TUGAS AKHIR (MN141581)
DESAIN KAPAL

Analisis Teknis Tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembo

Nama : Andi Kusuma
NRP : 4112100035

Dosen Pembimbing
Nama : Hasanudin, S.T., M.T.
NIP : 19800623 200604 1 001

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

Outline

- Pendahuluan
- Kondisi kecelakaan Laut
- Dasar Teori
- Metodologi Penelitian
- Analisis dan Pembahasan
- Kesimpulan dan Saran

Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki wilayah seluas 7,7 juta Km2, dengan luas lautan 2/3 wilayah Indonesia, dan garis pantai terpanjang ke empat di dunia sepanjang 95.181 km, serta memiliki 17.480 pulau

Salah satunya dalah kapal kontainer yang merupakan alat transportasi laut yang dapat mengirimkan barang antar pulau di Indonesia.

Pendahuluan

Meningkatnya frekuensi kejadian kecelakaan transportasi laut di Indonesia semakin memprihatinkan. beberapa diantaranya adalah tenggelamnya kapal, tabrakan antar kapal, kebakaran pada kapal.

Tugas Akhir ini bermaksud untuk melakukan analisis secara teknis tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di perairan Masalembo.

Pendahuluan

- **Rumusan Masalah**

1. Bagai mana kronologi tenggelamnya KM. Mratus Banjar 2 ?
2. Apa penyebab tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 ?
3. Bagaimana analisis stabilitas KM. Meratus Banjar 2 pada saat kapal berangkat dan saat terjadinya kebocoran ?
4. Bagaimana cara menghindari kecelakaan seperti yang terjadi pada KM. Meratus banjar 2 ?

Pendahuluan

- **Tujuan**

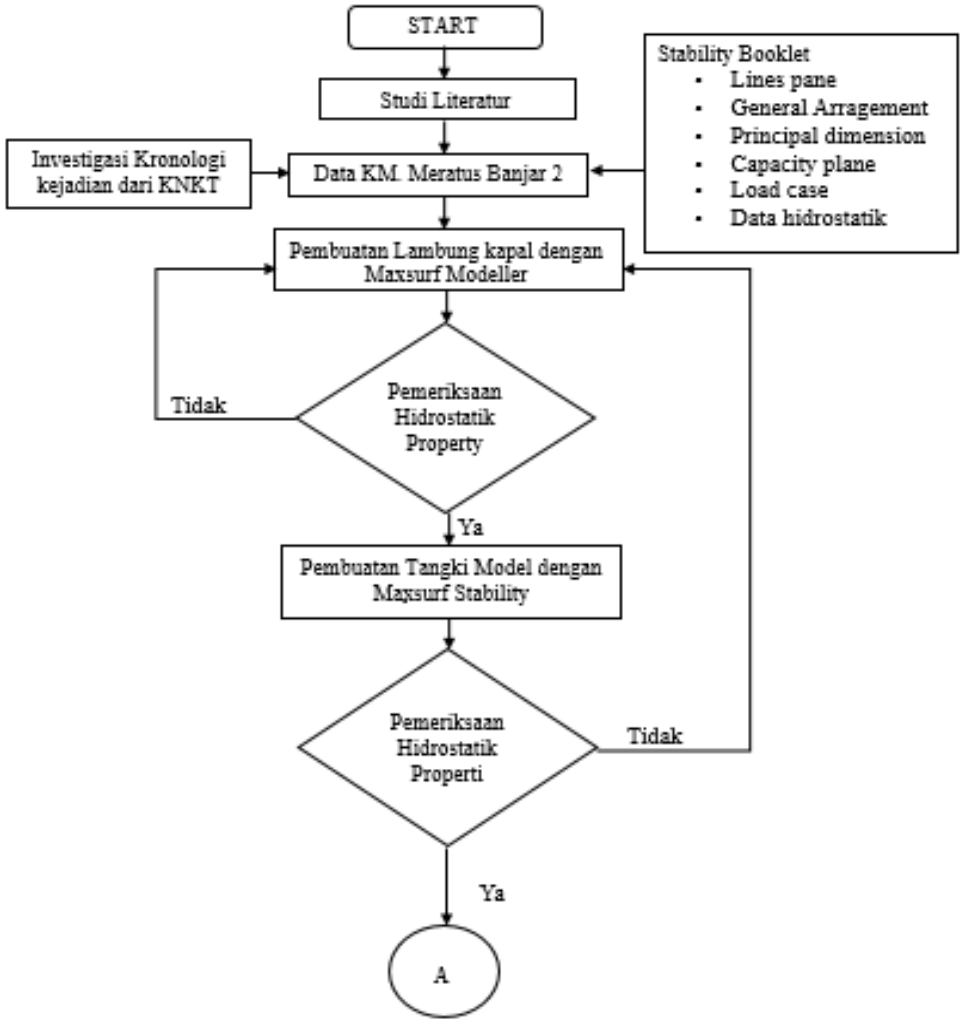
1. Mengetahui kronologi tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2
2. Mengetahui penyebab tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2
3. Mengetahui stabilitas KM. Meratus Banjar 2 pada saat kapal berangkat dan saat terjadi kebocoran
4. Mengetahui cara menghindari kecelakaan seperti yang terjadi pada KM. Meratus Banjar 2

Pendahuluan

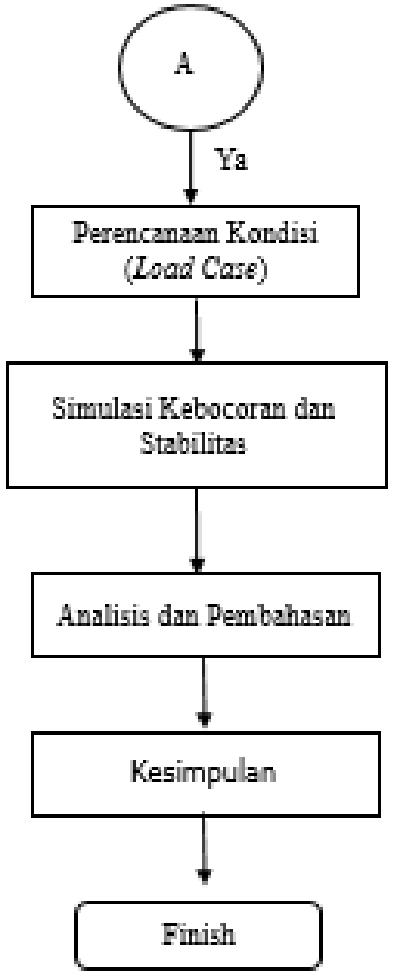
- **Batasan Masalah**

1. Obyek penelitian adalah tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di perairan Masalembo
2. Analisis hanya terbatas pada penyebab kecelakaan KM. Meratus Banjar 2 karena kebocoran dan stabilitas yang terjadi pada kapal
3. Pada saat kecelakaan kapal, kondisi laut dalam cuaca baik atau kondisi air tenang

Metodologi Penelitian



Metodologi Penelitian



Hasil Pengumpulan data

- Data KM. Meratus Banjar 2:
- Tabel V.1 Dimensi ukuran utama KM. Meratus Banjar

Item	Nilai	Unit
Loa	126,50	m
B	19,80	m
H	8,40	m
T	6,50	m
Vs	10	knot

Data KM. Meratus Banjar yang diperoleh dalam pengerjaan tugas akhir ini meliputi :

Hasil Pengumpulan Data

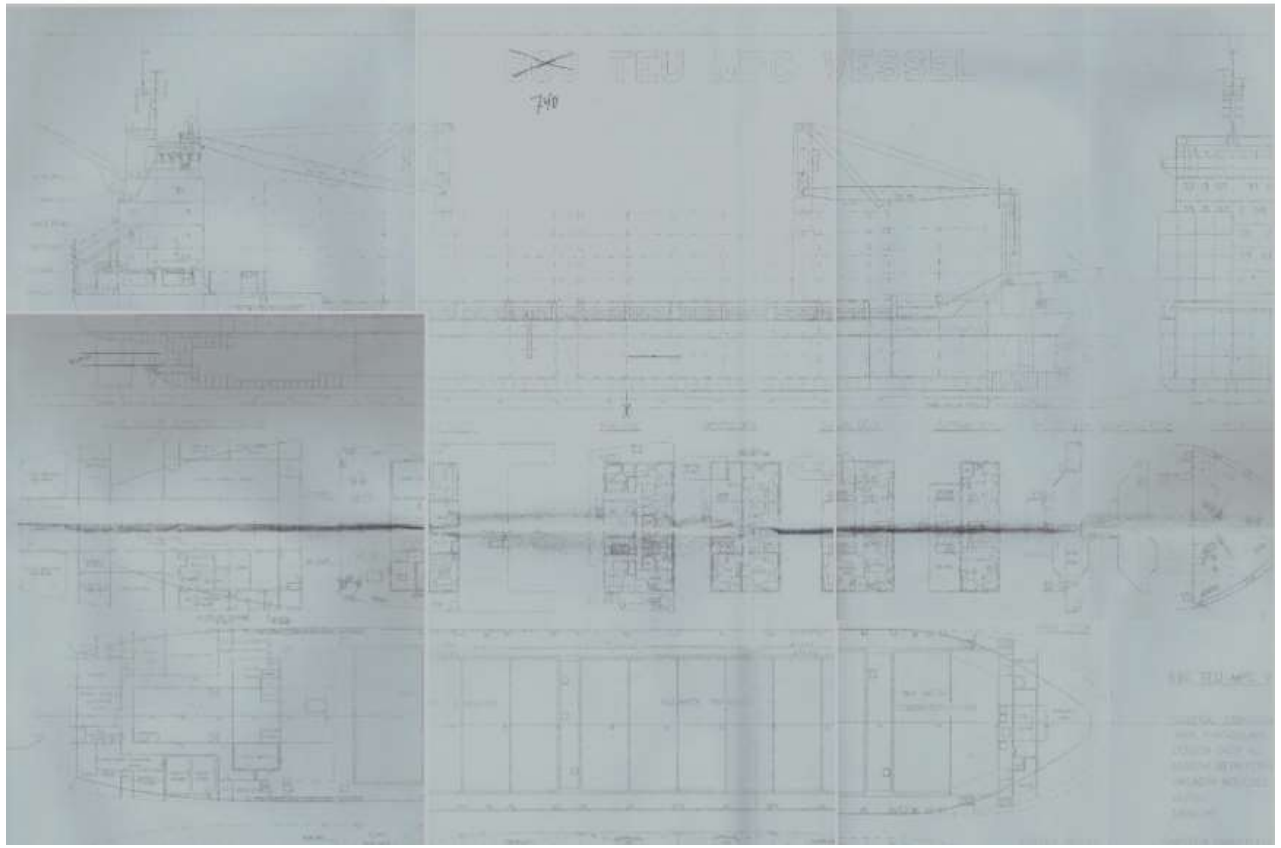
Data KM. Meratus Banjar yang diperoleh dalam pengerjaan tugas akhir ini meliputi :

1. Kronologi Kejadian Tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 dari KNKT (Komite Nasional Keslamatan Transportasi)

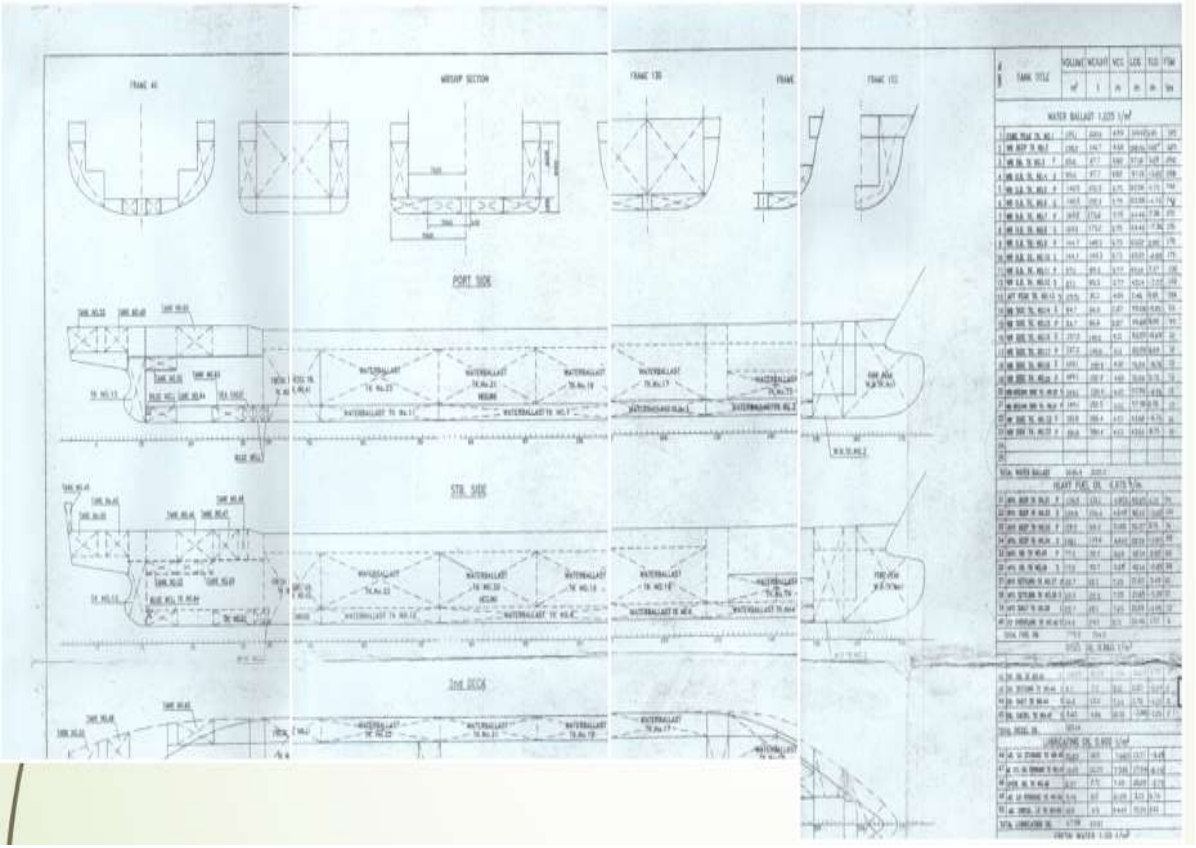
2. Stability Booklet
   - Lines plan
   - General Arragement
   - Principal dimension
   - Capacity plane
   - Load case
   - Data hidrostatik

Hasil Pengumpulan Data

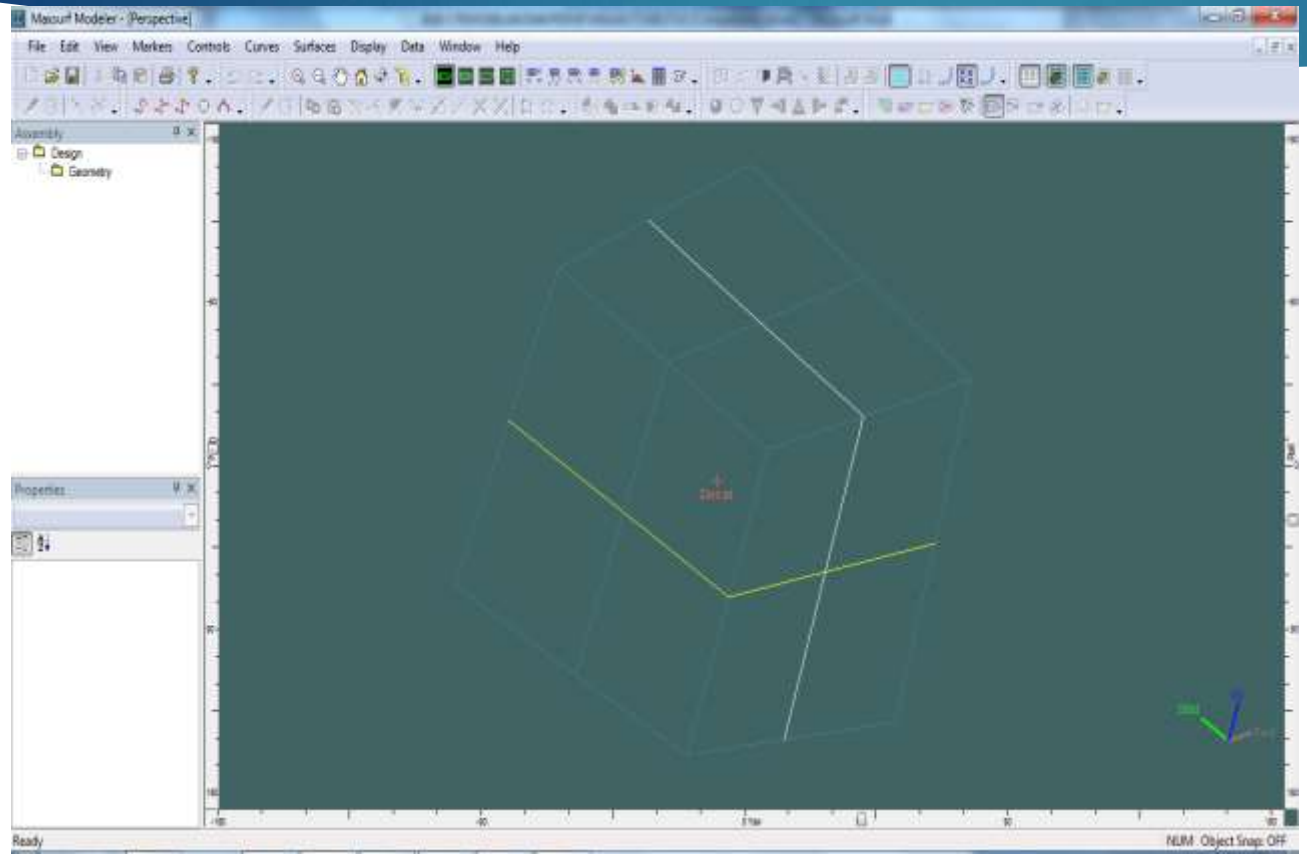
General Arragement



Tank Capacity



Pemodelan Lambung Kapal dengan Maxsurf Modeller

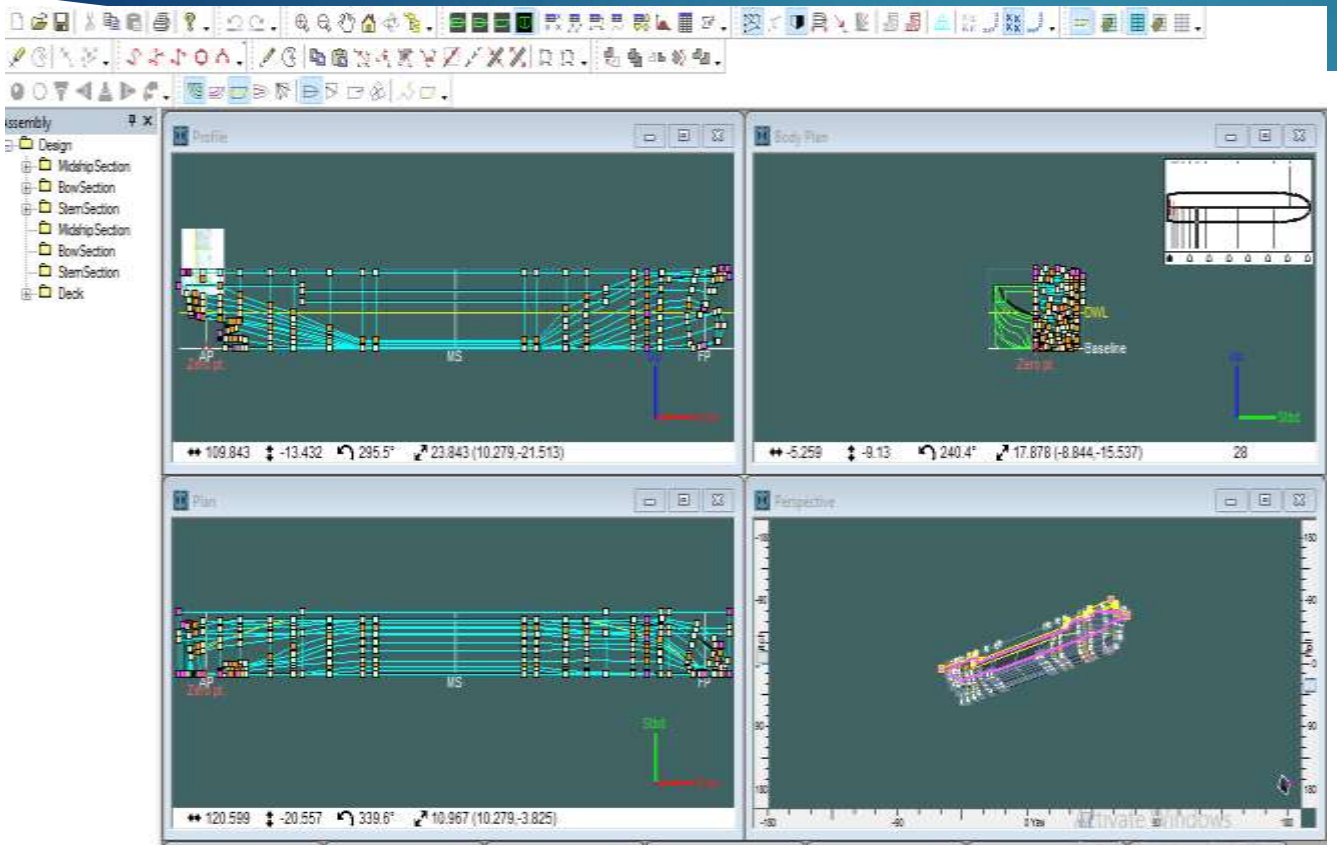


Tampilan Grafis Maxsurf modeller

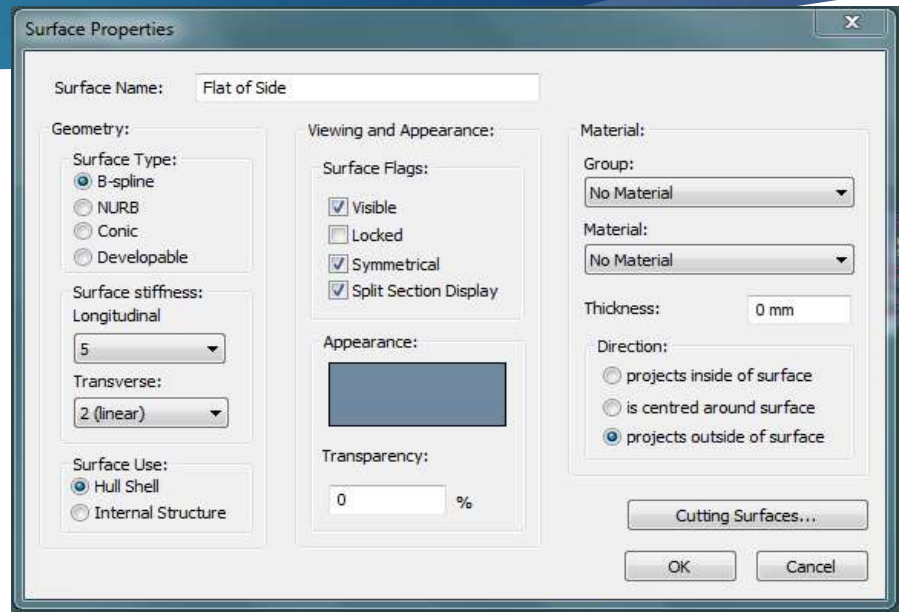
Kapal yang digunakan adalah KM. Meratus Banjar 2 dengan ukuran utama sebagai berikut :

Item	Nilai	Unit
Loa	126,50	m
B	19,80	m
H	8,40	m
T	6,50	m
Vs	10	knot

Prose Pemodelan Lambung Lambung Kapal dengan Maxsurf Modeller

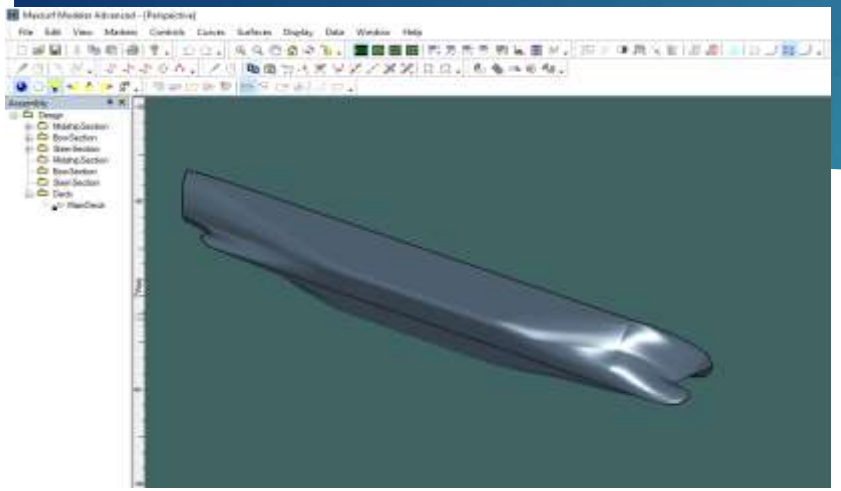


Profil, body plane ,plan



Untuk mempermudah penyesuaian model kapal, maka dapat digunakan tingkat fleksibilitas dari *surface* yaitu dengan menggantinya pada tabel *surface properties*.

Pengecekan Ukuran Utama dan Hidrostatic Properties



Gambar pemodelan lambung KM. Meratus Banjar 2

Gambar diatas adalah pemodelan KM. Meratus Banjar 2 menggunakan Maxsurf Modeller

Hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	11360	t
2	Volume (displaced)	11083.191	m^3
3	Draft Amidships	6.500	m
4	Immersed depth	6.558	m
5	WL Length	122.034	m
6	Beam max extents o	19.800	m
7	Wetted Area	3231.695	m^2
8	Max sect. area	127.773	m^2
9	Waterpl. Area	2074.223	m^2
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.711	
11	Block coeff. (Cb)	0.699	
12	Max Sect. area coeff	0.993	
13	Waterpl. area coeff.	0.858	
14	LCB length	60.466	from z
15	LCF length	55.467	from z
16	LCB %	49.549	from z
17	LCF %	45.452	from z
18	KB	3.497	m
19	KG fluid	0.000	m
20	BMt	5.328	m
21	BML	181.640	m
22	GMt corrected	8.825	m
23	GML	185.137	m
24	KMt	8.825	m
25	KML	185.137	m
26	Immersion (TPc)	21.261	tonne/c
27	MTc	177.728	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	1749.763	tonne.

Density (water) 1.025 tonne/m^3

Std. densities 1.025 tonne/m^3 - Std. Metric sea water (1025.0 kg/m^3)

VCG 0 m

Recalculate

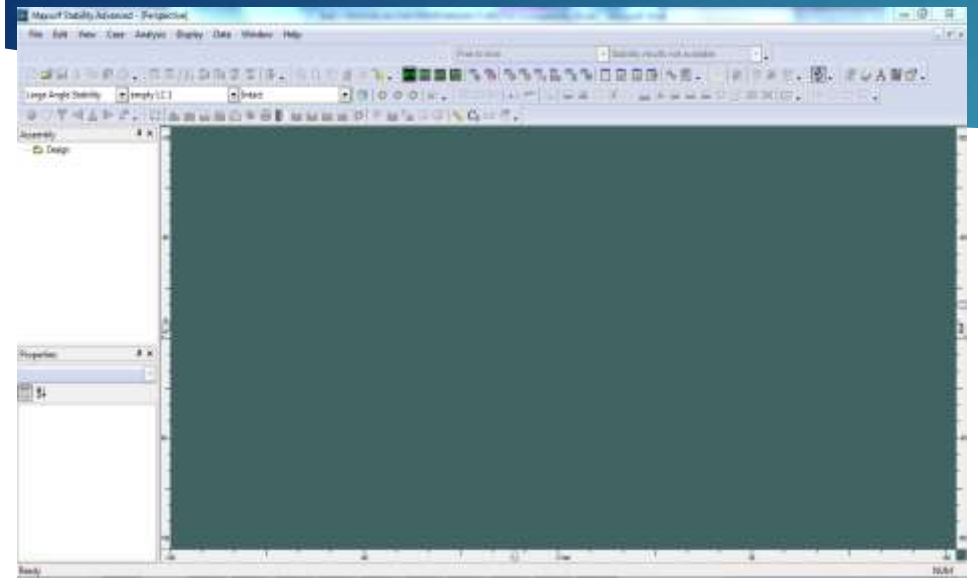
Select Rows ...

Close

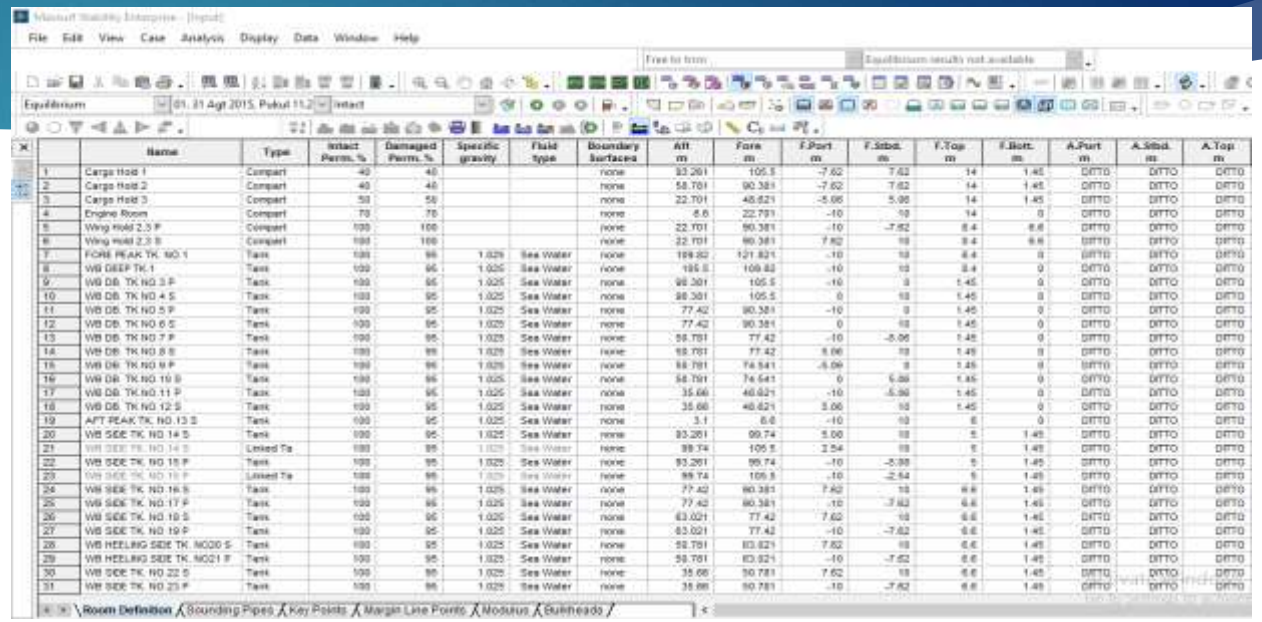
Data Hidrostatik

Dari data hidrostatik yang di peroleh dari pemodelan kapal dilakukan pengecekan kesesuain model kapal.

Pemodelan tangki Kapal dengan Maxsurf stability



Tampilan grafis Maxsurf Stability

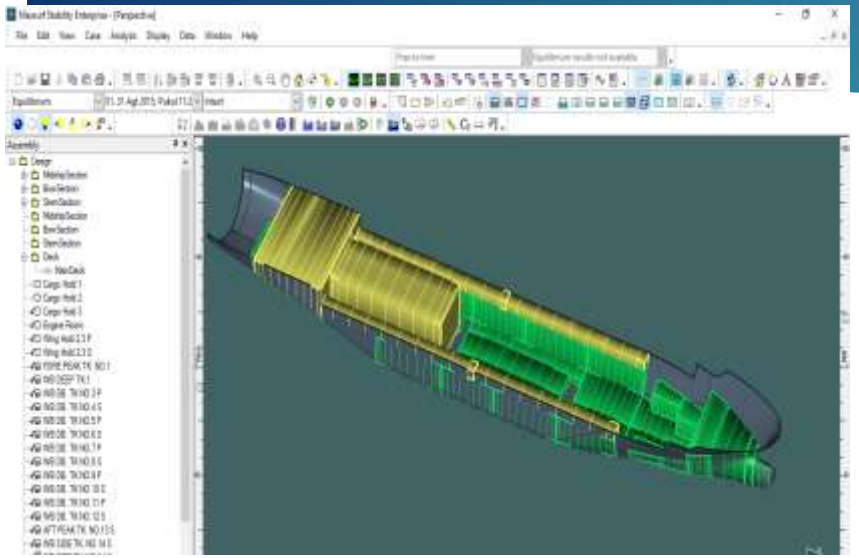


Input data tangki pada room definition window

Pemodelan tangki dilakukan pada hasil pemodelan lambung yang sudah di kerjakan sebelumya dengan menggunakan *software Maxsurf Stability*,

Pada *Room Definition Window* terdapat kolom-kolom pada tabel. Selanjutnya dibuat tangki-tangki dengan memasukkan titik koordinat tangki sesuai dengan data General Arrangement

Pemeriksaan kesesuaian ukuran Volume Tangki



Tangki-tangki KM. Meratus Banjar 2 pada model

Setelah menginput data tangki yang diperlukan, selanjutnya klik *updatevalueinloadcase* untuk memunculkan tangki pada model kapal.

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3
57	Fuel Oil	1	292.988	292.988		
58	MGO	1	73.526	73.526		
59	ME.LO	1	19.352	19.352		
60	Added Water (Hold 3)	0	236.524	0.000		
61	Added Water (Engine Room	0	1195.111	0.000		
62	FORE PEAK TK. NO.1	0%	379.578	0.000	370.320	0.000
63	WB DEEP TK.1	0%	361.118	0.000	352.310	0.000
64	WB DB. TK NO.3 P	0%	100.683	0.000	98.227	0.000
65	WB DB. TK NO.4 S	0%	100.683	0.000	98.227	0.000
66	WB DB. TK NO.5 P	0%	152.690	0.000	148.966	0.000
67	WB DB. TK NO.6 S	0%	152.690	0.000	148.966	0.000
68	WB DB. TK NO.7 P	95%	178.017	169.116	173.675	164.992
69	WB DB. TK NO.8 S	95%	178.017	169.116	173.675	164.992
70	WB DB. TK NO.9 P	95%	178.675	169.741	174.317	165.601
71	WB DB. TK NO.10 S	95%	178.675	169.741	174.317	165.601
72	WB DB. TK NO.11 P	95%	82.906	78.761	80.884	76.840
73	WB DB. TK NO.12 S	95%	82.906	78.761	80.884	76.840
74	AFT PEAK TK. NO.13 S	95%	44.091	41.886	43.015	40.864
75	WB SIDE TK. NO.14 S	80%	116.134	92.907	113.302	90.641
76	WB SIDE TK. NO.15 P	80%	116.134	92.907	113.302	90.641
77	WB SIDE TK. NO.16 S	40%	129.879	51.951	126.711	50.684
78	WB SIDE TK. NO.17 P	40%	129.879	51.951	126.711	50.684
79	WB SIDE TK. NO.18 S	40%	173.288	69.315	169.062	67.625
80	WB SIDE TK. NO.19 P	40%	173.288	69.315	169.062	67.625
81	WB HEELING SIDE TK. NO20	98%	147.315	144.369	143.722	140.847
82	WB HEELING SIDE TK. NO21	0%	147.315	0.000	143.722	0.000
83	WB SIDE TK. NO.22 S	40%	181.941	72.777	177.504	71.001
84	WB SIDE TK. NO.23 P	40%	181.941	72.777	177.504	71.001

Setelah perencanaan tangki dan penentuan massa jenis tangki selanjutnya dilakukan analisis kapasitas dan titik berat tangki dengan cara analisis kalibrasi tangki (*tank calibration*).

Perencanaan *Load Case*

perencanaan *load case* yaitu dilakukan perencanaan pengisian muatan pada tangki model. Karena sebelumnya sudah dilakukan *tank calibration*, maka tangki-tangki yang telah direncanakan secara otomatis akan masuk pada data *loadcase*. Sedangkan untuk berat dan titik berat *lightship* dan container-container yang diangkut Meratus Banjar 2, ditambahkan secara manual dengan cara klik *Add row*.

Hasil Invstigasi KNKT

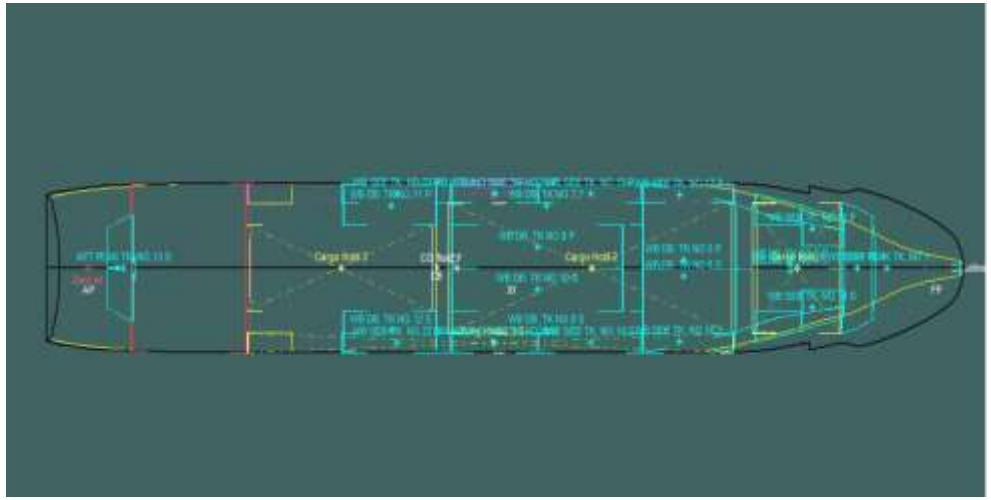
Pada tanggal 31 Agustus 2015 pukul 11.21, KM. Meratus Banjar 2 berangkat dari pelabuhan Tanjung Perak dalam keadaan muatan kapal lebih berat *portside* dibandingkan *starboard* sehinggan dibalas di sisi *starbord* untuk mengimbanginya, selain itu diatur balasnya supaya *trim* sesuai kondisi keberangkatan kapal.

Pada tanggal 1 September 2015 pukul 12.30, KM. Meratus Banjar 2 mengalami kebocoran di bagian kamar mesin. Kebocoran tersebut diduga karena kran pada *seachest* di kamar mesin mengalami aus sehingga tidak dapat ditutup dengan baik. Kebocoran tersebut menyebabkan air masuk di kamar mesin dan mengakibatkan mesin induk mati

Pada tanggal 2 September pukul 05.42, dengan menglirnya isi tangki disebelah *starboard* ke *portside* menyebabkan *trim heel* kapal bertambah, begitu pula volume air yang masuk ke ruang mesin. Karena *trim*-nya besar maka air mulai masuk ke ruang muat, hal ini bisa terjadi karena permukaan air lebih besar dari lubang palkah. Adanya permukaan bebas di ruang mesin dan ruang muat menyebabkan kapal labil dan selanjutnya terjadi *capsize*.

Perencanaan Kebocoran Pada Model Kapal

Sebelum menganalisis kebocoran yang terjadi pada model kapal terlebih dahulu disimulasikan kebocorannya pada program *Maxsurf Stability*



Gambar Perencanaan Kebocoran pada kapal

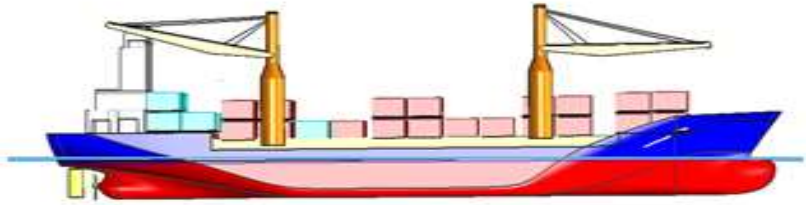
	Room	Intact	DCase 1
1	Cargo Hold 1	☐	☐
2	Cargo Hold 2	☐	☐
3	Cargo Hold 3	☐	☐
4	Engine Room	☐	☑
5	Wing Hold 2,3 P	☐	☐
6	Wing Hold 2,3 S	☐	☐
7	FORE PEAK TK. NO.1	☐	☐
8	WB DEEP TK.1	☐	☐
9	WB DB. TK NO.3 P	☐	☐
10	WB DB. TK NO.4 S	☐	☐
11	WB DB. TK NO.5 P	☐	☐
12	WB DB. TK NO.6 S	☐	☐
13	WB DB. TK NO.7 P	☐	☐
14	WB DB. TK NO.8 S	☐	☐
15	WB DB. TK NO.9 P	☐	☐
16	WB DB. TK NO.10 S	☐	☐
17	WB DB. TK NO.11 P	☐	☐
18	WB DB. TK NO.12 S	☐	☐
19	AFT PEAK TK. NO.13 S	☐	☐
20	WB SIDE TK. NO.14 S	☐	☐
21	WB SIDE TK. NO.15 P	☐	☐
22	WB SIDE TK. NO.16 S	☐	☐
23	WB SIDE TK. NO.17 P	☐	☐
24	WB SIDE TK. NO.18 S	☐	☐
25	WB SIDE TK. NO.19 P	☐	☐
26	WB HEELING SIDE TK. NO	☐	☐
27	WB HEELING SIDE TK. NO	☐	☐
28	WB SIDE TK. NO.22 S	☐	☐
29	WB SIDE TK. NO.23 P	☐	☐

Pembocoran di Bagian kamar mesin

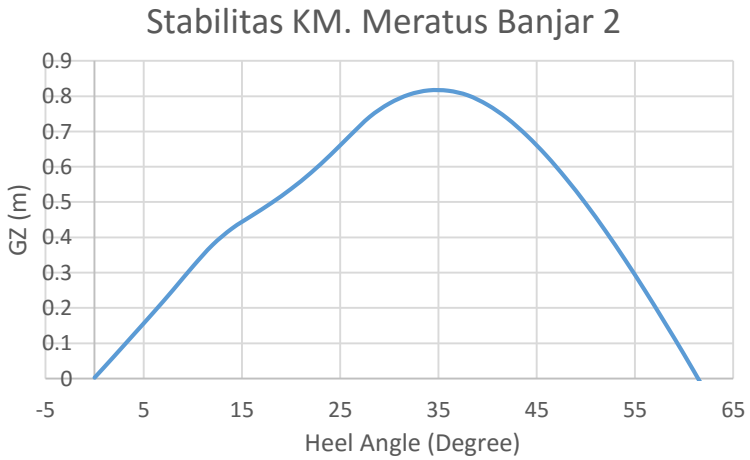
Tanda centang pada bagian kapal yang akan dibocorkan, menandakan bahwa bagian kapal tersebut akan mengalami *damage* atau bocor

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

1. Pada tanggal 31 Agustus 2015, Pukul 11.21



Analisis yang didapatkan adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 0.949 m, didapatkan sudut *heeling*: 0.0 deg, *draft* depan 5.946 m, *draft* belakang 6.895 m, volume air masuk 0 m^3,dan status kapal berada di GZ positif

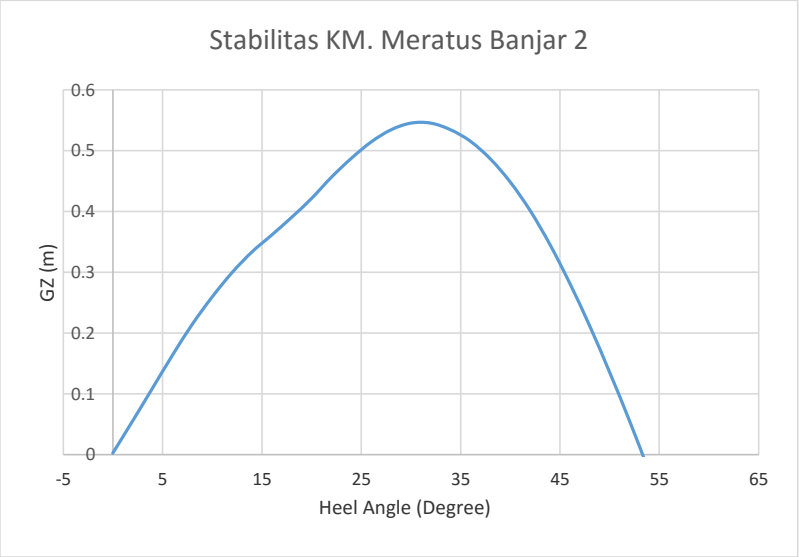


grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.815 m pada sudut heeling 36^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

2. Tanggal 1 Septmber 2015, Pukul 12.30

Analisis yang didapatkan adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 4.273 m didapatkan sudut *heeling* 0 deg, *draft* depan 4.352 m, *draft* belakang 8.625 m, *displacement* kapal 11737 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 466.38 m^3, status kapal: GZ positif

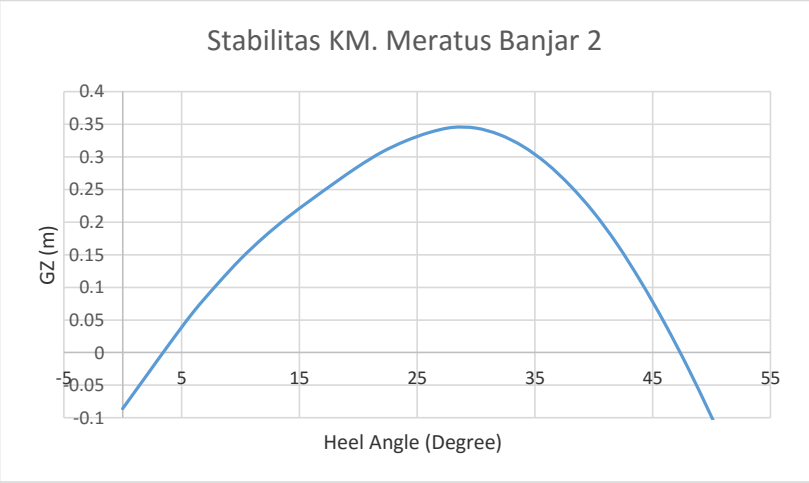


grafik stabilitas di samping dimana bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.545 m pada sudut heeling 32^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

3. Tanggal 1 Septmber 2015, Pukul 13.42

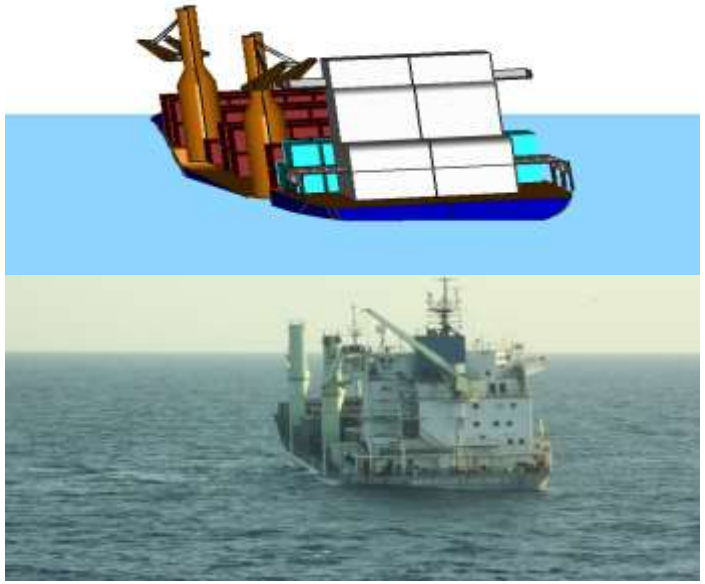
Analisis yang di dapatkan adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi trim 5.615 m, didapatkan sudut heeling -3.6 deg, *draft* depan 3.578 m, draft belakang 9.435 m, displacement kapal sebesar 11976 ton, volume air masuk di kamar mesin: 699.57 m^3, status kapal GZ positif



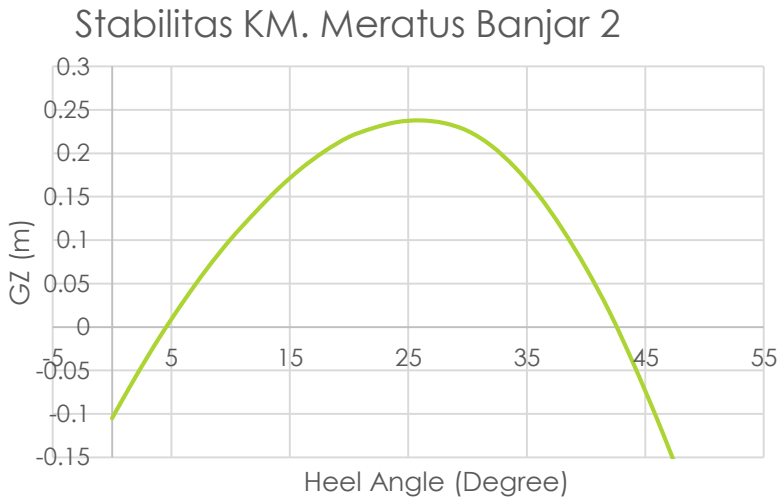
grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.344 m pada sudut heeling 30^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

4. Tanggal 1 September 2015, Pukul 17.08



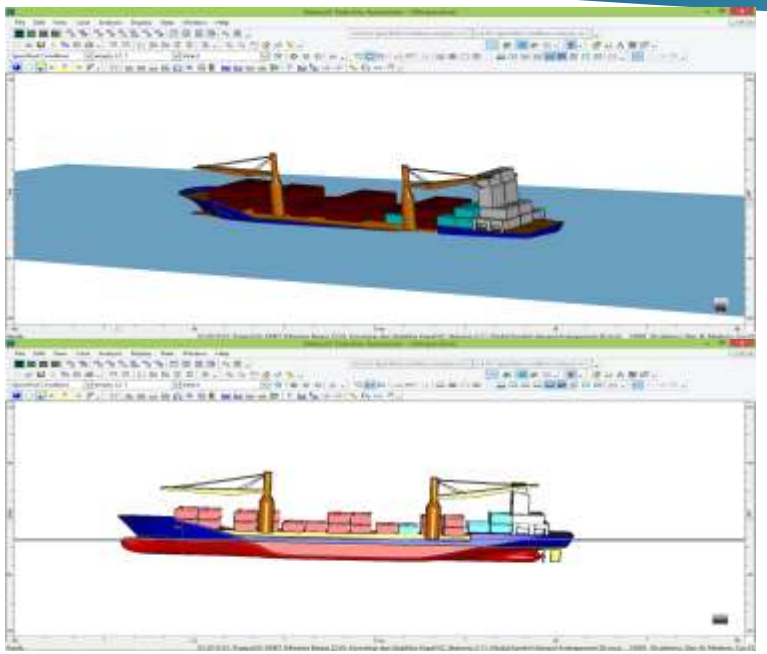
Analisis yang didapatkan adalah KM. Meratus Banjar mengalami kondisi *trim* sebesar 7.042 m didapatkan Sudut *heeling* -3.9 deg, *draft* depan 2.995 m, *draft* belakang 10.037 m, *displacement* kapal sebesar 12152 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 874.47 m^3, status kapal: GZ positif



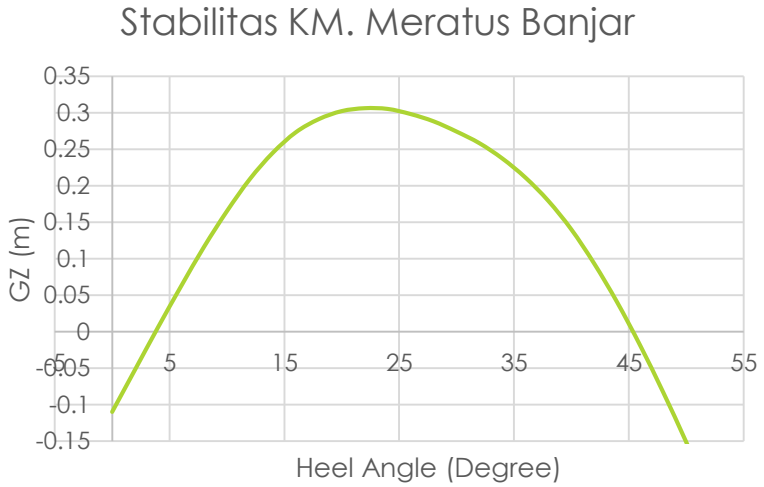
grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.238 m pada sudut heeling 26^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

5. Tanggal 1 september 2015, Pukul 19.00



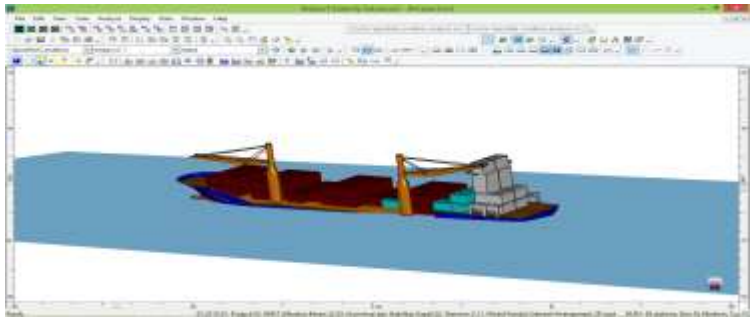
Analisis yang didapatkan adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 3.522 m, didapatkan Sudut *heeling* -5.0 deg, *draft* depan 5.111 m, *draft* belakang 8.633 m, *displacement* kapal sebesar 12510 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 1250.019 m^3, status kapal GZ positif

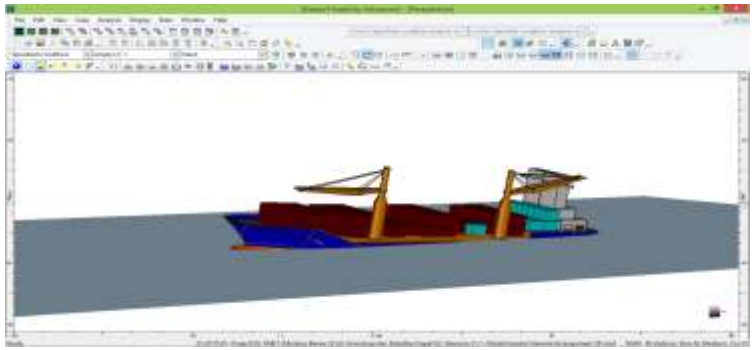


grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.306 m pada sudut heeling 22^0.

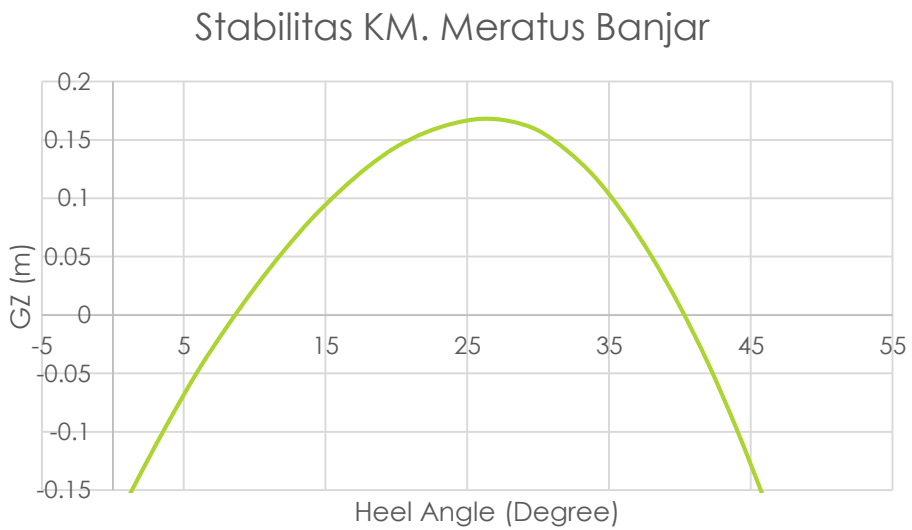
Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

6. Tanggal 1 september 2015, Pukul 21.00





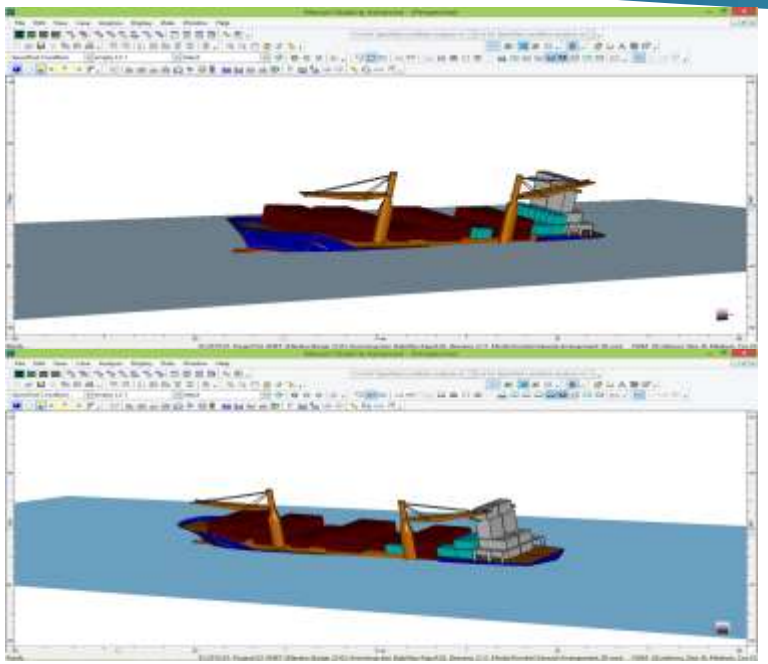
Analisa yang didapatkan adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 3.529 m didapatkan Sudut *heeling* -7.4 deg, *draft* depan 5.108 m, *draft* belakang 8.637 m, *displacement* kapal sebesar 12509 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 1219.019 m^3, status kapal GZ positif



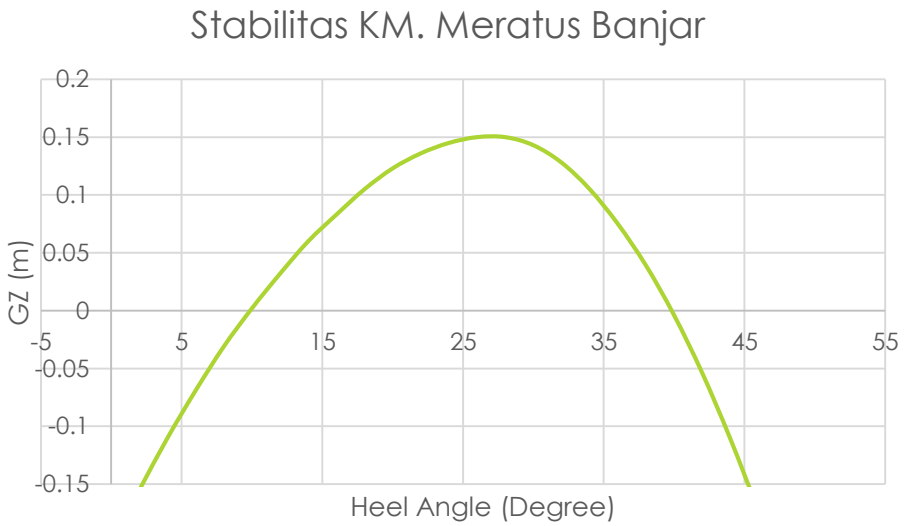
grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.168 m pada sudut heeling 26^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

7. Tanggal 1 september 2015, Pukul 23.00



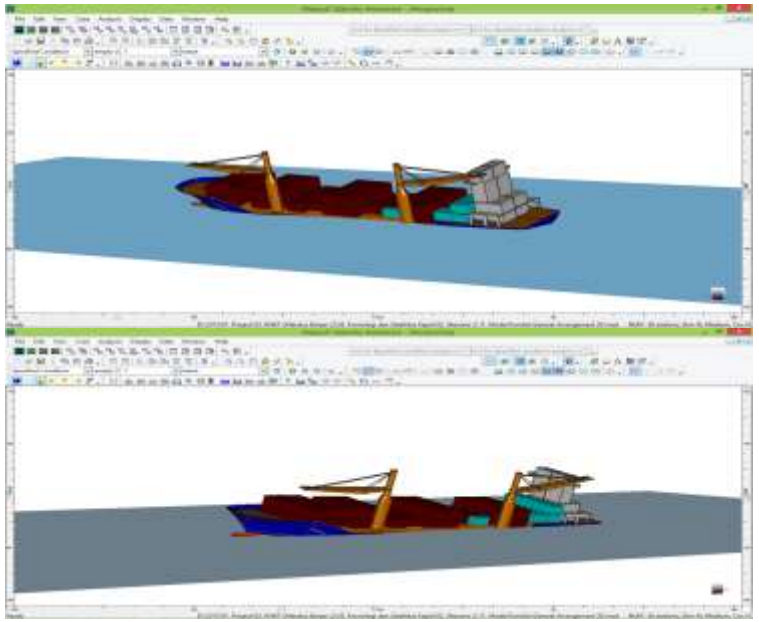
Analisis yang didapat adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 3.528 m didapatkan, sudut heeling -9.8 deg, *draft* depan 5.112 m, *draft* belakang sebesar 8.640 m, *displacement* kapal sebesar 12509 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 1175.62 m^3, status kapal: GZ positif



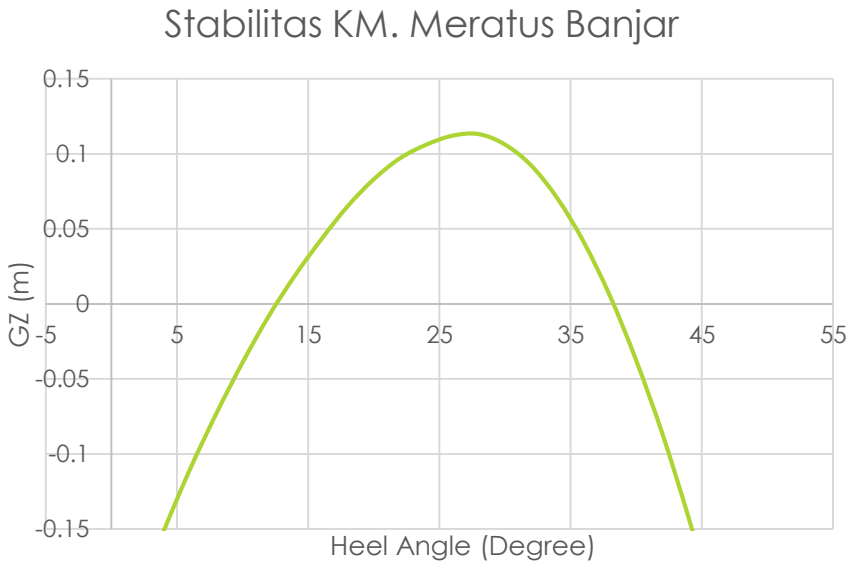
grafik stabilitas di samping dimana diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.15 m pada sudut heeling 26^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

8. Tanggal 2 september 2015, Pukul 01.00



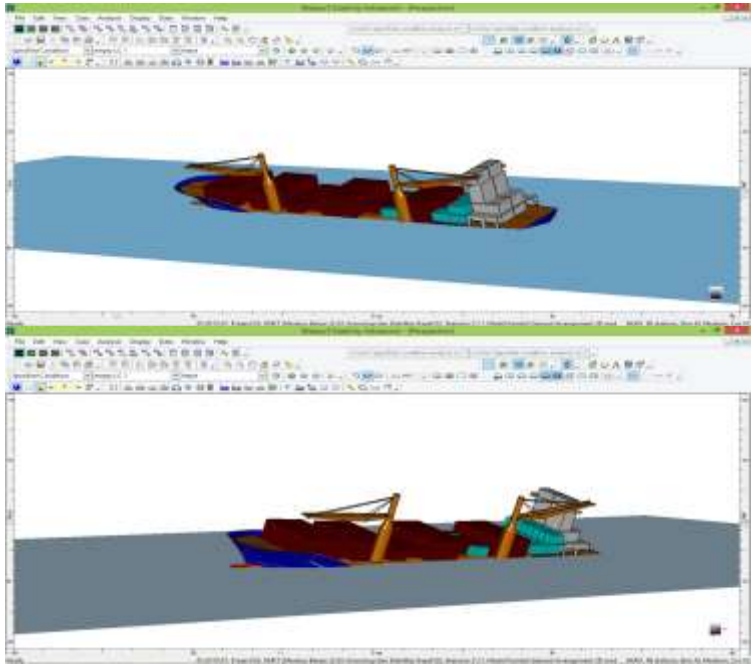
Analisis yang didapat KM. Meratus Banjar 2 ketika mengalami kondisi *trim* sebesar 3.523 m didapatkan, sudut heeling -12.5 deg, *draft* depan 5.121 m, *draft* belakang 8.644 m, *displacement* kapal 12509 ton, volume air masuk di Kamar mesin sebesar 1250.019 m^3, status kapal GZ positif



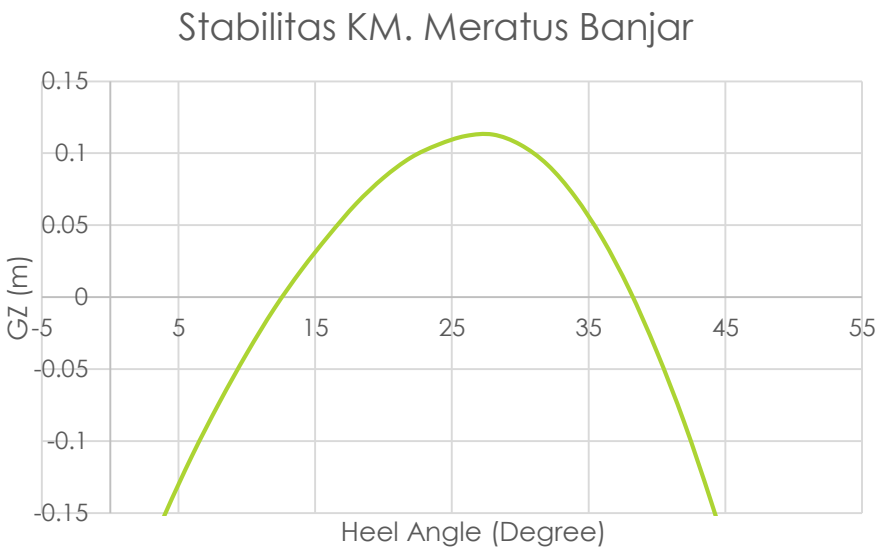
grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.113 m pada sudut heeling 28^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

9. Tanggal 2 september 2015, Pukul 03.00



Analisis yang didapat KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 3.479 m didapatkan, sudut heeling -16.2 deg, *draft* depan 5.162 m, *draft* belakang 8.640 m, *displacement* kapal sebesar 12509 ton, volume air masuk di kamar mesin: 1250.019 m^3, Status kapal GZ positif

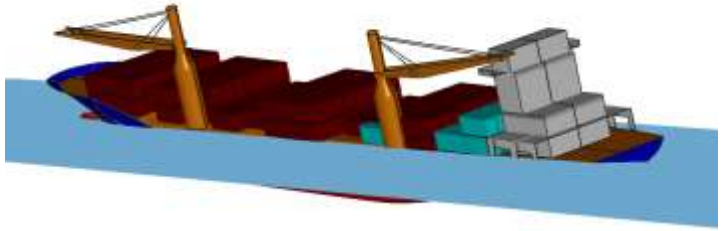


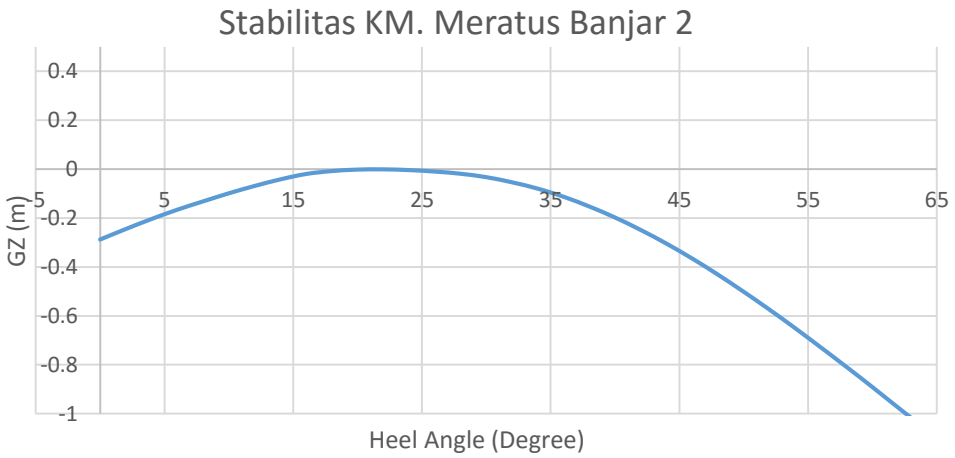
grafik stabilitas di samping dimana diketahui bahwa GZ max masih positif dengan nilai GZ sebesar 0.112 m pada sudut heeling 26^0.

Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

10. Tanggal 2 september 2015, Pukul 05.42

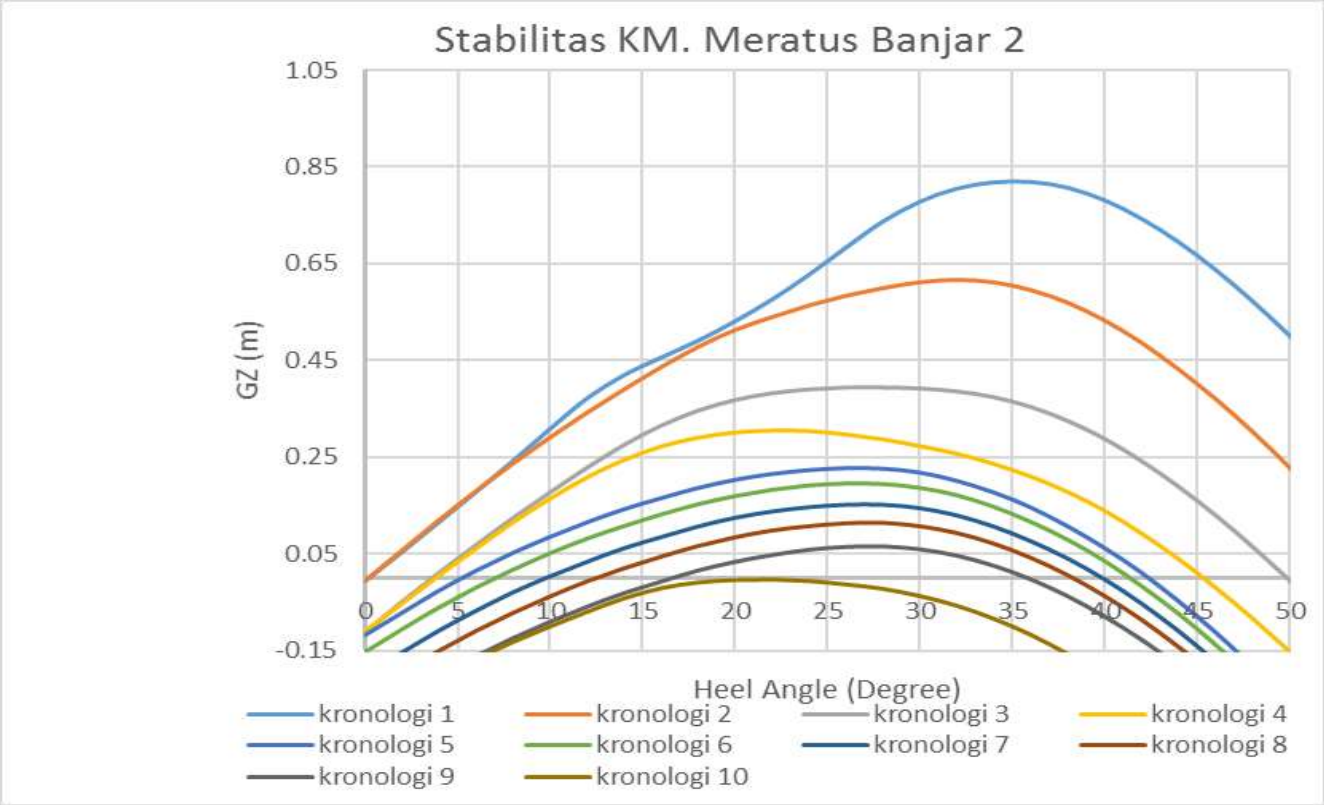
Analisis yang didapat KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 4.501 m didapatkan, sudut heeling -17.6 deg, *draft* depan 4.715 m, *draft* belakang 9.215 m, *displacement* kapal 12708 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 1250.019 m^3, status kapal GZ mendekati nol (negatif)





grafik stabilitas di samping diketahui bahwa GZ max *negative* dengan nilai GZ sebesar -0.0004 m pada sudut heeling 22^0.

Resume Stabilitas KM. Meratus Banjar 2



Kesimpulan

Dari hasil analisis teknis terhadap informasi dan data yang ada, dapat disimpulkan bahwa:

- Terjadinya kecelakaan laut tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembo pada tanggal 02 September 2015 yaitu awalnya terjadi kebocoran pada lubang *seachest* di kamar mesin sisi *portside*. Selang beberapa jam kapal mengalami penambahan air di kamar mesin mengakibatkan mesin induk mati dan mesin pompa mati, sehingga kapal semangkin *heel* di sisi *portside* dan menyebabkan mengalirnya air balas pada tangki-tangki balas di sisi *starboard* ke tangki-tangki balas sisi *portside*. Dengan menglirnya isi tangki disebelah *starboard* ke *portside* menyebabkan *trim heel* kapal semakin bertambah, begitu pula volume air yang masuk ke ruang mesin, karena *trim* -nya besar air masuk ke ruang muat. Adanya permukaan bebas di ruang mesin dan ruang muat menyebabkan kapal menjadi labil kemudian *capsize*. Selanjutnya KM. Meratus Banjar 2 tenggelam dikarenakan akibat penambahan air di kamar mesin dan ruan muat menjadikan berat kapal lebih besar dari pada *displacement* kapal.

Kesimpulan

- Saat air masuk dibagian kamar mesin mencapai 75% pada bagian *portside* dan bertambahnya *ballast water* pada *side tank* no. 22 dan no. 23 sisi *portside*, serta masuknya air ke ruang muat 3 (*cargo hold 3*) dikarenakan *trim* pada kapal terlalu besar. Pada saat itu KM. Meratus Banjar 2 mengalami *capsize* dan selanjutnya tenggelam, hal ini juga bisa dilihat dari kurva stabilitas dengan melihat nilai GZ pada saat itu, dimana GZ maks berada di bawah nol / bernilai negatif.

- Kondisi Stabilitas KM. Meratus Banjar 2 pada saat kejadian :
  - Saat kapal berangkat, GZ max berada di sudut *heeling* 36^0 sebesar 0.815 m
  - .Saat terjadi kebocoran di bagian kamar mesin, GZ max berada di sudut *heeling* 32^0 sebesar 0.545 m
  - Saat berpindahnya isi tangki-tangki balas sisi *starboard* ke sisi *pordside*, GZ max berada di sudut *heeling* 26^0 sebesar 0.112 m
  - Saat terjadi *capsize* dikarnakan *trim* pada kapal semakin besar sehingga air masuk ke dalam ruang muat 3 dan kapal tidak memiliki momen pengembali. GZ max berada di sudut *heeling* 22^0 sebesar -0.0004 m

TERIMA KASIH