



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Evaluasi Regulasi BKI terhadap Respon Konstruksi Kapal *LPG Tanker 100 M* di *North Atlantic Ocean* dan *Indonesian Waterways* Menggunakan Metode Elemen Hingga

Ladwika Ilham Albiyan<sup>1)</sup>, Ahmad Fauzan Zakki<sup>1)</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>1)</sup>, Sukron Makmun<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Lab. Konstruksi dan Struktur Kapal,

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2)</sup>Biro Klasifikasi Indonesia

Email: [ladwikailhamalbiyan@gmail.com](mailto:ladwikailhamalbiyan@gmail.com), [ahmadfzakki@yahoo.com](mailto:ahmadfzakki@yahoo.com), [pujomulyatno2@gmail.com](mailto:pujomulyatno2@gmail.com)

### Abstrak

Tujuan dari BKI adalah untuk menjamin keamanan kapal dan bangunan lepas pantai yang berada di bawah bendera Indonesia ataupun negara lain yang beroperasi di perairan Indonesia juga diluar Indonesia. Hampir 90% peraturan dan regulasi BKI untuk kapal dan bangunan lepas pantai tidak memiliki batasan wilayah operasi, sehingga dapat dipastikan kapal dan bangunan lepas pantai tersebut dapat beroperasi di seluruh perairan dunia dan tetap dapat bertahan dalam kondisi lingkungan bagaimanapun tanpa terkecuali. Dalam perkembangannya peraturan dan regulasi BKI merujuk pada kondisi lingkungan di perairan Atlantik Utara. Untuk industri kapal dalam negeri, khususnya untuk kapal dan bangunan laut yang hanya beroperasi di perairan Indonesia akan memerlukan peraturan dan regulasi khusus sehingga perancangan desain strukturnya tidak berlebihan. Dari permasalahan tersebut maka dilakukan percobaan untuk membandingkan kondisi perairan Atlantik Utara dan perairan Indonesia (Zona 1, 2, 3) dengan struktur kapal yang sama. Data yang diambil yaitu respon tegangan dari struktur yang dikenai momen terbesar dari tiap perairan. Permodelan struktur kapal dan analisa *FEM* menggunakan *software Nastran Patran* dan untuk analisa kekuatan memanjang menggunakan *software Maxsurf Stability*. Hasilnya, nilai tegangan tertinggi didapat di perairan *North Atlantic Ocean* pada kondisi *sagging* yaitu sebesar  $1,25 \times 10^8$  Pa, sedangkan nilai tegangan terbesar di perairan Indonesia didapat di zona 3 pada kondisi *sagging* yaitu sebesar  $7,53 \times 10^7$  Pa. Maka jika dibandingkan dengan perairan *North Atlantic Ocean* didapat pengurangan tegangan sebesar 32,87 % pada perairan Indonesia.

Kata Kunci: BKI, regulasi, struktur, *North Atlantic Ocean*, *Indonesian Waterways*, *FEM*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam perhubungan antar pulau di dalam negeri sangat membutuhkan kapal sebagai sarana transportasi karena Indonesia merupakan negara kepulauan yang didukung oleh letak yang strategis, dimana posisi perairan Indonesia berada di jalur ekonomi dan perdagangan global. Kapal adalah sarana transportasi yang dituntut untuk mampu tetap beroperasi dan bertahan dengan daya tahan yang tinggi dalam waktu yang relatif lama dalam lingkungan yang cepat berubah.

Biro Klasifikasi Indonesia adalah badan klasifikasi yang dimiliki oleh pemerintah Indonesia yang bertugas untuk menentukan kelaik lautan kapal berbendera Indonesia berdasarkan Regulasi BKI[1]. Secara umum regulasi BKI dalam perhitungan kekuatan struktur kapal mengacu pada kondisi perairan Atlantik Utara (*North Atlantic Ocean*) yang merupakan perairan dengan spectrum gelombang tertinggi. Dalam hal ini BKI ingin membuat regulasi untuk kapal kapal yang hanya beroperasi di Indonesia, berdasarkan data dari *ECMWF* tinggi gelombang di Indonesia

jauh lebih kecil dibanding dengan spectrum gelombang di perairan Atlantik Utara. Maka dari itu demi efisiensi pembangunan kapal yang hanya beroperasi di Indonesia perlu penelitian agar diketahui berapa reduksi yang dihasilkan.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan: **“Evaluasi Regulasi BKI terhadap Respon Konstruksi Kapal LPG Tanker 100 M di North Atlantic Ocean dan Indonesian Waterways Menggunakan Metode Elemen Hingga”**. Harapannya dengan hasil dari analisa perbandingan respon struktur ini, perancangan struktur dapat lebih efektif jika digunakan hanya di dalam wilayah perairan Indonesia.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan diteliti adalah:

1. Berapa hasil perhitungan tegangan respon konstruksi kapal *LPG Tanker* 100 m di perairan Atlantik Utara?
2. Berapa hasil perhitungan tegangan respon konstruksi kapal *LPG Tanker* 100 m di perairan Indonesia Zona 1, 2, dan 3?
3. Berapa perbedaan hasil perhitungan tegangan respon konstruksi kapal *LPG Tanker* 100 m pada kedua wilayah tersebut?

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kapal LPG Tanker

Kapal yang dimaksud mengangkut gas *LPG* (*Liquified Petroleum Gas*). Gas *LPG* merupakan gas hasil pengolahan minyak bumi yang telah dicairkan.

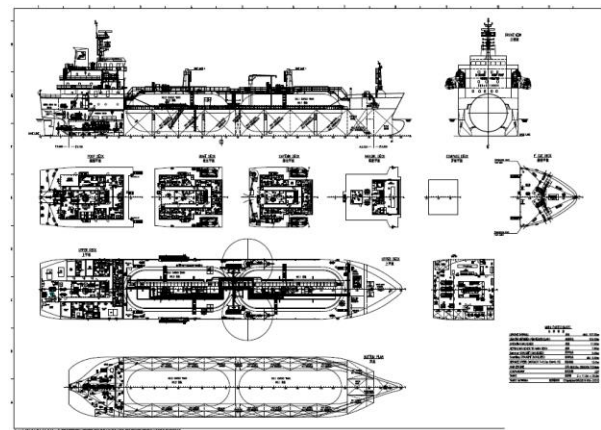
Karena muatannya yang bersifat cair, maka harus diperhatikan besar tegangan kapal saat kapal berlayar. Konstruksi kapal dibuat sedemikian rupa sehingga muatan yang ada didalamnya terjamin keamanan dari kerusakan dan lain-lain.



Gambar 1. Kapal *LPG Tanker*

#### 2.1.1 Kapal *LPG Tanker* 100 m

Kapal ini adalah kapal *LPG* kelas 100 meter yang memiliki ukuran *tonnage* 3966GT.

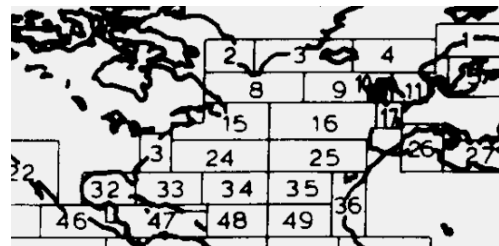


Gambar 2. CAD Rencana Umum Kapal

### 2.2 Pemetaan Gelombang

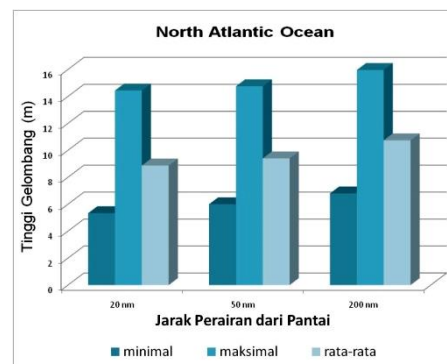
Adapun pemetaan gelombang berdasarkan ECMWF *hind-cast data* sebagai berikut :

#### 1. North Atlantic Ocean



Gambar 3. Peta Atlantik Utara[2]

Perairan *North Atlantic Ocean* dibagi menjadi 3 wilayah yaitu 20 nm (P), 50 nm (L), dan 200 nm (T). Berdasarkan data gelombang ECMWF, data tinggi gelombang yang terjadi selama periode 30 tahun (1979-2009) adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Data Perairan Atlantik Utara[3]

#### 2. Indonesian Waterways



Gambar 5. Peta Perairan Indonesia

Perairan Indonesia dibagi menjadi 3 wilayah yaitu zona 1 (20 nm) rata rata tinggi gelombangnya adalah 2,49 m, zona 2 (50 nm) rata rata tinggi gelombangnya adalah 2,84 m dan zona 3 (200 nm) rata rata tinggi gelombangnya adalah 3,74 m.



Gambar 6. Grafik Data Perairan Indonesia

### 2.3 Metode Elemen Hingga

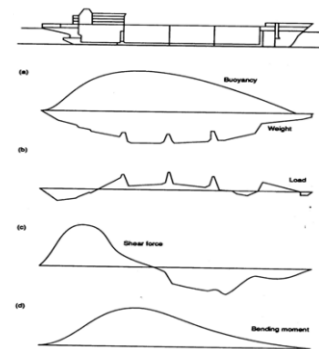
Untuk mengetahui tegangan terbesar pada struktur kapal penulis menggunakan Metode elemen hingga, yaitu sebuah metode yang menggunakan pendekatan numerik untuk menganalisa struktur sehingga didapatkan solusi pendekatan dari suatu permasalahan, dimana setiap struktur yang akan dianalisa dibagi terlebih dahulu menjadi elemen-elemen kecil.

Ada beberapa jenis analisa yang digunakan dalam metode elemen hingga antara lain :

1. Analisa Linier Statis  
Analisa linier statis merupakan analisa yang digunakan untuk mendefinisikan kondisi struktur terhadap pembebanan yang linier atau searah (konstan).
2. Analisa Non Linier Statis  
Jika suatu struktur material mengalami pembebanan di atas titik luluhnya (*yield point*), maka dapat didefinisikan bahwa hubungan antara tegangan dan regangan sudah tidak konstan lagi akan tetapi non linier.

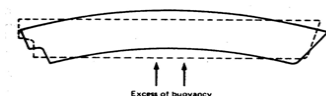
### 2.4 Longitudinal Strength

Besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada kapal akan sebanding dengan besarnya gaya buoyancy, namun tidak merata disepanjang badan kapal[4]. Gambar "a" menunjukkan lengkungan gaya gravity dan buoyancy yang bekerja sepanjang badan kapal. Pada gambar "b" menggambarkan pemuatan pada titik - titik disepanjang badan kapal dimana terdapat titik yang mengalami gaya gravity lebih besar dari pada gaya buoyancy atau sebaliknya. Gambar "c" menunjukkan lengkungan shearing force. Shearing force dibentuk oleh pemuatan pada badan kapal sehingga menimbulkan gaya yang bekerja keatas dan kebawah. Gambar "d" adalah lengkungan bending moment.

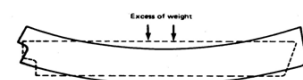


Gambar 7. *Static Loading of a ship's structure*

Pengaruh dari bending moment terhadap kapal akan cenderung membengkokkan sepanjang badan kapal. Bilamana gaya buoyancy yang bekerja pada bagian tengah kapal lebih besar dari pada beratnya maka kapal akan melengkung keatas atau disebut Hogging. Ini disebabkan terlalu banyak konsentrasi muatan pada bagian ujung depan dan ujung belakang kapal. Bilamana berat kapal pada bagian tengah kapal lebih besar daripada gaya buoyancy maka kapal melengkung kebawah atau Sagging. Ini disebabkan karena terlalu banyak konsentrasi muatan pada bagian tengah kapal.



Gambar 8. Kondisi *hogging*



Gambar 9. Kondisi *sagging*

## 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metodologi

Tahapan langkah pembuatan model yang akan dianalisa menggunakan metode elemen hingga dapat dijelaskan secara garis besar menjadi sebagai berikut:

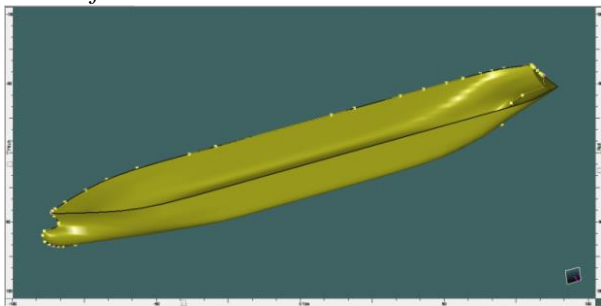
1. Pembuatan Linesplan menggunakan software autocad
2. Pembuatan model 3 dimensi menggunakan software maxsurf
3. Analisa variasi momen pada setiap kondisi menggunakan software hydromax
4. Permodelan pada Msc Patran, dengan langkah :
  - Pembuatan geometri awal
  - Pemilihan material
  - Proses *meshing*
  - Pemasangan tebal plat
  - Pemasangan profil
  - Proses *equivalence*
  - Penentuan *boundary condition*
  - Analisa

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengolahan Data

#### 4.1.1 Desain Model Badan Kapal

Dari data yang didapat dari BKI dibuat permodelan kapal dengan bantuan *software Maxsurf Modeler*:

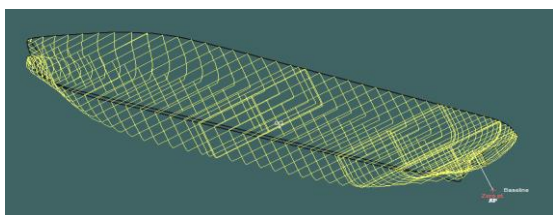


Gambar10. Permodelan kapal dengan *Maxsurf Modeler*

#### 4.1.2 Perhitungan LWT dan DWT kapal

Didapatkan *LWT* total 1752,57 ton, *DWT* kapal total 5942,19ton. Sedangkan *displacement* perhitungan kekuatan memanjang 7694,76ton

### 4.2 Perhitungan Momen dengan analisa software *Maxsurf Stability*

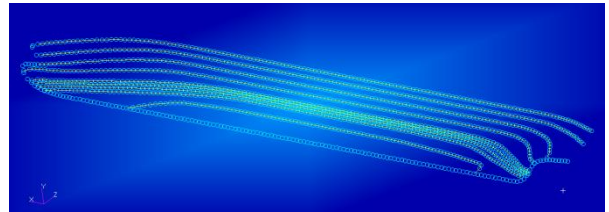


Gambar 11. Model *Maxsurf Stability*

### 4.3 Permodelan *Msc Patran* dan Analisa *Msc Nastran*

#### 4.3.1 Pembuatan *geometry*

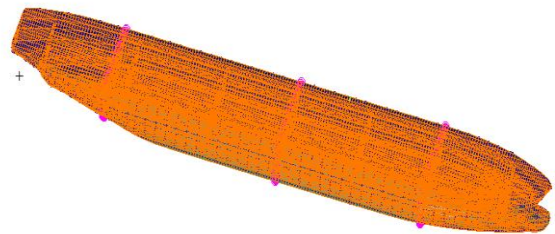
Langkah pertama dalam pemodelan adalah pembuatan *geometry*.



Gambar 12. Permodelan dengan *MSC Patran*

#### 4.3.2 *Meshing*

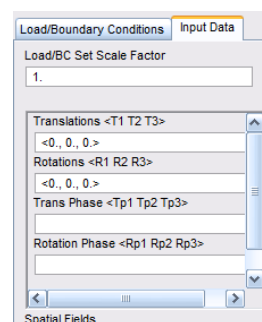
Tahap ini material yang telah dibuat model dibagi menjadi beberapa elemen (metode elemen hingga). Pembagian elemen dilakukan sesuai peletakan beam yang akan dibuat, maka harus sesuai dengan jarak gading kapal.



Gambar 13. *Meshing*

#### 4.3.3 Kondisi Batas

Untuk analisa linear statis, salah satu tahap yang harus dilakukan adalah menetapkan *Boundary Conditions*. *Boundary Conditions* merupakan tahap akhir dari suatu proses pemodelan elemen hingga, yaitu penentuan tumpuan sebelum model di analisa.



Gambar 14. Penentuan Kondisi Batas



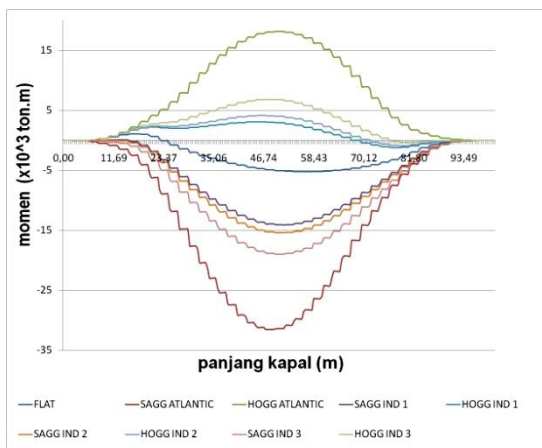
Pada penelitian ini *Boundary Conditions* terletak pada tengah kapal.

#### 4.4 Hasil Perhitungan Momen Terbesar

Momen terbesar pada setiap perairan didapatkan dari perhitungan di *software Maxsurf Stability* dengan variasi *waveform*.

Tabel 1. Momen Terbesar di Setiap Perairan

Perairan	Momen [ton.m]	Momen [N.m]
Air Tenang	$-4,142 \times 10^3$	-36849067,73
Sagging North Atlantic	$-29,636 \times 10^3$	263654990,68
Hogging North Atlantic	$18,57 \times 10^3$	165206950,22
Sagging Indonesia 1	$-13,043 \times 10^3$	-
Hogging Indonesia 1	$3,901 \times 10^3$	34705024,92
Sagging Indonesia 2	$-14,382 \times 10^3$	-
Hogging Indonesia 2	$4,948 \times 10^3$	44019600,95
Sagging Indonesia 3	$-17,849 \times 10^3$	-
Hogging Indonesia 3	$7,640 \times 10^3$	67968826,048



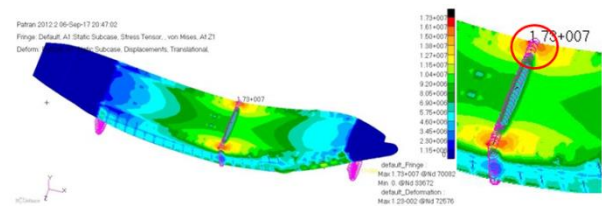
Gambar 15. Grafik Momen Setiap Perairan

#### 4.5 Hasil Perhitungan Tegangan Maksimal

Perhitungan tegangan dilakukan dengan *software Nastran Patran* dengan momen di tiap perairan yang sudah didapatkan sebelumnya.

##### 1. Air Tenang

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada setiap daerah perairan (*North Atlantic Waterways*, *Indonesian Waterways zona 1*, *Indonesian Waterways zona 2*, dan *Indonesian Waterways zona 3*) sama, yaitu  $1,73 \times 10^7$  Pa pada *Node 70082*.

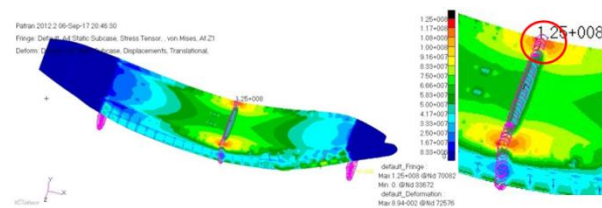


Gambar 16. Kondisi air tenang

##### 2. North Atlantic Ocean

###### a. Sagging

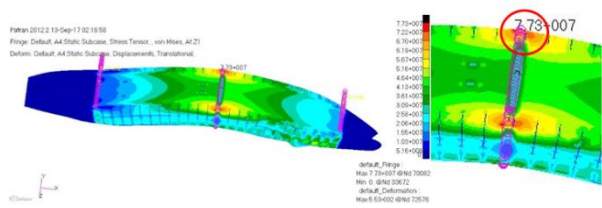
Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *sagging* di *North Atlantic Ocean* yaitu  $1,25 \times 10^8$  Pa pada *Node 70082*.



Gambar 17. Kondisi *sagging* di *North Atlantic Ocean*

###### b. Hogging

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *hogging* di *North Atlantic Ocean* yaitu  $7,73 \times 10^7$  Pa pada *Node 70082*.

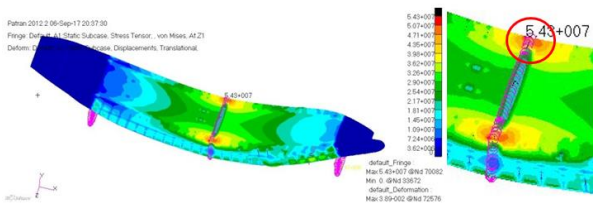


Gambar 18. Kondisi *hogging* di *North Atlantic Ocean*

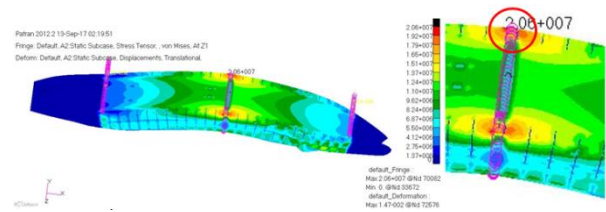
##### 3. Indonesian Waterways Zona 1

###### a. Sagging

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *sagging* di *Indonesian Waterways Zona 1* yaitu  $5,43 \times 10^7$  Pa pada *Node 70082*.



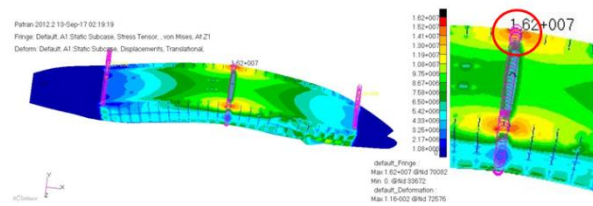
Gambar 19. Kondisi *shagging* di *Indonesian Waterways* Zona 1



Gambar 22. Kondisi *hogging* di *Indonesian Waterways* Zona 2

**b. Hogging**

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *hogging* di *Indonesian Waterways* Zona 1 yaitu  $1,62 \times 10^7$  Pa pada *Node* 70082.

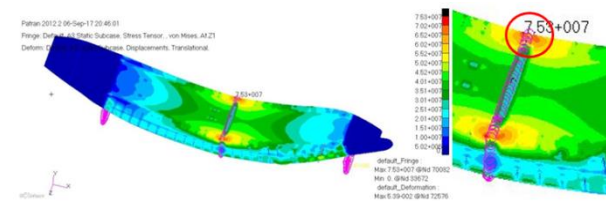


Gambar 20. Kondisi *hogging* di *Indonesian Waterways* Zona 1

**5. Indonesian Waterways Zona 2**

**a. Sagging**

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *shagging* di *Indonesian Waterways* Zona 3 yaitu  $7,53 \times 10^7$  Pa pada *Node* 70082.

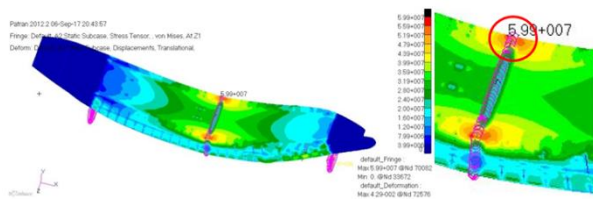


Gambar 23. Kondisi *sagging* di *Indonesian Waterways* Zona 3

**4. Indonesian Waterways Zona 2**

**a. Sagging**

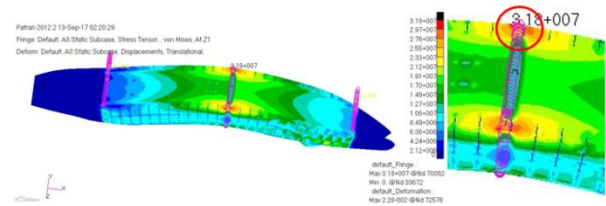
Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *shagging* di *Indonesian Waterways* Zona 2 yaitu  $5,99 \times 10^7$  Pa pada *Node* 70082.



Gambar 21. Kondisi *shagging* di *Indonesian Waterways* Zona 2

**b. Hogging**

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *hogging* di *Indonesian Waterways* Zona 3 yaitu  $3,18 \times 10^7$  Pa pada *Node* 70082.



Gambar 24. Kondisi *hogging* di *Indonesian Waterways* Zona 3

**b. Hogging**

Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan pada kondisi *hogging* di *Indonesian Waterways* Zona 2 yaitu  $2,06 \times 10^7$  Pa pada *Node* 70082.

**4.6 Pengurangan Tegangan**

Dari hasil analisa *Msc Patran* dapat diketahui Pengurangan dari setiap perairan sebagai berikut :

Tabel 2. Perbedaan respon struktur kapal di *Indonesian Waterways zone 1*

KONDISI	NORTH ATLANTIC	INDONESIAN WATERWAYS ZONA 1	REDUKSI
FLAT	13,7	13,7	0,00%
SHAGGING	125	54,3	56,56%
HOGGING	77,3	16,2	79,04%
REDUKSI TOTAL:			45,20%

Dari tabel perbandingan respon struktur kapal di *North Atlantic Ocean* dan *Indonesian Waterways zone 1* dapat diketahui total reduksi

yang didapat di *Indonesian Waterways zone 1* adalah 45,20 %.

Tabel 3. Perbedaan respon struktur kapal di *Indonesian Waterways zone 2*

KONDISI	NORTH ATLANTIC	INDONESIAN WATERWAYS ZONA 2	REDUKSI
FLAT	13,7	13,7	0,00%
SHAGGING	125	59,9	52,08%
HOGGING	77,3	20,6	73,35%
REDUKSI TOTAL:			41,81%

Dari tabel perbandingan respon struktur kapal di *North Atlantic Ocean* dan *Indonesian Waterways zone 2* dapat diketahui total reduksi yang didapat di *Indonesian Waterways zone 2* adalah 41,81 %.

Tabel 4. Perbedaan respon struktur kapal di *Indonesian Waterways zone 3*

KONDISI	NORTH ATLANTIC	INDONESIAN WATERWAYS ZONA 3	REDUKSI
FLAT	13,7	13,7	0,00%
SHAGGING	125	75,3	39,76%
HOGGING	77,3	31,8	58,86%
REDUKSI TOTAL:			32,87%

Dari tabel perbandingan respon struktur kapal di *North Atlantic Ocean* dan *Indonesian Waterways zone 3* dapat diketahui total reduksi yang didapat di *Indonesian Waterways zone 3* adalah 32,87 %.

#### 4.7 Safety Factor

Faktor keamanan (*Safety Factor*) adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik dari beban luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Sebelum menghitung *safety factor*, dicari terlebih dahulu nilai tegangan ijin yang didapatkan tidak melebihi dari 175/k (N/mm<sup>2</sup>) sesuai dengan ketentuan 1.

$$1. \sigma_P = 175/k \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ untuk } L \geq 100 \text{ m}$$

$$175 \text{ N/mm}^2 \text{ (untuk } L > 90) \quad [5]$$

Tabel 5. Faktor Material

Minimum yield stress ReH in N/mr	k
235	1
315	0,78
355	0,72
390	0,68

Material yang digunakan pada Kapal *LPG* Tanker 100 m adalah baja Grade A yang mempunyai minimum yield (ReH) sebesar 235 N/mm<sup>2</sup>. Sehingga tegangan ijin maksimum adalah 175 N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 6. Tegangan Ijin

	TEGANGAN MAKSIMAL (MPa)	TEGANGAN IJIN BKI (MPa)	KETERANGAN
SAGGING AU	125	175	MEMENUHI
SAGGING IND3	75,3	175	MEMENUHI
SAGGING IND2	59,9	175	MEMENUHI
SAGGING IND1	54,3	175	MEMENUHI
FLAT	17,3	175	MEMENUHI
HOGGING IND 1	16,2	175	MEMENUHI
HOGGING IND 2	20,6	175	MEMENUHI
HOGGING IND 3	31,8	175	MEMENUHI
HOGGING AU	77,3	175	MEMENUHI

#### 4.8 Validasi

Validasi hasil perhitungan sangat penting dilakukan guna menunjang keakuratan analisa. Cara yang digunakan adalah dengan membandingkan hasil dari perhitungan *software* dan perhitungan manual.

Untuk menghitung tegangan pada kapal menggunakan rumus 2.

$$2. \sigma = M_{max} / W \quad [6]$$

Diketahui momen maksimal pada air tenang yaitu sebesar 36849067,7344 ton.m. Sedangkan untuk menghitung modulus penampang menggunakan rumus :

$$W = I_{NA} / z$$

Tabel 7. Perhitungan Momen Inersia

b [m]	At [m <sup>2</sup> ]	Z [m]	At x Z [m <sup>3</sup> ]	At x Z <sup>2</sup> [m <sup>4</sup> ]	Io [m <sup>4</sup> ]	I <sub>NA</sub>
2,5125	8381,63	2,499	20945,68881	52343,27633	99,35933	52442,63565

$$\text{Maka, } W = I_{NA} / z$$

$$W = 52442,6357 / 2,499$$

$$W = 20985,44844 \text{ m}^3$$

Perhitungan tegangan air tenang :

$$\sigma = M_{max} / W$$

$$\sigma = 36849067,7344 / 20985,44844$$

$$= 1755,934253 \text{ Ton/m}^2$$

$$= 17,21983264 \text{ MPa}$$

Tabel 8. Hasil validasi

Hasil Analisa	Hasil Perhitungan	Koreksi	Keterangan
17,3	17,22	0,46%	Memenuhi

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan maksimal pada kondisi air tenang yaitu sebesar  $1,73 \times 10^7$  Pa.
2. Tegangan maksimal kapal terbesar adalah pada kondisi *sagging* di *North Atlantic Ocean* yaitu sebesar  $1,25 \times 10^8$  Pa. Sedangkan tegangan maksimal terbesar di perairan Indonesia ada di zona 3 pada kondisi *sagging* yaitu sebesar  $7,53 \times 10^7$  Pa.
3. Perbedaan tegangan maksimal kondisi *sagging* di perairan Indonesia Zona 3 dan *North Atlantic Ocean* sebesar 32,87 %.

### 5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan penulis masih dapat dilanjutkan lebih jauh. Beberapa saran dari penulis yang dapat dikembangkan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Membuat variasi analisa dengan menggunakan jenis kapal yang berbeda, terlebih kapal yang mempunyai regulasi khusus agar nantinya hasil analisa dapat lebih bervariasi.
2. Membuat penghematan konstruksi dengan variasi jarak gading, tebal plat, dan ukuran profil pada struktur kapal dan kemudian di analisa perbedaan tegangannya.
3. Membuat analisa biaya setelah konstruksi dapat di reduksi.

## AKNOWLEDGEMENT

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada PT. Biro Klasifikasi Indonesia atas dukungan dan kerjasamanya dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biro Klasifikasi Indonesia. "Company Profile". Profil dan Sejarah BKI. 2016. <<http://www.bki.co.id/pagestatis-63-company-profile-lang-en.html>>. (diakses 22 Februari 2017)
- [2] *IACS*. 2001. *IACS Recommendation No.34 Standard Wave Data*. United Kingdom. IACS.
- [3] *European Centre for Medium-range Weather Forecast (ECMWF)*. ERA Interim Datasets. 2017. <<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/>>. (diakses 22 Februari 2017)

- [4] NURAYOGA, Fasya; MULYATNO, Imam Pujo; ADIETYA, Berlian Arswendo. ANALISA KEKUATAN STRUKTUR TANK DECK PADA KAPAL (LST) LANDING SHIP TANK KRI.TELUK BINTUNI 7000 DWT MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA. *Jurnal Teknik Perkapalan*, [S.l.], v. 4, n. 4, Oct. 2016. ISSN 2338-0322. Available at: <<http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/14798>>. Date accessed: 06 nov. 2017.
- [5] Republik Indonesia. Biro Klasifikasi Indonesia. *Rules for the Classification and Construction: Part 1 Seagoing Ships "Volume II Rules for Hull"*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia, 2016.
- [6] Rosyid, D.M., dan Setyawan, D. 2000. *Kekuatan Struktur Kapal*. Jakarta. Pradnya Paramita.