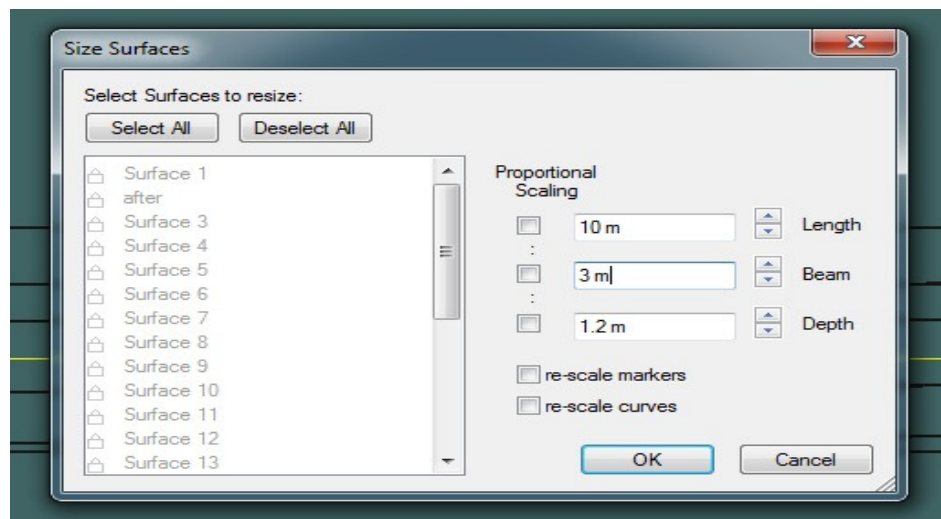


BAB V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Principle Dimension Fiber Boat

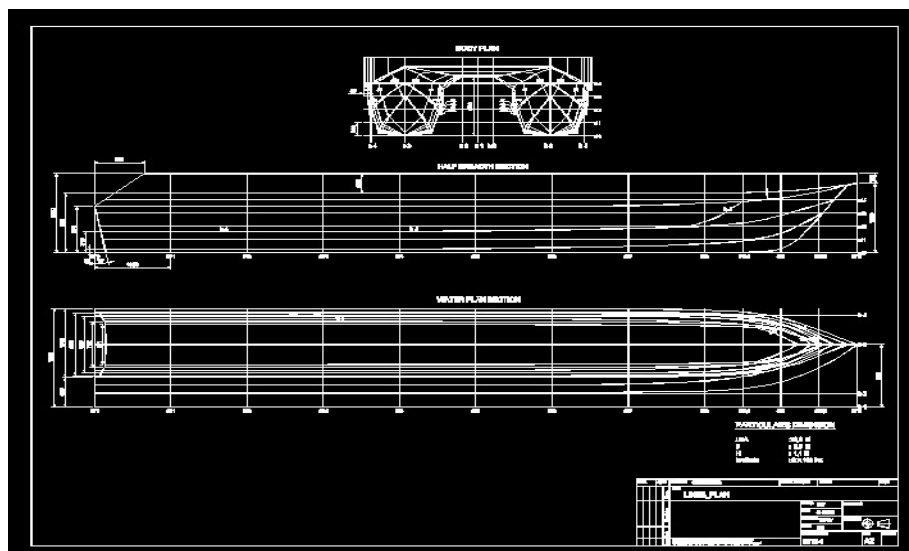
Data *principle dimension* diatas diperlukan untuk proses Pemodelan kapal dalam *software Rhinoceros* dan *Maxsurf* seperti gambar 5.1.1 dibawah :



Gambar 5.1.1 *Input Principle Dimension* pada *Software Maxsurf*

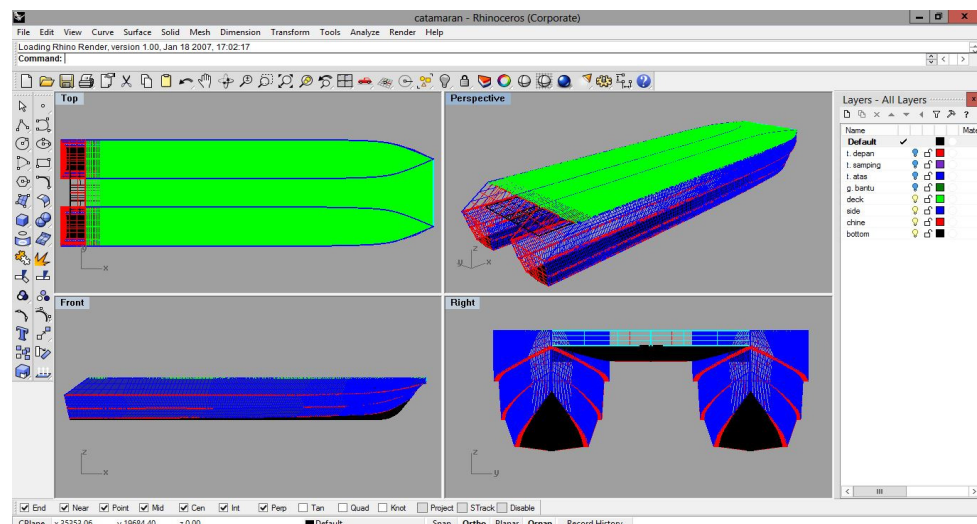
5.2 Pemodelan Kapal

Setelah data – data yang dibutuhkan terpenuhi, langkah pertama adalah *import file Lines Plan* ke dalam *software Rhinoceros* seperti gambar 5.2.1.



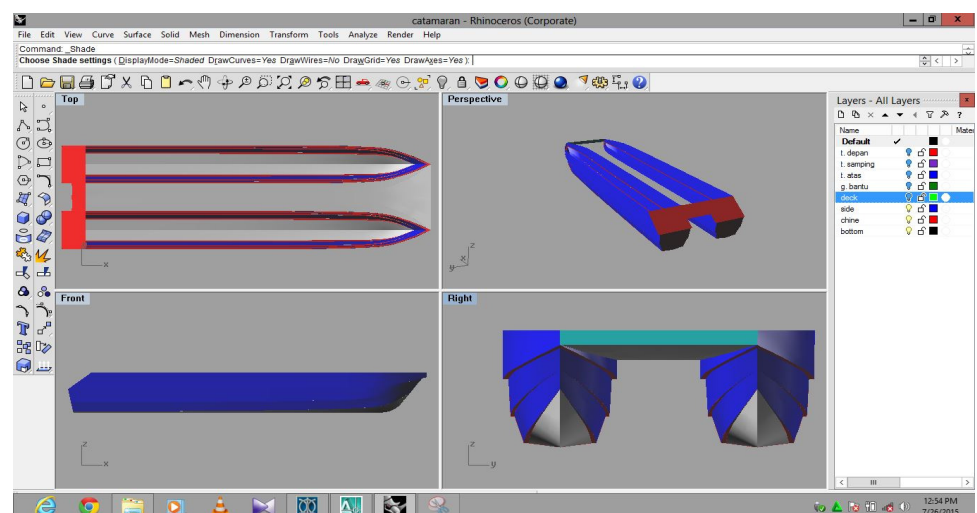
Gambar 5.2.1 *Lines Plan* di *Software Autocad*

File gambar *Lines Plan Autocad* masih berupa (.dwg) tidak dapat di *import* langsung kedalam *software Maxsurf*, untuk mengatasi hal tersebut file dibuka pada *software Rhinoceros* untuk proses pembuatan 3D Desain (skala 1:1) dengan format (.IGS) seperti pada gambar 5.2.2 dibawah ini :



Gambar 5.2.2 Pemodelan menggunakan *Software Rhinoceros*

File yang telah di *import* kedalam software ini, mulai dibentuk berdasarkan garis *Lines Plan* hingga menjadi *Solid Surface* pada gambar 5.2.3



Gambar 5.2.3 Pemodelan 3D menggunakan *Software Rhinoceros*

5.3 Analisa Gerakan kapal (*Picthing*)

Setelah tahap Pemodelan diatas selesai, File di buka dengan format .IGS kedalam *software maxsurf* untuk proses Analisa. *Software maxsurf*

memiliki banyak macam sesuai fungsi analisa yang dibutuhkan, berikut jenis - jenis *software maxsurf* :

5.3.1 Maxsurf Modeler

Software ini digunakan untuk proses Pemodelan tahap awal dengan memasukkan data panjang, lebar, tinggi dan sarat kapal (*evel keel*) serta pengaturan / pembagian *station* (frame/gading), *waterline* & *buttock line*. *Software* ini juga dapat menghitung luas area (WSA) seperti pada gambar 5.3.1.1, *hydrostatic*, dan *displacement* kapal (dapat disimulasikan).

Surface	3D true surface area m ²	LC area m	TC area m	VC area m	I - roll m ⁴	I - pitch m ⁴	I - yaw m ⁴	Length m	Width m	Depth m
9 Surface 9	0.784	-0.002	0.000	0.511	0.758	0.010	0.749	0.082	2.895	0.38
10 Surface 10	0.441	0.068	0.000	0.186	0.423	0.003	0.421	0.059	2.774	0.27
11 Surface 11	5.718	4.745	0.000	0.950	3.763	40.949	44.662	9.410	1.898	0.60
12 Surface 12	0.283	9.957	0.000	1.129	0.096	0.001	0.085	0.000	1.900	0.14
13 Surface 13	0.786	4.467	0.000	0.075	0.305	4.874	5.178	9.410	1.899	0.55
14 Surface 14	0.649	4.380	0.000	0.348	0.168	4.270	4.433	9.613	1.899	0.48
15 Surface 15	9.058	4.838	0.000	0.962	1.896	64.688	66.218	10.000	1.898	0.50
16 Surface 16	9.057	4.838	0.000	0.962	1.896	64.743	66.275	10.000	1.898	0.50
17 after	1.819	0.288	0.000	0.952	0.104	1.887	0.660	2.996	2.996	0.50
18 Surface 18	5.188	5.676	0.000	0.926	0.275	46.045	46.300	9.738	1.896	0.15
19 Surface 19	0.649	4.380	0.000	0.348	1.267	4.270	5.533	9.613	2.850	0.49
20 Surface 20	0.994	4.989	0.000	0.736	2.054	8.025	10.069	10.000	2.993	0.35
21 Surface 21	6.997	4.651	0.000	0.545	14.085	52.619	66.476	9.879	2.895	0.70
22 Surface 22	0.786	4.467	0.000	0.075	1.232	4.874	6.102	9.410	2.595	0.55
23 Surface 23	5.422	4.790	0.000	0.232	9.548	40.718	50.102	9.613	2.774	0.75
24 Surface 24	9.058	4.838	0.000	0.962	19.632	64.688	84.153	10.000	2.999	0.50
25 Surface 25	6.718	4.745	0.000	0.950	6.916	40.949	47.315	9.410	2.598	0.60
26 Total 3D true surface area	117.675	4.787	0.000	0.777	112.700	535.005	1010.435	19.000	2.999	1.20

Gambar 5.3.1.1 Maxsurf Modeler

Dalam *software maxsurf modeler*, gambar dipetakan lebih rinci (*smoothing surface*) dengan cara merubah menu *surface stiffness* pada bagian *perspective view*. langkah berikutnya adalah mengisi data Jenis dan Ketebalan Material pada menu *Surface* seperti gambar 5.3.1.2 dibawah ini :

	Name	Type	Use	Group	Material	Thickness m
1	Surface 1	B-Spline	Hull	GRP	Fibre R Glass	0.006
2	after	B-Spline	Hull	GRP	Fibre R Glass	0.006
3	Surface 3	B-Spline	Hull	GRP	Fibre R Glass	0.006
4	Surface 4	B-Spline	Hull	GRP	Fibre R Glass	0.006
5	Surface 5	B-Spline	Hull	GRP	Fibre R Glass	0.006

Gambar 5.3.1.2 Surface Menu

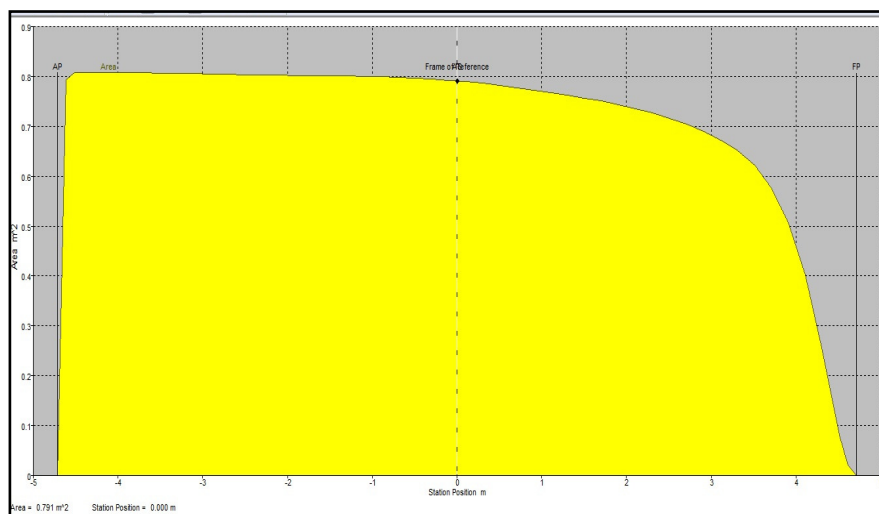
Selanjutnya yaitu membandingkan data desain dengan hasil Pemodelan dengan cara memilih menu *Data - Calculate*

Hydrostatic dan akan secara otomatis merunning hasil gambar tersebut, dan dibandingkan dengan data desain kapal seperti pada tabel 5.3.1 dibawah ini :

Tabel 5.3.1 Koreksi *Hydrostatic* data *Existing* dengan *Desain*

No	Measurement	Desain	Pemodelan	Persentase (%)
1	LOA (m)	10.00	10.00	0
2	LPP (m)	9.58	9.58	0
3	B (m)	3.00	3.00	0
4	H (m)	1.20	1.20	0
5	T _(kosong) (m)	0.50	0.50	0
6	T _(penuh) (m)	0.65	0.60	0
5	Displacement (ton)	9.00	8.96	0.44
6	LWT (ton)	3.30	3.28	0.39

Hasil Pemodelan diatas telah mendekati hasil Desain, maka langkah selanjutnya adalah memeriksa *Curve of Areas* untuk memastikan luasan telah masuk ke dalam perhitungan seperti pada gambar 5.3.1.3 dibawah ini :



Gambar 5.3.1.3 *Curve of Areas*

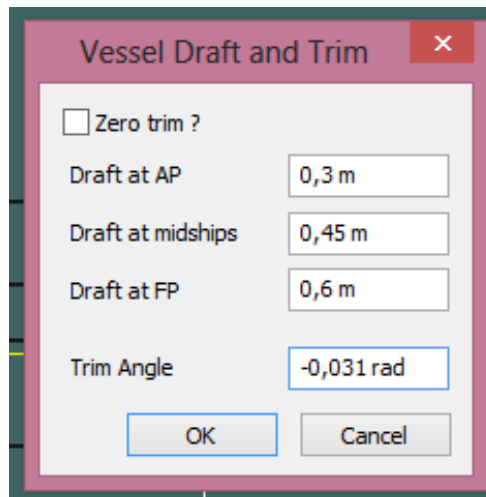
Setelah langkah – langkah diatas dilakukan, dilakukan save data dan di buka pada *Software Maxsurf Motion* untuk selanjutnya dilakukan analisa gerakan *pitching* kapal.

5.3.2 *Maxsurf Motion*

Software ini digunakan untuk simulasi gerakan kapal yang disimulasikan sesuai dengan kondisi *Existing* kapal (*Trim by Bow / trim by Stern*) termasuk gerakan *Picthing* dalam kondisi *Head Seas* atau *Wave heading*.

Dalam *Software* ini, Output yang akan kita cari adalah perhitungan RAO (*Response Amplitudo Operator*) dengan menggunakan *Strip Theory Method*.

Tahap kedua, setelah gambar dibuka kedalam *software Maxsurf Motion* kemudian dilakukan pengisian data *Trim* seperti gambar 5.3.2.1 (dikondisikan *trim by bow* – AP : 0.3 m , MS : 0.45 m & FP : 0.6 m) yang ada pada menu *Vessel Draft and Trim*.



Gambar 5.3.2.1 *Input data pada menu Vessel Draft & Trim*

Setelah data diatas diinput kedalam menu *Vessel Draft and Trim*, pilih menu *Ship Coordinates* maka garis waterline secara otomatis akan menyesuaikan sesuai dengan kondisi yang diinginkan (*Trim by Bow*). Langkah selanjutnya adalah memasukkan data letak *equipment-equipment* kapal (*Location, Speeds, Headings dan Spectra*).

5.3.2.1 Location

Penulisan data letak *equipment* kapal (*Accu Store*, *Outboard Engine* dan Kursi Penumpang), data letak *equipment* (titik berat) tersebut diukur secara Memanjang (*dari Zero Point*), Melintang (*from Zero Point*) dari dan Tinggi (*from Baseline*) seperti gambar 5.3.2.1.1 dibawah ini :

	Name	Long. Pos. [m]	Offset [m]	Height [m]
1	Accu Store	1.00	0.00	1.05
2	Outboard Engine 1P	-0.29	-0.95	0.48
3	Outboard Engine 1S	-0.29	0.95	0.48
4	Kursi Penumpang 1 (P)	4.70	-0.79	1.11
5	Kursi Penumpang 2 (P)	5.39	-0.79	1.11
6	Kursi Penumpang 3 (P)	6.10	-0.79	1.11
7	Kursi Penumpang 4 (P)	6.80	-0.79	1.11
8	Kursi Penumpang 1 (S)	4.70	0.79	1.11
9	Kursi Penumpang 2 (S)	5.39	0.79	1.11
10	Kursi Penumpang 3 (S)	6.10	0.79	1.11
11	Kursi Penumpang 4 (S)	6.80	0.79	1.11
12	Accommodation	5.71	0.00	2.24

Gambar 5.3.2.1.1 *Input data letak equipment kapal*

5.3.2.2 Speeds

Pada Sheet *Speeds* dituliskan besaran kecepatan kapal dinas/operasional dan kecepatan penuh (*Full Speed*). Data tersebut diisikan untuk mengetahui karakteristik kapal terhadap *variable* gelombang pada saat gerakan *pitching* seperti pada gambar 5.3.2.2.1.

	Name	Speed [kn]	Analyse
1	Vs / Operasional	8.000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Full Speed	11.000	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 5.3.2.2.1 *Input data Speeds Kapal*

5.3.2.3 Headings

Sheet Headings diisikan besaran rad (π) atau derajat ($^{\circ}$) arah gelombang terhadap kapal seperti pada gambar 5.3.2.3.1, pada kondisi gelombang *Head Seas*.

	Name	Heading [rad]	Analyse
1	Headings	3.14	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 5.3.2.3.1 *Input data Headings*

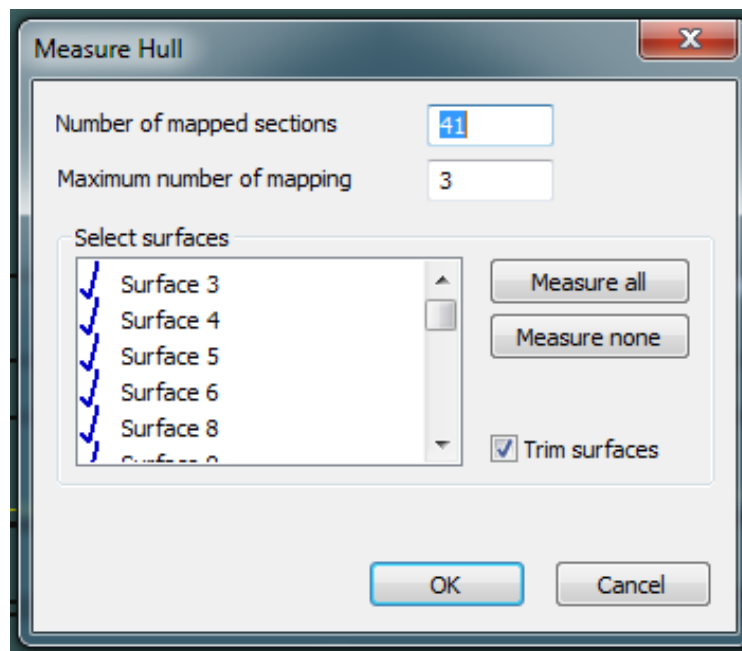
5.3.2.4 Spectra

Selanjutnya adalah pengisian *Sheet Spectra* , pada kolom type – pilih JONSWAP (Statistik Gelombang Irregular) seperti gambar 5.3.2.4.1. dan di *input* pada tinggi gelombang sesuai analisa yaitu 0,5 m; 1,0 m; dan 1,5 m.

	Name	Type	Char. height [m]
1	Wave 1,0 m	JONSWAP	1,500

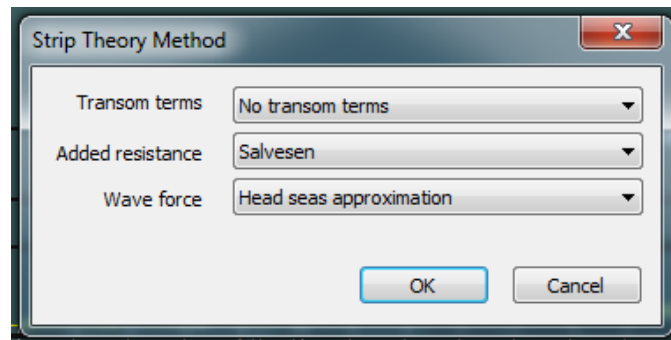
Gambar 5.3.2.4.1 *Input data Spectra*

Setelah pengisian data *sheet* diatas selesai, tahap selanjutnya adalah pengaturan menu *Analysis - measure hull* , menu ini digunakan untuk mengestimasi luasan area yang tercelup air sampai dengan *baseline* seperti pada gambar 5.3.2.2 dibawah ini :



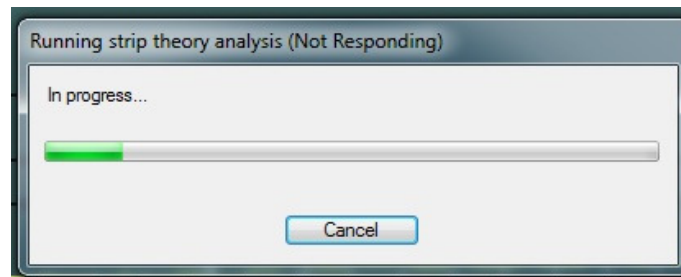
Gambar 5.3.2.2 *Measure Hull*

Langkah berikutnya adalah pengisian *Strip Theory Method* pada menu *Analysis*, terdapat tiga pilihan opsi (Gambar 5.3.2.3) dan pada baris *Wave Force* dipilih *Head Seas Approximation* (Untuk gelombang yang berlawanan dengan arah laju kapal) seperti gambar 5.3.2.3 dibawah ini :



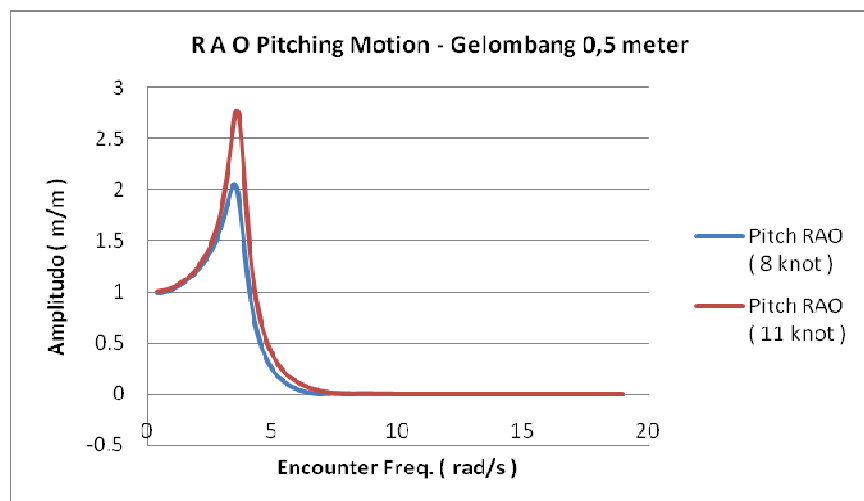
Gambar 5.3.2.3 *Strip Theory Method*

Langkah selanjutnya adalah *Running Seakeeping Analysis* untuk mendapatkan karakter kapal saat berlayar sesuai kondisi yang telah di input diatas dapat dilihat pada gambar 5.3.2.4.

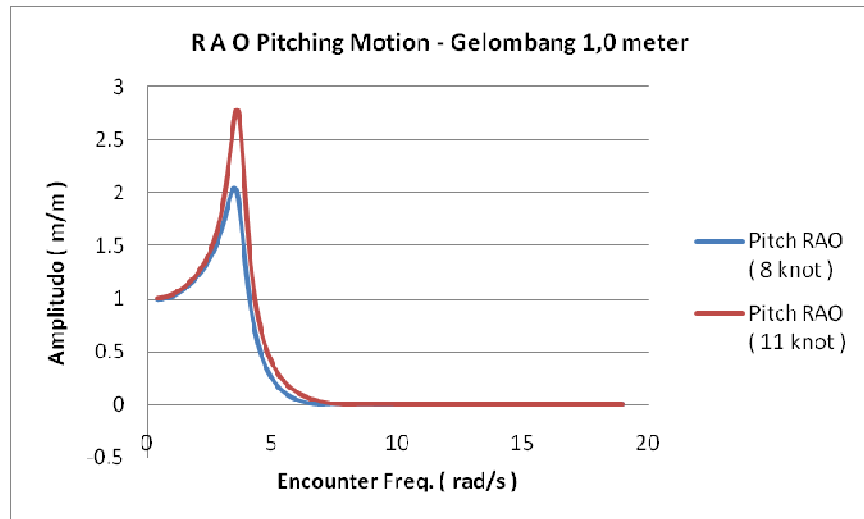


Gambar 5.3.2.4 *Running Seakeeping Analysis*

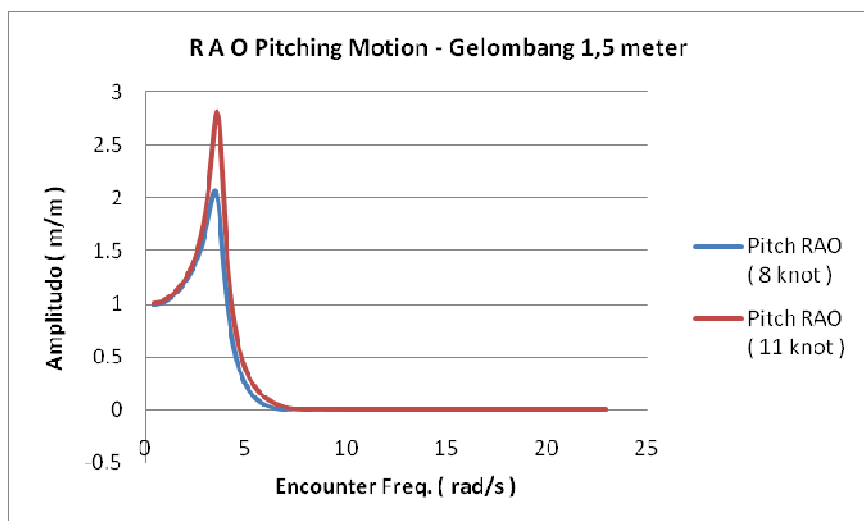
Dari hasil dari *Running Seakeeping* tersebut diatas, amplitudo gerakan respon (RAO) kapal dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti pada grafik 5.3.2.4.1, grafik 5.3.2.4.2 dan grafik 5.3.2.4.3 sebagai berikut :



Grafik 5.3.2.4.1 *RAO Pitching* pada Gelombang 0.5 m



Grafik 5.3.2.4.2 RAO Pitching pada Gelombang 1.0 m



Grafik 5.3.2.4.3 RAO Pitching pada Gelombang 1.5 m

Berikut data *response amplitudo pitching motion* pada software maxsurf yang disajikan dalam bentuk tabel 5.3.2.1 dibawah ini :

Tabel 5.3.2.1 Data *response amplitudo pitching motion* (diambil 10 poin).

We	RAO Pitch Gel. 0,5 meter		RAO Pitch Gel. 1,0 meter		RAO Pitch Gel. 1,5 meter	
	8knot	11knot	8knot	11knot	8knot	11knot
2.916	1.616	1.768	1.618	1.771	1.774	2.010
3.006	1.686	1.875	1.688	1.877	1.888	2.207
3.097	1.764	2.001	1.767	2.004	1.999	2.440
3.188	1.850	2.149	1.853	2.153	2.071	2.677
3.279	1.937	2.320	1.940	2.324	2.045	2.819

3.370	2.012	2.504	2.015	2.509	1.885	2.734
3.460	2.051	2.675	2.054	2.680	1.631	2.412
3.551	2.026	2.778	2.028	2.783	1.359	2.001
3.642	1.920	2.749	1.920	2.751	1.115	1.625
3.733	1.746	2.564	1.746	2.564	0.915	1.322

Dari data nilai RAO (*Response Amplitudo Operator*) gerakan pitching diatas dapat diambil data tertinggi dapat dilihat pada tabel 5.3.2.2.

Tabel 5.3.2.2 Data tertinggi RAO dalam gerakan *pitching*

Gelombang	We		RAO Pitch	
	8 knot	11 knot	8 knot	11 knot
0,5 meter	3.460	3.551	2.051	2.778
1,0 meter	3.460	3.551	2.054	2.783
1,5 meter	3.188	3.279	2.071	2.819

5.4 Perhitungan

Data yang telah didapat dari hasil analisa seakeeping dalam software maxsurf akan digunakan untuk menghitung *intensitas deck wetness*. Langkah selanjutnya adalah tahap perhitungan untuk mendapatkan titik kritis (*intensitas deck wetness*) dengan variable yang telah didapatkan diatas.

5.4.1 Spectrum heaving & pitching

Spectrum heaving (S_z) & *Spectrum pitching* (S_θ) adalah komponen perhitungan *Spectral Relative Bow Motion* yang telah diketahui dari hasil analisa *seakeeping*, berikut hasil analisa software dapat dilihat pada tabel 5.4.1.1 dan tabel 5.4.1.2 dibawah :

Tabel 5.4.1.1 *Spectrum Heaving dengan kecepatan 8 knot*

Kecepatan 8 knot		
Gel. 0,5 meter S Heave m ² (rad/s)	Gel. 1,0 meter S Heave m ² (rad/s)	Gel. 1,5 meter S Heave m ² (rad/s)
0,000	0,000	0,000
0,008	0,032	0,116
0,052	0,206	0,231

0,012	0,048	0,073
0,007	0,027	0,039
0,004	0,017	0,023
0,003	0,011	0,015

Tabel 5.4.1.2 *Spectrum Pitching dengan kecepatan 8 knot*

Kecepatan 8 knot		
Gel. 0,5 meter S.Pitch Rad ² /(rad/s)	Gel. 1,0 meter S.Pitch Rad ² /(rad/s)	Gel. 1,5 meter S.Pitch Rad ² /(rad/s)
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,001
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000

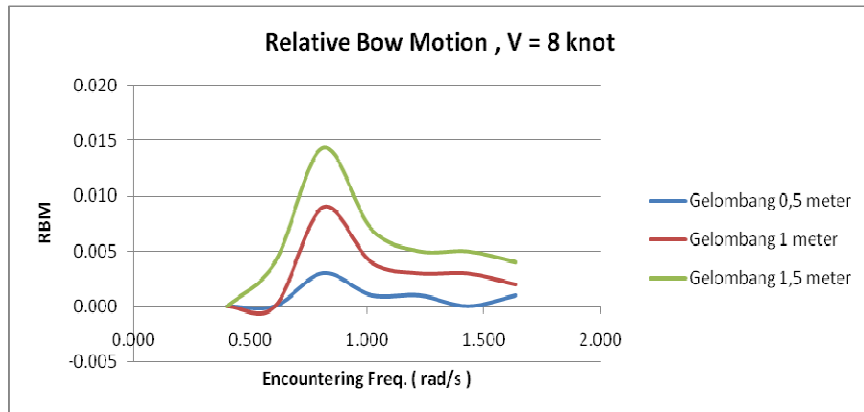
Langkah selanjutnya adalah perhitungan *Relative Bow Motion* (RBM) seperti pada tabel 5.4.1.3 , berikut rincian perhitungan :

$$S_s = S_z + \frac{\pi L}{L_w} S_\theta - S_\zeta$$

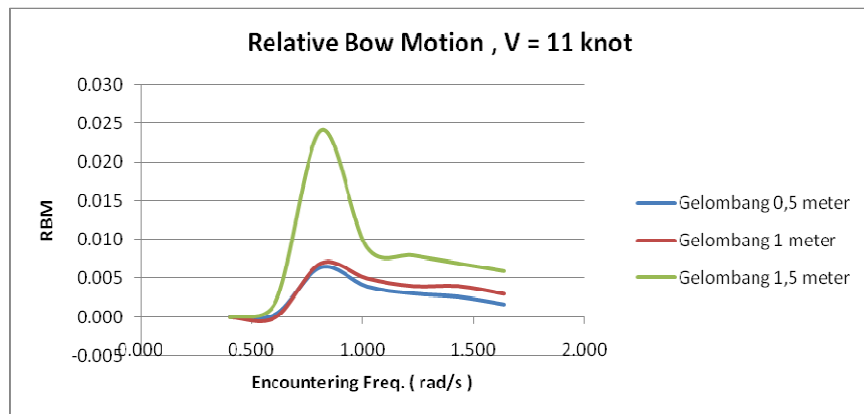
Tabel 5.4.1.3 Perhitungan *Relative Bow Motion*

No	W _e rad/s	Gel. 0,5 m		Gel. 1,0 m		Gel. 1,5 m	
		8 knot	11 knot	8 knot	11 knot	8 knot	11 knot
		S _s	S _s	S _s	S _s	S _s	S _s
1	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.607	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002
3	0.813	0.003	0.006	0.009	0.007	0.014	0.024
4	1.020	0.001	0.004	0.004	0.005	0.007	0.009
5	1.227	0.001	0.003	0.003	0.004	0.005	0.008
6	1.433	0.000	0.003	0.003	0.004	0.005	0.007
7	1.640	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.006

Dari hasil tabel 5.4.1.3 diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik 5.4.1.1 dan grafik 5.4.1.2 dibawah ini :



Grafik 5.4.1.1 *Relative Bow Motion* kec. 8 knot



Grafik 5.4.1.2 *Relative Bow Motion* kec. 11 knot

Dilihat dari kedua grafik diatas, hasil *relative bow motion* tertinggi pada kecepatan 8 knot terjadi pada gelombang 1,5 meter sebesar 0.014. sedangkan pada kecepatan 11 knot *relative bow motion* tertinggi pada gelombang 1,5 yaitu sebesar 0.024.

Setelah nilai *Relative Bow Motion* didapatkan , langkah selanjutnya adalah menghitung *Area under response spectrum* (m_{0s}) dan *Moments of the area of the response spectrum* (m_{2s}). Berikut hasil perhitungan sesuai tabel 5.4.1.4 dibawah ini :

Tabel 5.4.1.4 Tabel perhitungan m_{0s} dan m_{2s}

No	Gel.	Kec.	ΔWe	Sum 1	Sum 2	m_{0s} .. (10)	m_{2s} .. (11)
1	0.5 m	8 knot	0.207	0.013	0.014	0.00090	0.00095
2		11 knot	0.207	0.048	0.060	0.00330	0.00413

3	1.0 m	8 knot	0.207	0.054	0.068	0.00373	0.00466
4		11 knot	0.207	0.061	0.083	0.00421	0.00573
5	1.5 m	8 knot	0.207	0.107	0.121	0.00736	0.00834
6		11 knot	0.207	0.142	0.170	0.00981	0.01173

5.4.2 Deck Wetness

Untuk menentukan *intensitas deck wetness* air laut naik ke atas *deck*, maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N_T = \frac{P_F \times 3600}{T}$$

dimana data dapat dituangkan pada tabel 5.4.2.1 sebagai berikut :

Tabel 5.4.2.1 Tabel perhitungan *Probability & Intensity Deck Wetness*

No	Gel.	Kec.	F' (l) (m)	m0s .. (10)	e	Pf .. (8)	T .. (9)	N _T / hours
1	0,5 m	8 knot	0.405	0.0009	13.51	1.35 E-06	0.1542	0
2		11 knot	0.405	0.0033	7.04	8.68 E-04	0.1421	22
3	1,0 m	8 knot	0.405	0.0037	6.63	1.32E-03	0.1421	33
4		11 knot	0.405	0.0042	6.23	1.95E-03	0.1363	52
5	1,5 m	8 knot	0.405	0.0073	4.71	8.94E-03	0.1494	215
6		11 knot	0.405	0.0098	4.08	1.68E-02	0.1455	416

Dari tabel 5.4.2.1 diatas, menunjukkan bahwa pada gelombang 1.5 m memiliki nilai *intensity deck wetness* paling tinggi diantara yang lainnya yaitu sebesar 416 / hours.