

# Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi *Landing Craft Tank (LCT) Menjadi Self-Propelled Oil Barge (SPOB)*

Zainul Arifin Fatahillah dan Hesty Anita Kurniawati

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* tita@na.its.ac.id

**Abstrak**— Konversi *Landing Craft Tank (LCT)* menjadi *Self-Propelled Oil Barge (SPOB)* makin marak dilakukan. Hal ini dilakukan karena LCT sudah tidak dapat digunakan sebagai sarana pengangkut minyak karena secara teknis tidak memenuhi persyaratan sebagai *oil tank* dan tertuang dalam kebijakan Direktur PT Pertamina Nomor: 754/F34100/2011-SO. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai konversi LCT menjadi SPOB serta penambahan satu ruang muat sepanjang 6 meter. Analisa teknis yang dilakukan yaitu kapal hasil konversi harus memenuhi *owner's requirement*, harus memenuhi batasan Lambung Timbul minimum berdasarkan Peraturan Garis Muat Indonesia, memenuhi kekuatan memanjang kapal sesuai dengan *Rules BKI*, serta memenuhi stabilitas kapal berdasarkan IMO. Dari hasil perhitungan didapatkan SPOB Kuda Laut 8 dengan Kapasitas Ruang Muat 202.656 ton Diesel Oil dengan Massa jenis 0.84 ton/m<sup>3</sup>. Lambung timbul minimum kapal sebesar 231.90 mm dengan sarat kapal maksimal adalah 1.74 m, serta tegangan maksimum kapal sebesar 484.395 kg/cm<sup>2</sup> terjadi pada saat kapal mengalami Hogging. Analisa ekonomis dapat dihitung biaya yang dibutuhkan untuk melakukan konversi dari *Landing Craft Tank* menjadi *Self-Propelled Oil Barge*. Biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan konversi LCT Kuda Laut menjadi SPOB Kuda Laut 8 adalah sebesar 3.036.830.850,00 Rupiah.

**Kata Kunci**—Konversi Kapal, SPOB, Penambahan Ruang Muat, Lambung Timbul, Kekuatan Memanjang Kapal.

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan kapal pengangkut minyak di Kalimantan Timur dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini dikarenakan di Kalimantan Timur kaya akan minyak bumi [1]. Di sisi lain jumlah *Landing Craft Tank (LCT)* di Provinsi ini juga banyak. Moda transportasi angkutan sungai ini sangat efisien, disebabkan LCT tidak memerlukan pelabuhan yang besar untuk mendaratkan barang yang diangkutnya dan bisa melakukan bongkar muat hampir di mana saja. Namun LCT tidak dapat digunakan sebagai sarana pengangkut minyak karena terbentur Kebijakan Pertamina. Berdasarkan Kebijakan Direktur Utama/CEO PT. Pertamina Nomor: 754/F34100/2011-SO tentang Kebijakan Sarana Angkut BBM via Laut atau Air, dinyatakan bahwa kapal LCT tidak dapat dipergunakan sebagai sarana angkut BBM kecuali telah dimodifikasi dan disesuaikan notasinya baik dari bidang klasifikasi maupun statutori [2].

PT. Pertamina sebagai pihak yang ditunjuk pemerintah dalam menyediakan dan mendistribusikan minyak,

mengharuskan dalam pendistribusian minyak menggunakan notasi kapal *oil tank*. Sehingga akhir-akhir ini banyak sekali dilakukan Konversi kapal *Landing Craft Tank (LCT)* menjadi Kapal *Self-Propelled Oil Barge (SPOB)*. Meskipun kapal tipe *landing craft tank* ini mempunyai tangki-tanki dibawah geladak yang diisi sebagai *fresh water* dan *water ballast*, tidak bisa diasumsikan juga bisa digunakan untuk membawa minyak. Dalam sisi kelas kapal, *arrangement* (rancangan) dan batasan safety untuk minyak berbeda dengan *water ballast*. Agar LCT bisa digunakan untuk mengangkut minyak, maka LCT harus mempunyai notasi kapal *oil tank* [3].

Kuda Laut 8 adalah sebuah kapal dengan notasi LCT yang akan dikonversi menjadi SPOB. Pihak *owner* menginginkan agar SPOB bisa mengangkut muatan lebih besar, sehingga pihak *owner* memiliki kebijakan untuk menambah panjang kapal sebesar 6 meter. dengan adanya konversi serta penambahan panjang kapal, akan menyebabkan perubahan pada berat *lightweight* dan *deadweight* kapal. Perubahan tersebut akan merubah berat kapal secara keseluruhan serta sarat kapal [4].

## II. URAIAN KONVERSI

Dalam mengerjakan konversi ini, data yang dibutuhkan meliputi *Principal Dimension, Lines Plan, General Arrangement, Construction Profile*, Spesifikasi Teknis, dan harga jual kapal dari SPOB Kuda Laut 8. Setelah didapatkan data-data diatas kemudian dilakukan *redrawing* untuk menggambar ulang *Lines Plan, General Arrangement, Construction Profile* dengan menggunakan *software Autocad*. *Redrawing* dilakukan untuk mengubah file gambar JPEG menjadi File CAD.

Kemudian melakukan pemodelan lambung kapal dengan menggunakan *Maxsurf trial version 17.7* (2011). Pemodelan dilakukan sebagai langkah awal untuk mendapatkan model yang mendekati dengan keadaan yang sebenarnya [5]. Model yang telah dibuat kemudian dilakukan pengecekan kesesuaian model kapal dengan data yang diperoleh. Adapun pengecekan ini meliputi pengecekan *displacement* kapal, pengecekan *coefisien block*, pengecekan panjang, lebar, dan tinggi kapal serta pengecekan panjang LWL kapal. Apabila ukuran model tersebut tidak sesuai dan berbeda terlalu jauh dari ukuran data kapal yang sebenarnya maka akan dilakukan perbaikan pada model di *Maxsurf*. Toleransi selisih antara model kapal dan data yang sebenarnya adalah kurang dari 5% .

Tahap selanjutnya yaitu melakukan penambahan panjang sesuai dengan *owner's requirements*. Adanya penambahan panjang tersebut harus sesuai dengan peraturan klasifikasi yang berlaku (terutama untuk pemeriksaan konstruksi yang ditambahkan dan modulus kapal secara melintang). Dalam hal ini peraturan yang dipakai adalah BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), peraturan internasional yang mengatur keselamatan jiwa di laut (*SOLAS*) dan Peraturan Garis Muat Indonesia untuk lambung timbul minimum.

Setelah penambahan panjang dilakukan, tentu akan terjadi perubahan LWT dan DWT pada kapal. Perubahan kapasitas ruang muat ini harus sesuai dengan *owner's requirements*. Memenuhi batasan *displacement* pada kapal [6], di mana *displacement* kapal harus dipenuhi oleh *buoyancy* kapal dengan toleransi selisih kurang dari 5%. Kemudian dilakukan pemeriksaan batasan minimum lambung timbul pada kapal [7].

Tahap berikutnya yaitu melakukan pemeriksaan pemenuhan kriteria kekuatan memanjang baik pada kondisi air tenang, kondisi *hogging* ataupun *sagging* dengan menggunakan batasan peraturan klasifikasi BKI [8]. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan pemenuhan kriteria stabilitas dan trim pada kapal. Pemeriksaan ini menggunakan bantuan *software hydromax* dengan pemenuhan kriteria stabilitas dan trim sesuai dengan IMO [9].

Tahap terakhir dari konversi ini yaitu perhitungan biaya konversi dimana desain telah memenuhi semua kriteria teknis. Maka dapat dihitung berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk mengkonversi sebuah kapal LCT menjadi SPOB. Harga yang ada mengacu pada standar *repair* di sebuah perusahaan galangan kapal.

Beberapa *point* yang harus terpenuhi dalam melakukan konversi *Landing Craft Tank (LCT)* mulai dari awal pengerjaan hingga didapatkan sebuah *Self-Propelled Oil Barge (SPOB)* yaitu harus memenuhi nilai aspek berikut ini:

1. Muatan (*Payload*) harus sesuai dengan *owner's requirements* dan batasan *displacement*.
2. Batasan Lambung Timbul minimum sesuai dengan batasan yang diijinkan oleh PGMI (Peraturan Garis Muat Indonesia).
3. Kekuatan memanjang SPOB memenuhi peraturan klasifikasi BKI.
4. Nilai stabilitas SPOB sesuai dengan kriteria stabilitas dari *Intact Stability (IS) 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*.

III. HASIL KONVERSI

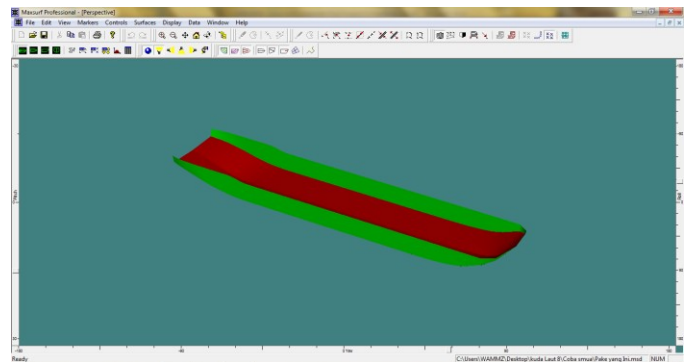
Data yang digunakan pada konversi kapal ini adalah LCT Kuda Laut 8 dengan *principal dimension* kapal seperti yang disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1.  
Principal Dimension LCT Kuda Laut 8

Principal Dimension			
Loa	=	28.15	meter
Lwl	=	27.00	meter
Lpp	=	25.92	meter
B	=	6.00	meter
H	=	2.05	meter
T	=	1.74	meter
Cb	=	0.79	

A. Pemodelan Kapal

Selain itu terdapat pula data kapal berupa *Lines Plan, General Arrangement, dan Construction Profile*. Dari *Principal Dimension* dan *Lines Plan* kemudian dimodelkan dalam *Maxsurf*.



Gambar 1. Pemodelan lambung kapal dengan menggunakan *maxsurf*.

Dari model yang didapat, dilakukan Pemeriksaan kesesuaian data dengan model yang diperoleh dilakukan untuk mengetahui kecocokan dari segi ukuran utama serta karakteristik kapal. Berikut tabel pemeriksaan dan prosentase kesesuaian data dengan model dengan toleransi selisih 5%.

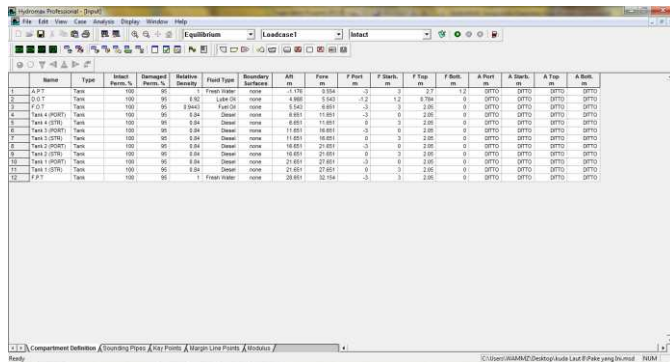
Tabel 2.  
Kesesuaian Data dengan Model

No	item	Data Kapal	Model	Selisih	Prosentase (%)
1	Volume (m <sup>3</sup> )	223.000	233.125	0.125	0.05605
2	LWL (m)	27.000	27.060	0.060	0.22222
3	Beam (m)	6.000	6.001	0.001	0.01667
4	Cb	0.790	0.790	0.000	0.00000

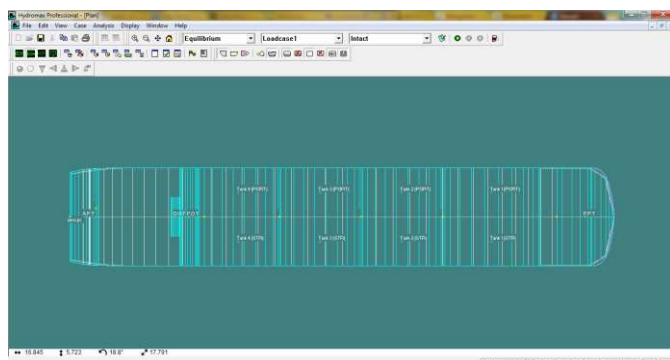
Pemodelan lambung kapal ini merupakan langkah awal, dan untuk selanjutnya dilakukan penambahan panjang sesuai dengan *owner's requirements* yang menginginkan penambahan ruang muat sebesar 6 meter. Penambahan panjang ini dilakukan dengan mengubah *size surface* pada *maxsurf*.

B. PemodelanTangki-Tangki Kapal

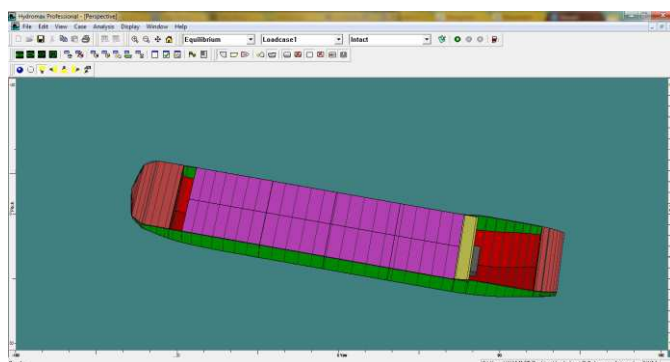
Pemodelan tangki dilakukan dengan menggunakan *software Hydromax*. Pemodelan dilakukan dengan cara memasukkan batasan koordinat tangki secara tiga dimensi ke dalam perintah *compartment definition window* pada *hydromax*.



Gambar 2. *Compartment Definition Window* pada *Hydromax*



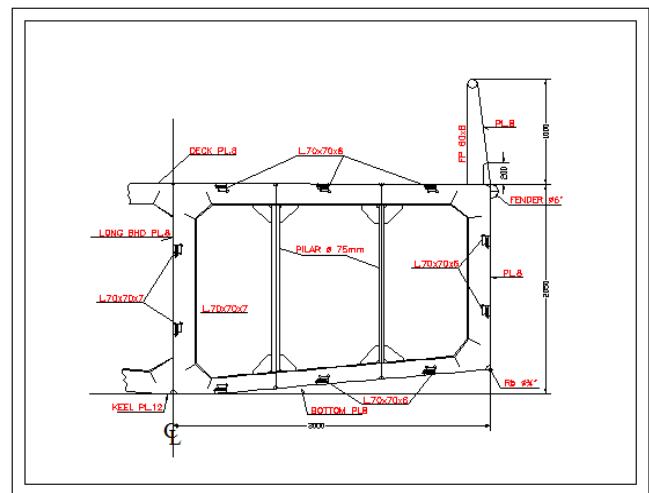
Gambar 3. Hasil pemodelan tangki dengan menggunakan *Hydromax*



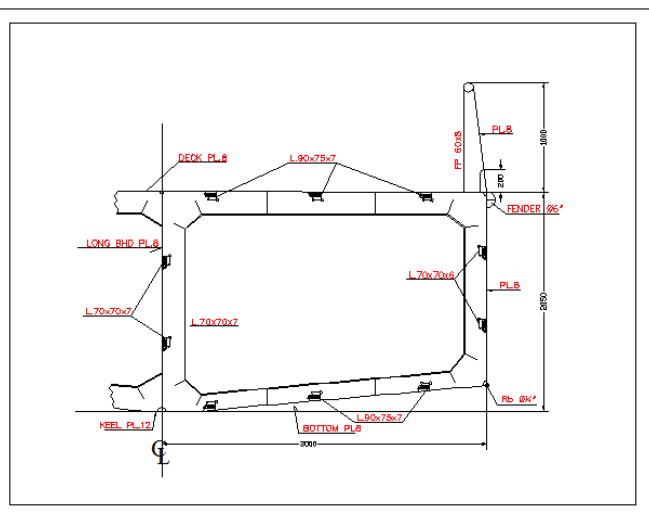
Gambar 4. *Density* pada model

*C. Modifikasi Ruang Muat*

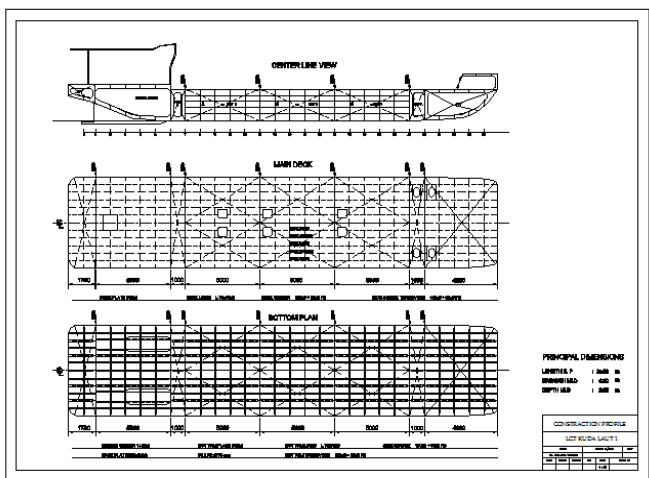
Selain penambahan ruang muat, modifikasi perlu dilakukan juga dalam ruang muat saat konversi LCT ke SPOB. LCT Kuda laut 8 memiliki pilar yang berbentuk *tubular* sebagai penumpu beban geladak. Dalam peraturan klasifikasi BKI Volume II tidak diperbolehkan dalam ruang muat terdapat pilar *tubular* untuk tangki yang mengangkut bahan yang mudah terbakar. SPOB Kuda Laut 8 dalam ruang muat akan mengangkut Diesel Oil yang termasuk dalam bahan yang mudah terbakar, sehingga pilar *tubular* tersebut harus diganti dengan konstruksi yang lain. Dalam memodifikasi ruang muat ada beberapa yang harus dipertimbangkan yaitu sebisa mungkin hanya sedikit bagian yang akan dilakukan perubahan. karena hal ini nantinya akan menyangkut masalah biaya untuk konversi.



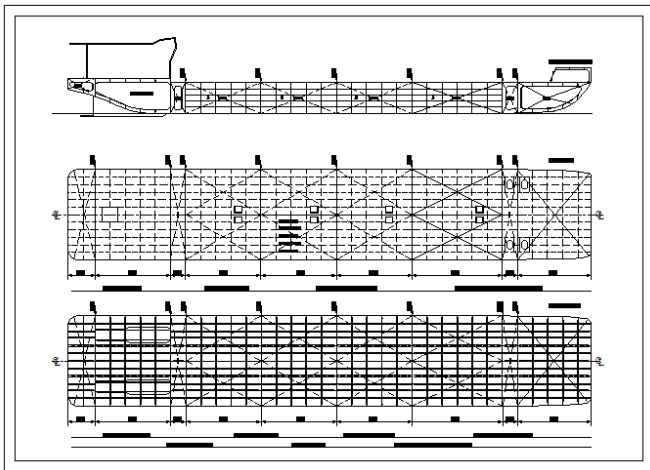
Gambar 5. Konstruksi ruang muat sebelum modifikasi



Gambar 6. Konstruksi ruang muat setelah modifikasi



Gambar 7. *Construction profile* sebelum penambahan panjang ruang muat



Gambar 8. Construction profile setelah penambahan panjang ruang muat

Kemudian dilakukan perhitungan berat kapal sebelum dilakukan konversi untuk kemudian dilakukan pemeriksaan modulus kapal. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan modulus kapal sebelum konversi tidak memenuhi karena modulus kapal lebih kecil dari modulus minimum yang diijinkan BKI. Sehingga harus dilakukan perubahan konstruksi pada kapal.

Adapun perubahan konstruksi yang dilakukan yaitu:

1. Mengganti deck dan bottom longitudinal yang semula L70x70x6 menjadi L90x75x7
2. Mengganti pelat geladak yang semula 6 mm menjadi 8 mm

Berdasarkan perhitungan setelah perubahan konstruksi, Modulus Penampang terhadap bottom ( $W_{\text{bott}}$ ) = 61012.07 cm<sup>3</sup> dan Modulus Penampang terhadap deck ( $W_{\text{deck}}$ ) = 75065.70 cm<sup>3</sup> dengan modulus minimum yang diijinkan oleh BKI sebesar 4897.643 cm<sup>3</sup>.

D. Kapasitas Ruang Muat

Dalam perhitungan, kapasitas ruang muat harus memenuhi batasan displacement dimana LWT+DWT tidak melebihi displacement kapal dengan perbedaan selisih antara keduanya sebesar 5%. Berdasarkan perhitungan didapatkan kapasitas SPOB sebesar 202.66 ton.

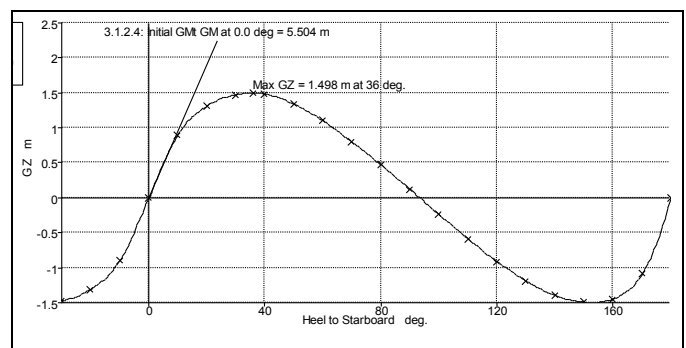
E. Lambung Timbul (Freeboard)

Karena kapal ini merupakan kapal yang dilakukan modifikasi ruang muat beserta muatannya maka harus diperiksa terlebih dahulu bagaimana kondisi Lambung Timbul dari kapal ini. Pada proses ini semua komponen LWT harus sudah dihitung dan direkapitulasi seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Begitu juga untuk komponen DWT di modelkan dalam bentuk tangki- tangki yang mempunyai massa jenis berbeda-beda. Peraturan garis Muat Indonesia mengatur mengenai perhitungan ini beserta koreksinya. Dari perhitungan yang dilakukan lambung timbul minimum kapal sebesar 231.90 mm.

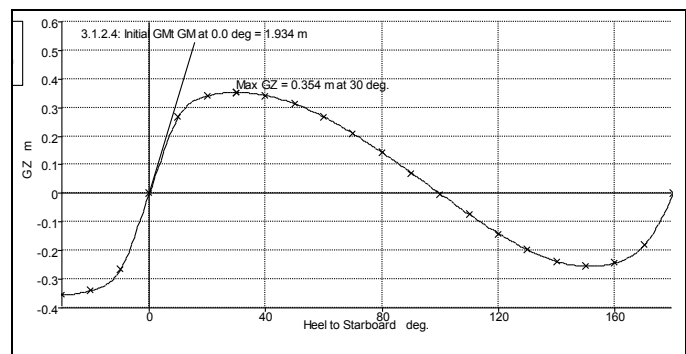
F. Perencanaan Load Case

Pada tahap ini akan dilakukan perencanaan Load Case dengan tujuan agar bisa diketahui keadaan kapal secara teknis dalam berbagai kondisi. Dalam Tugas Akhir ini akan dibuat kondisi menjadi tiga kondisi secara garis besar, yaitu:

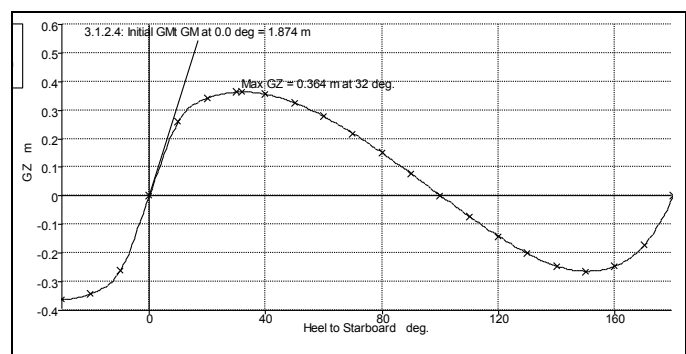
1. Kondisi kapal dalam keadaan kosong (A1)
2. Kondisi Stabilitas IMO
  - a. Pada saat kapal keadaan full load, kondisi tangki consumable dalam keadaan penuh, dan tanpa pengisian tangki ballas (B1).
  - b. Pada saat kapal keadaan full load, kondisi tangki consumable dalam keadaan 50 %, dan tanpa pengisian tangki ballas (B2).
  - c. Pada saat kapal keadaan full load, kondisi tangki consumable dalam keadaan 10 %, dan tanpa pengisian tangki ballas (B3).



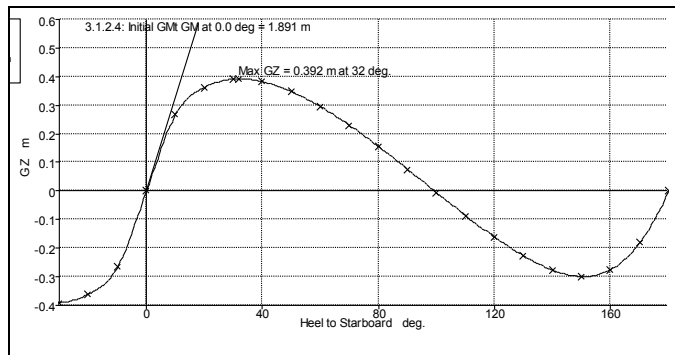
Gambar 9. Kurva stabilitas pada kondisi kapal dalam keadaan kosong A1



Gambar 10. Kurva stabilitas pada kondisi B1



Gambar 11. Kurva stabilitas pada kondisi B2



Gambar 12. Kurva stabilitas pada kondisi B3

Tabel 3. Rekapitulasi pemeriksaan stabilitas

NO	KRITERIA	IMO	UNIT	KONDISI			
				A1	B1	B2	B3
1	Area 0 to 30	3.151	m.deg	30.211	8.079	8.077	8.471
2	Area 0 to 40	5.157	m.deg	45.115	11.579	11.693	12.368
3	Area 30 to 40	1.719	m.deg	14.904	3.5	3.616	3.897
4	Max GZ at 30 or greater	0.2	m	1.498	0.354	0.364	0.392
5	Angle of maximum GZ	25	deg	36	30	32	32
6	Initial GM	0.15	m	5.504	1.934	1.874	1.891
	Status	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

G. Perhitungan Kekuatan Memanjang Pada Air Tenang dan Bergelombang

Untuk menghitung kekuatan memanjang, terlebih dahulu mengetahui gaya lintang dan momen bending yang terjadi pada kapal. Konversi kapal yang dilakukan, didapatkan momen kapal terjadi pada kondisi air tenang sebesar 246.36 ton.m, dan kondisi sagging sebesar 218.649 ton.m serta kondisi hogging sebesar 279.131 ton.m.

Dengan diketahui nilai momen bending pada kapal, maka dapat dihitung tegangan ( $\sigma$ ) yang terjadi. Tabel berikut ini menyajikan nilai tegangan yang terjadi pada masing-masing kondisi pada kapal.

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan beban setelah konversi

Kondisi	$\sigma$ max BKI (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ bottom (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ deck (kg/cm <sup>2</sup> )
Air tenang	1065.45	-297.347	241.678
Sagging		332.735	-270.441
Hogging		-484.395	393.708

Dari tabel rekapitulasi diatas, konversi kapal memenuhi persyaratan BKI karena tegangan ( $\sigma$ ) kapal lebih kecil dari tegangan maximum ( $\sigma_p$ ) yang diijinkan BKI.

H. Perhitungan Biaya Konversi

Pada tahap ini akan dibahas mengenai biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan konversi dari LCT ke SPOB, namun biaya yang dihasilkan pada bab ini hanyalah Preliminary Engineer Estimate yang dapat digunakan sebagai perkiraan biaya untuk pihak owner.

Berdasarkan hitungan yang telah dilakukan total waktu untuk pengerjaan konversi kapal di salah satu galangan di Indonesia yaitu selama 39 hari dengan efisiensi produksi pada

proses fabrikasi 65.08 kg/J.O dan efisiensi produksi pada proses fitting 62.02 kg/J.O. sedangkan total biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan konversi LCT Kuda Laut menjadi SPOB Kuda Laut 8 adalah sebesar 3.266.830.850.00 Rupiah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian teknis yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka kriteria yang harus dipenuhi sebagai aspek pemenuhan kelayakan teknis dalam konversi kapal tanker menjadi bulk carrier adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas ruang muat kapal hasil konversi sudah memenuhi *owner's requirements* karena kapasitas ruang muat sebesar 202.656 ton untuk Diesel Oil dengan massa jenis 0.84 ton/m<sup>3</sup>. Sedangkan berdasarkan *owner's requirements* kapasitas minimal dari ruang muat adalah 200 ton. Sehingga memenuhi dari segi *owner's requirements*.
2. Lambung Timbul minimum untuk kapal SPOB Kuda Laut 8 berdasarkan perhitungan Peraturan Garis Muat Indonesia adalah 231.90 mm, dengan sarat kapal maksimal adalah 1.74 m. Berdasarkan hasil *running Hydromax Large Angle Stability*, nilai dari analisa stabilitas telah memenuhi kriteria nilai *Intact Stability IMO A.749 (18)*.
3. Pada analisa pemenuhan kekuatan memanjang kapal, nilai tegangan ( $\sigma$ deck dan  $\sigma$ bottom) nilainya harus lebih kecil dari tegangan maksimum yang diijinkan ( $\sigma_p$ ) oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Berdasarkan perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa semua tegangan yang terjadi pada kapal masih memenuhi tegangan ijin yang diberikan oleh Biro Klasifikasi Indonesia, maka kapal konversi LCT Kuda Laut menjadi SPOB Kuda Laut 8 memenuhi secara kekuatan memanjang. Nilai Modulus penampang kapal dan Momen Inersia kapal setelah konversi memiliki nilai lebih besar dari nilai minimal peraturan Biro Klasifikasi Indonesia 2006 Vol.II, Section 5.C.
4. Total biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan konversi LCT Kuda Laut menjadi SPOB Kuda Laut 8 adalah sebesar 3.036.830.850,00 Rupiah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, ilmu serta inspirasi bagi penulis, kepada kedua orang tua ibu Muzayyadah dan Bapak Ali Akbar atas semua doa, semangat serta motivasi yang diberikan tanpa henti, Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan arahan dan nasehat selama penyelesaian Tugas akhir, Indah Rahayu Putri orang terkasih yang selalu menjadi motivasi bagi penulis, teman-teman dari Atlantis yang selalu mengingatkan dan memotivasi penulis, Achmad Fahmi Ni'am teman kost yang selalu menemani begadang selama pengerjaan Tugas Akhir, dan pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.migas.esdm.go.id/>. 25 Februari 2012
- [2] PT.Pertamina. Kebijakan Sarana Angkut BBM via Laut atau Air. No.754/F34100/2011-SO
- [3] <http://www.migasindonesia.com/index.php?module=article&sub=article&act=view&id=8518>. 18 Februari 2012.
- [4] Wibowo, Septiana. 2010. "*Studi Modifikasi Penambahan Panjang Kapal KM. Amelia Wasaka untuk Optimalisasi Speed-Power dengan Simulasi Hullspeed*". FTK-ITS: Surabaya
- [5] Wibowo, Fadwi Mukti. 2011. "*Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Konversi Kapal Tanker Marlina XV 29990 dwt Menjadi Bulk Carrier*". FTK-ITS: Surabaya.
- [6] Parsons, Michael G. . 2001 . *Chapter 11, Parametric Design* . Univ. of Michigan, Dept. of naval Architecture and Marine Engineering.
- [7] International Convention on Load lines 1966 and Protocol of 1988, as amended in 2003, Consolidated Edition 2005
- [8] Biro Klasifikasi Indonesia . Volume II ( Rule Construction of Hull for Sea Going Steel Ship ) 2006.
- [9] Code on Intact Stability Criteria for All Types of Ships Covered by IMO Instruments, 2002 Edition, IMO, London.