PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN III)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 10 Juli 2021
ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

ANALISA STABILITAS PADA KONVERSI COAL BARGE MENJADI CRANE BARGE DENGAN METODE NUMERIK

Slamet Rohmat Affandi[1], Erifive Pranatal[1], dan Pramudya Imawan Santosa[1]

[1] Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rahman Hakim No. 100, Surabaya 60117

e-mail: slamet.rohmat.affandi@gmail.com

ABSTRAK

Konversi kapal merupakan suatu pilihan dari sebuah perusahaan kapal untuk menghindari kerugian yang lebih besar akibat kecelakaan kapal. Kapal *Coal Barge* dengan panjang 67.00 m, lebar 16.70 m dan tinggi geladak 4.50 m dikonversikan menjadi kapal *Crane Barge* dengan ukuran yang sama. Desain konversi dibentuk dalam 2 model, yakni model 1 dengan 1 *crane* dan model 2 dengan 2 *crane*. Dari konversi ini dilakukan analisa stabilitas dengan metode numerik dengan bantuan aplikasi *Maxsurf Stability* agar dapat mendapatkan nilai yang lebih presisi dari perhitungan manual. Analisa stabilitas ini diharapkan dapat memenuhi kriteria IMO *(International Maritime Organization) Code A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships.* Pemodelan 3 dimensi dilakukan pada aplikasi *maxsurf modeler,* dengan hanya membuat 1 bentuk lambung karena pada Model 1 dan Model 2 menggunakan bentuk lambung yang sama. Hasil yang didapatkan dari analisa yakni kapal Model 1 mempunyai nilai maksimum GZ 3.425m.rad pada kemiringan 22.7° dan model 2 mempunyai nilai maksimum GZ 3.818m.rad pada kemiringan 21.8°

Kata kunci: konversi kapal*, coal barge, crane barge, maxsurf modeler, maxsurf stability*

Ship conversion is an option of a ship company to avoid greater losses due to ship accidents. The Coal Barge vessel with a length of 67.00 m, a width of 16.70 m and a deck height of 4.50 m was converted into a Crane Barge vessel of the same size. The conversion design is made in 2 models, namely model 1 with 1 crane and model 2 with 2 cranes. From this conversion, stability analysis was carried out using numerical methods with the help of the Maxsurf Stability application in order to obtain more precise values than manual calculations. This stability analysis is expected to meet the criteria of IMO (International Maritime Organization) Code A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships. 3-dimensional modelling is carried out on the maxsurf modeler application, by only making 1 hull shape because Model 1 and Model 2 use the same hull shape. The results obtained from the analysis are that the Model 1 ship has a maximum value of GZ 3.425m.rad at an inclination of 22.7° and model 2 has a maximum value of GZ 3.818m.rad at an inclination of 21.8°

Keywords: *ship conversion, coal barge, crane barge, maxsurf modeler, maxsurf stability*

PENDAHULUAN

Kalimantan merupakan salah satu pulau besar di Indonesia dengan berbagai sumber daya alam seperti hasil tambang yang melimpah. Bahan tambang yang sering dijumpai pada pulau tersebut yakni batubara dengan indikasi banyaknya *Coal Barge* yang berlalu-lalang disana.

Beberapa bulan lalu, perusahaan x yang bekerja dalam bidang *ship design & consultant* di Sidoarjo mendapatkan tawaran pekerjaan mengenai konversi *Conveyor Barge* menjadi *Crane Barge* dengan komoditas muatan utama yakni batubara.

Berdasarkan hal ini, penulis memilih mengambil penelitian dari konversi tersebut dengan mendesain *General Arrangement* yang kemudian disimulasikan 3 Dimensi dan melakukan analisa stabilitas menggunakan bantuan aplikasi *Maxsurf Modeler* dan *Maxsurf Stability*

Pada penelitian ini dibuat 2 bentuk Model, yakni Model 1 dengan menggunakan 1 *crane* dan Model 2 menggunakan 2 *crane.* Keputusan ini diambil karena kesepakatan antara pemilik kapal dengan perusahaan x tersebut.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

KAJIAN PUSTAKA

Coal Barge

Coal Barge merupakan salah satu kapal pontoon yang mengangkut batubara. Kapal ini umumnya mempunyai geladak datar dan *bulkhead* memanjang dan melintang sebagai penahan/pembatas sisinya. Namun ada juga yang berbentuk berbeda seperti pada kapal ini yang mempunyai *hopper* dibagian geladak yang di bagian bawahnya terdapat *conveyor* yang dapat memindahkan batubara dari *hopper* tersebut ke area luar kapal.

Crane Barge

Barge yang mempunyai *crane* besar di area geladak bisa disebut dengan *Crane Barge*. *Crane Barge* pada hasil konversi ini memiliki *hopper* (tempat penampungan) kecil untuk meletakkan hasil pengambilan dari *grab bucket* yang kemudian disalurkan ke kapal lain. Sistim perpindahan dari *hopper* ke kapal lain menggunakan *conveyor* yang diletakkan di bawah *hopper* tersebut

Karakteristik Hidrostatik

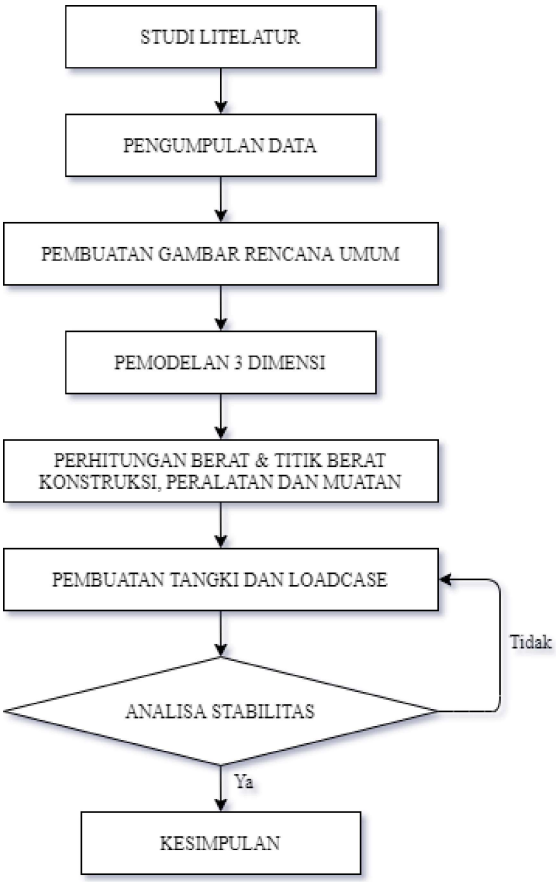
Karakteristik hidrostatik digambarkan dalam sebuah kumpulan kurva yang mana memperlihatkan karakteristik badan kapal yang tercelup air. Kurva ini digambar hanya sebatas kondisi sarat penuh.

Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal kembali ke posisi semula setelah mendapatkan beban eksternal atau kapal dimiringkan. ~~Kriteria~~ Stabilitas kapal harus memenuhi kriteria IMO *(International Maritime Organization) Code A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships* dengan list kriteria sebagai berikut:

1. Area 0° to 30° > 0,055 m.rad
2. Area 0° to 40° > 0,090 m.rad
3. Area 0° to 40° > 0,030 m.rad
4. GZ_{max} at 30° > 0,200 m
5. Angle of GZ_{max} > 25°

METODE



Studi Literatur

Melengkapi teori-teori yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan penelitian ini. Media literasi yang digunakan yakni *manual book, text book, hand book, paper* ataupun karya ilmiah yang dapat dipertanggung jawabkan, dan berkonsultasi dengan dosen pembimbing.

Pengumpulan Data

Perolehan data dilakukan secara langsung, serta mengumpulkan gambar-gambar konstruksi yang dipergunakan untuk menunjang perhitungan dan analisa. Bila mana terjadi keterbatasan data, maka asumsi bisa dipergunakan dengan mempertimbangkan kondisi dan korelasi dari satu sama lainnya.

Pembuatan Rencana Umum

Pembuatan gambar Rencana Umum didesain sedemikian rupa untuk mewujudkan keinginan pemilik kapal. Dari gambar ini akan terbentuk 2 model *Crane Barge* dengan masing-masing mempunyai 1 *crane* dan 2 *crane*

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Pemodelan 3 Dimensi

Permodelan 3 dimensi dilakukan sebagai langkah awal dari tahapan analisa karena analisa menggunakan *software* memerlukan bantuan objek 3D sebagai bahan analisanya. Pada pembuatan objek 3D hanya dibentuk dalam 1 desain karena kedua model memiliki bentuk lambung yang sama. Permodelan juga hanya memerlukan objek 3D dari lambung dan geladak saja sebagai sarana peletakan titik berat objek.

Perhitungan Berat dan Titik Berat Konstruksi, Peralatan dan Muatan

Konversi kapal ini memerlukan perubahan konstruksi di beberapa titik, karena perubahan ini, maka titik berat kapal harus dihitung ulang dengan menggunakan perhitungan manual dengan aplikasi *Autocad* dan *Excel*. Titik berat dari alat berat didapatkan dari masing-masing vendor.

Pembuatan Tangki dan *Loadcase*

Sebelum melakukan analisa, baiknya mendefinisikan tangki dari mulai pembatas tangki hingga jenis muatan tangki tersebut. Langkah selanjutnya yakni melakukan *input loadcase* dan *loadcase* inilah yang menjadi penentu utama berhasil atau tidaknya analisa ini. Pengisian data *loadcase* bergantung pada gambar Rencana Umum yang telah dibuat.

Analisa Stabilitas

Perhitungan stabilitas digunakan untuk menentukan karakter stabilitas kapal ini. Analisa ini diperoleh dengan bantuan *software Maxsurf Stability*

HASIL DAN DISKUSI

Data Ukuran Utama Kapal

Data ukuran utama pada konversi kapal ini ialah

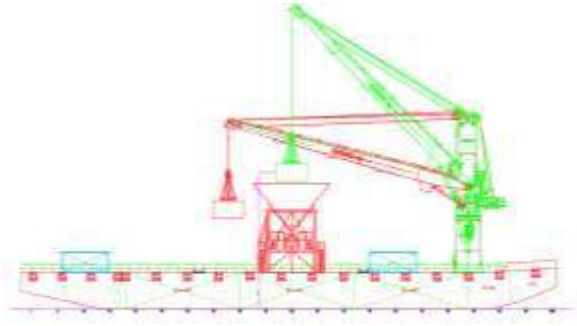
- *Length (O.A.)* : 67.00 m
- *Length (P.P.)* : 65.60 m
- *Breadth* : 16.70 m
- *Depth* : 4.50 m
- *Draft* : 3.30 m
- *Complement* : 6 orang
- *Dead Weight* : *Abt.* 2500 T
- *Hold* : *Abt.* 3150 m3



Gambar 1: Coal Barge M25-1302

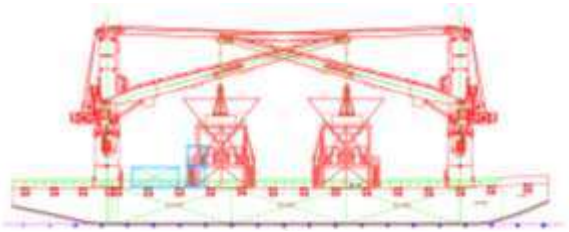
Pembuatan Rencana Umum

Rencana Umum didesain sesuai permintaan pemilik kapal. Bentuk lambung disamakan dengan kapal sebelum dikonversi. Karena perubahan terletak pada area geladak dan buritan kapal saja.



Gambar 2: Rencana Umum Model 1

Pada Gambar 2, rencana umum model 1 menggunakan 1 *crane* yang diletakkan pada bagian depan, kemudian *hopper* terletak di area tengah kapal. Container biru digunakan sebagai ruangan *office* dan dapat disesuaikan ulang mengikuti hasil dari analisa stabilitas.



Gambar 3: Rencana Umum Model 2

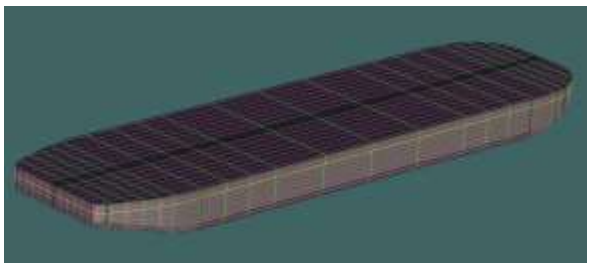
Sedangkan pada Gambar 3 menjelaskan gambar Rencana Umum model 2, yang memiliki 2 *crane* dan 2 *hopper*, rancangan ini digunakan supaya proses pengisian *hopper* tidak perlu menunggu *crane* yang lainnya, sehingga keduanya bisa beroperasi dan mempercepat proses pengisian.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Equipment hopper diletakkan sedikit berjauhan bertujuan untuk meletakkan *grab bucket* pada kondisi *crane standby*

Pemodelan 3 Dimensi

Pembuatan 3 dimensi dilakukan dengan bantuan aplikasi *maxsurf modeler* yang disesuaikan dengan gambar *lines plan* dari pihak pemilik kapal. Pemodelan ini menghasilkan bentuk dari lambung kapal yang akan dilakukan konversi. Hasil dari pemodelan terdapat pada gambar 4.



Gambar 4: Hasil pemodelan lambung

Perhitungan Berat dan Titik Berat Konstruksi, Peralatan dan Muatan

Perhitungan berat penambahan konstruksi dilakukan secara *manual*. Rekapitulasi dari data *lightship* dari model 1 dapat dilihat pada tabel 2 dan pada tabel 3 yakni rekapitulasi *lightship* dari model 2.

Pembuatan Tangki dan *Loadcase*

Setelah melakukan proses pembuatan 3 dimensi dan perhitungan titik berat konstruksi dan *equipment*, selanjutnya mendefinisikan tangki yang disesuaikan dengan gambar Rencana Umum dari masing-masing model. Pada tiap model terdapat titik berat dari tambahan konstruksi dari bagian belakang kapal dan area tengah kapal.

Dari gambar Rencana Umum, tangki-tangki yang disimulasikan yakni tangki air *Ballast* (W.B.T.) dari No. 1 sampai 3 dengan masing-masing nomor tangki yakni bagian *Port* (P), *Starboard* (S), *Port Center* (PC), *Starboard*

Center (SC). Pembatas-pembatas tangki didefinisikan berturut-turut sebagai berikut:

AFT : Pembatas bagian belakang
FORE : Pembatas bagian depan
F. PORT : Pembatas bagian kiri
F. STBD. : Pembatas bagian kanan
F. TOP : Pembatas bagian atas
F. BOTTOM : Pembatas bagian bawah

Dalam pembuatan batas dengan *surface* pada aplikasi *maxsurf modeler*, cukup dengan melebihkan batas tersebut terhadap *surface* lambungnya. Seperti contoh No. 3 WBT S bagian F. STBD yang seharusnya dibatasi dengan *surface* dimana *surface* tersebut berjarak 8.35m dari *centerline*, maka cukup dituliskan angka lebih dari 8.35 atau seperti contoh yang saya gunakan yakni 9m. Setelah itu *file* disimpan, ditutup dan dibuka ulang sehingga batas tangki secara otomatis menyesuaikan bentuk *surface*. Secara lengkap, nama-nama tangki beserta jenis dan batas tangka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Data tangki yang digunakan

NO	NAME TANK	TYPE	FLUID TYPE	AFT	FORE	F. PORT	F. STBD.	F. TOP	F. BOTTOM
1	NO.3 WBT S	Tank	W. Ballast	11,70	26,00	5,75	9,00	4,50	0,00
2	NO.3 WBT P	Tank	W. Ballast	11,70	26,00	-9,00	-5,75	4,50	0,00
3	NO.3 WBT SC	Tank	W. Ballast	11,70	26,00	0,00	5,75	4,50	0,00
4	NO.3 WBT PC	Tank	W. Ballast	11,70	26,00	-5,75	0,00	4,50	0,00
5	NO.2 WBT S	Tank	W. Ballast	26,00	40,30	5,75	9,00	4,50	0,00
6	NO.2 WBT P	Tank	W. Ballast	26,00	40,30	-9,00	-5,75	4,50	0,00
7	NO.2 WBT SC	Tank	W. Ballast	26,00	40,30	0,00	5,75	4,50	0,00
8	NO.2 WBT PC	Tank	W. Ballast	26,00	40,30	-5,75	0,00	4,50	0,00
9	NO.1 WBT S	Tank	W. Ballast	40,30	54,60	5,75	9,00	4,50	0,00
10	NO.1 WBT P	Tank	W. Ballast	40,30	54,60	-9,00	-5,75	4,50	0,00
11	NO.1 WBT SC	Tank	W. Ballast	40,30	54,60	0,00	5,75	4,50	0,00
12	NO.1 WBT PC	Tank	W. Ballast	40,30	54,60	-5,75	0,00	4,50	0,00

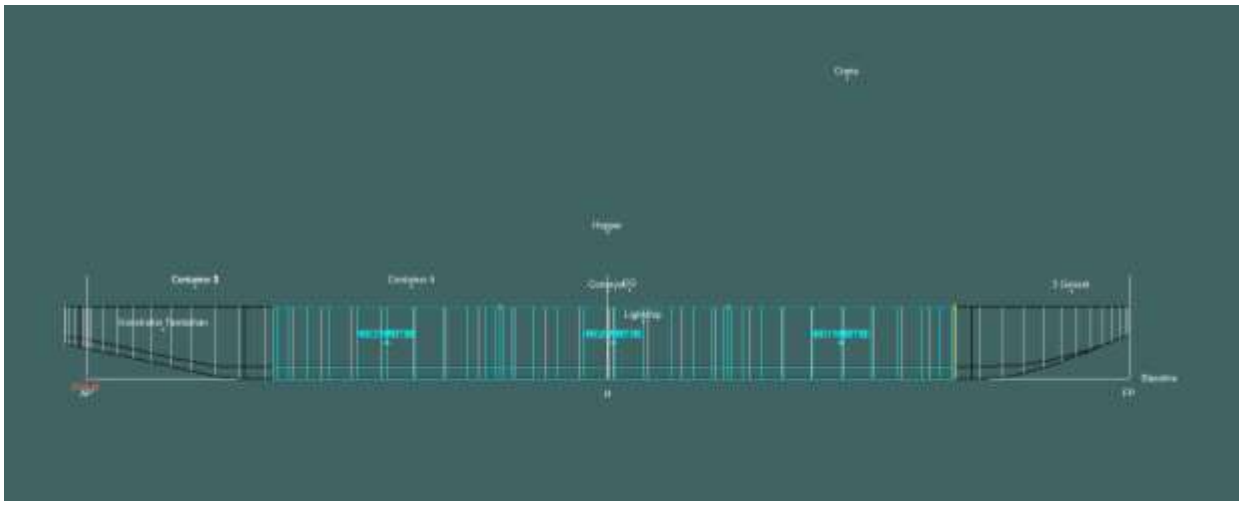
ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Tabel 2: Data Lightship crane barge model 1

NO	ITEM	WEIGHT (TON)	LCG (M)	L-MOMENT (TON.M)	TCG (M)	T-MOMENT (TON.M)	VCG (M)	V-MOMENT (TON.M)
1	Lightship Coal Barge Awal	750,27	34,990	26251,947	0,000	0,000	3,570	2678,464
	TOTAL	**750,27**	**34,990**	**26251,947**	**0,000**	**0,000**	**3,570**	**2678,464**
	MINUS							
1	Cargo Hold	-166,00	32,800	-5444,800	0,000	0,000	7,700	-1278,200
2	Mesh Room	-3,10	6,615	-20,507	6,050	-18,755	5,550	-17,205
3	Crew Room Aft	-2,70	6,940	-18,738	-6,050	16,335	5,550	-14,985
4	Crew Room Fore	-4,70	58,290	-273,963	4,457	-20,948	5,800	-27,260
5	Wheel House	-4,70	58,290	-273,963	4,457	-20,948	8,400	-39,480
6	Conveyor	-2,00	53,750	-107,500	-3,200	6,400	9,400	-18,800
	TOTAL	**-183,20**	**33,512**	**-6139,471**	**0,207**	**-37,916**	**7,620**	**-1395,930**
	ADD							
1	Konstruksi Tambahan	44,70	4,800	214,560	0,000	0,000	3,100	138,570
2	Crane	118,40	47,800	5659,520	0,000	0,000	18,930	2241,312
3	Hopper	14,50	32,800	475,600	0,000	0,000	9,200	133,400
4	Conveyor	57,00	32,800	1869,600	0,000	0,000	5,500	313,500
5	Container 1	12,00	6,800	81,600	-2,600	-31,200	5,800	69,600
6	Container 2	12,00	6,800	81,600	1,200	14,400	5,800	69,600
7	Container 3	12,00	6,800	81,600	5,000	60,000	5,800	69,600
8	Container 4	12,00	20,400	244,800	5,000	60,000	5,800	69,600
9	3 Genset	12,00	61,950	743,400	1,900	22,800	5,500	66,000
	TOTAL	**294,60**	**32,085**	**9452,280**	**0,428**	**126,000**	**10,764**	**3171,182**
Lightship Coal Barge Awal		750,27	34,990	26251,947	0,000	0,000	3,570	2678,464
Total Minus		-183,20	33,512	-6139,471	0,207	-37,916	7,620	-1395,930
Total Add		294,60	32,085	9452,280	0,428	126,000	10,764	3171,182
Lightweight Crane Barge Model 1		**861,67**	**34,311**	**29564,757**	**0,102**	**88,084**	**5,169**	**4453,716**

Hasil dari *input loadcase lightship* model 1 secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 2. Dari data ini, terlihat bahwasannya kapal model 1 akan mengalami *rolling* kekiri dikarenakan letak dari konveyor dan batu bara yang di angkutnya berada pada bagian kiri. Kondisi ini dapat disesuaikan dengan melakukan pengisian ballast pada tanki W.B.T. No. 2 (P) sekitar 30%. Sedangkan untuk menyeimbangkan secara memanjang, W.B.T. No. 3 (P) dan (S) dilakukan pengisian 40% untuk masing-masing tangkinya.

Pada gambar 5, merupakan hasil proyeksi titik berat dari masing-masing *loadcase* model 1 yang telah dimasukkan kecuali tangki menampilkan titik berat dari *volume*nya dengan kondisi terisi 100%.

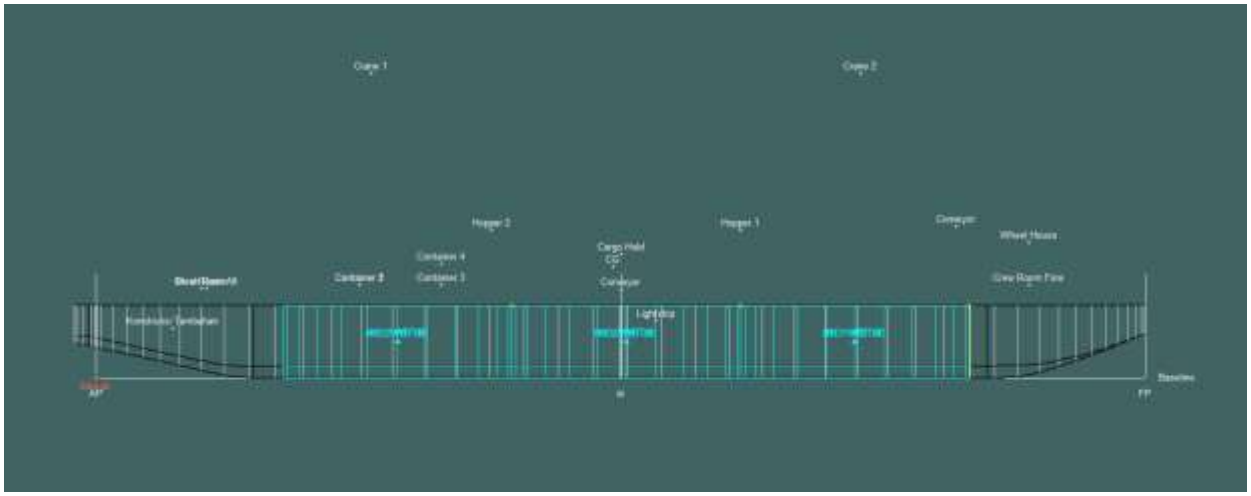


Gambar 5: Hasil input Loadcase Model 1

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Tabel 3: Data Lightship crane barge model 2

NO	ITEM	WEIGHT (TON)	LCG (M)	L-MOMENT (TON.M)	TCG (M)	T-MOMENT (TON.M)	VCG (M)	V-MOMENT (TON.M)
1	Lightship Coal Barge Awal	750,27	34,990	26251,947	0,000	0,000	3,570	2678,464
	TOTAL	**750,27**	**34,990**	**26251,947**	**0,000**	**0,000**	**3,570**	**2678,464**
	MINUS							
1	Cargo Hold	-166,00	32,800	-5444,800	0,000	0,000	7,700	-1278,200
2	Mesh Room	-3,10	6,615	-20,507	6,050	-18,755	5,550	-17,205
3	Crew Room Aft	-2,70	6,940	-18,738	-6,050	16,335	5,550	-14,985
4	Crew Room Fore	-4,70	58,290	-273,963	4,457	-20,948	5,800	-27,260
5	Wheel House	-4,70	58,290	-273,963	4,457	-20,948	8,400	-39,480
6	Conveyor	-2,00	53,750	-107,500	-3,200	6,400	9,400	-18,800
	TOTAL	**-183,20**	**33,512**	**-6139,471**	**0,207**	**-37,916**	**7,620**	**-1395,930**
	ADD							
1	Konstruksi Tambahan	44,70	-28,000	-1251,600	0,000	0,000	3,100	138,570
2	Crane 1	118,40	17,200	2036,480	0,000	0,000	18,930	2241,312
3	Crane 2	118,40	47,800	5659,520	0,000	0,000	18,930	2241,312
4	Hopper 1	14,50	40,300	584,350	0,000	0,000	9,200	133,400
5	Hopper 2	14,50	24,700	358,150	0,000	0,000	9,200	133,400
6	Conveyor	57,00	32,800	1869,600	0,000	0,000	5,500	313,500
7	Container 1	12,00	16,500	198,000	3,000	36,000	5,800	69,600
8	Container 2	12,00	16,500	198,000	-1,200	-14,400	5,800	69,600
9	Container 3	12,00	21,600	259,200	3,800	45,600	5,800	69,600
10	Container 4	12,00	21,600	259,200	3,800	45,600	7,100	85,200
	TOTAL	**415,50**	**24,479**	**10170,900**	**0,271**	**112,800**	**13,226**	**5495,494**
Lightship Coal Barge Awal		750,27	34,990	26251,947	0,000	0,000	3,570	2678,464
Total Minus		-183,20	33,512	-6139,471	0,207	-37,916	7,620	-1395,930
Total Add		415,50	24,479	10170,900	0,271	112,800	13,226	5495,494
Lightweight Crane Barge Model 2		**982,57**	**30,821**	**30283,377**	**0,076**	**74,884**	**6,898**	**6778,028**



Gambar 6: Hasil input Loadcase Model 2

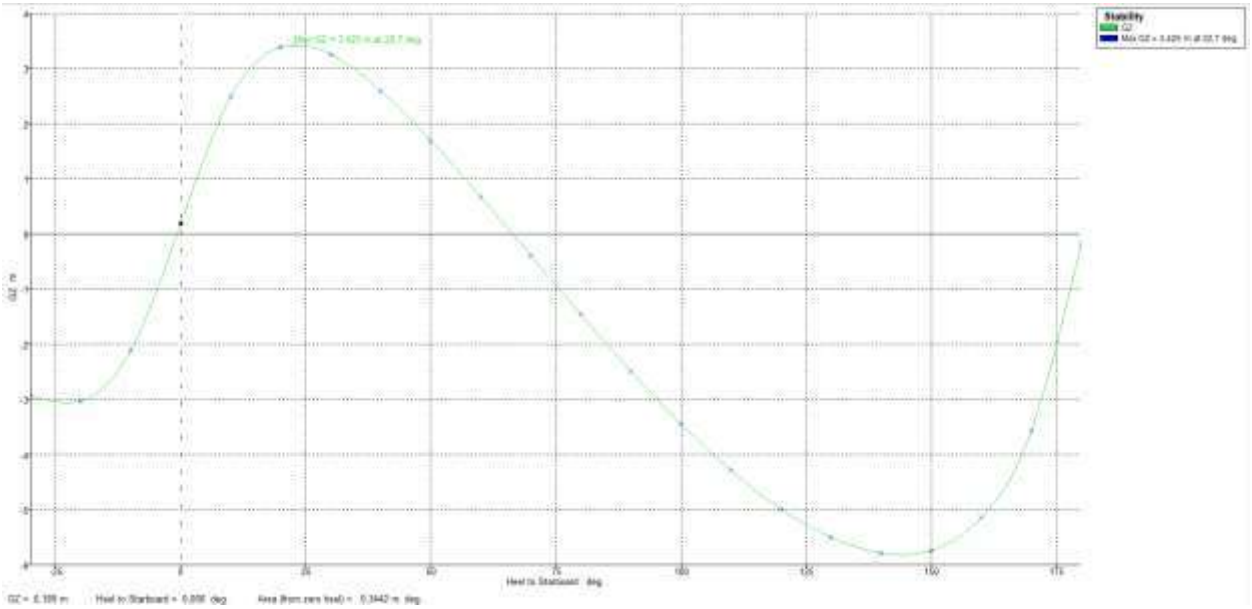
Dari tabel 3, terlihat bahwasannya pada model 2, posisi *crane* dan *hopper* disesuaikan ulang karena ada penambahan *crane* dan juga *hopper* lain sehingga letak dari beberapa *container* harus disesuaikan ulang untuk mengurangi *rolling* kapal ke kiri akibat berat *conveyor*. Namun perubahan *container* masih kurang untuk mengimbanginya sehingga diperlukan pengisian air *ballast* pada W.B.T. No. 2 (P) sekitar 43%. Karena kondisi *crane* diletakkan di depan dan belakang, sehingga kapal pada model 2 ini tidak mengalami kondisi *trim* yang besar.

Gambar 6, merupakan hasil proyeksi titik berat dari masing-masing *loadcase* model 2 yang telah dimasukkan kecuali tangki menampilkan titik berat dari *volume*nya dengan kondisi terisi 100%.

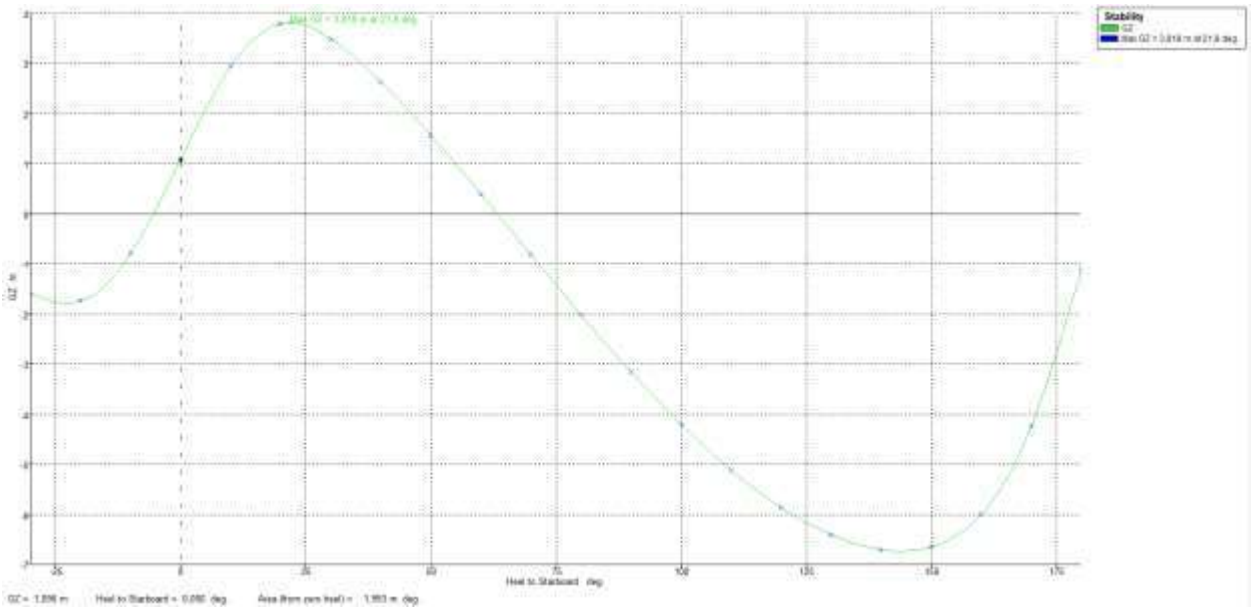
ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Analisa Stabilitas

Analisa stabilitas



Gambar 7: Grafik kurva GZ Model 1



Gambar 8: Grafik kurva GZ Model 2

Dari model 1 didapatkan nilai GZ maksimum yakni 3.425 pada kemiringan 22.7°, namun pada model 2 mendapatkan nilai GZ maksimum lebih besar yakni 3.818 pada kemiringan lebih kecil dengan nilai 21.8°.

Pada tabel 4, terdapat rekapitulasi kriteria dan hasil dari masing-masing model. Dari hasil ini didapati bahwa semua kriteria stabilitas IMO *(Internasional Maritime Organization) Code A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships* dapat terpenuhi kecuali nilai GZ maksimum harus di atas 25°.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Tabel 4: Rekapitulasi perbandingan kriteria stabilitas pada Model 1 dan Model 2

CODE	CRITERIA	VALUE	UNITS	MODEL 1			MODEL 2		
				ACTUAL	STATUS	MARGIN %	ACTUAL	STATUS	MARGIN %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	*Area 0 to 30*	0.0550	m.deg	1.3693	Pass	+2389.54	1.6169	Pass	+2839.79
	Area 0 to 40	0.0900	m.deg	1.8841	Pass	+1993.44	2.1564	Pass	+2295.98
	Area 30 to 40	0.0300	m.deg	0.5148	Pass	+1616.06	0.5395	Pass	+1698.22
	Max GZ at 30 or greater	0,200	m	3.253	Pass	+1526.50	3.491	Pass	+1645.50
	Angle of maximum GZ	25,0	deg	22.7	Fail	-9.09	21.8	Fail	-12.73

Pada tabel 4, dengan menimbang nilai GZ maksimum menurut *Berau Veritas* masih boleh di atas 20° dengan persetujuan *Flag Authorithies* di Indonesia yang tidak lain ialah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Nilai dari maksimum GZ cukup kecil dikarenakan jarak dari titik CG dengan titik B cukup jauh yang dapat mengakibatkan nilai maksimum GZ menjadi kecil.

SIMPULAN

Dari hasil analisa di atas, perencanaan konversi *Coal Barge* menjadi *Crane Barge* dengan panjang keseluruhan 67.00m, lebar 16.70m, tinggi geladak 4.5m dan tinggi sarat 3.3m mendapatkan nilai GZ maksimum pada Model 1 yakni 3.425 pada kemiringan 22.7°, dan pada Model 2 mendapatkan nilai 3.818 pada kemiringan lebih kecil dengan nilai 21.8°. Meskipun dari kriteria IMO tidak mencukupi, namun untuk jenis *barge* menurut *Berau Veritas* masih diperbolehkan dengan angka di atas 20 dengan persetujuan BKI sebagai *Flag Authorithies* di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Astanugraha, I M.A., (2017) Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Barge Batubara Menjadi Kapal Pengangkut Ikan Hidup untuk Perairan Sumbawa, Skripsi, Departemen Teknik Perkapalan, ITS.

Barras, C.B., dan Derrett, D.R., (1999). *Ship Stability for Masters and Mates, fifth edition, Butterworth–Heinemann Ltd.*

Fatahillah, Z.A., dan Kurniawati, H.A., (2013). Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LCT) MenjadI Self-Propelled Oil Barge (SPOB), Jurnal Teknik ITS, Volume 2, Number 1, pp. 84-89.

Gorat, M. L. P., (2017). Analisis Stabilitas *Crane Barge* saat Operasi *Heavy Lifting*, Skripsi, Jurusan Teknik Kelautan, ITS.

Lewis, E.V., (1988). *Principles of Naval Architecture*, Volume II, SNAME

MAXSURF, Training Manual Stability, Bentley Systems Pty Ltd.

Patriot, J., (2018). Studi Proses Konversi Kapal Tanker menjadi Tanki Minyak Terapung (FSO) Kapasitas 700.000 BBLS, Skripsi, Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia.

Pranatal, E. (2020). ANALISIS PENGARUH SUDUT DEADRISE PLANNING CRAFT TERHADAP STABILITAS DAN SEAKEEPING. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, *14*(2), 61-72.

Senofri, N., W, dan Umar, H., (2018). Studi Pemuatan Batubara Menggunakan *Floating Crane* PT. Mutiara Jawa 1 pada *Mother Vessel* Muara Berau, Provinsi Kalimantan Timur, Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 6, No. 1, Juni 2018, pp. 27-31.

[IMO] *Internasional Maritime Organization*. (1995). *Code on intact Stability For All Type of Ships Covered by IMO Intruments Resolution A.749(18)*.