

# Analisis Konstruksi Dan Kekuatan Pada Konversi Kapal Tanker Barunawati 110000 Dwt Menjadi Bulk Carrier

M.A. Talahatu<sup>1\*</sup>, M.Baqi<sup>2</sup>, Jusak Siahaan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia,  
Kampus UI Depok, 16424, Indonesia

<sup>3</sup>Mahasiswa Program sarjana Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424, Indonesia  
\*email : marcus@eng.ui.ac.id

## Abstrak

Konversi kapal Tanker ke Bulk Carrier merupakan salah satu cara dalam penambahan armada Bulk Carrier di Indonesia, karena memiliki nilai ekonomis yang menguntungkan dan waktu pembuatan lebih cepat dari membuat kapal baru. Konversi kapal ini sangat bermanfaat bagi berbagai pihak, baik itu si pemilik kapal bulk carrier itu sendiri dan juga perusahaan batubara yang saat ini benar-benar membutuhkan kapal batubara yang memiliki kapasitas ruang muat yang sangat besar. Pemerintah juga sangat menganjurkan konversi kapal ini agar kapal berbendera Indonesia semakin banyak dan kapal berbendera Indonesia bisa lebih banyak lagi mengambil bagian dalam pengangkutan muatan curah di Indonesia. Secara umum proses konversi ini dilakukan dengan memodifikasi struktur tanker tersebut dengan cara memotong pelat-pelat bulkhead, memotong pelat geladak sebesar dimensi palka kapal, menambahkan pelat dan profil inner hull, pelat dan profil topside, pelat dan profil hopperside dan memperpanjang kapal tersebut sebesar 25 meter. Pembahasan lebih lanjut dari skripsi ini adalah perhitungan kekuatan kapal dan stabilitas statis kapal.

**Keywords:** Bulk Carrier; Batubara, Modifikasi, Kekuatan, Stabilitas

## Pendahuluan

Dalam kegiatan ekspor dan impor, dibutuhkan moda transportasi yang mendistribusikan barang seperti batu bara. Pada gambar 1 menunjukkan bahwa sumber cadangan batubara di Indonesia masih dalam kondisi yang cukup baik. Dalam pendistribusian batu bara dari negara yang satu ke negara lain dibutuhkan kapal-kapal yang mengangkut batubara tersebut dan kapal tersebut biasanya khusus untuk pengangkutan batubara, yaitu kapal Bulk Carrier. Kapal Bulk carrier ini didesain khusus untuk mengangkut batubara dan biasanya mampu mengangkut ribuan ton batu bara dalam satu kali perjalanan sesuai dengan jenis kapalnya. Seperti kapal batubara Handymax mencapai 35.000 sampai 59.000 ton, Panamax mencapai 60.000 sampai 80.000 ton.

	Measured	Indicated	Inferred	Hypothetical	Total	%
Jawa	5,47	6,65	0	2,09	14,21	0,01
Sumatra	20.153,72	13.949,29	10.634,37	7.699,18	52.436,56	50,06
Kalimantan	14.371,81	17.977,78	5.070,61	14.497,21	51.917,41	49,56
Sulawesi	0	146,92	33,09	53,09	233,10	0,22
Maluku	0	2,13	0	0	2,13	0,00
Papua	89,40	64,02	0	0	153,42	0,15
Total	22.251,57	15.738,07	34.146,79	34.620,40	104.756,83	100

Cadangan	
Total	21.100,00

Sumber: Dit. Perusahaan Minerabapabum 2009

**Gambar 1.** Data cadangan batubara di Indonesia, sumber : Dit. Perusahaan minerabapabum, 2009

Di Indonesia kapal batubara yang berbendera Indonesia terbilang masih sedikit, kapal Nasional hanya mengambil 10 persen dari pangsa ekspor dari Indonesia yang setiap tahunnya mencapai 220 juta ton. Oleh karena itu, untuk memperbanyak jumlah armada kapal Bulk Carrier di Indonesia, maka pemerintah mengusahakan pembangunan Kapal Bulk Carrier dengan jumlah yang banyak dan juga melakukan konversi kapal ke Bulk Carrier seperti pada gambar 2. Konversi kapal ke bulk carrier merupakan salah satu cara dalam penambahan armada kapal di Indonesia, karena memiliki nilai ekonomis yang menguntungkan dan waktu pembuatan lebih cepat dari membuat kapal baru.



**Gambar 2.** Capsize 80.000 tons deadweight dan lebih, tanpa cargo gear sendiri dan muatan yang diangkut : ore, coal

Konversi kapal dilakukan dengan penambahan panjang kapal mulai dari awal pengerjaan hingga didapatkan

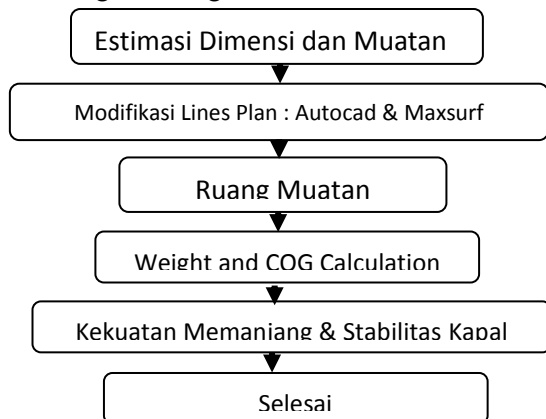
sebuah desain kapal Bulk Carrier yang telah memenuhi nilai dari aspek berikut ini:

- Payload yang paling optimum dengan batasan displacement kapal.
- Kekuatan kapal dengan batasan peraturan klasifikasi BKI.
- Nilai stabilitas kapal dengan batasan kriteria stabilitas dari Intact Stability Code – Intact Stability for All types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution a.749(18) Amended by MSC.75(69)- Annex – Code on intact Stability for all types of ships covered by IMO Instruments- Chapter 3 – Design Criteria Applicable to all ships

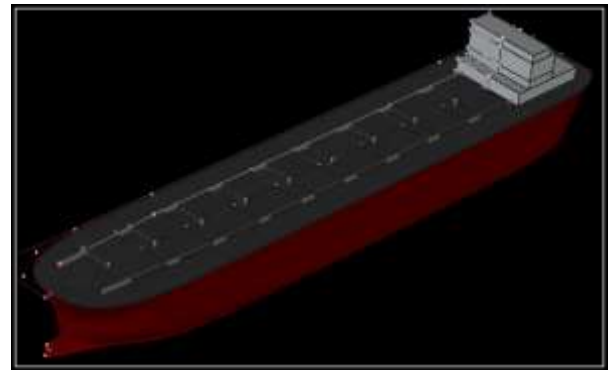
Tujuan penelitian ini membahas tentang konversi kapal dari kapal tanker ke bulk carrier. Kapal Tanker Barunawati yang masih memiliki konstruksi single hull akan dikonversi ke kapal bulk carrier. Dasar pertimbangan dalam mengkonversi Kapal tanker ini, karena kapal ini tidak diizinkan lagi berlayar jika belum memakai single hull sesuai dengan peraturan MARPOL yang mengharuskan kapal tanker yang berada diatas 5.000 DWT harus memakai single hull dan kapal Barunawati ini memiliki kapasitas 110.000 DWT sehingga dikenai peraturan MARPOL tersebut. Secara umum proses konversi ini dilakukan dengan cara memotong pelat-pelat bulkhead, memotong pelat geladak sebesar dimensi palka kapal, menambahkan pelat dan profil inner hull, pelat dan profil topside, pelat dan profil hopperside dan memperpanjang kapal sebesar 25 meter.

### Metodologi Teknis

Tabel 1 meruapak dimensi kapal tanker yang akan diubah menjadi kapal bulk carrier. Sedangkan proses yang akan dilakukan untuk mengkonversi kapal tanker menjadi kapal bulk carirer mengikuti diagram alir berikut :



Gambar 3. Diagram alir tahapan konversi kapal



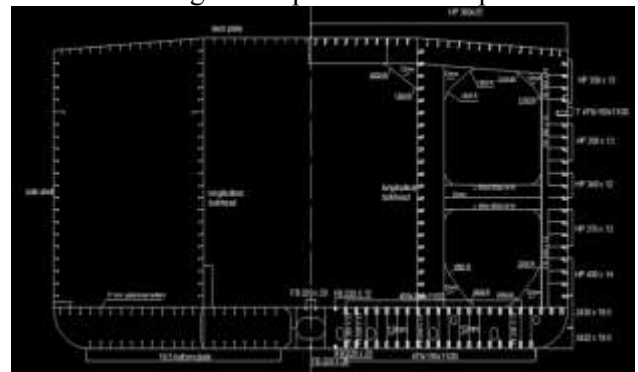
Gambar 4. Permodelan kapal dengan maxsurf 17

Tabel 1. Konversi kapal bulk carrier

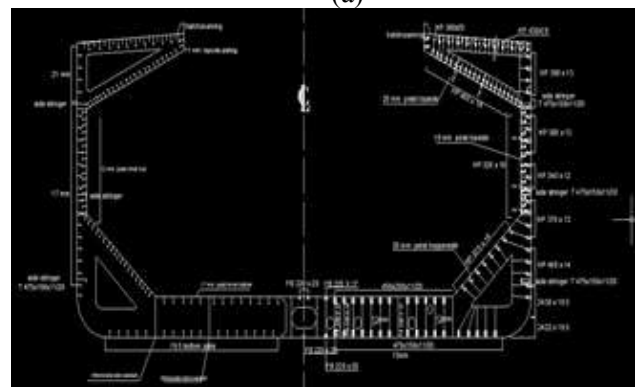
Main Dimension	Kapal Tanker	Kapal Bulk Carirer (Modifikasi)
LOA	246,8 m	270m
LPP	238 m	265m
B	42,48 m	42,48 m
H	20,7 m	20,7 m
T	14 m	14 m
V Trial Speed	14,6 knot	14,6 knot
Cb	0,86	0,86

### Hasil dan Pembahasan

Tahap 1. Perencanaan ulang dengan memodifikasi bentuk scantling dari kapal tanker ke kapal bulk carrier.



(a)



(b)

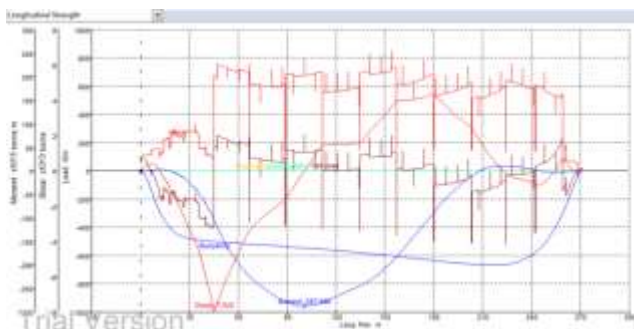
Gambar 5. Konstruksi melintang (1) kapal tanker (2) kapal bulk carrier

Gambar 5 merupakan konversi konstruksi secara melintang dari kapal tanker ke kapal bulk carrier. Tahapan ini beberapa konstruk penguat dipertahankan hanya menambahkan beberapa penguat secara melintang untuk kontruksi diruang muat. Kemudian akan dihitung ke permodelan perhitungan kekuatan memanjang berdasarkan jumlah item kontruksi, weight, center of gravity (COG), dan payload untuk kapal bulk carrier.

**Tahap 2.** Pengecekan kekuatan memanjang berdasarkan kondisi hogging. Item kontruksi dibagi kedalam 40 frame dan dilakukan analisa kekuatan kapal berdasarkan weight dan center of gravity (COG).

**Tabel 2.** Perhitungan Kekuatan Memanjang Kapal Pada saat Hogging

Nome	Long_pos	Mass	Buoyancy	Netload	Shear	Moment
	M	Ton	Ton	Ton	x10 <sup>3</sup> tonne	x10 <sup>3</sup> tonne
st 0	-0.349	0	0	0	0	0
st 1	6.351	116.707	-190.652	-13.945	0.391	1.568
st 2	13.051	133.896	-314.693	-180.826	-0.182	3.049
st 3	19.751	268.791	-418.78	-149.957	-1.271	-1.757
st 4	26.451	217.406	-468.302	-250.986	-3.572	-14.283
st 5	33.151	286.865	-486.773	-199.908	-3.938	-36.165
st 6	39.851	152.509	-495.959	-343.43	-5.802	-68.333
st 7	46.551	672.898	-502.449	170.448	-7.591	-113.466
st 8	53.251	731.427	-507.749	223.677	-6.018	-160.984
st 9	59.951	701.624	-512.817	188.807	-4.657	-196.695
st 10	66.651	627.346	-517.819	109.427	-3.308	-233.556
st 11	73.351	610.757	-522.704	87.962	-2.756	-244.039
st 12	80.051	399.961	-528.012	71.951	-2.253	-260.76
st 13	86.751	306.993	-533.386	63.608	-1.808	-274.381
st 14	93.451	688.947	-538.994	149.954	-0.973	-284.02
st 15	100.151	678.348	-544.846	133.502	-0.601	-287.6
st 16	106.851	686.849	-550.955	115.913	0.822	-285.175
st 17	113.551	561.966	-557.278	4.688	1.507	-276.753
st 18	120.251	368.439	-563.991	4.460	1.528	-366.598
st 19	126.951	573.225	-570.911	2.314	1.534	-256.36
st 20	133.651	787.842	-578.026	9.816	1.589	-248.924
st 21	140.351	703.371	-585.322	119.848	2.213	-233.639
st 22	147.051	693.692	-593.244	101.808	2.886	-216.443
st 23	153.751	708.161	-601.265	186.956	3.584	-194.816
st 24	160.451	623.918	-609.378	16.536	4.097	-168.842
st 25	167.151	630.959	-617.796	13.253	4.405	-141.885
st 26	173.851	650.001	-626.028	24.574	4.167	-114.361
st 27	180.551	551.774	-634.611	-102.836	4.34	-85.375
st 28	187.251	554.629	-642.767	-48.678	3.687	-58.811
st 29	193.951	571.859	-650.534	-78.655	3.096	-36.121
st 30	200.651	597.740	-657.658	-59.912	2.63	-16.982
st 31	207.351	529.219	-663.088	-113.869	1.835	-1.534
st 32	214.051	536.275	-666.156	-129.881	0.9	7.674
st 33	220.751	568.068	-665.684	-87.616	0.14	11.11
st 34	227.451	634.418	-656.307	-22.09	-0.336	10.121
st 35	234.151	612.567	-653.291	-20.734	-0.496	7.314
st 36	240.851	584.549	-649.555	-5.005	-0.624	3.49
st 37	247.551	583.497	-643.48	66.013	-0.627	-1.413
st 38	254.251	537.01	-649.659	123.153	0.081	-3.950
st 39	260.951	155.929	-653.182	-87.172	0.542	-1.215
st 40	267.651	62.638	-659.665	3.034	-0.003	0.048



**Gambar 6.** Grafik Hogging Condition

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai momen hogging maksimal adalah 287600 ton.m dan grafik momen hogging diperlihatkan pada gambar 6. Kemudian dilakukan pengecekan pada peraturan klasifikasi Indonesia (BKI) terhadap minimum tegangan (stress) yang diperbolehkan, yaitu :

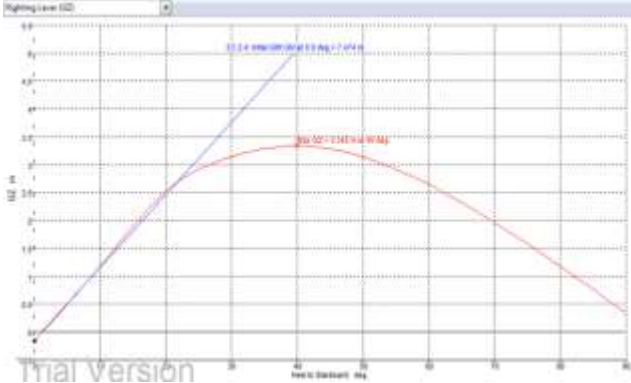
- Longitudinal stress yang diizinkan = 1783.8939 kg/cm<sup>2</sup>
- Modulus penampang terhadap bottom (Wbot) = 39894669.3 cm<sup>3</sup>
- Modulus penampang terhadap deck (Wdeck) = 31435450.76cm<sup>3</sup>
- M'(x) seawater maximum = 285175 ton.m
- $\Sigma_{deck} = \frac{M'_{max}}{W_{deck}} = \frac{28517500000}{39894669.3} = 714,81 \text{ kg/cm}^2$  (dibawah persyaratan ; 1783 kg/cm<sup>2</sup>)
- $\Sigma_{bottom} = \frac{M'_{max}}{W_{bottom}} = \frac{28517500000}{31435450.76} = 907,17 \text{ kg/cm}^2$  (dibawah persyaratan ; 1783 kg/cm<sup>2</sup>)
- Nilai tegangan pada kapal ini berada dibawah nilai standard yang diizinkan BKI

**Tahap 3.** Pengecekan dan perhitungan terhadap stabilitas kapal bulk carrier setelah dikonversikan. Sesuai dengan kondisi *full load* yang diterapkan pada kapal bulk carrier setelah dikonversikan maka simulasi terhadap intact sability dilakukan dengan tujuan melihat keadaan pada standar keselamatan kapal berdasarkan IMO (*International Maritime Organization*).

**Tabel 3.** Pengecekan stabilitas kapal bulk carrier berdasarkan kondisi pemuatan kapal

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18)	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				

A.749(18)	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater in the range from the greater of spec. heel angle to the lesser of spec. heel angle	30 deg 90 deg	30		Pass
	angle of max. GZ shall not be less than ( $\geq$ )	40 deg 0.2 m	40	3.342	Pass
	Intermediate values angle at which this GZ occurs		deg	40	
A.749(18)	3.1.2.3: Angle of maximum GZ shall not be less than ( $\geq$ )	25 deg	40		Pass
A.749(18)	3.1.2.4: Initial GMT spec. heel angle shall not be less than ( $\geq$ )	0 deg 0.15 m		7.474	Pass



**Gambar 7.** Kurva lengan stabilitas kapal bulk carrier hasil konversi

Pada gambar 7 dan tabel 3 merupakan hasil simulasi terhadap standar minimum stabilitas kapal untuk dapat berlayar sesuai dengan standar IMO (international Maritime Organization).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini didapatkan beberapa simpulan, yaitu :

- Kapasitas ruang muat kapal bulk Carrier ini sebesar 103641 ton.
- Kondisi penuh kapal ini adalah ruang muat 1 sampai ruang muat 10 terisi (menyesuaikan),
- Pada analisa kekuatan memanjang kapal, nilai tegangan dek dan bottom kapal Bulk Carrier lebih kecil dari tegangan yang diizinkan oleh Badan Klasifikasi Indonesia. Maka kapal konversi ini memenuhi secara kekuatan memanjang.
- Sesuai dengan perhitungan stabilitas statis kapal dan pengecekan terhadap IMO, nilai dari stabilitas memenuhi kriteria nilai Intact Stability IMO A.749 (18).

## Ucapan Terima kasih

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Indonesia

## Nomenklatur

LOA : Length of All (m)  
LPP : Length of Perpendicular (m)  
B : Breath (m)  
H : Draught (m)  
T : Draft (m)  
Cb : Coefficient of Blok  
V : kecepatan kapal (m/s)

## Referensi

Derrett, B-H Newnes, *Ship Stability for Masters and Mates*, Fourth Edition, Revised, D.R., (1990).

Talahatu, Marcus. "Diktat Teori Merancang Kapal," Depok. (1983).

Kelompok Kajian Kebijakan Mineral dan Batubara Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara. "Batubara Indonesia". Jakarta, 2006.

Anonim, "Rules for the Classification and Construction of Seagoing Steel ships Vol 2". Badan Klasifikasi Indonesia, Jakarta : PT.Bina Cakrawala Utama. (2006)

Djaya, Indra Kusna. *Teknik Konstruksi Kapal Baja*. Jakarta. (2007)