

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

M.A. Talahatu^{1*}, M.Baqi², Jusak Siahaan³

^{1*,2}Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
Kampus UI Depok, 16424, Indonesia

³Mahasiswa 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 trasnportasi 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 kapal nya. Seperti kapal batubara Handymax mencapai 35.000 sampai 59.000 ton, Panamax mencapai 60.000 sampai 80.000 ton.

	Measured	Indicated	Inferred	Hypothetical	Total	(juta ton)
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	15.736,07	34.146,79	34.620,40	104.756,83	100
Cadangan						
Total	21.100,00					

Sumber: Dit. Perusahaan Minerbabum 2009

Gambar 1. Data cadangan batubara di Indonesia, sumber : Dit. Perusahaan minerbabum, 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 pengerajan hingga didapatkan

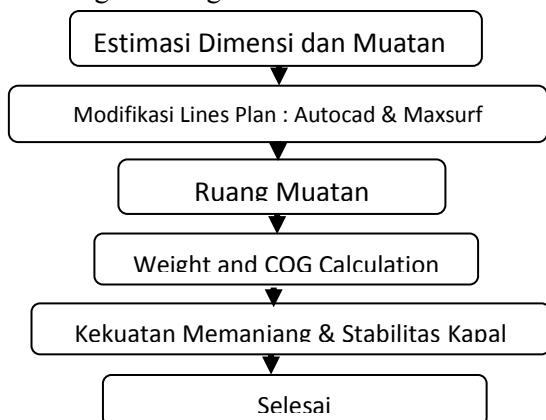
sebuah desain kapal Bulk Carrier yang telah memenuhi nilai dari aspek berikut ini:

- 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

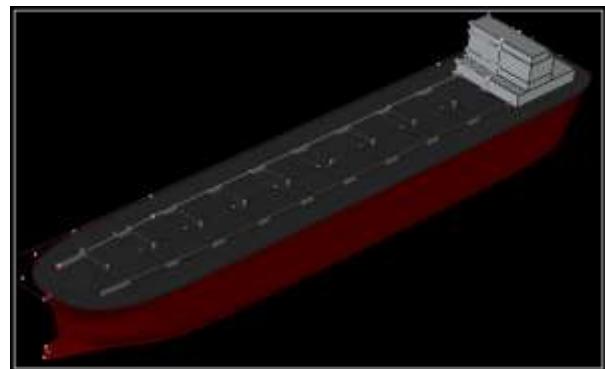
Tujuan penelitian ini membahas tentang konversi kapal dari kapal tanker ke bulk carrier. Kapal Tanker Barunawati yang masih memiliki konstruksi single hull akan dikonversi ke kapal bulk carrier. Dasar pertimbangan dalam mengkonversi Kapal tanker ini, karena kapal ini tidak diizinkan lagi berlayar jika 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 merupakan dimensi kapal tanker yang akan diubah menjadi kapal bulk carrier. Sedangkan proses yang akan dilakukan untuk mengkonversi kapal tanker menjadi kapal bulk carrier mengikuti diagram alir berikut :



Gambar 3. Diagram alir tahapan konversi kapal



Gambar 4. Permodelan kapal dengan maxsurf 17

Tabel 1. Konversi kapal bulk carrier

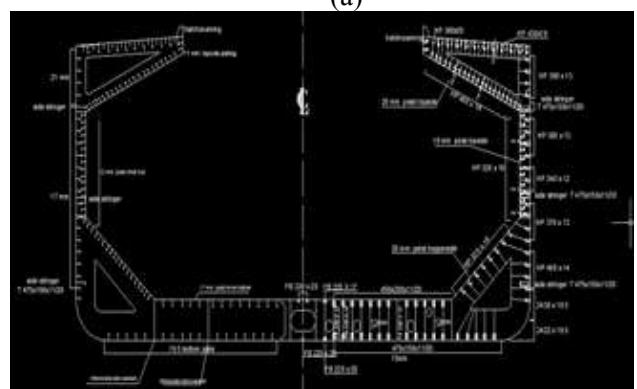
Main Dimension	Kapal Tanker	Kapal Bulk Carirer (Modifikasi)
LOA	246,8 m	270m
LPP	238 m	265m
B	42,48 m	42,48 m
H	20,7 m	20,7 m
T	14 m	14 m
V Trial Speed	14,6 knot	14,6 knot
Cb	0,86	0,86

Hasil dan Pembahasan

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



(a)



(b)

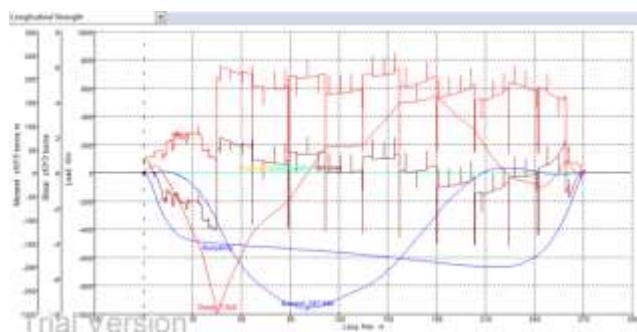
Gambar 5. Konstruksi melintang (1) kapal tanker (2) kapal bulk carrier

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 konstruksi 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

Name	Long pos	Mass	Buoyancy	Netload	Shear	Moment
st 0	-0.549	0	0	0	0	0
st 1	6.353	116.707	-136.652	-19.945	0.393	1.568
st 2	13.091	133.896	-114.693	-180.826	-0.183	3.049
st 3	19.781	268.793	-418.73	-149.937	-1.271	-1.757
st 4	26.451	217.406	-468.392	-250.986	-3.572	-14.282
st 5	33.151	286.863	-486.773	-199.968	-3.938	-36.165
st 6	39.851	152.509	-495.939	-343.43	-5.862	-38.33
st 7	46.551	672.898	-902.449	170.448	-7.381	-115.460
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	-196.692
st 10	66.651	627.346	-517.819	169.427	-3.308	-233.536
st 11	73.351	610.757	-522.794	87.962	-2.756	-244.030
st 12	80.051	199.963	-528.612	71.951	-2.253	-260.78
st 13	86.751	396.993	-533.386	63.608	-1.898	-274.381
st 14	93.451	688.947	-538.994	149.954	-0.973	-284.02
st 15	100.151	678.348	-544.846	133.302	-0.083	-287.6
st 16	106.851	586.849	-550.955	135.913	0.822	-285.174
st 17	113.551	561.966	-557.278	4.688	1.507	-276.753
st 18	120.251	368.459	-563.591	4.469	1.528	-286.596
st 19	126.951	573.225	-570.911	2.314	1.534	-256.36
st 20	133.651	187.842	-578.026	9.816	1.589	-245.924
st 21	140.351	703.371	-585.323	119.848	2.213	-233.639
st 22	147.051	693.672	-593.344	101.808	2.886	-216.442
st 23	153.751	708.161	-601.295	106.956	3.594	-194.810
st 24	160.451	625.918	-609.378	16.538	4.007	-168.842
st 25	167.151	630.959	-617.706	11.233	4.05	-141.865
st 26	173.851	850.001	-626.028	24.574	4.167	-114.361
st 27	180.551	531.374	-634.611	-102.836	4.34	-83.375
st 28	187.251	354.629	-642.767	-88.678	3.687	-58.811
st 29	193.951	571.889	-650.534	-78.655	3.096	-56.121
st 30	200.651	597.740	-657.658	-59.912	2.63	-16.582
st 31	207.351	529.219	-663.088	-113.869	1.855	-1.534
st 32	214.051	538.275	-666.156	-129.881	0.9	7.674
st 33	220.751	568.068	-665.684	-97.616	0.14	11.11
st 34	227.451	634.418	-656.507	-22.09	-0.336	10.121
st 35	234.151	612.567	-633.291	-20.724	-0.496	7.314
st 36	240.851	584.549	-589.555	-5.005	-0.624	3.49
st 37	247.551	183.497	-513.448	66.017	-0.627	-1.413
st 38	254.251	532.81	-409.659	123.151	-0.081	-1.930
st 39	260.951	155.929	-253.162	-87.172	0.542	-1.215
st 40	267.651	62.658	-59.065	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 :

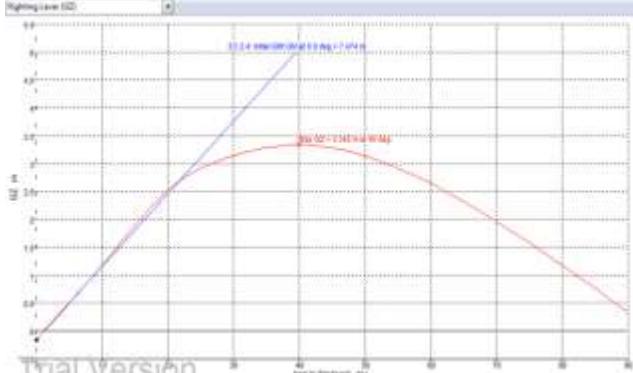
- Longitudinal stress yang diizinkan = 1783.8939 kg/cm²
- Modulus penampang terhadap bottom (Wbot) = 39894669.3 cm³
- Modulus penampang terhadap deck (Wdeck) = 31435450.76cm³
- M'(x) seawater maximum = 285175 ton.m
- $\Sigma_{\text{deck}} = M'_{\text{max}}/W_{\text{deck}} = 28517500000/39894669.3 = 714,81 \text{ kg/cm}^2$ (dibawah persyaratan ; 1783 kg/cm²)
- $\Sigma_{\text{bottom}} = M'_{\text{max}}/W_{\text{bottom}} = 28517500000/31435450.76 = 907,17 \text{ kg/cm}^2$ (dibawah persyaratan ; 1783 kg/cm²)
- 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 loaded* yang diterapkan pada kapal bulk carrier setelah dikonversikan maka simulasi terhadap intact stability 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 from the greater of spec. heel angle				Pass
	to the lesser of spec. heel angle	0 deg	deg	0	
	angle of vanishing stability	30 deg	deg	30	
	shall not be less than (>=)	90 deg	m.deg	52.7032	Pass
A.749(18)	3.1.2.1: Area 0 to 40 from the greater of spec. heel angle				Pass
	to the lesser of spec. heel angle	40 deg	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90 deg	m.deg	85.4229	Pass
	shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg		
A.749(18)	3.1.2.1: Area 30 to 40 from the greater of spec. heel angle				Pass
	to the lesser of spec. heel angle	40 deg	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90 deg	m.deg	32.7197	Pass
	shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg		

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



Gambar 7. Kurva lengkap 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)