E-02	0.10471172	7.69E-08	0.10471	7.11E-02
0.94725 rad/s	6.17E-02	4.49E-02	6.41E-08	4.49E-02	6.17E-02	4.49E-02	5.71E-08	4.49E-02	6.17E-02
1.06828 rad/s	4.59E-02	1.69E-02	4.98E-08	1.69E-02	4.59E-02	1.69E-02	3.40E-08	1.69E-02	0.04589
1.18932 rad/s	4.09E-02	3.14E-02	3.28E-08	3.14E-02	4.09E-02	3.14E-02	5.09E-09	3.14E-02	4.09E-02
1.31036 rad/s	3.55E-02	1.22E-02	5.71E-09	1.22E-02	3.55E-02	1.22E-02	3.30E-09	1.22E-02	3.55E-02
1.43139 rad/s	2.88E-02	1.20E-02	6.65E-09	1.20E-02	2.88E-02	1.20E-02	2.11E-08	1.20E-02	2.88E-02
1.55243 rad/s	0.024926022	4.49E-03	1.55E-08	4.49E-03	2.49E-02	4.49E-03	1.33E-08	4.49E-03	2.49E-02
1.67346 rad/s	2.17E-02	0.00364919	7.37E-09	3.65E-03	0.02168614	3.65E-03	6.86E-09	3.65E-03	2.17E-02
1.7945 rad/s	1.88E-02	2.41E-03	8.60E-09	2.41E-03	1.88E-02	2.41E-03	1.53E-08	2.41E-03	1.88E-02
1.91553 rad/s	0.016217778	1.98E-03	2.94E-09	1.98E-03	1.62E-02	1.98E-03	2.85E-09	1.98E-03	1.62E-02
2.03657 rad/s	1.40E-02	2.15E-03	1.30E-08	2.15E-03	1.40E-02	2.15E-03	1.35E-08	2.15E-03	1.40E-02
2.15761 rad/s	1.24E-02	2.43E-03	8.96E-09	2.43E-03	1.24E-02	2.43E-03	6.62E-09	2.43E-03	1.24E-02
2.27864 rad/s	1.11E-02	1.61E-03	1.73E-09	1.61E-03	0.01111307	0.00161208	4.36E-09	1.61E-03	1.11E-02
2.39968 rad/s	9.85E-03	6.08E-04	4.65E-09	6.08E-04	9.85E-03	6.08E-04	6.46E-09	6.08E-04	9.85E-03

RAOs (Response Amplitude Operators) *Floating Dock* dengan Dermaga

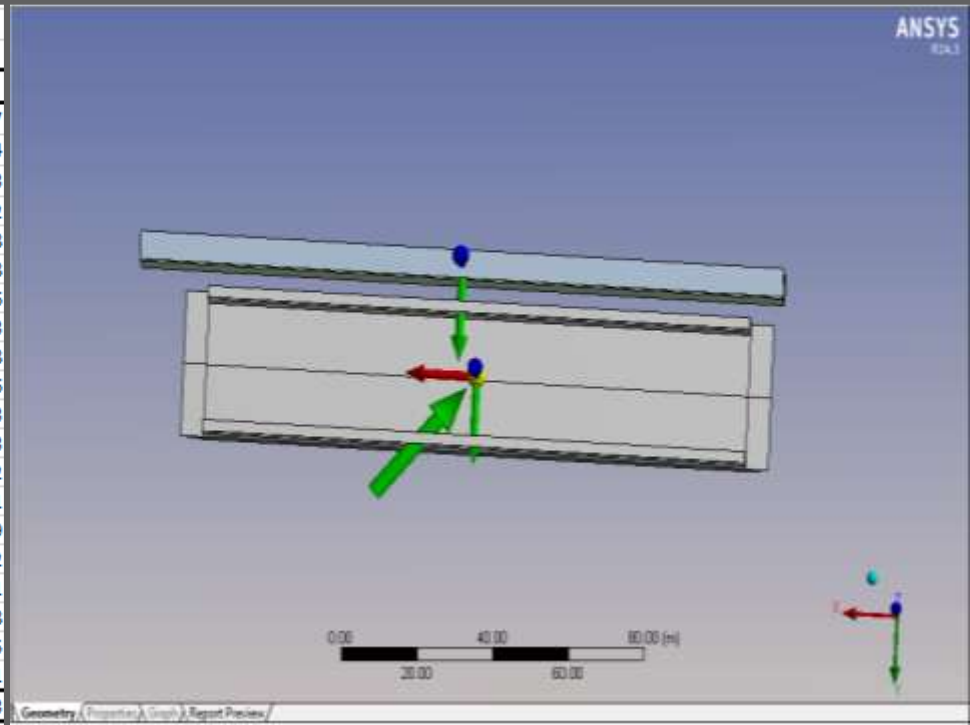
Surge	Global X								
freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	9.21783	7.22369	0.54863	6.58282	9.18232	7.21523	0.53051	6.5849	9.21783
0.2205 rad/s	2.71822	2.91766	0.32996	2.97639	2.75385	2.61118	0.2969	2.4833	2.71822
0.34101 rad/s	0.64033	1.66229	0.18618	1.70509	0.70375	0.84396	0.16393	0.96826	0.64033
0.46151 rad/s	0.10879	0.6453	7.66E-02	0.58761	6.49E-02	0.14145	7.43E-02	0.20414	0.10879
0.58201 rad/s	0.1594	0.16067	3.75E-02	0.178	0.16117	4.78E-02	3.73E-02	3.61E-02	0.1594
0.70252 rad/s	0.11818	0.13463	4.20E-02	0.16989	0.11979	8.76E-02	3.95E-02	8.96E-02	0.11818
0.82302 rad/s	0.12575	0.14473	4.38E-02	0.13532	0.12834	0.12083	4.53E-02	9.43E-02	0.12575
0.94353 rad/s	2.76E-02	1.74E-02	2.84E-02	1.85E-02	2.90E-02	5.83E-02	3.00E-02	3.51E-02	2.76E-02
1.06403 rad/s	5.38E-02	1.86E-02	1.11E-02	1.33E-02	0.05314	2.81E-02	1.14E-02	0.02522	5.38E-02
1.18453 rad/s	3.65E-02	3.69E-02	4.79E-03	3.42E-02	3.46E-02	1.59E-02	6.15E-03	1.22E-02	3.65E-02
1.30504 rad/s	3.16E-02	2.12E-02	6.44E-03	1.28E-02	3.19E-02	1.90E-02	8.16E-03	1.41E-02	3.16E-02
1.42554 rad/s	0.03116	1.87E-02	2.83E-03	1.29E-02	0.03074	7.94E-03	3.30E-03	9.90E-03	3.12E-02
1.54604 rad/s	2.69E-02	8.75E-03	1.06E-03	5.75E-03	2.67E-02	3.48E-03	8.64E-04	5.87E-03	2.69E-02
1.66655 rad/s	2.28E-02	1.95E-03	5.88E-04	2.63E-03	2.25E-02	1.26E-03	3.95E-04	3.16E-03	2.28E-02
1.78705 rad/s	1.97E-02	5.34E-03	4.77E-04	3.75E-03	1.96E-02	9.32E-04	6.53E-04	1.95E-03	1.97E-02
1.90756 rad/s	1.58E-02	5.21E-03	3.32E-04	2.72E-03	1.62E-02	2.43E-03	5.63E-04	9.36E-04	1.58E-02
2.02806 rad/s	1.42E-02	2.72E-03	3.62E-04	2.66E-03	1.43E-02	2.10E-03	4.38E-04	8.97E-04	1.42E-02
2.14856 rad/s	1.22E-02	2.05E-03	4.72E-04	3.16E-03	1.22E-02	1.97E-03	6.05E-04	1.08E-03	1.22E-02
2.26907 rad/s	1.10E-02	2.73E-03	4.29E-04	2.14E-03	1.11E-02	1.63E-03	6.21E-04	1.31E-03	1.10E-02
2.38957 rad/s	9.97E-03	1.40E-03	9.36E-05	7.95E-04	1.01E-02	2.22E-04	1.81E-04	7.08E-04	9.97E-03

Bank Effect

Perpindahan yang paling berpengaruh (*surge*) pada arah datang gelombang -135°

selisih gerakan

freq\dirrect	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	-0.1487	-0.5097	-0.5486	0.13116	-0.1132	-0.5012	-0.5305	0.12909	-0.1487
0.22104 rad/s	0.00874	-0.4204	-0.33	-0.4791	-0.0269	-0.1139	-0.2969	0.01399	0.00874
0.34207 rad/s	-0.0103	-0.5703	-0.1862	-0.6131	-0.0737	0.248	-0.1639	0.1237	-0.0103
0.46311 rad/s	0.01142	-0.2307	-0.0766	-0.173	0.05526	0.27316	-0.0743	0.21047	0.01142
0.58414 rad/s	0.04568	-0.0702	-0.0375	-0.0875	0.04391	0.04265	-0.0373	0.05435	0.04568
0.70518 rad/s	-0.0268	-0.0417	-0.042	-0.077	-0.0284	0.00525	-0.0395	0.00331	-0.0268
0.82621 rad/s	-0.0546	-0.04	-0.0438	-0.0306	-0.0572	-0.0161	-0.0453	0.01042	-0.0546
0.94725 rad/s	0.03403	0.02756	-0.0284	0.02644	0.03262	-0.0133	-0.03	0.00983	0.03403
1.06828 rad/s	-0.008	-0.0017	-0.0111	0.00362	-0.0072	-0.0112	-0.0114	-0.0083	-0.008
1.18932 rad/s	0.00436	-0.0055	-0.0048	-0.0028	0.00625	0.01555	-0.0061	0.01926	0.00436
1.31036 rad/s	0.00393	-0.0089	-0.0064	-0.0006	0.00359	-0.0068	-0.0082	-0.0019	0.00393
1.43139 rad/s	-0.0023	-0.0066	-0.0028	-0.0009	-0.0019	0.00408	-0.0033	0.00212	-0.0023
1.55243 rad/s	-0.002	-0.0043	-0.0011	-0.0013	-0.0017	0.00102	-0.0009	-0.0014	-0.002
1.67346 rad/s	-0.0011	0.0017	-0.0006	0.00102	-0.0008	0.00239	-0.0004	0.00049	-0.0011
1.7945 rad/s	-0.0009	-0.0029	-0.0005	-0.0013	-0.0009	0.00147	-0.0007	0.00046	-0.0009
1.91553 rad/s	0.00042	-0.0032	-0.0003	-0.0007	1.1E-06	-0.0005	-0.0006	0.00105	0.00042
2.03657 rad/s	-0.0001	-0.0006	-0.0004	-0.0005	-0.0002	4.9E-05	-0.0004	0.00125	-0.0001
2.15761 rad/s	0.00018	0.00038	-0.0005	-0.0007	0.00012	0.00046	-0.0006	0.00136	0.00018
2.27864 rad/s	0.00015	-0.0011	-0.0004	-0.0005	3.7E-05	-2E-05	-0.0006	0.00031	0.00015
2.39968 rad/s	-0.0001	-0.0008	-9E-05	-0.0002	-0.0003	0.00039	-0.0002	-0.0001	-0.0001
average	0.0073	0.09445	0.0661	0.06538	0.00854	0.00343	0.06255	0.02849	0.0073



RAOs

Gerakan *Surge* dan *Roll Floating Dock* pada kondisi kosong

RAOs (Response Amplitude Operators) Kondisi Kapal Kosong

Surge | Global X

freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	9.21783	7.22369	0.54863	6.58282	9.18232	7.21523	0.53051	6.5849	9.21783
0.2205 rad/s	2.71822	2.91766	0.32996	2.97639	2.75385	2.61118	0.2969	2.4833	2.71822
0.34101 rad/s	0.64033	1.66229	0.18618	1.70509	0.70375	0.84396	0.16393	0.96826	0.64033
0.46151 rad/s	0.10879	0.6453	7.66E-02	0.58761	6.49E-02	0.14145	7.43E-02	0.20414	0.10879
0.58201 rad/s	0.1594	0.16067	3.75E-02	0.178	0.16117	4.78E-02	3.73E-02	3.61E-02	0.1594
0.70252 rad/s	0.11818	0.13463	4.20E-02	0.16989	0.11979	8.76E-02	3.95E-02	8.96E-02	0.11818
0.82302 rad/s	0.12575	0.14473	4.38E-02	0.13532	0.12834	0.12083	4.53E-02	9.43E-02	0.12575
0.94353 rad/s	2.76E-02	1.74E-02	2.84E-02	1.85E-02	2.90E-02	5.83E-02	3.00E-02	3.51E-02	2.76E-02
1.06403 rad/s	5.38E-02	1.86E-02	1.11E-02	1.33E-02	0.05314	2.81E-02	1.14E-02	0.02522	5.38E-02
1.18453 rad/s	3.65E-02	3.69E-02	4.79E-03	3.42E-02	3.46E-02	1.59E-02	6.15E-03	1.22E-02	3.65E-02
1.30504 rad/s	3.16E-02	2.12E-02	6.44E-03	1.28E-02	3.19E-02	1.90E-02	8.16E-03	1.41E-02	3.16E-02
1.42554 rad/s	0.03116	1.87E-02	2.83E-03	1.29E-02	0.03074	7.94E-03	3.30E-03	9.90E-03	3.12E-02
1.54604 rad/s	2.69E-02	8.75E-03	1.06E-03	5.75E-03	2.67E-02	3.48E-03	8.64E-04	5.87E-03	2.69E-02
1.66655 rad/s	2.28E-02	1.95E-03	5.88E-04	2.63E-03	2.25E-02	1.26E-03	3.95E-04	3.16E-03	2.28E-02
1.78705 rad/s	1.97E-02	5.34E-03	4.77E-04	3.75E-03	1.96E-02	9.32E-04	6.53E-04	1.95E-03	1.97E-02
1.90756 rad/s	1.58E-02	5.21E-03	3.32E-04	2.72E-03	1.62E-02	2.43E-03	5.63E-04	9.36E-04	1.58E-02
2.02806 rad/s	1.42E-02	2.72E-03	3.62E-04	2.66E-03	1.43E-02	2.10E-03	4.38E-04	8.97E-04	1.42E-02
2.14856 rad/s	1.22E-02	2.05E-03	4.72E-04	3.16E-03	1.22E-02	1.97E-03	6.05E-04	1.08E-03	1.22E-02
2.26907 rad/s	1.10E-02	2.73E-03	4.29E-04	2.14E-03	1.11E-02	1.63E-03	6.21E-04	1.31E-03	1.10E-02
2.38957 rad/s	9.97E-03	1.40E-03	9.36E-05	7.95E-04	1.01E-02	2.22E-04	1.81E-04	7.08E-04	9.97E-03

RAOs (Response Amplitude Operators) Kondisi Kosong

Roll | Global RX

freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	5.96E-03	0.31481	0.4547	0.30463	6.65E-03	0.3284	0.49493	0.33133	5.96E-03
0.2205 rad/s	2.33E-02	0.30879	0.53994	0.30651	1.96E-02	0.48559	1.04092	0.56294	2.33E-02
0.34101 rad/s	0.07264	0.42629	1.89746	0.5427	7.12E-02	0.34087	1.22662	0.39296	7.26E-02
0.46151 rad/s	0.16013	0.53716	4.30784	0.44142	0.16146	0.1847	1.22063	0.13162	0.16013
0.58201 rad/s	0.22325	0.42941	6.6937	0.55139	0.23106	7.82E-02	1.17567	2.22E-02	0.22325
0.70252 rad/s	0.23234	0.99857	8.27381	1.19274	0.27168	0.34535	1.18594	0.17299	0.23234
0.82302 rad/s	0.26168	0.74557	7.78071	0.44242	0.35858	0.68881	1.14245	0.53682	0.26168
0.94353 rad/s	0.16024	0.70192	4.30048	0.71602	0.16224	0.11573	0.81378	9.40E-02	0.16024
1.06403 rad/s	0.45682	0.6519	0.69784	0.24347	0.57648	0.84807	0.8314	0.33417	0.45682
1.18453 rad/s	0.38723	0.70359	15.3529	0.74043	0.25376	0.7244	1.22552	0.59245	0.38723
1.30504 rad/s	0.08397	0.1999	5.50313	0.23322	0.15174	0.2538	0.21853	3.37E-02	8.40E-02
1.42554 rad/s	2.52E-02	0.28426	2.75774	0.32478	5.26E-02	0.19189	7.25E-02	0.12265	2.52E-02
1.54604 rad/s	1.26E-02	0.23391	1.75092	0.1782	1.76E-02	0.14239	4.13E-02	5.79E-02	1.26E-02
1.66655 rad/s	5.32E-03	0.21139	1.14516	0.15953	1.18E-02	9.38E-02	2.27E-02	5.88E-02	5.32E-03
1.78705 rad/s	8.44E-03	9.75E-02	0.75929	7.24E-02	1.23E-02	5.31E-02	1.21E-02	4.07E-02	8.44E-03
1.90756 rad/s	0.27278	1.06244	3.13253	0.9028	0.12763	0.5178	0.64288	0.13688	0.27278
2.02806 rad/s	5.12E-03	3.01E-02	0.534	2.72E-02	1.51E-03	2.00E-02	3.83E-02	0.01972	5.12E-03
2.14856 rad/s	1.14E-03	1.80E-02	0.34224	1.04E-02	6.88E-04	2.21E-03	3.98E-02	1.02E-02	0.00114
2.26907 rad/s	1.58E-03	5.25E-03	0.25464	6.65E-03	1.30E-03	7.99E-03	0.1549	3.48E-03	1.58E-03
2.38957 rad/s	4.34E-04	1.66E-02	0.18731	1.26E-02	7.37E-04	9.98E-03	1.72E-03	1.75E-03	4.34E-04

RAOs

Gerakan *Surge* dan *Roll Floating Dock* pada kondisi muatan *docking*

RAOs (Response Amplitude Operators) Kondisi muatan kapal docking

Surge | Global X

freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	8.45383	6.63695	0.50631	6.0456	8.42208	6.62948	0.48943	6.04709	8.45383
0.2205 rad/s	2.44755	2.65424	0.30044	2.70793	2.4814	2.37449	0.27006	2.2565	2.44755
0.34101 rad/s	0.52716	1.4757	0.16399	1.51497	0.58026	0.74242	0.14566	0.85386	0.52716
0.46151 rad/s	0.12804	0.53764	6.45E-02	0.49847	9.15E-02	0.1022	6.41E-02	0.16269	0.12804
0.58201 rad/s	0.15591	0.13392	3.39E-02	0.16499	0.15518	5.62E-02	3.36E-02	4.70E-02	0.15591
0.70252 rad/s	0.10972	0.13185	4.23E-02	0.16416	0.11236	9.24E-02	3.92E-02	9.09E-02	0.10972
0.82302 rad/s	0.11793	0.13139	3.71E-02	0.11635	0.11158	0.12141	4.65E-02	0.10794	0.11793
0.94353 rad/s	3.83E-02	4.12E-02	1.40E-02	2.79E-02	2.95E-02	2.95E-02	1.67E-02	1.24E-02	0.03834
1.06403 rad/s	0.03806	2.50E-02	7.02E-03	0.01488	3.76E-02	3.00E-02	0.01502	2.75E-02	3.81E-02
1.18453 rad/s	3.74E-02	2.48E-02	5.19E-03	2.53E-02	3.64E-02	1.25E-02	6.16E-03	1.26E-02	3.74E-02
1.30504 rad/s	2.62E-02	1.81E-02	4.33E-03	1.23E-02	2.66E-02	1.40E-02	5.61E-03	1.08E-02	2.62E-02
1.42554 rad/s	2.21E-02	0.01842	2.52E-03	1.25E-02	2.30E-02	7.54E-03	3.10E-03	8.15E-03	2.21E-02
1.54604 rad/s	1.99E-02	7.55E-03	9.10E-04	3.60E-03	1.99E-02	2.90E-03	7.26E-04	5.18E-03	1.99E-02
1.66655 rad/s	1.66E-02	3.22E-03	4.60E-04	2.92E-03	0.01631	8.78E-04	3.13E-04	2.56E-03	1.66E-02
1.78705 rad/s	1.41E-02	3.88E-03	2.94E-04	2.39E-03	1.44E-02	8.06E-04	4.71E-04	1.52E-03	1.41E-02
1.90756 rad/s	1.21E-02	4.41E-03	4.21E-04	1.91E-03	1.19E-02	2.02E-03	5.38E-04	6.34E-04	1.21E-02
2.02806 rad/s	9.08E-03	5.43E-04	3.37E-04	1.09E-03	9.48E-03	1.60E-03	3.94E-04	6.01E-04	9.08E-03
2.14856 rad/s	7.91E-03	1.75E-03	4.50E-04	1.52E-03	8.28E-03	1.92E-03	5.96E-04	1.32E-03	7.91E-03
2.26907 rad/s	7.38E-03	1.87E-03	2.61E-04	1.14E-03	7.37E-03	9.01E-04	4.76E-04	7.19E-04	7.38E-03
2.38957 rad/s	6.55E-03	1.20E-03	9.20E-05	5.05E-04	6.46E-03	1.46E-04	1.03E-04	5.60E-04	6.55E-03

RAOs (Response Amplitude Operators) Kondisi muatan kapal docking

Roll | Global RX

freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	5.65E-03	0.32115	0.46521	0.31073	6.57E-03	0.33518	0.50612	0.33824	5.65E-03
0.2205 rad/s	2.01E-02	0.31038	0.55918	0.31039	1.68E-02	0.49473	1.07198	0.57627	2.01E-02
0.34101 rad/s	6.72E-02	0.44666	2.005	0.56766	6.75E-02	0.33553	1.28088	0.39927	0.06722
0.46151 rad/s	0.17846	0.54501	4.66186	0.44515	0.17425	0.16477	1.30333	0.11601	0.17846
0.58201 rad/s	0.29323	0.49348	7.7044	0.63927	0.27126	0.14382	1.36609	4.59E-02	0.29323
0.70252 rad/s	0.378	1.10209	10.6904	1.51464	0.38874	0.64688	1.6748	0.37765	0.378
0.82302 rad/s	0.14547	1.45603	9.74877	0.84847	0.3178	0.81215	1.63678	0.55779	0.14547
0.94353 rad/s	0.45503	0.51813	3.39702	0.71942	0.50473	0.53603	1.46009	0.25664	0.45503
1.06403 rad/s	0.72055	1.22404	13.3089	1.0083	1.22322	1.85691	2.74955	0.71925	0.72055
1.18453 rad/s	0.12227	0.33458	3.51527	0.20669	0.13679	0.25999	0.2407	0.18629	0.12227
1.30504 rad/s	3.65E-02	7.06E-02	1.90121	0.13321	3.55E-02	0.11982	6.92E-02	4.20E-02	3.65E-02
1.42554 rad/s	1.55E-02	9.94E-02	1.04173	0.13172	2.04E-02	0.11804	2.63E-02	8.05E-02	1.55E-02
1.54604 rad/s	1.37E-02	0.12419	0.66133	0.10251	1.26E-02	9.28E-02	0.01989	0.04418	1.37E-02
1.66655 rad/s	7.43E-03	0.10628	0.40956	7.26E-02	5.68E-03	6.08E-02	1.64E-02	4.17E-02	7.43E-03
1.78705 rad/s	4.61E-03	5.13E-02	0.23831	3.52E-02	8.17E-03	3.72E-02	8.73E-03	3.02E-02	4.61E-03
1.90756 rad/s	1.01E-02	2.92E-02	0.23578	3.33E-02	2.27E-03	2.77E-02	0.01824	1.88E-02	1.01E-02
2.02806 rad/s	1.94E-03	9.09E-03	0.12563	1.03E-02	1.98E-04	7.68E-03	9.20E-03	9.96E-03	1.94E-03
2.14856 rad/s	3.68E-04	1.01E-02	0.12751	5.62E-03	3.95E-04	5.13E-03	2.24E-02	4.70E-03	3.67E-04
2.26907 rad/s	9.40E-04	3.03E-03	3.85E-02	8.03E-03	5.24E-04	5.11E-03	9.84E-02	1.19E-03	9.40E-04
2.38957 rad/s	2.53E-04	5.28E-03	3.56E-02	2.95E-03	5.25E-04	5.03E-03	8.64E-03	1.31E-03	2.53E-04

RAOs

Gerakan *Surge* dan *Roll Floating Dock* pada kondisi *Ballast*

RAOs (Response Amplitude Operators) kondisi muatan ballast

Surge | Global X

freq\direct	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	5.63534	5.00184	0.6537	4.21092	5.5714	5.17543	0.63189	4.44015	5.63534
0.2205 rad/s	2.47811	2.76695	0.33706	2.80531	2.50719	2.46165	0.28143	2.33532	2.47811
0.34101 rad/s	0.49622	1.69098	0.13639	1.65936	0.47186	0.77758	0.1572	0.94165	0.49622
0.46151 rad/s	0.55379	3.66E-02	9.47E-02	0.097	0.57251	0.20357	0.10027	4.86E-02	0.55379
0.58201 rad/s	0.21554	9.39E-02	3.61E-02	5.21E-02	0.20911	9.77E-02	3.45E-02	3.25E-02	0.21554
0.70252 rad/s	0.14198	0.13379	5.46E-02	9.12E-02	0.14146	0.14353	6.17E-02	0.15055	0.14198
0.82302 rad/s	0.11226	0.0763	1.76E-02	0.10095	0.12793	4.54E-02	0.02275	3.98E-02	0.11226
0.94353 rad/s	7.39E-02	2.27E-02	1.77E-02	0.01825	5.46E-02	0.03879	2.27E-02	2.65E-02	7.39E-02
1.06403 rad/s	1.37E-02	8.42E-04	4.08E-03	5.46E-03	1.29E-02	7.86E-03	3.00E-03	7.66E-03	0.01367
1.18453 rad/s	3.60E-02	1.79E-02	8.07E-03	1.70E-02	3.62E-02	1.57E-02	8.98E-03	1.43E-02	3.60E-02
1.30504 rad/s	1.58E-02	4.91E-03	2.95E-03	1.85E-03	1.59E-02	5.44E-03	3.55E-03	3.67E-03	1.58E-02
1.42554 rad/s	3.36E-03	4.11E-03	1.40E-03	4.11E-03	4.02E-03	8.77E-04	1.57E-03	2.34E-03	3.36E-03
1.54604 rad/s	5.89E-03	9.35E-04	3.35E-03	5.43E-03	5.97E-03	6.07E-03	4.20E-03	3.54E-03	5.89E-03
1.66655 rad/s	4.96E-03	8.15E-04	9.90E-04	3.11E-03	5.03E-03	3.53E-03	1.12E-03	1.09E-03	4.96E-03
1.78705 rad/s	2.33E-03	4.88E-03	6.18E-04	3.81E-03	2.67E-03	3.14E-03	5.35E-04	1.96E-03	2.33E-03
1.90756 rad/s	1.14E-03	8.50E-04	6.42E-04	6.07E-04	1.39E-03	6.96E-04	8.43E-04	1.17E-03	1.14E-03
2.02806 rad/s	8.87E-04	1.65E-03	6.80E-04	9.36E-04	7.90E-04	3.40E-04	6.80E-04	7.98E-04	8.87E-04
2.14856 rad/s	5.51E-04	6.61E-04	5.91E-04	9.07E-04	5.64E-04	7.84E-04	6.30E-04	1.17E-03	5.51E-04
2.26907 rad/s	7.86E-04	1.54E-03	1.71E-04	1.09E-03	8.05E-04	6.87E-04	2.03E-04	4.12E-04	7.86E-04
2.38957 rad/s	1.26E-03	9.66E-04	1.72E-04	1.09E-03	1.28E-03	8.36E-04	1.90E-04	2.74E-04	1.26E-03

RAOs (Response Amplitude Operators) kondisi muatan ballast

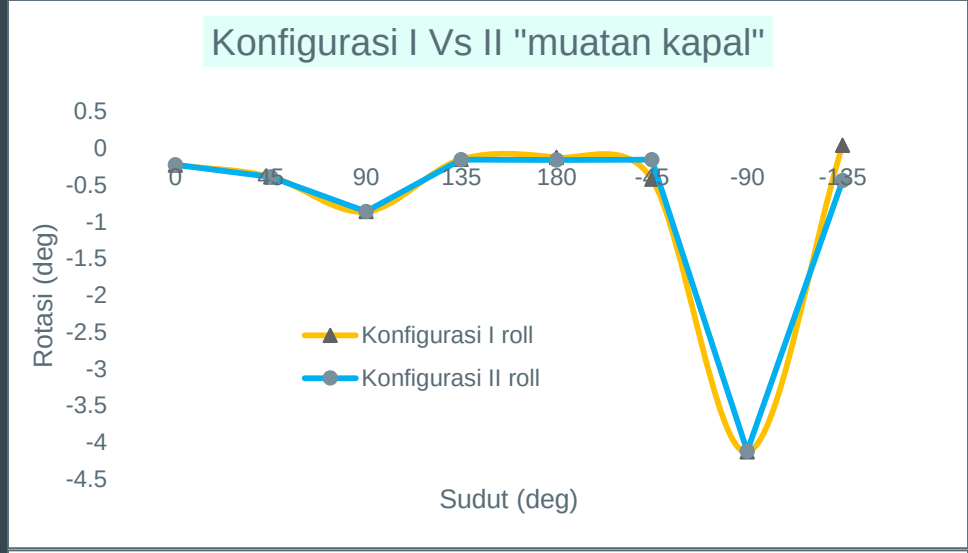
Roll | Global RX

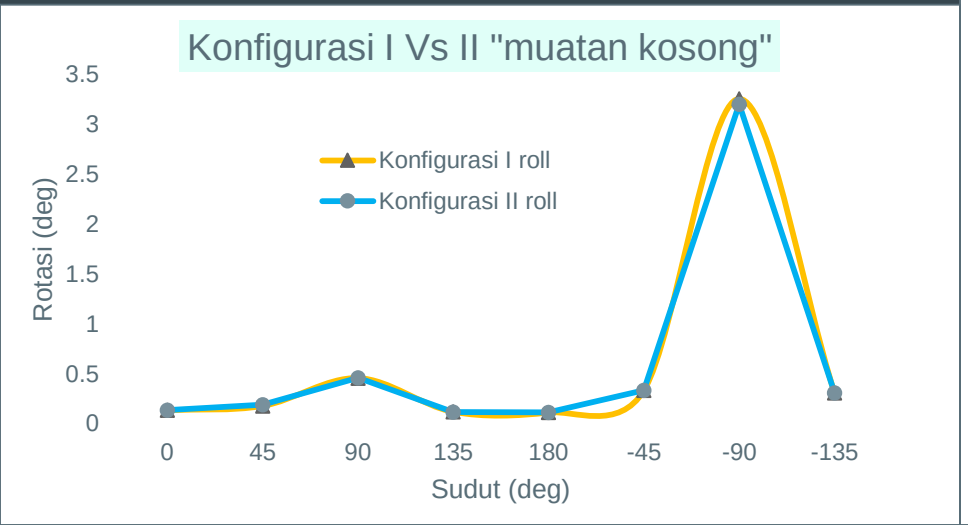
freq\rotat	-180°	-135°	-90°	-45°	0.0°	45°	90°	135°	180°
0.1 rad/s	4.94E-02	2.76304	3.77824	2.76215	0.13165	2.68767	3.86969	2.76073	4.94E-02
0.2205 rad/s	0.01086	0.15779	0.14094	0.14103	1.04E-02	0.20352	0.22975	0.20833	1.09E-02
0.34101 rad/s	9.40E-03	0.06396	0.12727	4.14E-02	1.34E-02	0.10725	2.66E-02	9.53E-02	9.39E-03
0.46151 rad/s	4.76E-02	0.15742	0.28972	0.17038	5.70E-02	5.12E-02	0.10384	6.05E-02	4.76E-02
0.58201 rad/s	0.16613	0.08422	0.61583	3.67E-02	0.24794	0.38124	0.61229	0.32241	0.16613
0.70252 rad/s	0.18377	0.29096	0.6414	0.20117	0.22213	0.12376	0.41721	0.19624	0.18377
0.82302 rad/s	1.82E-02	0.09884	0.76979	0.11435	1.81E-02	2.45E-02	0.148	4.52E-02	1.82E-02
0.94353 rad/s	4.50E-02	4.82E-02	0.72418	7.12E-02	7.93E-02	9.52E-02	0.14903	7.70E-02	4.50E-02
1.06403 rad/s	5.52E-02	0.46488	1.03762	0.4167	2.40E-02	0.17967	0.14967	2.67E-02	5.52E-02
1.18453 rad/s	9.12E-03	0.13105	0.47872	0.15012	2.93E-02	7.20E-02	4.23E-02	6.24E-02	9.12E-03
1.30504 rad/s	3.98E-03	7.68E-03	0.19411	1.05E-02	3.03E-03	6.57E-03	1.91E-03	5.01E-03	3.98E-03
1.42554 rad/s	1.22E-03	1.10E-02	6.75E-02	1.24E-02	1.18E-03	5.71E-03	2.69E-03	3.18E-03	1.22E-03
1.54604 rad/s	2.39E-03	0.01309	1.73E-02	1.06E-02	2.28E-03	1.21E-02	2.48E-03	5.11E-03	2.39E-03
1.66655 rad/s	1.13E-03	1.49E-02	6.57E-03	1.05E-02	1.10E-03	9.92E-03	2.07E-03	5.64E-03	1.13E-03
1.78705 rad/s	1.80E-04	6.78E-03	7.66E-03	6.98E-03	2.77E-04	5.54E-03	1.88E-03	4.23E-03	1.80E-04
1.90756 rad/s	1.14E-03	3.88E-03	8.62E-02	4.51E-03	1.50E-03	3.14E-03	4.85E-03	2.75E-03	1.14E-03
2.02806 rad/s	1.12E-04	5.57E-04	0.02407	5.80E-04	9.74E-05	7.53E-05	1.32E-03	1.69E-04	1.12E-04
2.14856 rad/s	1.14E-04	1.83E-03	1.74E-02	1.06E-03	1.57E-04	7.94E-04	2.40E-03	4.48E-04	1.14E-04
2.26907 rad/s	1.98E-04	4.96E-04	1.37E-02	1.46E-03	1.63E-04	1.20E-03	1.78E-02	1.64E-04	1.98E-04
2.38957 rad/s	7.90E-05	9.95E-04	6.91E-03	8.81E-04	3.04E-05	4.88E-04	1.92E-03	5.10E-04	7.90E-05

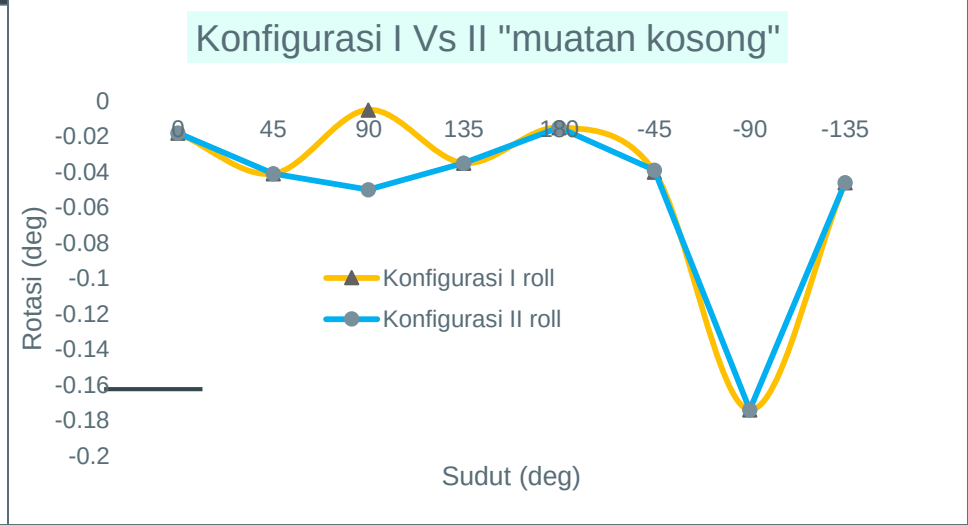
Gerakan Dok Apung

(perpindahan & rotasi)

“Konfigurasi I Vs Konfigurasi II”







Kriteria motion DNV GL

Berdasarkan kriteria Rolling maksimum yang diberikan oleh DNV GL, kondisi FD kosong dan muat kapal tidak memenuhi

Nature of Transportation	Case	LOA (m)	B[1] (m)	L/B[1]	Block Coeff	Full cycle period (secs)	Single amplitude		Heave
							Roll	Pitch	
Unrestricted	1	> 140	and > 30	n/a	< 0.9	10	20°	10°	0.2 g
	2	> 76	and > 23	n/a	any	10	20°	12.5°	0.2 g
	3	≤ 76	or ≤ 23	≥ 2.5	< 0.9	10	30°	15°	0.2 g
	4				≥ 0.9		25°		
	5	≤ 76	or ≤ 23	< 2.5	< 0.9	10	30°	30°	0.2 g
	6				≥ 0.9		25°	25°	
Weather restricted operations in non-benign areas for a duration <24 hours (see Section 7.9.2 d. For L/B < 1.4 use unrestricted case.	7	any		≥ 2.5	any	10	10°	5°	0.1 g
	8	any		< 2.5, ≥ 1.4	any	10	10°	10°	0.1 g
Weather restricted operations in benign areas (see Section 7.9.2.e). For L/B < 1.4 use unrestricted case.	9	any		≥ 2.5	any	10	5°	2.5°	0.1 g
	10	any		< 2.5, ≥ 1.4	any	10	5°	5°	0.1 g
Inland and sheltered water transportations (see Section 7.9.2.f). For L/B < 1.4 use unrestricted case.	11	any		≥ 1.4	any	Static	Equivalent to 0.1 g in both directions		0.0
Independent leg jack-ups, ocean tow on own hull.	12	n/a	> 23	< 1.4	n/a	10	20°	20°	0.0
Independent leg jack-ups, 24-hour or location move.	13	n/a	> 23	< 1.4	n/a	10	10°	10°	0.0
Mat-type jack-ups, ocean tow on own hull.	14	n/a	> 23	< 1.4	n/a	13	16°	16°	0.0
Mat-type jack-ups, 24-hour or location move.	15	n/a	> 23	< 1.4	n/a	13	8°	8°	0.0

Kondisi	Roll (Max)	Kriteria
Kosong	3,257°	OK
Muat Kapal	4,129°	OK
Balas	0,174°	OK

Gerakan Dok Apung
(Akselerasi)

Akselerasi gerakan dok apung dapat digunakan sebagai tolok ukur tingkat kenyamanan kapal (Santoso, 2015)

KONFIGURASI I dan KONFIGURASI II			
MAKSIMUM AKSELERASI GERAKAN MUATAN KOSONG DAN MUATAN KAPAL			
Vertikal (m/s^2)	ISO 2631	Kondisi eksternal:	Konfigurasi:
0.308	*not uncomfortable*	kosong (-90^0)	Konfigurasi I

Bank Effect (2)

Terjadi perubahan nilai pada tiap-tiap kerapatan

	RAO MAXIMUM	
	Global X	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.016	-0.021
5 m	0.025	-0.032
2.5 m	0.034	-0.03

	RAO MAXIMUM	
	Global RX	
kerapatan	max	min
9,5 m	3.257	-3.16
5 m	3.215	-3.406
2.5 m	3.5	-3.491

	ACC MAXIMUM	
	Global X	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.012	-0.008
5 m	0.017	-0.013
2.5 m	0.014	-0.016

	ACC MAXIMUM	
	Global RX	
kerapatan	max	min
9,5 m	2.29	-2.407
5 m	2.169	-2.451
2.5 m	2.407	-2.486

	RAO MAXIMUM	
	Global Y	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.76	-0.768
5 m	0.762	-0.808
2.5 m	0.732	-0.778

	RAO MAXIMUM	
	Global RY	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.068	-0.063
5 m	0.088	-0.109
2.5 m	0.168	-0.169

	ACC MAXIMUM	
	Global Y	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.338	-0.363
5 m	0.384	-0.38
2.5 m	0.384	-0.369

	ACC MAXIMUM	
	Global RY	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.042	-0.044
5 m	0.075	-0.06
2.5 m	0.109	-0.115

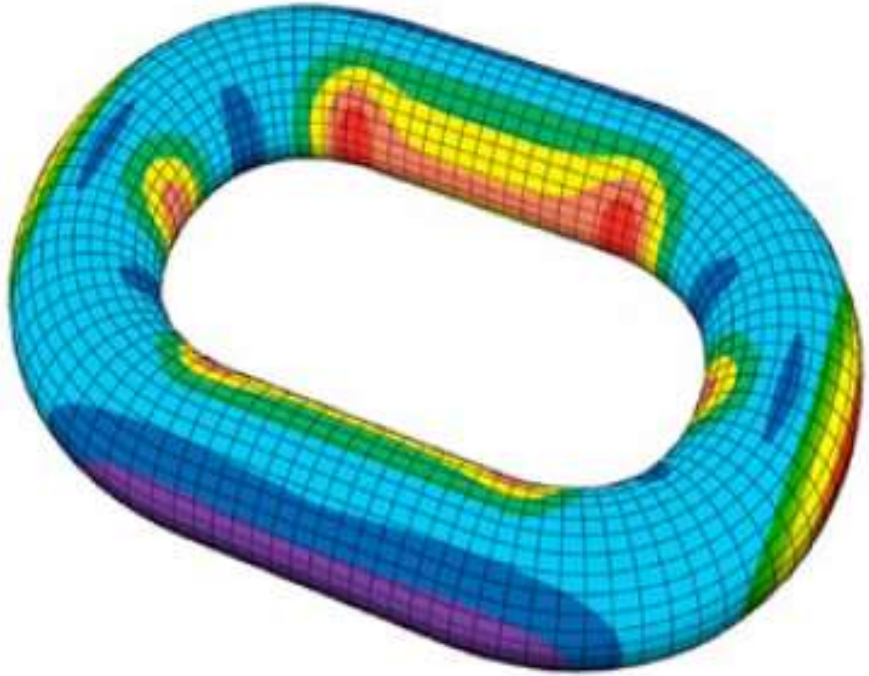
	RAO MAXIMUM	
	Global Z	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.308	-0.275
5 m	0.424	-0.363
2.5 m	0.256	-0.245

	RAO MAXIMUM	
	Global RZ	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.031	-0.035
5 m	0.088	-0.109
2.5 m	0.026	-0.024

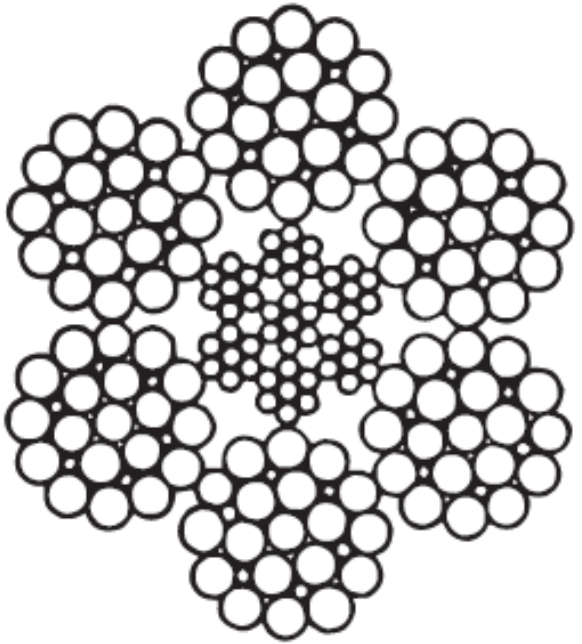
	ACC MAXIMUM	
	Global Z	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.246	-0.243
5 m	0.337	-0.35
2.5 m	0.177	-0.183

	ACC MAXIMUM	
	Global RZ	
kerapatan	max	min
9,5 m	0.02	-0.02
5 m	0.016	-0.017
2.5 m	0.012	-0.012

MOORING



Instalasi sitem penambatan menggunakan 2 komponen: rantai dan *wire rope.*



MOORING TENSION KRITERIA

Konfigurasi:	Kondisi:	Jenis:	Tegangan (N):	Kriteria (API):
Konfigurasi I	Muatan Kosong	Rantai	794128.1	✓
		Wire rope	1415262	x
	Muatan Kapal	Rantai	1603832	✓
		Wire Rope	1419582	x
Konfigurasi II	Muatan Kosong	Rantai	1172172	✓
		Wire Rope	1415234	x
	Muatan Kapal	Rantai	1349754	✓
		Wire Rope	1419580	X

Safety Factor pada tension maksimal yang terjadi pada tali penambatan dok apung mengacu pada API RP 2SK *2nd editon,* sebesar 1, 67 dengan persamaan

$$\textit{Safety Factor} = \frac{\textit{Minimum Breaking Load}}{\textit{Maximum Tension}}$$

Terindikasi bahwa pada penambatan kondisi *ballast* (9m) kurang aman atau tidak memenuhi kriteria.

Validasi Hasil :

- **Validasi Wamit :**

  - membandingkan hasil perhitungan Ansys Aqwa dengan hasil perhitungan melalui *software* WAMIT

- **Balok Timoshenko**

VALIDASI WAMIT

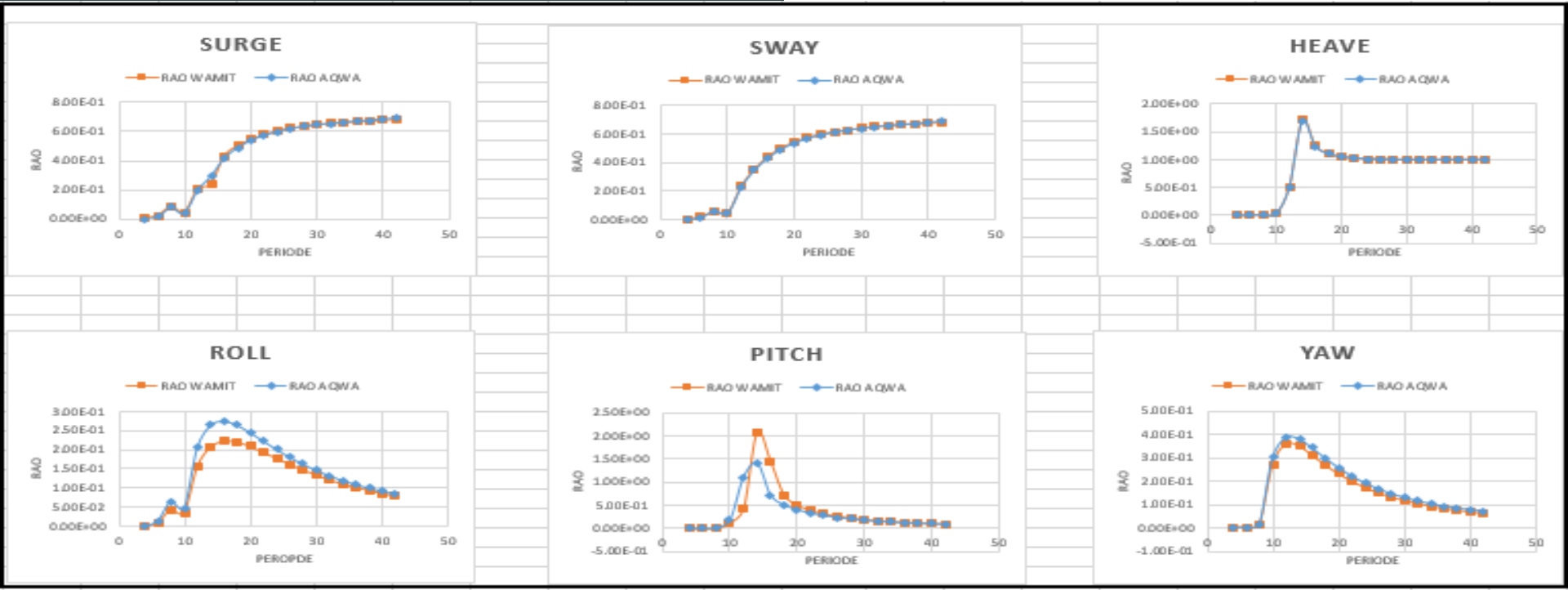
Perbandingan hasil dari pembuatan model berupa balok pada *software* WAMIT dengan Ansys Aqwa

WAMIT						
Periode	Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
4	1.90E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.09E-04	0.00E+00	3.37E-03
6	2.20E-02	1.73E-02	0.00E+00	9.59E-03	0.00E+00	3.37E-03
8	8.31E-02	5.90E-02	1.08E-02	4.44E-02	0.00E+00	1.41E-02
10	4.40E-02	4.71E-02	2.70E-02	3.49E-02	1.16E-01	2.72E-01
12	2.04E-01	2.32E-01	5.00E-01	1.56E-01	4.18E-01	3.61E-01
14	2.38E-01	3.52E-01	1.71E+00	2.07E-01	2.06E+00	3.51E-01
16	4.33E-01	4.39E-01	1.25E+00	2.22E-01	1.44E+00	3.12E-01
18	5.01E-01	5.00E-01	1.11E+00	2.21E-01	7.17E-01	2.69E-01
20	5.45E-01	5.42E-01	1.05E+00	2.09E-01	5.01E-01	2.32E-01
22	5.78E-01	5.72E-01	1.03E+00	1.93E-01	3.81E-01	2.00E-01
24	6.06E-01	5.95E-01	1.01E+00	1.79E-01	3.09E-01	1.73E-01
26	6.24E-01	6.12E-01	1.01E+00	1.62E-01	2.66E-01	1.50E-01
28	6.40E-01	6.26E-01	1.00E+00	1.48E-01	2.22E-01	1.32E-01
30	6.52E-01	6.39E-01	1.00E+00	1.35E-01	1.92E-01	1.16E-01
32	6.58E-01	6.49E-01	1.00E+00	1.22E-01	1.64E-01	1.04E-01
34	6.65E-01	6.55E-01	1.00E+00	1.11E-01	1.48E-01	9.18E-02
36	6.70E-01	6.63E-01	1.00E+00	1.02E-01	1.31E-01	8.33E-02
38	6.76E-01	6.67E-01	1.00E+00	9.42E-02	1.16E-01	7.52E-02
40	6.79E-01	6.72E-01	1.00E+00	8.67E-02	1.06E-01	6.77E-02
42	6.86E-01	6.76E-01	1.00E+00	7.94E-02	9.46E-02	6.23E-02
MAX =	6.86E-01	6.76E-01	1.71E+00	2.22E-01	2.06E+00	3.61E-01

AQWA						
Periode	Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
42	6.91E-01	6.85E-01	1.00E+00	8.50E-02	9.30E-02	7.16E-02
40	6.83E-01	6.76E-01	1.00E+00	9.21E-02	1.02E-01	7.76E-02
38	6.76E-01	6.69E-01	1.00E+00	1.00E-01	1.12E-01	8.47E-02
36	6.69E-01	6.61E-01	1.00E+00	1.10E-01	1.24E-01	9.33E-02
34	6.62E-01	6.53E-01	1.00E+00	1.20E-01	1.39E-01	1.03E-01
32	6.54E-01	6.45E-01	1.00E+00	1.33E-01	1.56E-01	1.16E-01
30	6.45E-01	6.36E-01	1.00E+00	1.47E-01	1.77E-01	1.30E-01
28	6.33E-01	6.24E-01	1.00E+00	1.63E-01	2.03E-01	1.47E-01
26	6.19E-01	6.09E-01	1.01E+00	1.82E-01	2.35E-01	1.68E-01
24	5.99E-01	5.91E-01	1.01E+00	2.02E-01	2.75E-01	1.93E-01
22	5.73E-01	5.66E-01	1.03E+00	2.24E-01	3.27E-01	2.23E-01
20	5.38E-01	5.33E-01	1.05E+00	2.46E-01	3.99E-01	2.58E-01
18	4.87E-01	4.89E-01	1.10E+00	2.65E-01	5.06E-01	3.00E-01
16	4.16E-01	4.28E-01	1.24E+00	2.76E-01	7.10E-01	3.44E-01
14	2.94E-01	3.44E-01	1.68E+00	2.64E-01	1.40E+00	3.82E-01
12	1.99E-01	2.25E-01	5.01E-01	2.06E-01	1.10E+00	3.89E-01
10	4.29E-02	4.44E-02	2.66E-02	4.73E-02	1.92E-01	3.01E-01
8	8.00E-02	5.68E-02	9.28E-03	6.49E-02	1.25E-02	1.44E-02
6	1.85E-02	1.59E-02	4.30E-04	1.46E-02	1.81E-03	1.72E-03
4	4.75E-04	9.11E-04	2.46E-05	1.61E-04	2.88E-05	2.11E-03
MAX =	6.91E-01	6.85E-01	1.68E+00	2.76E-01	1.40E+00	3.89E-01

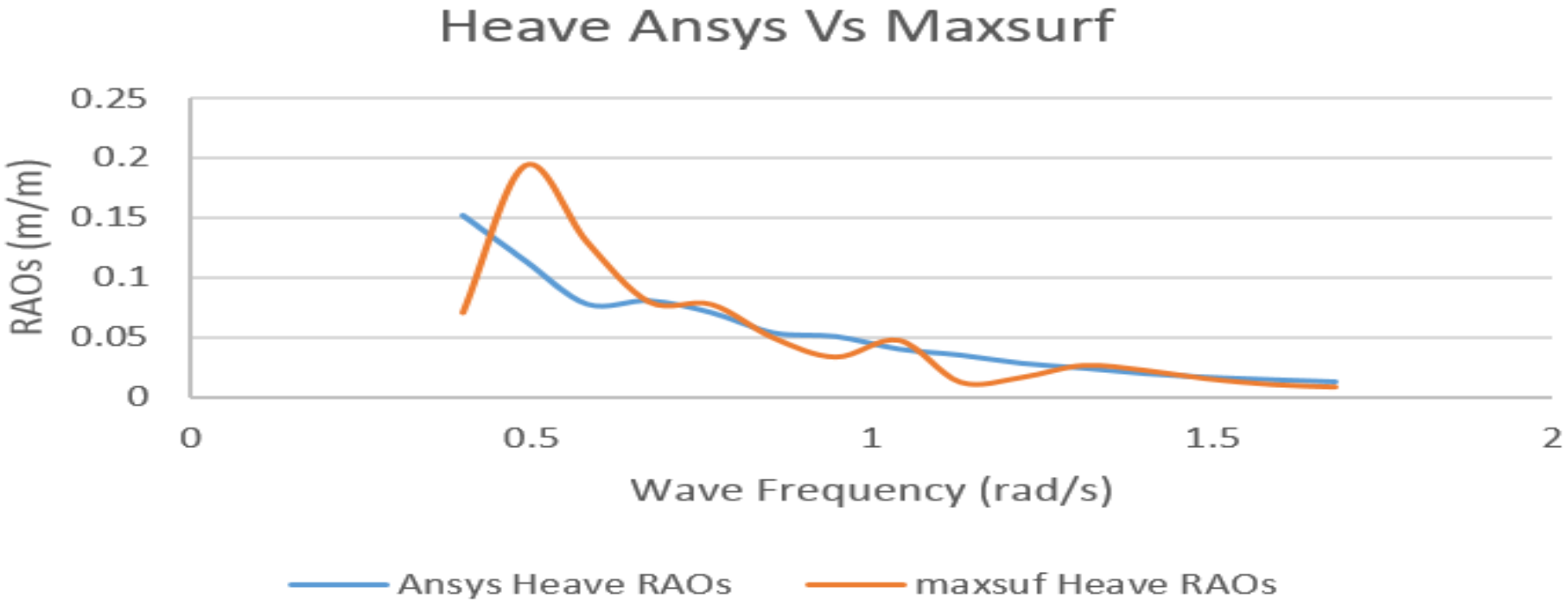
VALIDASI WAMIT

Presentase perbedaan terbesar ada pada gerakan rolling dengan presentase 4,13%



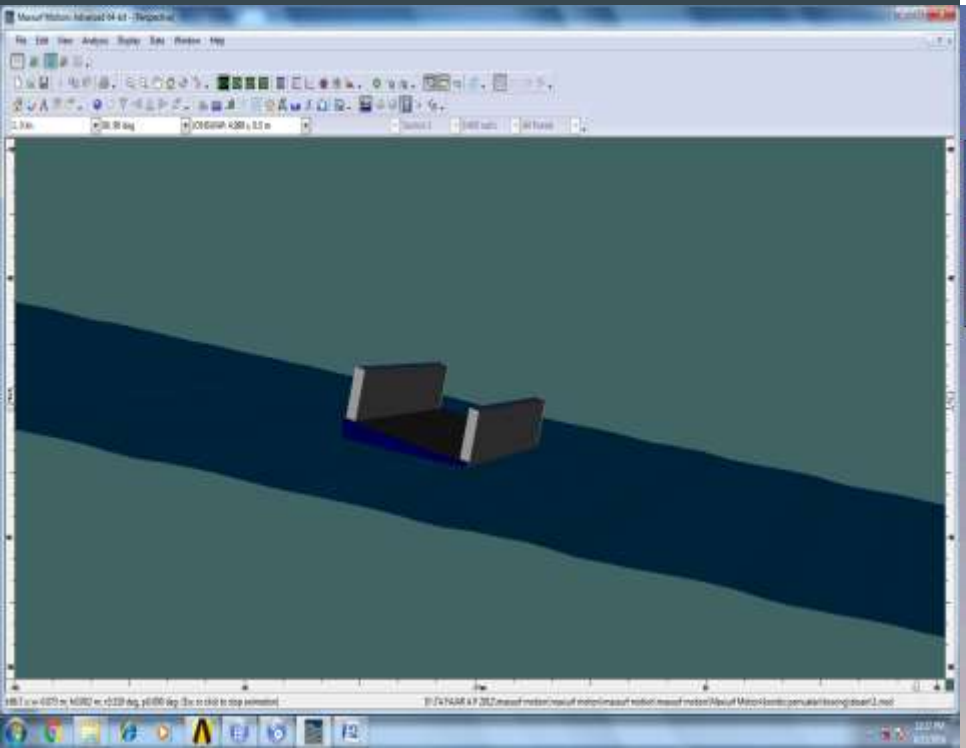
VALIDASI MAXSURF MOTION

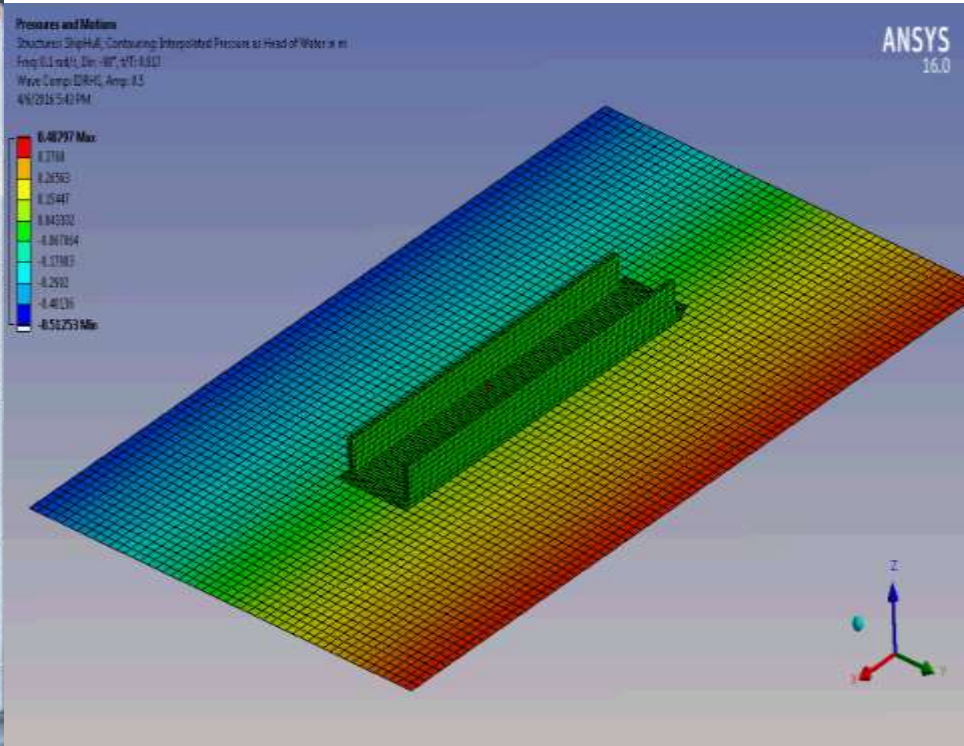
Derajat kebebasan pada maxsurf motion ada pada gerakan *sea keeping*

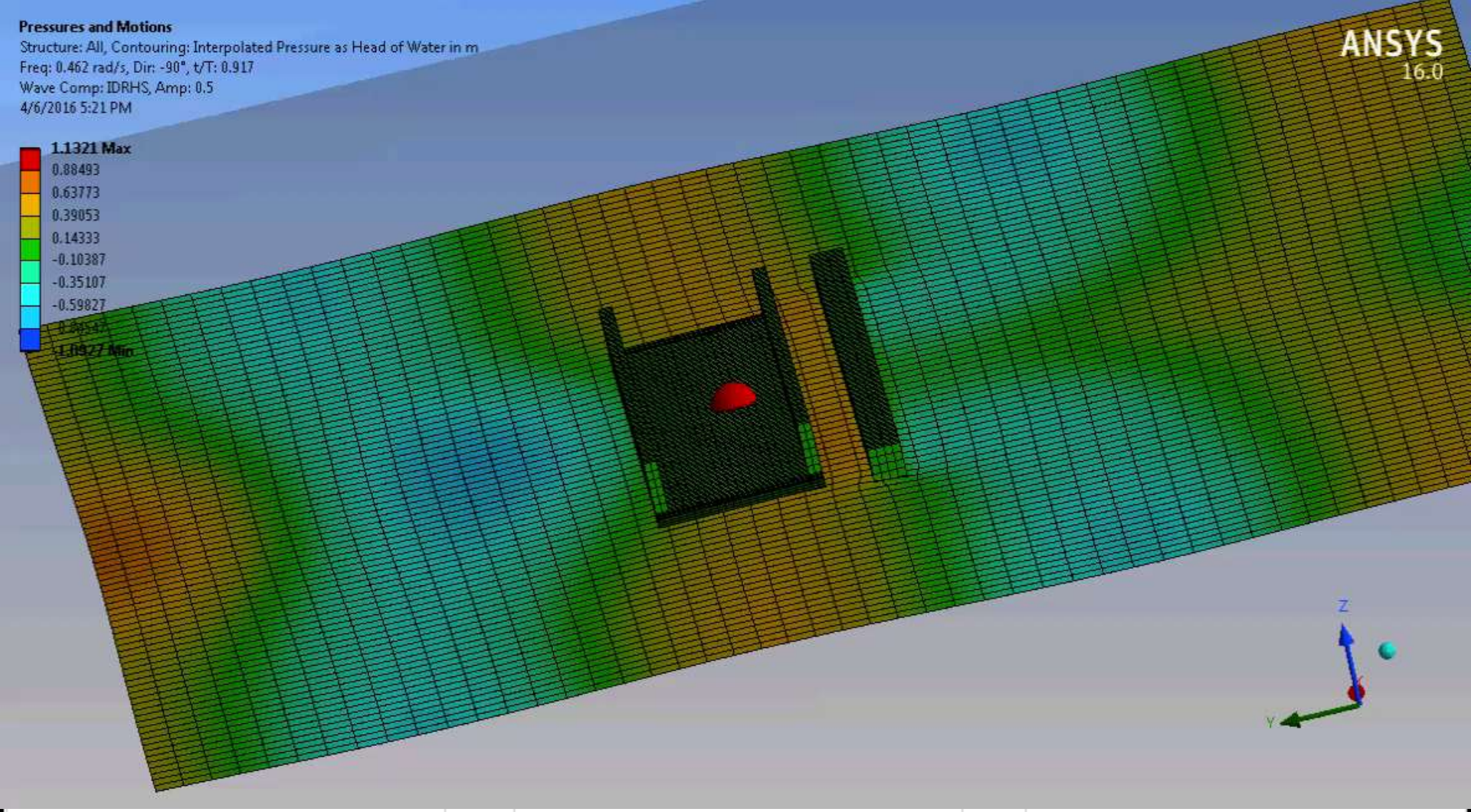


VALIDASI MAXSURF MOTION

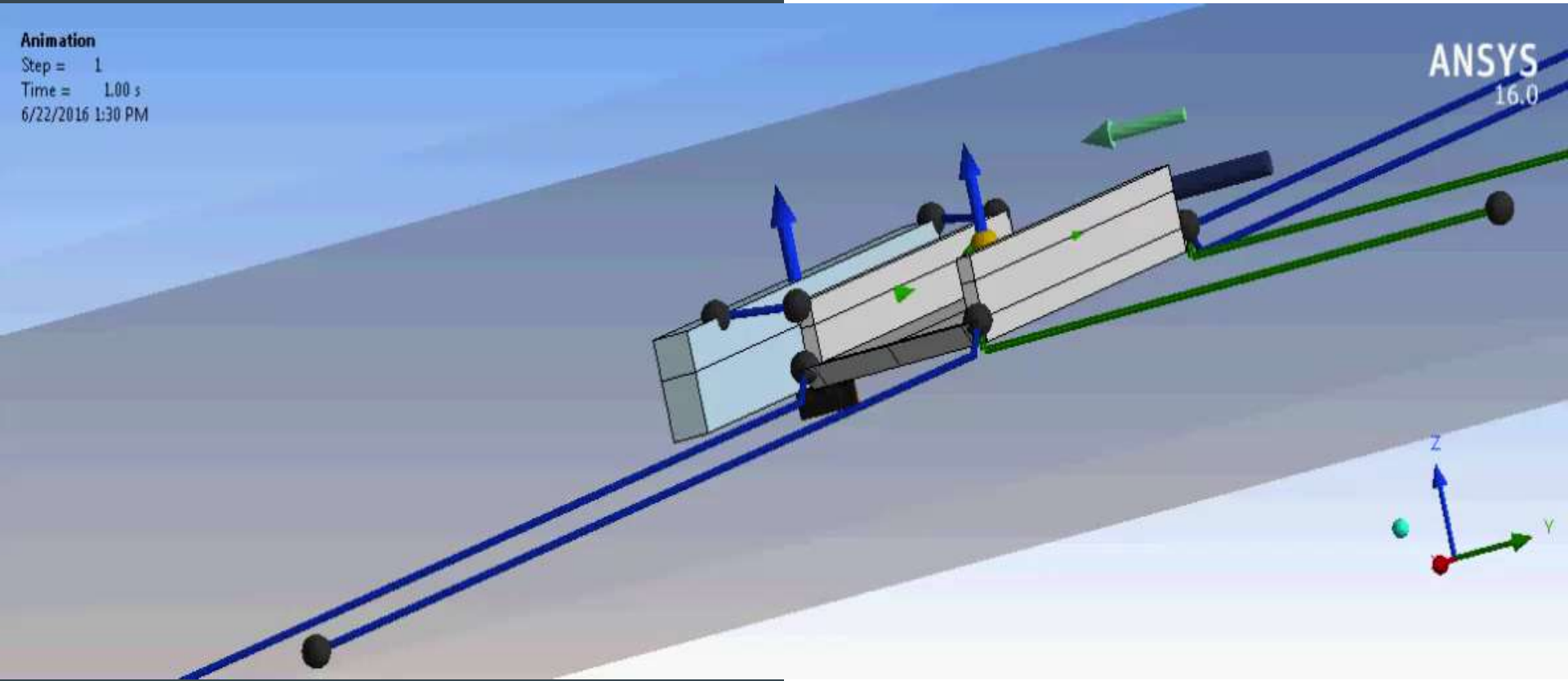
Animasi "*maxsurf motion vs ansys aqwa*"






Pressures and Motions
Structure: All, Contouring: Interpolated Pressure as Head of Water in m
Freq: 0.462 rad/s, Dir: -90°, t/T: 0.917
Wave Comp: IDRHS, Amp: 0.5
4/6/2016 5:21 PM
1.1321 Max
0.88493
0.63773
0.39053
0.14333
-0.10387
-0.35107
-0.59827
-1.0927 Min
ANSYS
16.0
Z
Y

Fenomena *bank and squat effects*



Kesimpulan

Dalam pengerjaan tugas akhir dapat dihasilkan beberapa kesimpulan yang menjawab tujuan permasalahan

1. Gerakan yang terjadi baik berupa perpindahan, rotasi maupun akselerasi didominasi oleh gaya eksternal kolinier -90^0
2. Tegangan (*tension*) paling tinggi dialami rantai oleh dok apung saat gaya eksternal dengan arah kolinier -90^0
3. Konfigurasi penambatan II lebih efektif dibandingkan konfigurasi penambatan I, ditinjau dari gerakan maupun tegangan pada tali tambat model dok apung
4. Terdapat suatu efek (*Bank effect*) pada dok apung akibat interaksi dengan dermaga, dan juga pada kondisi muatan balas penuh terdapat suatu efek (*squat effect*) yang menyebabkan gerakan kapal mengalami perubahan
5. Penggunaan tali penambatan *wire rope* dibutuhkan spesifikasi yang lebih tinggi dibanding dengan perencanaa sebelumnya, sebab dalam kondisi ekstrim nilai ketahanan tali tidak sesuai dengan kriteria API

TERIMA KASIH