



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Kekuatan Konstruksi Kapal Landing Craft Tank Teluk Katurei Akibat Perubahan Framing System Dengan Metode Elemen Hingga

Fajrul Falah Rosid<sup>1)</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>1)</sup>, Eko Sasmito Hadi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Deprtemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email : fajrulfalah@engineer.com

### Abstrak

Kapal *Landing Craft Tank* adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut kendaraan-kendaraan besar seperti *heavy cargo*, *bulldozer*, *excavator*, *dumb truck*, *loader*, dan alat berat lainnya yang sangat diperlukan untuk pekerjaan konstruksi. Selain itu bahan-bahan konstruksi berukuran besar seperti pipa besi, lembaran baja, tangki air dan sebagainya juga dapat diangkut dengan *Landing Craft Tank*. Akibat adanya beban tersebut akan mengakibatkan distribusi beban pada kapal *Landing Craft Tank*. Dengan perubahan *framing system* kapal akan terjadi perubahan karakteristik tegangan. Pada setiap *framing system* tersebut dilakukan analisa *maximum stress* dengan bantuan program numerik *finite element method (FEM)*. Analisa yang digunakan adalah analisa beban statis yang berasal dari kendaraan, beban setiap kondisi pembebanan serta beban hidrostatis. Analisa tersebut bertujuan untuk mengetahui karakteristik tegangan dan nilai tegangan terbesar dari konstruksi kapal *Landing Craft Tank* serta mengetahui letak titik kritis pada kapal *Landing Craft Tank*, berdasarkan tiga variasi kondisi pembebanan kapal *Landing Craft Tank* yaitu air tenang, *sagging* dan *hogging*. Hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan pada kapal *Landing Craft Tank* model satu dalam kondisi air tenang sebesar 68 N/mm<sup>2</sup>, kondisi *sagging* sebesar 76,8 N/mm<sup>2</sup>, dan kondisi *hogging* sebesar 74,1 N/mm<sup>2</sup>. Untuk model dua dalam kondisi air tenang sebesar 68 N/mm<sup>2</sup>, kondisi *sagging* sebesar 74,8 N/mm<sup>2</sup>, dan kondisi *hogging* sebesar 72,6 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil nilai tegangan yang didapatkan, disimpulkan bahwa semua nilai tegangan yang terjadi pada kapal *Landing Craft Tank* masih memenuhi *safety factor*, baik *safety factor* menurut kriteria bahan maupun *safety factor* standar BKI.

Kata Kunci : *Landing Craft Tank*, *sagging*, *hogging*, Metode elemen hingga

### 1. PENDAHULUAN

Kapal *Landing Craft Tank* Teluk Katurei adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut kendaraan komersil baik yang berukuran besar maupun kendaraan yang berukuran besar. Kapal Teluk Katurei adalah jenis kapal *landing craft tank* milik Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika Kabupaten Kepulauan Mentawai yang melayani rute dari Kecamatan Sikakap dan Pagai Selatan di Kepulauan Mentawai.

Untuk melayani tujuan yang telah ditetapkan, kapal harus mampu menjadi wadah kedap terapung yang mampu menahan berbagai jenis

beban di atasnya tanpa terjadi gagal struktural baik pecah maupun deformasi permanen.[8]

Beban yang dialami kapal, akan mengakibatkan terjadinya distribusi tegangan yang terjadi pada kapal. Tegangan yang terjadi ini dapat mengakibatkan terjadinya gagal konstruksi.

Maka dengan kemungkinan gagal konstruksi tersebut, dalam proses perancangan perlu diperhatikan kekuatan dari kapal tersebut. Sehingga masih memenuhi kriteria *safety factor* baik menurut kriteria bahan maupun menurut kriteria BKI. Sehingga dapat menjamin keamanan dan keselamatan kru kapal serta barang yang diangkutnya.

### 1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kekuatankonstruksi kapal LCT Teluk Katurei dengan kondisi pembebanan yang direncanakan ?
2. Bagaimana kekuatankonstruksi kapal LCT Teluk Katurei setelah adanya perubahan *framing system*?
3. Apakah konstruksi kapal LCT Teluk Katurei dalam kondisi aman atau dalam kondisi tegangan yang diijinkan sesuai dengan rules BKI(Indonesia) setelah dilakukan analisa?

### 1.2 Batasan Masalah

1. Perhitungan menggunakan *software* MSC Nastran-Patran.
2. Perhitungan analisa meliputi tegangan, tegangan maksimum, pembebanan maksimum, pada sistem konstruksi kapal.
3. Asumsi perhitungan menggunakan analisa linier statis.
4. Kondisi pembebanan diasumsikan berapa pada masing-masing roda kendaraan.
5. Material Baja yang diterapkan adalah Baja Grade A.
6. Perubahan *framing system* hanya meliputi perubahan tangki void menjadi *Fuel Oil Tank dan Fresh Water Tank*.

### 1.3 Tujuan Penulisan

1. Mendapatkan data tegangan maksimum yang terjadi pada sistem konstruksi pada kapal LCT Teluk Katurei sebelum dilakukan perubahan pada *framing system*.
2. Mendapatkan data tegangan maksimum yang terjadi pada sistem konstruksi pada kapal LCT Teluk Katurei setelah dilakukan perubahan pada *framing system*.
3. Mendapatkan daerah pada kapal yang mengalami tegangan maksimum dan perlu mendapatkan perhatian khusus.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kapal Landing Craft Tank

Pengertian kapal LCT adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut kendaraan-kendaraan besar. Kapal LCT banyak digunakan untuk tujuan komersil karena kapal ini sangat efisien untuk pengangkutan *heavy cargo, bulldozer, excavator, dumb truck, loader*, dan alat berat lainnya yang sangat diperlukan untuk pekerjaan konstruksi. Selain itu bahan-bahan konstruksi berukuran besar seperti pipa besi, lembaran baja,

tangki air dan sebagainya juga dapat diangkut dengan LCT

### 2.4 Safety Factor

*Safety factor* adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Gaya yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan di dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimat (ultimate load)*. Dengan membagi beban *ultimate* ini dengan luas penampang, kita akan memperoleh kekuatan *ultimate (ultimate strength)* atau tegangan *ultimate (ultimate stress)* dari suatu bahan. Untuk disain bagian – bagian struktur tingkat tegangan disebut tegangan ijin (*allowable stress*) dibuat benar – benar lebih rendah dari pada kekuatan *ultimate* yang diperoleh dari pengujian “statis”. Hal ini penting untuk berbagai pertimbangan. Besar gaya yang dapat bekerja pada bangunan yang dirancang jarang diketahui secara pasti. Karena tegangan dikalikan luas sama dengan gaya, maka tegangan ijin dari *ultimate* dapat diubah dalam bentuk gaya atau beban yang diijinkan dan *ultimate* yang dapat ditahan oleh sebuah batang. Suatu perbandingan (*ratio*) yang penting dapat ditulis :

$$FS = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{ijin}} \quad [4]$$

### 2.4 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah suatu metode numerik yang cocok di gunakan dengan komputer digital, dengan metode ini suatu elastic kontinum dibagi – bagi (*discretized*) menjadi beberapa substruktur (elemen) yang kemudian dengan menggunakan matriks, defleksi dari tiap titik (*node*) akan dihubungkan dengan pembebanan, properti material, *property geometric* dan lain – lain. Metode elemen hingga telah digunakan secara luas untuk menyelesaikan berbagai persoalan mekanika dengan geometri yang kompleks. Beberapa hal yang membuat metode ini favorit adalah karena secara komputasi sangat efisien, memberikan solusi yang cukup akurat terhadap permasalahan yang kompleks dan untuk beberapa permasalahan metode ini mungkin adalah satu – satunya cara, tetapi karena analisa elemen hingga merupakan alat untuk simulasi maka desain yang sebenarnya di idealisasikan dengan kualitas model desain. [1]

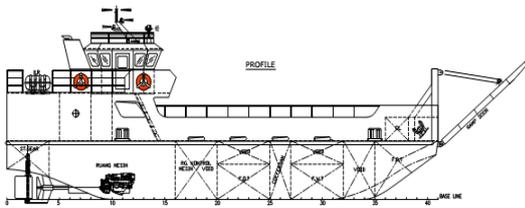
### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Penelitian

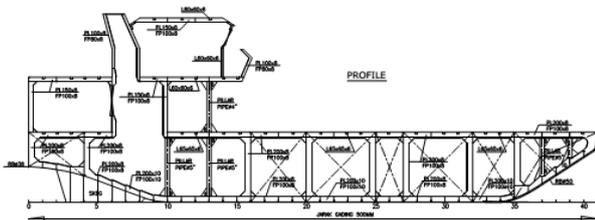
Mencakup materi penelitian yang didalamnya terdapat data-data primer yang digunakan. Data primer tersebut adalah:

- Ukuran utama kapal dan jenis kapal:
  - Length Over All* = 20,50 m
  - Breadth Deck* = 6,00 m
  - Draught Design* = 1,50m
  - Dept* = 2,50 m
  - Cb* = 0,85
  - Service speed* = 5,00KN

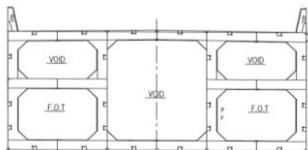
#### 2. Gambar kapal



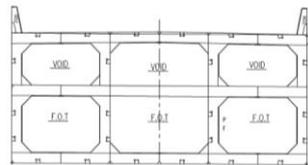
Gambar 3. Rencana Umum



Gambar 4. Profil



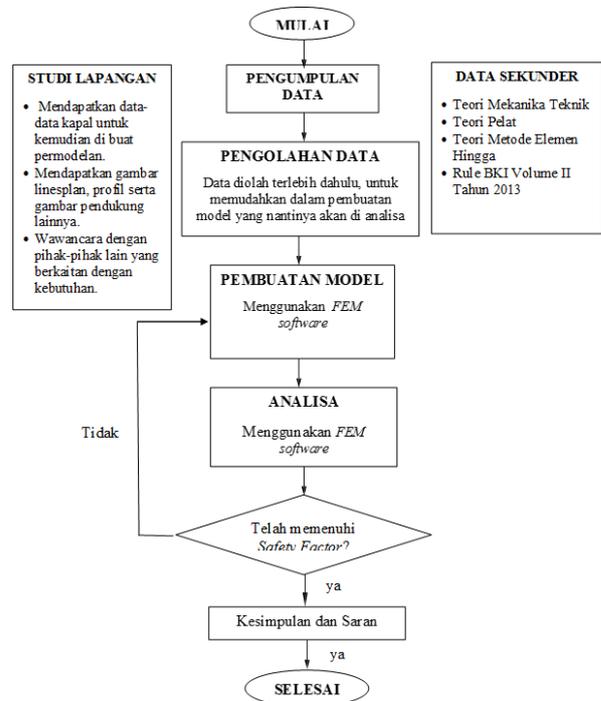
Gambar 5. Midship Section sebelum perubahan



Gambar 6. Midship Section setelah perubahan

#### 3.2 Flow Chart Metodologi Penelitian

Penyusunan penelitian Tugas Akhir ini didasarkan pada sistematika metodologi yang diuraikan berdasarkan urutan diagram alir atau *flow chart* yang dilakukan mulai penelitian hingga selesainya penelitian. Penelitian ini dimulai dengan tahap pengumpulan data – data penunjang untuk penelitian Tugas Akhir yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dan dilanjutkan ke tahap analisa yaitu didapatkan *output* yang sesuai dengan tujuan awal penelitian, sehingga diperoleh kesimpulan akhir.



Gambar 7. Flowchart Alur Penelitian

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Kapal

*Ship Name* : Teluk Katurei

*Ship Type* : Landing Craft Tank

*Class* : Biro Klasifikasi Indonesia

*Main Dimension* :

- Length Over All* = 20,50 m
- Breadth Deck* = 6,00 m
- Draught Design* = 1,50m
- Dept* = 2,50 m
- Cb* = 0,85
- Service speed* = 5,00KN



Gambar 8. Kapal Landing Craft Tank Teluk Katurei

#### 4.2 Perhitungan Kapal

Pada perhitungan beban kapal di asumsikan dengan beban kendaraan, beban setiap kondisi pembebanan [2] dan beban hidrostatik.

a. Beban kendaraan

$$\begin{aligned}
 F &= m \times g & (1) \\
 &= 36000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 352.800 \text{ N}
 \end{aligned}$$

b. Beban setiap kondisi pembebanan

- Beban geladak cuaca

$$Pd = P_0 \times \frac{20T}{(10+Z-T) \times H} \times C_D \quad (2)$$

- Beban geladak daerah buritan kapal

$$Pd = 5,46 \times \frac{20 \times 1,5}{(10+1,66-1,5) \times 2,5} \times 1,1 = 7,09 \text{ N/mm}^2$$

- Beban geladak daerah tengah kapal

$$Pd = 5,46 \times \frac{20 \times 1,5}{(10+1,66-1,5) \times 2,5} \times 1 = 6,49 \text{ N/mm}^2$$

- Beban geladak daerah haluan kapal

$$Pd = 5,46 \times \frac{20 \times 1,5}{(10+1,66-1,5) \times 2,5} \times 1,2 = 7,73 \text{ N/mm}^2$$

- Beban Geladak Pada Bangunan Atas

$$Pd_A = Pd \times n \quad (3)$$

$$Pd_A = 7,09 \times 0,5 = 3,54 \text{ N/mm}^2$$

- Beban Pada Sisi Di Bawah Air

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_0 \cdot C_F \cdot \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \quad (4)$$

- Beban sisi daerah buritan kapal

$$P_s = 10 \times (1,5-1) + 5,46 \times 1,06 \times \left(1 + \frac{1}{1,5}\right) = 12,7 \text{ N/mm}^2$$

- Beban sisi daerah tengah kapal

$$P_s = 10 \times (1,5-1) + 5,46 \times 1 \times \left(1 + \frac{1}{1,5}\right) = 12,28 \text{ N/mm}^2$$

- Beban sisi daerah haluan kapal

$$P_s = 10 \times (1,5-1) + 5,46 \times 1,2 \times \left(1 + \frac{1}{1,5}\right) = 15,92 \text{ N/mm}$$

- Beban Pada Sisi Di Atas Air

$$P_s = P_0 \times C_F \times \left(\frac{20}{10+Z-T}\right) \quad (5)$$

- Beban sisi daerah buritan kapal

$$P_s = 5,46 \times 1,06 \times \left(\frac{20}{10+2-1,5}\right) = 11,02 \text{ N/mm}^2$$

- Beban sisi daerah tengah kapal

$$P_s = 5,46 \times 1 \times \left(\frac{20}{10+2-1,5}\right) = 10,4 \text{ N/mm}^2$$

- Beban sisi daerah haluan kapal

$$P_s = 5,46 \times 1,2 \times \left(\frac{20}{10+2-1,5}\right) = 12,48 \text{ N/mm}^2$$

- Beban Sisi Pada Bangunan Atas

$$P_{SA} = P_{O1} \times C_F \times \left(\frac{20}{10+Z-T}\right) \quad (6)$$

- Main Deck

$$P_{SA} = 5,46 \times 1,06 \times \left(\frac{20}{10+3,5-1,5}\right) = 9,64 \text{ N/mm}^2$$

- Navigation Deck

$$P_{SA} = 5,46 \times 1,06 \times \left(\frac{20}{10+5,5-1,5}\right) = 8,26 \text{ N/mm}^2$$

- Beban Alas

$$P_B = 10 \times T + P_0 \cdot C_F \quad (7)$$

- Beban Alas Daerah Buritan

$$P_B = 10 \times 1,5 + 5,46 \times 1,06 = 20,79 \text{ N/mm}^2$$

- Beban Alas Daerah Tengah

$$P_B = 10 \times 1,5 + 5,46 \times 1 = 20,46 \text{ N/mm}^2$$

- Beban Alas Daerah Haluan

$$P_B = 10 \times 1,5 + 5,46 \times 2 = 21,55 \text{ N/mm}^2$$

c. Beban Hidrotastis

$$P = \rho \times g \times xh = 1030 \times 9,8 \times 2,5 = 25.235 \text{ Pascal} \quad (8)$$

4.3 Asumsi Pembebanan

Dalam pembebanan pada analisa kekuatan konstruksi kapal *Landing Craft Tankini* diasumsikan kapalmengalami tigavariasi pembebanan yaitu kondisi air tenang, *sagging* dan *hogging*.

4.3 Analisa Kekuatan

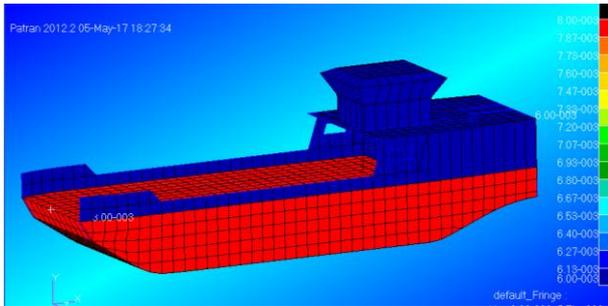
Analisa yang dilakukan pada penelitian ini didasarkan pada kondisi yang dialami kapal saat berlayar yaitu kondisi air tenang, *sagging* dan *hogging* untuk masing-masing model. Beban dari kendaraan berada diatas dek dengan asumsi kendaraan dalam muatan penuh.

Tahap ini dilakukan untuk menghitung nilai strees tertinggi pada kapal sekaligus untuk mengetahui letak titik kritis pada kondisi air tenang, *sagging* dan *hogging*.

MSC Patran digunakan penulis untuk membantu perhitungan nilai tegangan agar lebih mudah, langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Proses Pendefinisian *Element Type*

*Element type* pada model dapat didefinisikan sesuai yang diinginkan dengan menentukan jenis *element* yang akan dipakai dan sesuai dengan model yang sebenarnya.



Gambar 9. Model kapal yang telah dibuat

## 2. Penentuan *Material Model* Dan *Material Properties*

*Material model* dan *Material Properties* dapat didefinisikan sesuai yang diinginkan dengan menentukan *modulus elastisitas* dan *poissons ratio* dari model yang diinginkan. Untuk jenis material yang digunakan dalam model ini adalah baja standar. Dimana kriteria bahan baja tersebut adalah

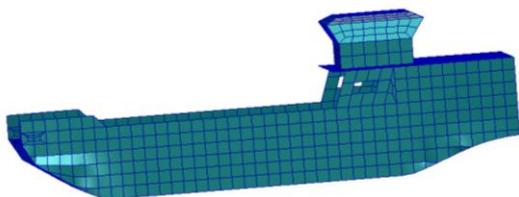
- *Modulus Elastisity* = 2.1E+011
- *Shear Modulus* = 8E+010
- *Poisson's Ratio* = 0.30
- *Density* = 7.850

Property Name	Value
Elastic Modulus =	2.1E+011
Poisson Ratio =	0.30
Shear Modulus =	8E+010
Density =	7850
Thermal Expan. Coeff =	
Structural Damping Coeff =	
Reference Temperature =	

Gambar 10. Karakteristik material

## 3. Proses *Meshing*

Proses *meshing* adalah proses dimana model dibuat menjadi kumpulan nodal elemen hingga dengan ukuran yang lebih kecil dan saling terhubung. Dengan parameter semakin kecil *SIZE* maka *meshing* akan semakin detail, semakin besar *SIZE* maka *meshing* akan semakin kurang detail.



Gambar 11. Hasil *Meshing*

## 4. Penentuan Kondisi Batas (*Boundary Condition*)

Kondisi batas diterapkan sesuai dengan kondisi yang dialami kapal. Pada air tenang, kondisi batas diterapkan pada ujung haluan dan buritan kapal. Pada kondisi *sagging* dan *hogging* diterapkan pada ujung gelombang yang mengenai alas kapal.

5. Penentuan gaya yang diberikan didasarkan pada perhitungan pembebanan .

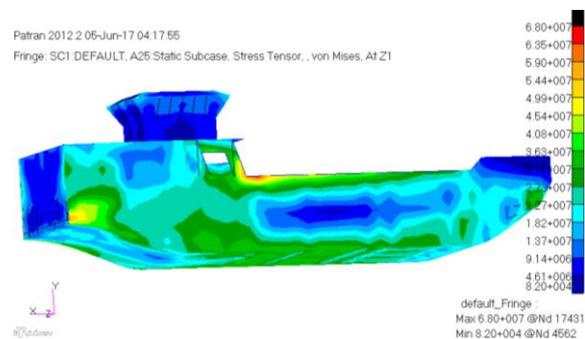
## 6. *General Postprocessing*,

Dalam tahap *postprocessing* akan dapat diketahui hasil dari *running* perhitungan *software*. Nantinya didapatkan hasil *stress* tertinggi.

## 4.4 Hasil Analisa

### 1. Model 1

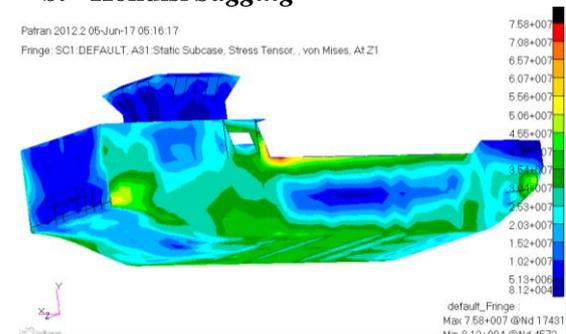
#### a. Kondisi Air Tenang



Gambar 12. Kondisi Kapal LCT saat air tenang

Pada analisa dalam kondisi air tenang didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 68 N/mm<sup>2</sup>.

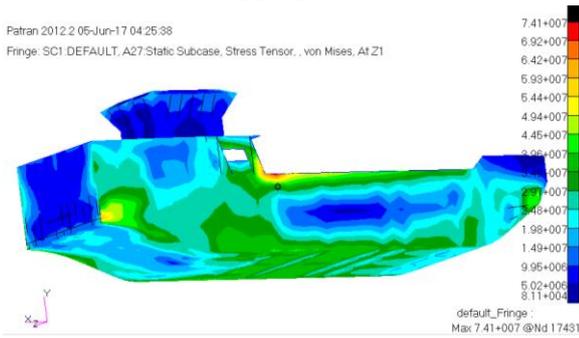
#### b. Kondisi *Sagging*



Gambar 13. Kondisi Kapal LCT saat *sagging*

Pada analisa dalam kondisi *sagging* didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 75,8 N/mm<sup>2</sup>.

### c. Kondisi Hogging

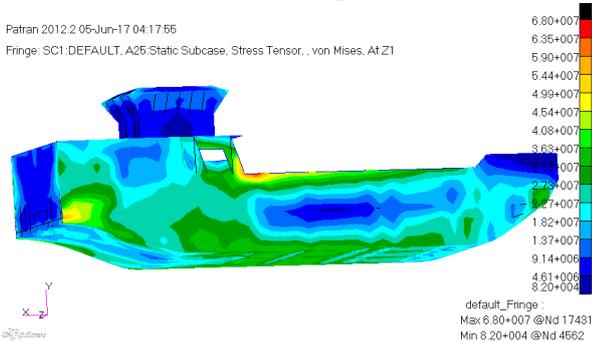


Gambar 14. Kondisi Kapal LCT saat hogging

Pada analisa dalam kondisi *hogging* didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 74,1 N/mm<sup>2</sup>.

## 2. Model 2

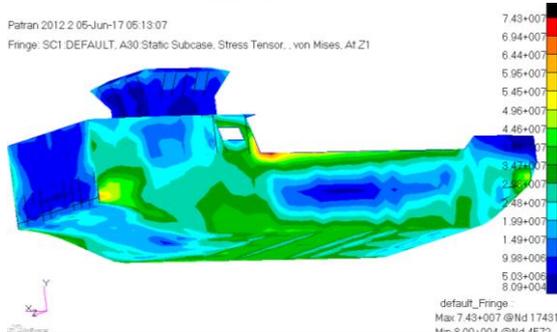
### a. Kondisi Air Tenang



Gambar 15. Kondisi Kapal LCT saat air tenang

Pada analisa dalam kondisi air tenang didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 68 N/mm<sup>2</sup>.

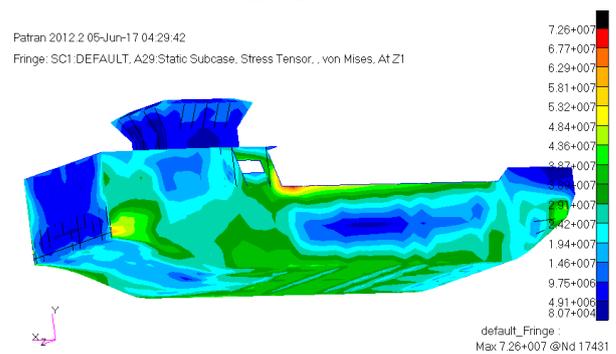
### b. Kondisi Sagging



Gambar 16. Kondisi Kapal LCT saat sagging

Pada analisa dalam kondisi *sagging* didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 74,3 N/mm<sup>2</sup>.

### c. Kondisi Hogging



Gambar 17. Kondisi Kapal LCT saat hogging

Pada analisa dalam kondisi *hogging* didapatkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 72,6 N/mm<sup>2</sup>.

Berikut ini tabel perhitungan *Safety Factor* menurut kriteria bahan dan standart BKI yang dihasilkan dari kondisi air tenang, *sagging* dan *hogging* yang dialami oleh kapal.

Tabel 1. Hasil perhitungan *Safety Factor* model 1

Kondisi Pembebanan	Max Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Safety Factor Kriteria Bahan	Safety Factor BKI	Node	Ket.
Air Tenang	68	5,88	3,26	17431	Memuhi
Sagging	76,8	5,2	2,9	17431	Memuhi
Hogging	74,1	5,4	3	17431	Memuhi

Tabel 2. Hasil perhitungan *Safety Factor* model 2

Kondisi Pembebanan	Max Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Safety Factor Kriteria Bahan	Safety Factor BKI	Node	Ket.
Air Tenang	68	5,88	3,26	17431	Memuhi
Sagging	74,8	5,38	2,96	17431	Memuhi
Hogging	72,6	5,5	3,1	17431	Memuhi

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa Kekuatan Konstruksi Kapal Landing Craft Tank Teluk Katurei Akibat Perubahan Framing System dengan Metode

Elemen Hingga diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil analisa Kapal *Landing Craft Tank* Teluk Katurei dengan menggunakan metode elemen hingga, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kondisi kapal sebelum dilakukan perubahan *framing system*, tegangan maksimum yang terjadi:
  - Kondisi Air Tenang : 68,0 N/mm<sup>2</sup>
  - Kondisi *Sagging* : 76,8 N/mm<sup>2</sup>
  - Kondisi *Hogging* : 74,1 N/mm<sup>2</sup>
2. Pada kondisi kapal setelah dilakukan perubahan *framing system*, tegangan maksimum yang terjadi:
  - Kondisi Air Tenang : 68,0 N/mm<sup>2</sup>
  - Kondisi *Sagging* : 74,8 N/mm<sup>2</sup>
  - Kondisi *Hogging* : 72,6 N/mm<sup>2</sup>
3. Tegangan maksimum menurut kriteria bahan adalah 400 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan menurut standar BKI adalah 221,85 N/mm<sup>2</sup>.

Dari nilai safety factor yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kapal LCT sebelum setelah dilakukan perubahan, baik dalam kondisi air tenang, *sagging* dan *hogging* dalam kondisi aman.

Perubahan *framing system* dapat mengurangi tegangan maksimum yang terjadi pada kapal LCT pada kondisi *sagging* dan *hogging*.

## 5.2 Saran

1. Dari hasil analisa yang diperoleh, didapatkan titik kritis pada setiap kondisi, sehingga perlu diberikan perhatian khusus pada titik tersebut sehingga tidak terjadi kegagalan konstruksi.
2. Untuk hasil yang lebih optimal, ukuran *meshing* dapat diperkecil sehingga hasilnya lebih teliti.
3. Hasil yang didapatkan berasal dari beban kendaraan yang telah ditentukan. Bila kapal akan mengangkut kendaraan lain selain kendaraan yang telah ditentukan, perlu dilakukan analisa kembali untuk memperptegangan maksimum pada pembebanan dengan kendaraan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam, M.S. 2005. *Finite element Modeling of Fatigue Crack Growth in Curved-Welded Joints Using Interface Elements*. University of Illinois. Illinois
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia. 2013. *BKI 2013 Volume II Rule of Hull*. Jakarta
- [3] Dapas, Servie O. 2011. *Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Analisis Struktur Rangka Batang*. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- [4] Djaya, I., K. 2008. *Teknik Konstruksi Kapal Baja. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional*
- [5] Mulyatno, I.P., Amiruddin, Wilma., Maranata, Nofia. 2014. *Analisa Kekuatan Konstruksi Kapal Tugboat Ari 400 HP Dengan Metode Elemen Hingga*. Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro. Semarang
- [6] Popov, E.P. 1978. *Mechanics of Material, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey. USA*.
- [7] Prabaswara, Radite., Aryawan, Wasis Dwi. 2013. *Perancangan Kapal LCT (Landing Craft Tank) Pengangkut CNG (Compressed Natural Gas) Berbahan Bakar Gas di Daerah Kalimantan Timur*. Institut Sepuluh Nopember. Surabaya
- [8] Zakki, Ahmad Fauzan., Iqbal, Muhammad. Gea, Raendi Meivando. 2015. *Analisa Struktur Kontruksi Geladak Akibat Penambahan Deck Crane Pada Landing Craft Tank 1500dwt Berbasis Metode Elemen Hingga*. Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro. Semarang
- [9] Ship Structure Committee. 2011. *Reliability-Based Performance Assessment Of Damaged Ships*. Ship Structure Committee. U.S Coast Guard
- [10] Zubaly, Robert B. 1996. *Applied Naval Architecture*. Cornell Maritime Press. Centreville