

Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi *Landing Craft Tank* (LCT) menjadi *Self-Propelled Split Hopper Barge* (SPSHB)

Dias Silalahi, Hesty Anita Kurniawati, dan Danu Utama
Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: tita@na.its.ac.id

Abstrak—Pembatasan operasional *Landing Craft Tank* (LCT) menjadi kapal penyebrangan tertuang pada Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat No. SK 885/AP.005/DRJD/2015 yang dikeluarkan pada tanggal 15 Maret 2015, menyebabkan maraknya konversi LCT menjadi jenis kapal lain, salah satunya menjadi *split hopper barge* yang berfungsi untuk mengangkut pasir atau lumpur. Tugas Akhir ini bertujuan untuk membuat desain modifikasi konversi LCT menjadi *Self-Propelled Split Hopper Barge* (SPSHB) yang terdiri dari modifikasi ruang muat dan modifikasi *forecastle deck*. SPSHB hasil konversi dianalisis berdasarkan ketentuan memanjang kapal yang disesuaikan dengan *rules* BKI, pemeriksaan *freeboard* yang memenuhi peraturan Garis Muat Indonesia, dan stabilitas kapal yang harus memenuhi ketentuan IMO. Penggambaran ulang (*redrawing*) terhadap data yang dikumpulkan juga dilakukan pada pengerjaan modifikasi kapal LCT menjadi SPSHB pada tugas akhir, setelah melakukan penggambaran ulang dilaksanakan permodelan lambung kapal menggunakan aplikasi. Modifikasi terhadap ruang muat dan *forecastle deck* dilakukan dalam konversi kapal, akhirnya akan dilakukan pemeriksaan kekuatan memanjang dan stabilitas kapal untuk mengetahui apakah kapal yang dikonversi memenuhi aturan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh tegangan maksimum sebesar 367,56 kg/cm², tinggi *freeboard* minimum adalah 0,352 meter, dan stabilitas kapal setelah konversi telah sesuai dengan aturan IMO. Biaya yang dibutuhkan untuk melakukan konversi dari LCT menjadi SPSHB adalah sebesar Rp1.481.748.743,00.

Kata Kunci—*Landing Craft Tank*, Konversi Kapal, *Split Hopper Barge*.

I. PENDAHULUAN

LANDING craft tank (LCT) merupakan jenis kapal yang memiliki sarat rendah dan mampu melakukan *beaching* atau mendarat di pantai, tanpa menggunakan dermaga. Awalnya kapal jenis ini didesain sebagai kapal pengangkut alat perang pada masa Perang Dunia II. Seiring berjalannya waktu, kini LCT banyak digunakan sebagai kapal pengangkut barang dan alat berat, seperti *bulldozer*, *excavator*, dan sebagainya [1].

Self-Propelled Split Hopper Barge merupakan *split hopper barge* dengan sistem penggerak sendiri yang biasa digunakan pada proses pengerukan bawah air dan memiliki cara kerja membelah bagian lambung baik sebagian maupun sepenuhnya, akibatnya proses *unloading* pada SPSHB menjadi relatif cepat. *Split hopper barge* biasa digunakan pada pekerjaan *hydro-technical*, *fluvial*, atau maritim, secara terkhusus untuk pengerukan.

Indonesia memiliki lahan tidur yang tidak dimanfaatkan sebagaimana mestinya, sebagai contoh yang konkret adalah daerah Cilacap. Kabupaten Cilacap merupakan kabupaten terluas di Jawa Tengah, dan merupakan penyumbang

pertumbuhan ekonomi yang cukup signifikan bagi pembentukan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Jawa Tengah. Dengan pemanfaatan sumber daya alam yang ada, masyarakat diharapkan dapat memanfaatkan lahan yang ada sebagai sumber kesejahteraan. Salah satu langkah konkret yang bisa dilakukan adalah mengoptimalkan lahan tersebut sebagai potensi kawasan perindustrian, wisata alam, serta pengembangan wilayah perkotaan yang dapat meningkatkan kegiatan ekonomi di wilayah tersebut [2]. Daerah lain dengan keperluan yang sama seperti daerah Papua, dimana diperlukan pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah untuk keperluan masyarakatnya. Bisa ditarik kesimpulan daerah-daerah di Indonesia membutuhkan pembangunan yang merata untuk setiap daerah dan juga diperlukan pemanfaatan lahan yang tidak diolah sesuai dengan keunggulan lahan tersebut.

Berdasarkan paragraf di atas, bisa dilihat bahwa pembatasan LCT dan banyaknya lahan tidur yang belum dimanfaatkan semaksimal mungkin, bisa diberikan solusi berupa mengkonversi LCT menjadi SPSHB. LCT dikonversi menjadi SPSHB sebagai pemenuhan kebutuhan fasilitas pengangkut material ke daerah yang melakukan pembangunan, reklamasi, atau pengangkut material bekas pengerukan. Keunggulan dari SPSHB sendiri yaitu memerlukan waktu bongkar muat yang relatif cepat akibat perancangan yang memudahkan proses pembuangan melalui bagian bawah kapal dengan pemisahan lambung. Dalam melakukan konversi kapal perlu dilakukan analisis secara teknis dan ekonomis mulai dari awal pengerjaan sampai dihasilkan sebuah kapal dengan jenis berbeda [3].

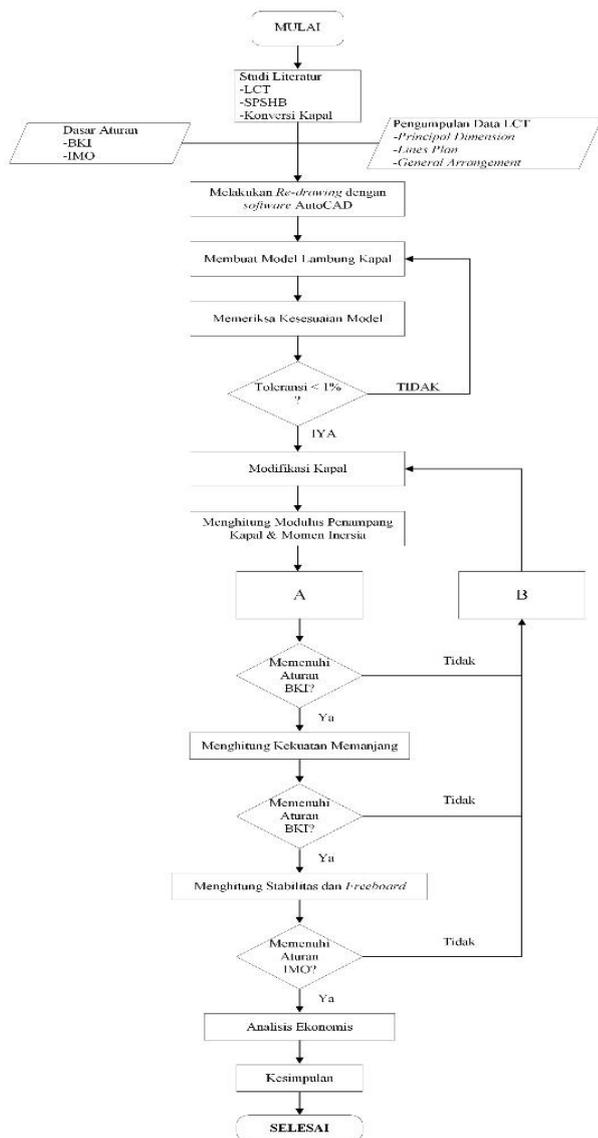
II. STUDI LITERATUR

A. Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi kesetimbangan awal setelah mendapatkan gaya dari luar. Adapun komponen yang mempengaruhi kesetimbangan pada suatu kapal adalah titik gravitasi (G) yaitu titik berat kapal, titik *buoyancy* (B) yaitu titik tekan ke atas dari fluida yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup air, dan titik *metacentre* (M) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada keadaan sudut oleng. Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu:

1) Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal dikatakan memiliki stabilitas mantap sewaktu memiring harus memiliki kemampuan untuk tegak kembali.



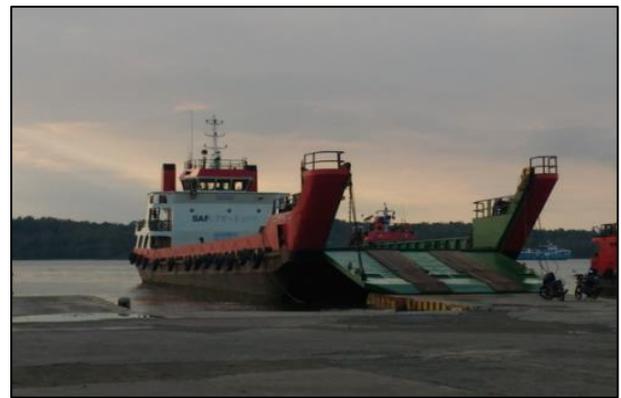
Gambar 1. Diagram alir penelitian.

2) Stabilitas Netral (Neutral Equilibrium)

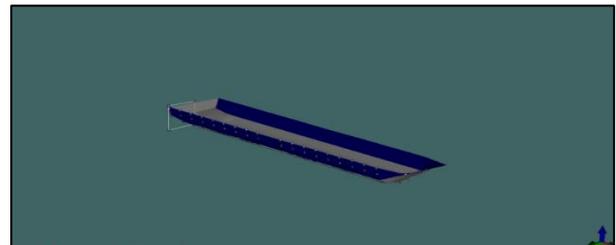
Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netal sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegeak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal [4].

3) Stabilitas Negatif (Unstable Equilibrium)

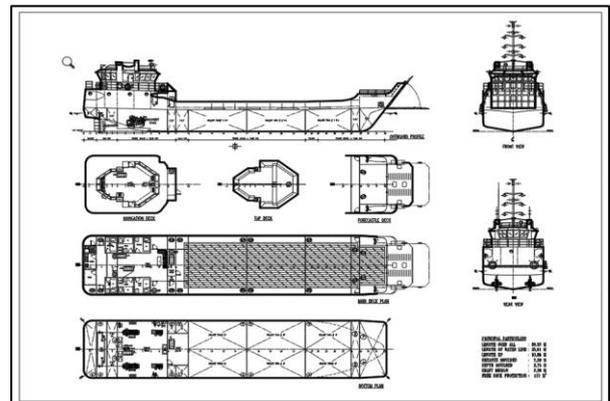
Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbul sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau healing moment sehingga kapal akan bertambah miring.



Gambar 2. LCT 33,92 m.



Gambar 3. Hasil pemodelan lambung kapal.



Gambar 4. Hasil redrawing general arrangement.

B. Freeboard

Freeboard adalah selisih antara tinggi kapal dengan sarat kapal (T) dalam kondisi muatan penuh yang diukur pada saat kondisi sarat musim panas (*summer freeboard*). Freeboard berfungsi sebagai daya apung cadangan untuk faktor keselamatan dari kapal dan penumpang. Freeboard atau lambung tibul ini harus memenuhi persyaratan yang berlaku, yaitu *International Maritime Organization* (IMO) melalui *International Convention on Load Lines* (ICLL).

C. Berat Kapal

Berat kapal terdiri atas *Lightweight Tonnage* (LWT) dan *Deadweight Tonnage* (DWT). Menentukan berat dan titik berat menjadi salah satu hal yang berpengaruh terhadap trim, stabilitas kapal, kekuatan memanjang kapal. LWT digolongkan menjadi beberapa bagian seperti berat komponen baja kapal, berat bangunan atas dan rumah geladak, berat koreksi baja yang meliputi sekat, *double bottom*, dan dudukan mesin induk. Untuk DWT terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat muatan (*payload*), bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat provision, berat orang (*crew* dan penumpang), dan berat barang bawaan.

Tabel 1.
Kesesuaian Data dengan Model

No	Item	Data Kapal	Model	Selisih	Presentase
1	Disp	438,625	438	0,625	0,63%
2	LwL	35,61	35,58	0,03	0,08%
3	B	7,2	7,2	0	0,00%
4	Cb	0,76	0,765	0,005	0,65%
5	T	2,75	2,75	0	0,00%

Tabel 2.
Rekapitulasi Berat Setelah Konversi

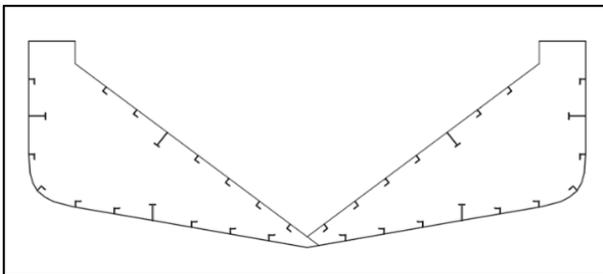
Nama	Total Berat (Ton)	Total Momen (Ton.m)
Deck House	27,57519598	116,2218398
AP	10,37491628	2,662280213
ER	20,75479551	132,7025513
Midship	44,90386231	929,7069731
FP	14,57647057	471,5546726
Total	118,1852407	1652,848317

Tabel 3.
Rekapitulasi Momen Inersia Sebelum Konversi

No	Nama Bagian	Luas Total	Momen Luas	Momen Inersia	I _o [Ix cos ² a + Iy sin ² a]
		[AT]	[AT x z]	[AT x z ²]	
1	Pelat	2352,00	364897,6	84906994,9	1453323,38
2	L Profil	371,20	55808	12340684,8	426,91
3	T Profil	179,2	29488	5941430,4	1455916,58

Tabel 4.
Rekapitulasi Momen Inersia Setelah Konversi

No	Nama Bagian	Luas Total	Momen Luas	Momen Inersia	I _o [Ix cos ² a + Iy sin ² a]
		[AT]	[AT x z]	[AT x z ²]	
1	Pelat	2581,60	305290,3714	4708517,47	1112123,98
2	L Profil	358,4	17831,8592	208893,938	495,8566461
3	T Profil	144	11531,2	602052,32	789,3823871



Gambar 5. Midship setelah konversi.

Titik berat benda adalah suatu titik pada benda tersebut dimana berat dari seluruh bagian benda terpusat pada titik tersebut. Dasar teori itulah yang dijadikan landasan dalam merancang kapal, dimana perhitungan titik berat gabungan kapal merupakan gabungan dari seluruh komponen benda yang ikut terapung bersama kapal. Dalam perhitungan mencari titik berat terdapat dua jenis pendekatan, yaitu pendekatan dengan formula yang didapat dari hasil penelitian dan pengujian, serta pendekatan terhadap bentuk-bentuk bidang dan ruang seperti persegi, persegi panjang, segitiga, lingkaran, trapesium, dll.

D. Ukuran Utama Kapal

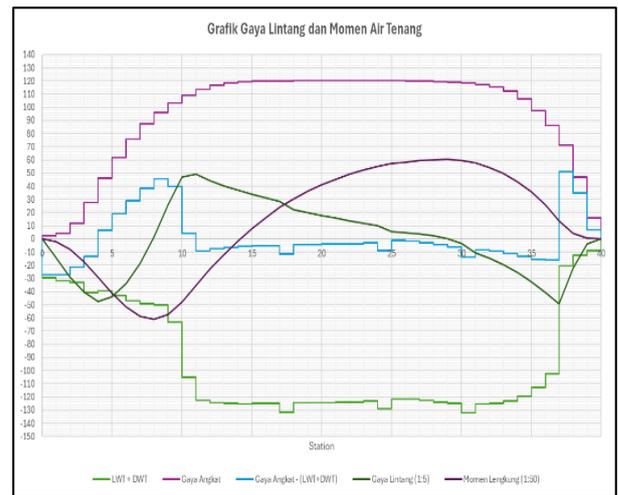
Sebuah kapal pada saat proses desain pasti memiliki ukuran utama yang perlu diperhatikan. Ukuran utama tersebut meliputi Panjang (L), lebar (B), tinggi (H), dan sarat (T).

Tabel 5.
Rekapitulasi Analisis Stabilitas

Criteria	Actual Condition						
	1	2	3	4	5	6	7
3,15	23,4	18,2	17,9	17,5	11,5	11,3	11,3
5,16	34,4	26,3	25,8	25,2	15,2	14,9	14,9
1,72	11,0	8,2	7,9	7,72	3,71	3,59	3,59
0,2	1,14	0,8	0,8	0,84	0,45	0,43	0,43
0,15	4,29	2,7	2,7	2,63	2,17	2,14	2,1

Tabel 6.
Rekapitulasi Analisis Trim

No	Item	Loadcase						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Draft m	0,78	1,23	1,28	1,34	1,63	1,68	1,7
2	Disp	116	204	217	233	292	305	321
3	Heel	0	0	0	0	0	0	0
4	D at FP	0,493	1,35	1,32	1,27	2,07	2,04	2,00
5	D at AP	1,08	1,1	1,24	1,40	1,17	1,3	1,46
6	D at lcf	0,83	1,22	1,27	1,34	1,6	1,65	1,71
7	Trim	0,593	-0,2	-0,1	0,12	-0,8	-0,7	-0,5
8	Lwl	32,86	34,2	34,1	34,1	35,2	35,2	35,1
9	B max	6,553	6,75	6,74	6,80	7,14	7,13	7,12
10	Cb	0,499	0,64	0,7	0,70	0,56	0,6	0,64
11	LCB	12,94	16,3	15,7	15,1	17,7	17,2	16,7



Gambar 6. Grafik kekuatan memanjang.

E. Pemeriksaan Rasio Ukuran Utama Kapal

Pemeriksaan yang dilakukan pada ukuran utama kapal dapat dilakukan dengan cara membandingkan rasio antara ukuran kapal yang didesain dengan rasio yang direkomendasikan. Rasio yang diperiksa berupa L/H, B/H, L/B, dan B/T.

F. Kekuatan Memanjang

Kekuatan memanjang adalah kekuatan kapal yang diukur memanjang untuk menopang beban barang dan kapal itu sendiri. Perhitungan dilakukan sesuai dengan dimensi kapal dan scantling (profil dan ukuran plat) yang digunakan pada kapal. Momen inersia dari scantling akan dikalkulasikan untuk memperoleh tegangan dan nilai momen sebagai akibat dari muatan barang dan gelombang ombak. Diasumsikan bahwa distribusi momen gravitation load dan buoyancy memanjang dari kapal memenuhi persyaratan kedua stabilitas yaitu center of gravity dan buoyancy terletak pada sumbu vertikal yang sama.

G. Landing Craft Tank (LCT)

Landing craft tank adalah *assault craft* yang digunakan untuk membawa tank ke daerah pantai. Kapal jenis LCT mulai ada selama masa Perang Dunia II dan digunakan oleh Angkatan Laut Amerika dan The Royal Navy Inggris. Angkatan Laut Amerika Serikat kemudian menggunakan LCT untuk tujuan lain pada masa perang Korea dan Vietnam [5].

H. Tongkang (Barge)

Tongkang (*Barge*) adalah suatu jenis kapal yang memiliki lambung datar atau bisa dibilang suatu kotak yang mengapung. Kapal tongkang digunakan pada perairan yang tenang dan tidak membutuhkan kecepatan yang tinggi. Pada umumnya kapal tongkang tidak memiliki sistem penggerak sendiri dan bergerak dengan batuan kapal tunda (*tugboat*). Secara garis besar terdapat dua cara untuk menggerakkan kapal tongkang, dengan cara ditarik (*towing barge*) dan didorong (*pushing barge*). Kapal tongkang memiliki beberapa kriteria yang membedakannya dengan jenis kapal yang lain, kapal ini hanya terdiri dari konstruksi-konstruksi tanpa ada sistem-sistem yang rumit. Kapal tongkang digunakan untuk mengangkut muatan-muatan dalam jumlah besar dan tahan lama seperti batu bara, kayu, pasir.

I. Self-Propelled Split Hopper Barge

Split hopper barge merupakan kapal yang spesial, biasanya ditarik oleh tug atau bergerak dengan *self propulsion* yang digunakan untuk pekerjaan *hydro-technical*, *fluvial*, atau maritim, secara terkhusus untuk pengerukan, dengan tujuan utamanya sebagai pengangkut material bekas pengerukan [6].

J. Konversi Kapal

Konversi kapal menjadi semakin populer karena pemilik kapal mencoba mengatasi harga membangun kapal baru yang tinggi dan *delivery time* yang lama dengan cara mengadaptasikan kapal yang sudah ada dengan fungsi yang berbeda, karena waktu yang diperlukan untuk melakukan konversi relatif singkat, dalam banyak kasus konversi lebih dipilih membandingkan dengan waktu membangun kapal *bulk carrier* baru yang bisa memakan waktu hingga empat tahun.

Hal ini telah mendorong, sebagai contoh, konversi dari *single hull tankers* (sebagian besar karena dipaksa out of service pada tahun 2010 oleh regulasi IMO) untuk beroperasi di perdagangan *dry bulk*, di mana terdapat lebih sedikit persoalan lingkungan dengan muatannya, dan saat ini menikmati tarif angkutan yang tinggi [7].

III. METODOLOGI

Secara umum, alur pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

IV. ANALISIS TEKNIS

Analisis teknis dilakukan pada konversi LCT 33,92 m menjadi SPSHB 33,92 m. Konversi dilakukan karena latar belakang kapal LCT yang awalnya beroperasi sebagai kapal penyeberangan tidak boleh lagi beroperasi. Larangan tersebut berdasarkan Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat No. SK 885/AP.005/DRJD/2015 yang dikeluarkan pada tanggal

15 Maret 2015. Analisis teknis pada konversi kapal ini meliputi beberapa aspek seperti pemeriksaan kapal setelah konversi memenuhi standar minimum tegangan BKI, memenuhi peraturan *freeboard* sesuai ketentuan ICLL, dan pemeriksaan kriteria stabilitas berdasarkan IMO.

A. Analisis Data LCT 33,92 m Sebelum Modifikasi

LCT 33,92 m merupakan kapal yang dibangun oleh PT Meranti Nusa Bahari pada tahun 2022 yang didesain untuk beroperasi di perairan dalam maupun dangkal. Data kapal LCT 33,92 m yang didapat berupa *principal dimensions*, *Lines Plan*, *General Arrangement*, *midship section* dan *Construction Profil* (Gambar 2).

1. Nama Kapal = LCT 33,92 m
2. Tipe Kapal = *Landing Craft*
3. Loa = 39,32 m
4. Lwl = 35,61 m
5. LBP = 33,86 m
6. *Breadth* = 7,2 m
7. *Depth* = 2,75 m
8. *Draft Design* = 2,3 m
9. *Class* = BKI
10. *Year of Build* = 2022

B. Pemodelan Lambung LCT 33,92 m

Tujuan pemodelan lambung kapal adalah untuk memperoleh perhitungan dan analisis yang lebih akurat sesuai dengan ukuran asli kapal. Pemodelan lambung kapal pada pengerjaan ini menggunakan aplikasi (Gambar 3).

Pemeriksaan kesesuaian data dengan model yang diperoleh dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari segi ukuran utama serta karakteristik kapal, Tabel 1 merupakan pemeriksaan kesesuaian keadaan asli dengan model.

C. Penggambaran Ulang *General Arrangement*

Penggambaran ulang yang dilakukan pada *General Arrangement* LCT 33,92 m bertujuan untuk mempermudah proses modifikasi. Penggambaran ulang ini dilakukan sebagai acuan untuk menentukan bagian mana saja yang harus dimodifikasi. Penggambaran ulang dilakukan dengan *software* (Gambar 4).

D. Modifikasi LCT 33,92 m Menjadi SPSHB 33,92 m

Pada pengerjaan konversi LCT menjadi SPSHB dilakukan beberapa modifikasi pada bagian bagian kapal untuk memenuhi tujuan fungsi kapal setelah dikonversi. Pada pengerjaan modifikasi ini memanfaatkan data data kapal yang sudah diperoleh sebelumnya seperti data *construction profile* dan *general arrangement*, sebagai referensi untuk mengetahui bagian mana yang perlu dimodifikasi.

Modifikasi dilakukan pada ruang muat yang sebelumnya dibatasi oleh sekat dan memiliki konstruksi disepanjang frame 12-28. Dalam modifikasi ruang muat ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, seperti memperhatikan jumlah bagian yang akan dimodifikasi karena akan menyangkut biaya konversi (Gambar 5).

Struktur haluan LCT yang awalnya memiliki *ramp door*, pada saat konversi menjadi SPSHB dilakukan penyesuaian berupa dihilangkannya *ramp door* pada kapal, lalu menggabungkan bagian *forecastle* dan bukaan *ramp door* menjadi satu kesatuan (Gambar 6).

E. Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat kapal dilaksanakan untuk mengetahui berat kapal, titik berat, dan kekuatan memanjang kapal. Perhitungan berat kapal pertama dilakukan dengan membagi kapal berdasarkan pembagian *post per post* dan menghitung konstruksi yang ada pada tiap blok. Hasil rekapitulasi perhitungan berat ditampilkan pada Tabel 2.

F. Pengecekan Modulus Kapal

Pengecekan modulus kapal dilakukan sebelum dan setelah dilakukan konversi, untuk mengetahui apakah modulus kapal memenuhi peraturan BKI. Hasil pengecekan setelah dilakukan perubahan disajikan dalam bentuk Tabel 3 dan Tabel 4.

G. Perhitungan Kekuatan Memanjang

Perhitungan kekuatan memanjang kapal terdiri dari pengecekan modulus terhadap konstruksi memanjang kapal, pengecekan momen inersia kapal, dan pengecekan tegangan kapal. Untuk menghitung tegangan kapal harus dilakukan perhitungan gaya lintang dan momen terlebih dahulu. Kekuatan memanjang dapat dihitung setelah menghitung berat kapal. Tabel 5 merupakan hasil dari grafik hasil perhitungan kekuatan memanjang.

Berdasarkan peraturan BKI, didapatkan perhitungan *Longitudinal stress* yang diijinkan sebesar $1.125,35 \text{ kg/cm}^2$:

$$\begin{aligned} W_{\text{bottom}} &= 224.453,32 \text{ cm}^3 \\ W_{\text{deck}} &= 290.394,2678 \text{ cm}^3 \\ M(x)_{\text{swmax}} &= 9.235.330,82 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Pada saat Kondisi *hogging*:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{deck}} &= M(x)_{\text{max}} / W_{\text{deck}} = 230,33 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{\text{bott}} &= M(x)_{\text{max}} / W_{\text{bott}} = 298,00 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Pada saat kondisi *sagging*:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{deck}} &= M(x)_{\text{max}} / W_{\text{deck}} = 284,10 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{\text{bott}} &= M(x)_{\text{max}} / W_{\text{bott}} = 367,56 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, disimpulkan bahwa kekuatan memanjang kapal setelah konversi memenuhi aturan BKI.

H. Perhitungan Freeboard

Besarnya nilai *freeboard* adalah selisih antara tinggi dan sarat kapal. Dikarenakan untuk setiap ukuran kapal yang berbeda memiliki nilai standar *freeboard* yang berbeda, maka diperlukan pemeriksaan. Pemeriksaan *freeboard* mengacu pada ketentuan ICLL 1966, IMO (International Maritime Organization). Koreksi *freeboard* dilakukan berdasarkan nilai *freeboard* awal berdasarkan tipe kapal, yaitu tipe kapal B. Koreksi Cb, koreksi *depth*, koreksi untuk *freeboard* untuk kapal dengan panjang di bawah 100 m, koreksi *sheer*, koreksi *minimum bow height* untuk panjang kapal di bawah 250 m. Ditemukan nilai minimal *freeboard* 0,352 m dan minimal *bow height* 1,67 m. Berdasarkan nilai minimal Tabel 6, kapal memenuhi ketentuan *freeboard* dan *bow height* dengan nilai 0,45 m dan 2,117 m.

I. Stabilitas Kapal

Pemeriksaan kondisi keseimbangan kapal dilakukan guna mengetahui karakteristik kapal pada beberapa kondisi, antara lain pada saat kondisi oleng dan trim akibat kondisi pemuatan dan pengaruh faktor eksternal seperti gelombang, angin, dan lainnya. Pada analisis keseimbangan ini mencakup kondisi oleng dan *trim* akibat pemuatan pada kapal. Pada saat kapal beroperasi, kapal tidak hanya beroperasi dalam satu kondisi

muatan, karena hal ini perlu dilakukan pemeriksaan kondisi keseimbangan kapal dengan variasi kondisi pemuatan (*loadcase*) yang berbeda. Kriteria yang digunakan untuk pemeriksaan kondisi stabilitas mengacu kepada *Intact Stability (IS) Code Ch. III/3.5*.

Setelah dilakukan pengaturan kriteria stabilitas, hasil analisis stabilitas dilakukan dengan melakukan running terhadap analisa tersebut pada aplikasi *maxsurf stability* untuk tiap *loadcase*.

J. Pemeriksaan Kondisi Trim

Stabilitas merupakan kondisi keseimbangan kapal secara melintang, sedangkan trim merupakan kondisi keseimbangan kapal secara memanjang. *Trim* terjadi karena perbedaan letak titik B dan titik G kapal atau titik berat kapal keseluruhan secara memanjang tidak sama dengan titik berat kapal yang tercelup air, sehingga menyebabkan perbedaan sarat pada bagian depan belakang kapal.

Pada aplikasi, pemeriksaan *trim* dapat dilihat melalui hasil analisis *equilibrium*. Penentuan kriteria analisisnya sama seperti sub bab yang terdahulu, dimana memilih kriteria yang akan di-*run* sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya.

V. ANALISIS EKONOMIS

Setelah dilakukan analisis secara teknis, selanjutnya dilakukan analisis ekonomis untuk menghitung besarnya biaya yang diperlukan untuk melakukan konversi LCT 33,92 m menjadi SPSHB 33,92 m. Perhitungan ekonomis yang dikerjakan hanya mencakup tahap *preliminary engineer estimate* yang digunakan sebagai perkiraan biaya konversi.

A. Perhitungan Lamanya Waktu Konversi

Perhitungan lamanya waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk mengetahui waktu yang diperlukan kapal untuk docking dan biaya *docking* kapal. Pada perhitungan ini menggunakan efisiensi produksi pada proses fabrikasi sebesar 65,08 kg/JO dan pada proses *Fitting* sebesar 62,08 kg/JO. Didapatkan jumlah waktu pengerjaan total selama 7 hari.

B. Perhitungan Biaya Preliminary Engineer Estimate

Pada tahap ini dilakukan perhitungan biaya yang timbul akibat dilakukannya konversi kapal. Dengan menggunakan pendekatan engineer ditemukan biaya modifikasi sebesar Rp1.058.391.959,00 dan setelah dilakukan koreksi ekonomi didapatkan biaya sebesar Rp1.481.748.743,00.

C. Perhitungan NPV, IRR, dan PBP

Perhitungan *Net Present Value*, *Internal Rate of Return*, dan *Payback Period* perlu dilakukan dalam konversi kapal, karena perusahaan harus tau apakah proses konversi kapal LCT menjadi SPSHB memperoleh keuntungan. Setelah dilakukan rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan sebesar Rp1.481.748.743,00 dengan mengasumsikan bunga pinjaman 8%, ditemukan nilai investasi Rp1.545.252.260,00. Untuk mendapatkan nilai dari NPV, IRR dan PBP diperlukan nilai *cashflow* yang didapat dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Free CashFlow} &= \text{EBIT} \times (1 - t) + \text{Depre} - \text{CAPEX} \\ &\quad - \text{Inc} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *free cashflow* pertahun sebesar Rp263.560.169,12. Setelah ditemukan *free cashflow*, dapat dihitung nilai NPV dengan rumus:

$$Present Value = Future Value \times Discount Factor$$

Diperoleh nilai NPV sebesar 774,34 Juta dengan nilai IRR sebesar 16,21%. Perhitungan *Payback Period* juga dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan agar biaya yang dikeluarkan untuk konversi kapal kembali. *Payback Period* memiliki rumus sebagai berikut:

$$P + \frac{|Accumulated Net CashFlow P|}{Net Cashflow P} + 1$$

Ditemukan bahwa waktu yang diperlukan untuk biaya konversi yang dikeluarkan kembali lunas selama 8,97 tahun.

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini meliputi: (1) Penggabungan *Cargo Hold* menjadi satu bagian disepanjang gading 12 – 28 dengan cara menghilangkan semua konstruksi yang ada pada bagian tersebut, dan modifikasi bagian *forecastle* yang ditandai dengan peniadaan *ramp door*. (2) Pada perhitungan kekuatan memanjang kapal, nilai tegangan, modulus dan momen inersia konstruksi kapal memenuhi ketentuan BKI Vol. II *Section 5*. Berdasarkan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa semua tegangan yang terjadi pada kapal masih memenuhi tegangan izin yang diberikan oleh BKI, maka konversi kapal LCT menjadi SPSHB memenuhi secara kekuatan memanjang. *Freeboard* minimum untuk kapal SPSHB 33,92 m berdasarkan perhitungan yang mengikuti

peraturan ICLL 1966 sebesar 0,352 m. (3) Besarnya biaya total konversi LCT 33,92 m menjadi SPSHB 33,92 m yang dihitung secara *preliminary engineer estimate* dengan koreksi ekonomi adalah sebesar Rp1.481.748.743, dengan NPV sebesar Rp777.340.000, IRR sebesar 16,21%, dan PBP selama 8,97 tahun yang membuat konversi LCT menjadi SPSHB layak dilakukan karena menghasilkan keuntungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Suardi *et al.*, "Freeboard and trim measurement: a case study of Landing Craft Tank conversion to ship power plan," *Zo. Laut J. Inov. Sains Dan Teknol. Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: 10.62012/zl.v5i1.27886.
- [2] M. Teja, "Pembangunan untuk kesejahteraan masyarakat di Kawasan Pesisir," *Aspir. J. Masal. Sos.*, vol. 6, no. 1, pp. 63–76, 2015.
- [3] Z. A. Fatahillah and H. A. Kurniawati, "Analisis teknis dan ekonomis konversi landing craft tank (lct) menjadi self-propelled oil barge (spob)," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 1, pp. G84–G89, 2013, doi: 10.12962/j23373539.v2i1.2480.
- [4] H. Yudo, S. Yulianti, O. R. Pratiwi, and T. Tuswan, "The conversion strategy from landing craft tank into livestock carrier: An overview of technical evaluation and economical benefit," *Brodogr. An Int. J. Nav. Archit. Ocean Eng. Res. Dev.*, vol. 72, no. 3, pp. 29–44, 2021, doi: 10.21278/brod72303.
- [5] F. Rohmadhana and H. A. Kurniawati, "Analisis teknis dan ekonomis konversi landing craft tank (lct) menjadi Kapal Motor Penyeberangan (KMP) tipe ro-ro untuk rute Ketapang (Kabupaten Banyuwangi)-Gilimanuk (Kabupaten Jembrana)," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. G79–G84, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16841.
- [6] L. A. Moise, C. Hogas, L. Domnişoru, and C. I. Mocanu, "Global strength analysis for a split hopper barge subject to head equivalent design wave," *Ann. of "Dunarea Jos" Univ. Galati. Fascicle XI Shipbuild.*, vol. 42, pp. 25–30, 2019, doi: 10.35219/AnnUGalShipBuilding.2019.42.04.
- [7] Ö. U. Senturk, "The interaction between the ship repair, ship conversion and shipbuilding industries," *OECD J. Gen. Pap.*, vol. 2010, no. 3, pp. 7–36, 2011, doi: 10.1787/1995283x.