

# ANALISA KEKUATAN KONSTRUKSI MEMANJANG, STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL KMP. LEMA Ro-Ro 750 GT UNTUK PELAYARAN SORONG - WAIGEO

Resha Buddy Prakoso<sup>1</sup>, Deddy Chrismianto<sup>1</sup>, Wilma Amiruddin<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: [Reshaprakoso@ymail.com](mailto:Reshaprakoso@ymail.com)

## Abstrak

Hampir 85% distribusi barang dan personal menggunakan sarana angkutan laut, yang paling penting untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau lainnya adalah kapal penyebrangan. Kondisi eksisting kapal - kapal penyebrangan di Indonesia, terdiri dari beberapa macam ukuran. Mulai dari yang terkecil (75GT, 100GT, 150GT, 200GT, 300GT, 500GT, 600GT, 750GT, 1000GT, 1500GT, 3000GT, 5000GT). Kapal *Ro-Ro Passenger* kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal *roll on - roll off* atau disingkat *Ro-Ro*. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mendapatkan hasil analisa kekuatan konstruksi kapal, serta stabilitas dan olah gerak, hal ini dilihat dari daerah pelayaran kapal. Analisa kekuatan menggunakan metode elemen hingga untuk mengetahui tegangan kekuatan pada lambung kapal, *software ANSYS* permodelan dan analisa struktur lambung, *Rhinoceros* untuk pemodelan, dan *software Maxsurf* untuk analisa stabilitas dan olah gerak. Nilai tegangan paling tinggi berada pada kondisi kapal bermuatan *truck* dengan hasil tengangan 67 MPa, dengan ketentuan tegangan izin BKI sebesar 181, 81 N/mm<sup>2</sup>. Nilai GZ tertinggi 2,65 m pada kondisi I. Nilai GZ terkecil yaitu 2,25 m pada kondisi IV pada *criteria Angle max GZ*. Kekuatan lambung pada kapal mempunyai konstruksi yang kuat sehingga dapat mempunyai daya angkut bermuatan besar, kapal Ro-Ro KMP. LEMA 750 GT mempunyai stabilitas yang baik dalam VIII kondisi yang berbeda. Olah gerak (*seakeeping*) pada kapal ini memenuhi syarat kriteria yang ditentukan menurut NORDFORSK (1987).

**Kata kunci** : Papua barat, papua, KMP. LEMA, 750 GT, *Ro-Ro passenger*, KemenHub.

## Abstract

*Almost 85% of the distribution of goods and personal use of means of sea transport, which is most important to connect the island to other islands is a ship crossing. The existing condition of the ship - the ship crossing in Indonesia, consists of several sizes. Ranging from the smallest (75GT, 100GT, 150GT, 200GT, 300GT, 500GT, 600GT, 750GT, 1000GT, 1500GT, 3000GT, 5000GT). Ro-Ro ships Passenger ships that can load a vehicle that runs into the vessel with its own propulsion and could come out with its own well, so-called ship roll on - roll off or shortened Ro-Ro. The research was conducted with the aim of getting the analysis of the strength of the ship's construction, as well as the stability and navigation, it is seen from the cruise ships. Analysis of the power of using the finite element method to determine the voltage strength of the hull, ANSYS software modeling and analysis of hull structure, Rhinoceros for modeling, and software Maxsurf for stability analysis and navigation. The highest voltage value in a state of ships laden truck with the results tengangan 67 MPa, with voltage requirements BKI permission by 181, 81 N/mm<sup>2</sup> The value highest GZ 2.65 m on condition I. GZ smallest value of 2.25 m on condition IV criteria GZ max Angle. The strength of the vessel hull possessed strong construction so as to have a large haulage charged, Ro-Ro ship KMP. ENTRY 750 GT has a good stability under conditions different VIII. Navigation (seakeeping) on these vessels qualify according to the criteria specified NORDFORSK (1987).*

*Keyword* : west papua, papua, KMP. LEMA, 750 GT, *Ro-Ro Passenger*, *KemenHub*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim dengan lebih dari 17.000 pulau. Sebagai negara kepulauan dimana sebagian wilayah Indonesia adalah perairan dan terdiri dari ribuan pulau maka moda transportasi laut yaitu kapal masih merupakan moda wahana laut yang paling baik dibandingkan moda transportasi udara ataupun moda transportasi darat. Untuk menghubungkan antar pulau serta mengamankan pulau - pulauter luar NKRI tersebut moda transportasi laut mempunyai kelebihan dibandingkan dengan moda transportasi udara maupun darat baik ditinjau dari faktor teknis maupun ekonomisnya.

Hampir 85% distribusi barang dan personal menggunakan sarana angkutan laut yang paling penting untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau lainnya adalah kapal penyebrangan. Sistem transportasi laut diselenggarakan dengan tujuan agar proses transportasi penumpang dan barang dapat dicapai secara optimum dalam ruang dan waktu tertentu dengan pertimbangan factor keamanan, kenyamanan, kelancaran dan efisiensi atas waktu dan biaya.

Kondisi eksisting kapal - kapal penyebrangan di Indonesia, terdiri dari beberapa macam ukuran. Mulai dari yang terkecil (75GT, 100GT, 150GT, 200GT, 300GT, 500GT, 600GT, 750GT, 1000GT, 1500GT, 3000GT, 5000GT). Sorong - Waigeo adalah salah satu lintas penyebrangan di Indonesia propinsi Papua Barat, dengan jarak tempuh  $\pm 37,19$  mill laut. Sorong - Waigeo adalah salah satu lintas penyebrangan di Indonesia propinsi Papua Barat, dengan jarak tempuh  $\pm 37,19$  mill laut. [1]

### 1.2. Perumusan Masalah & Tujuan penelitian

Penelitian ini akan menganalisa bagaimana hasil analisa kekuatan memanjang kapal, stabilitas dan olah gerak. Hal ini untuk mengetahui karakteristik kapal yang akan beroperasi di wilayah Provinsi Papua Barat, Sorong - Waigeo.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mendapatkan hasil analisa kekuatan konstruksi kapal, serta stabilitas dan olah gerak, hal ini di lihat dari daerah pelayaran kapal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Definisi Kapal *Ro-Ro Passenger*

Kapal *Ro-Ro Passenger* kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal *roll on - roll off* atau disingkat *Ro-Ro*. Oleh karena itu, kapal ini dilengkapi dengan pintu rampa yang dihubungkan dengan moveble bridge atau dermaga apung ke dermaga.

Kapal yang berfungsi sebagai penyedia transportasi penyebrangan harus memiliki kontruksi yang kuat, serta stabilitas dan olah gerak yang cukup baik.

### 2.2. Sistem Konstruksi

Pada dasarnya badan kapal terdiri dari komponen - komponen konstruksi yang letaknya arah melintang dan memanjang. Dalam penyusunan komponen - komponen tersebut menjadi konstruksi badan kapal secara keseluruhan dikenal beberapa cara yang sering dipakai dalam praktek, antara lain :

1. Sistem konstruksi melintang
2. Sistem konstruksi memanjang
3. Sistem konstruksi kombinasi

#### 2.2.1 Sistem Konstruksi Melintang

Sistem konstruksi melintang merupakan konstruksi dimana beban yang bekerja pada konstruksi diterima oleh pelat kulit dan diuraikan pada hubungan - hubungan kaku / balok - balok memanjang dari kapal dengan pertolongan balok - balok yang melintang kapal. Dalam hal ini sebagai tumpuan kaku untuk balok - balok melintang dasar ( wrang floor ) ialah lambung kapal, dinding - dindingsekat memanjang, dan ( center girder ) penumpu tangki. Beban konstruksi geladak dilanjutkan dengan pertolongan balok melintang dari rangka geladak ( balok geladak / beams ) ke hubungan kaku yaitu lambung kapal dan dinding sekat memanjang.

#### 2.2.2 Sistem Konstruksi Memanjang

Sistem rangka konstruksi memanjang ialah konstruksi dimana padanya bekerja beban yang diterima oleh rangka konstruksi dan diuraikan pada hubungan - hubungan kaku melintang kapal

dengan pertolongan balok memanjang. Dalam hal konstruksi, walaupun ada balok – balok melintang, tetapi bila balok tersebut merupakan kekakuan yang kecil dalam hubungan konstruksi tidak menahan ( memegang ) balok – balok memanjang, maka system konstruksi tetap disebut system konstruksi memanjang.

### 2.2.3 Sistem Konstruksi Kombinasi

Karena adanya kekurangan dari sistem konstruksi melintang maupun konstruksi memanjang, maka akan timbul pemakaian sistem konstruksi kombinasi / campuran. Dalam sistem campuran ini, sistem rangka konstruksi memanjang dipakai pada geladak utama dan dasar kapal, dimana letak konstruksi ini jauh dari sumbu netral penampang melintang kapal. Sehingga menerima beban lengkung yang besar.[2]

### 2.3. Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah kapal untuk dapat kembali ke posisi semula (tegak) setelah menjadi miring akibat bekerjanya gaya dari luar maupun gaya dari dalam kapal tersebut atau setelah mengalami momen temporal.

Proses analisa stabilitas yang dilakukan berdasarkan standart IMO (*International Maritime Organization*) Code A.749 (18) Ch 3- *design criteria applicable to all ships, HSC2000 Ch 2 Part B – Passenger Craft, dan HSC2000 Multihull* yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

*All Ship*

a. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1 :

- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 30° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg.
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg.
- Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.

b. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 : nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30°– 180° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2m.

c. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4 : nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

*Passenger Craft*

a. Section HSC2000, Chapter 2.11:

- Sudut pada nilai equilibrium, passenger crowding heeling arm. Tidak boleh kurang atau sama dengan 10 deg

b. Section HSC2000, Chapter 2.12:

- Combined heeling, sudut pada nilai equilibrium. High-speed turning (Ht) 8,0 deg. Hpc+ Hw 10,0 deg. Ht + Hw 12,0 deg.[3]

### 2.4. Olah Gerak Kapal

Dalam kajian olah gerak kapal, gerakan yang ditinjau adalah gerakan yang hanya mampu direspon oleh kapal, yaitu *rolling, heaving, pitching*.

Gerakan kapal disebabkan adanya factor dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu:

1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi: *rolling, pitching, yawing*
2. Gerakan *linear*, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbuanya meliputi: *surgin, swaying, heaving*[4]

General Operability Limiting Criteria for Ships (NORDFORSK, 1987)			
Description	Merchant Ships	Navy Vessels	Fast Small Craft
RMS of vertical acceleration at FP	0.275 g ( $L \leq 100$ m) 0.050 g ( $L \geq 330$ m)	0.275 g	0.65 g
RMS of vertical acceleration at Bridge	0.15 g	0.20 g	0.275 g
RMS of lateral acceleration at Bridge	0.12 g	0.10 g	0.10 g
RMS of Roll	6.0 deg	4.0 deg	4.0 deg
Probability of Slamming	0.03 ( $L \leq 100$ m) 0.01 ( $L \geq 300$ m)	0.03	0.03
Probability of Deck Wetness	0.05	0.05	0.05

Gambar 1. *General Operability Limiting Criteria for Ship (NORDFORSK, 1987)*

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Studi Literatur

Mempelajari tentang sistematika perhitungan pembebanan dan software yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan.

### 3.2. Analisa Software

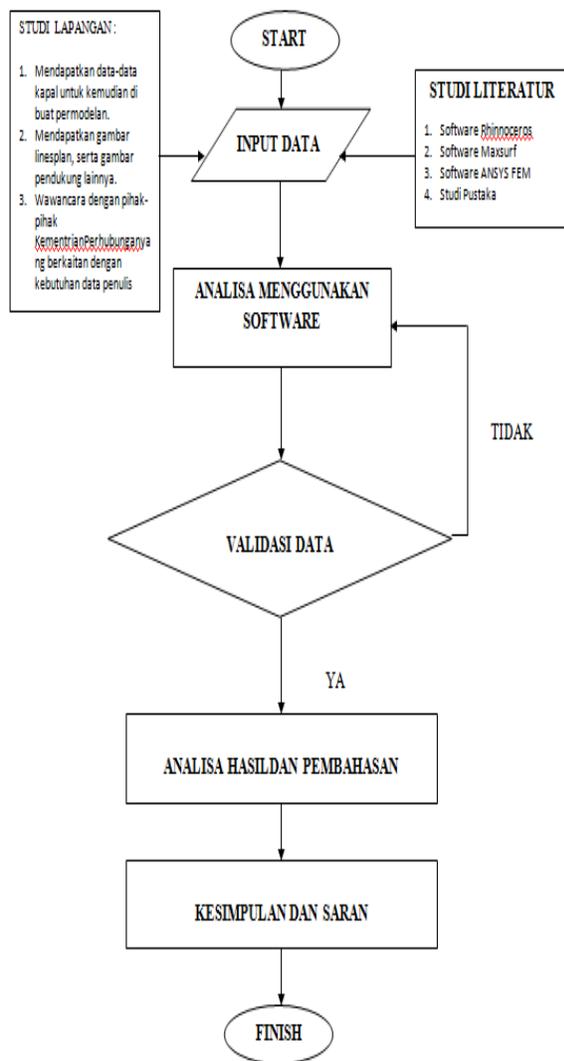
Menggunakan *software* sebagai media untuk mendapatkan data-data yang valid dan dapat digunakan dalam penelitian. *Software* yang

digunakan antara lain *ANSYS APDL*, *rhinoceros*, *maxsurf*.

### 3.3. Studi Lapangan

Melakukan penelitian lapangan terkait dengan analisa yang akan dilakukan. *Interview* untuk mendapatkan data-data pendukung seperti ukuran utama kapal, *profile construction*, *lines plan*.

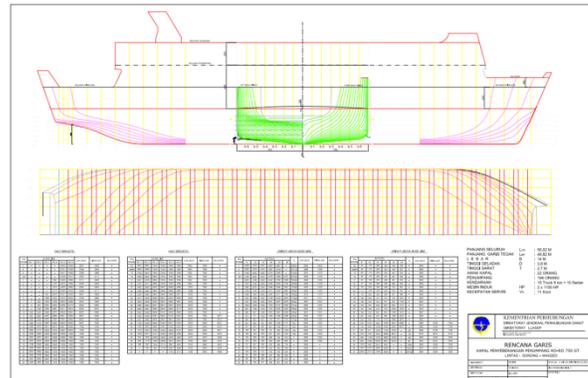
### 3.4. Diagram Alir



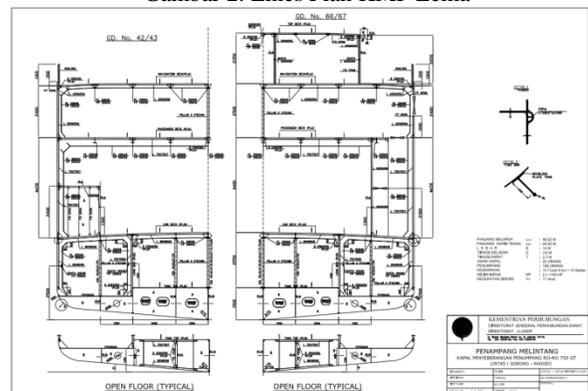
Gambar 1. Diagram Alir

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data



Gambar 2. Lines Plan KMP Lema



Gambar 3. Midship KMP Lema

### 4.2. Kekuatan Memanjang

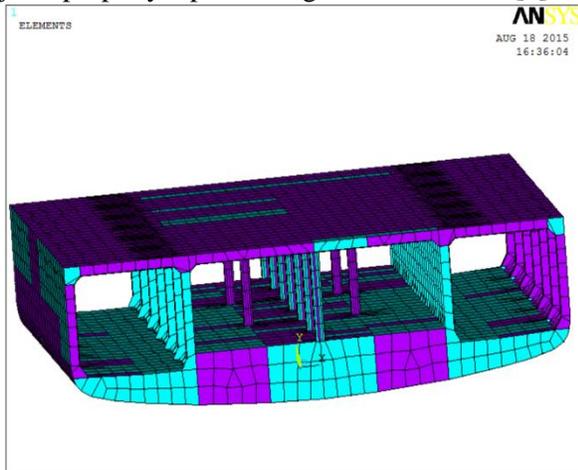
Kekuatan memanjang kapal yang dianalisa menggunakan *software* didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Untuk *Full Load* pada kondisi air tenang didapat gaya *Momment* sebesar  $1,261 \times 10^3$  pada *st. 23*
2. Untuk *Full Load* pada kondisi *Hogging* +1,5 m didapat gaya *Momment* kearah atas sebesar  $191,529 \times 10^3$  pada *st. 46*
3. Untuk *Full Load* pada kondisi *Sagging* -1,5 m dengan gaya *Momment* kearah bawah sebesar  $2,308 \times 10^3$  pada *st. 38*

### 4.3. Geometri Model

Proses pembuatan model dimulai dengan mendefinisikan geometri untuk tiap elemen yang dibuat. Geometri model dibuat dengan menjadi sebuah system saling terhubung hingga menjadi kesatuan pada system lambung dimana tiap

geometri didefinisikan menjadi bentuk, ukuran dan jenis property tap elemen geometri tersebut [5].



Gambar 4. Geometri Model Lambung Tengah Kapal

#### 4.4. Pendefinisian Beban

Beban (*load*) yang diinputkan pada model diasumsikan sebagai berikut :

- *Truck FUSO* : 6 Unit
- Mobil Sedan : 12 Unit
- *MercedesBenz OM 904* : 4 Unit

##### 4.4.1 Beban Kendaraan

Beban kendaraan didapatkan dari data yang telah di peroleh dari data hasil survey lapangan.

Berat *Truck FUSO*

$$\begin{aligned} \text{Truck} \times \text{gravitasi} &= 14,03 \text{ ton} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 137634 \text{ N} \end{aligned}$$

Berat Mobil Sedan

$$\begin{aligned} \text{mobil} \times \text{gravitasi} &= 1.62 \text{ ton} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 1589 \text{ N} \end{aligned}$$

Berat *MercedesBenz OM 904*

$$\begin{aligned} \text{bus} \times \text{gravitasi} &= 15 \text{ ton} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 147150 \text{ N} \end{aligned}$$

**Beban persatuan luas masing masing kendaraan**

P *Truck FUSO*

$$\begin{aligned} W_{tf} / L_{tf} &= 137634 / 20.979.050 \\ &= 0,0065 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

P Mobil Sedan

$$\begin{aligned} W_{ms} / L_{ms} &= 1589 / 8.851.250 \\ &= 0,00018 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

P *MercedesBenz*

$$\begin{aligned} W_{mb} / L_{mb} &= 147150 / 27.915.150 \\ &= 0,0065 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### 4.5. Perhitungan Tegangan Ijin Deck

Syarat faktor keamanan pada pengukuran ini nilainya harus lebih dari 1 atau tegangan maksimum lebih kecil dari tegangan ijin. Nilai tegangan ijin BKI 2014 vol II sec.9 B 3.1 di dapat hasil  $\sigma_{pr}$  sebesar 181,81 N/mm<sup>2</sup>

#### 4.6. Penentuan Material

Untuk pendefinisian material dalam permodelan elemen hingga dari model konstruksi *deck* ini digunakan material baja grade A.

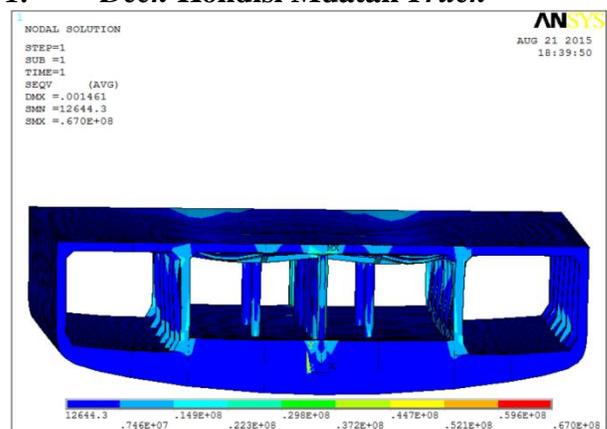
Kriteria baja *grade A*-BKI ASTM A131, Grade AH36 [9].

<i>Modulus elastisitas</i>	= 200 GPa
<i>Poisson Ratio</i>	= 0,29
<i>Ultimate stress</i>	= 490 - 620 Mpa
<i>Yield</i>	= 350 Mpa

##### 4.6.1. Hasil Analisa

Hasil analisa yang dilakukan pada alat bantu *software* terhadap model lambung tengah kapal yang dikenai beban muatan dalam tiga kondisi, yaitu kondisi muatan kendaraan *truck*, bus, mobil.

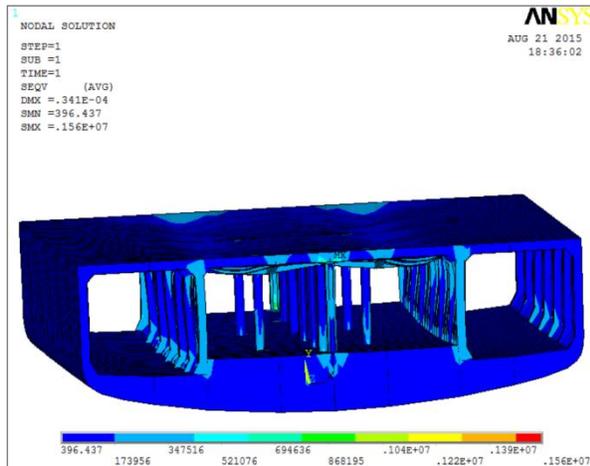
#### 1. Deck Kondisi Muatan *Truck*



Gambar 5. Hasil kondisi lambung tengah kapal bermuatan *truck*

Hasil pembebanan *truck* mendapatkan kondisi kritis 67 MPa. Hal ini memenuhi kriteria perhitungan *Safety Factor* BKI sebesar 181,81 N/mm<sup>2</sup>.

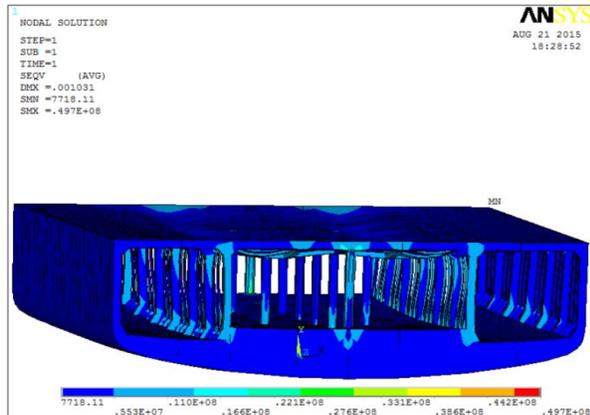
## 2. Deck Kondisi Muatan Mobil



Gambar 6. Hasil kondisi lambung tengah kapal bermuatan mobil

Hasil pembebanan truck mendapatkan kondisi kritis 1,56 MPa. Hal ini memenuhi kriteria perhitungan *Safety Factor* BKI sebesar 181,81 N/mm<sup>2</sup>

## 3. Deck Kondisi Muatan Bus

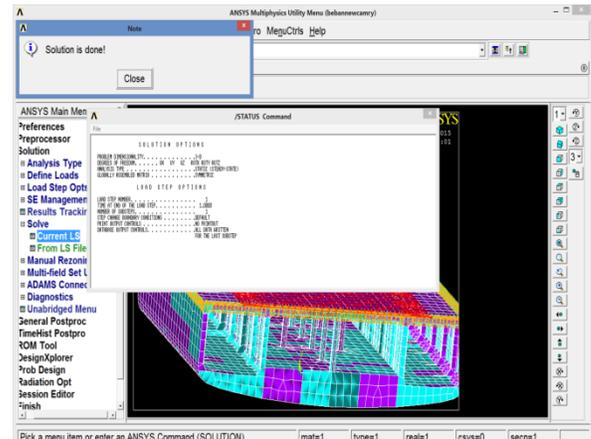


Gambar 7. Hasil kondisi lambung tengah kapal bermuatan bus

Hasil pembebanan truck mendapatkan kondisi kritis 49,7 MPa. Hal ini memenuhi kriteria perhitungan *Safety Factor* BKI sebesar 181,81 N/mm<sup>2</sup>

## 4.7.1. Validasi Permodelan Dengan Software Metode Elemen Hingga

Validasi dilakukan setelah pemodelan selesai. Tujuan dari validasi adalah mengoreksi elemen – elemen model yang dibuat. Pada permodelan Metode Elemen Hingga ada validasi yang mana muncul ketika selesai proses *running*.



Gambar 8. Tampilan saat proses analisa selesai

Ketika proses *running* selesai, maka akan muncul pada layar kiri atas sebuah *icon* yang bertuliskan “*solution done !*”, hal ini berarti tidak ada masalah pada pembuatan model dan proses *meshing*.

## 4.7. Analisa Stabilitas

Stabilitas kapal dianalisa menggunakan software *Hydromax* dengan analisa *large angle stability*. Sebelum analisa stabilitas dihitung, komponen LWT dan komponen DWT harus diketahui. Analisa dengan variasi 8 kondisi.

Tabel 1. Kondisi Muatan

Muatan	Kondisi							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Ballast I (ps)	0%	50%	0%	50%	20%	80%	10%	10%
Ballast I (sb)	0%	50%	0%	50%	20%	80%	10%	10%
Bahan bakar I	0%	0%	50%	20%	50%	20%	50%	90%
Bahan bakar II	0%	0%	50%	20%	50%	20%	50%	90%
Air tawar I	0%	0%	50%	20%	40%	10%	60%	60%
Air tawar II	0%	0%	50%	20%	40%	10%	60%	60%
Ballast II (ps)	0%	50%	0%	50%	20%	50%	50%	60%
Ballast II (sb)	0%	50%	0%	50%	20%	50%	50%	60%
Bilge tank	0%	50%	0%	50%	10%	50%	0%	30%
Dirty oil tank	0%	50%	0%	50%	10%	50%	0%	30%

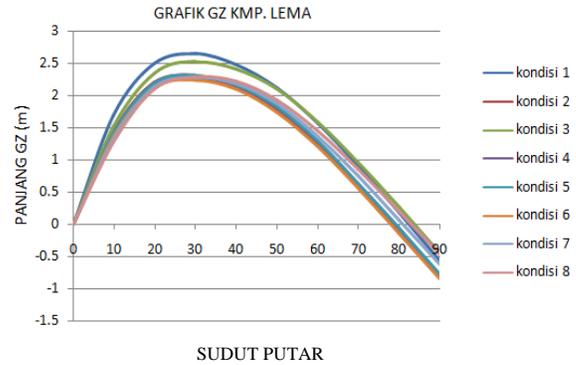
Tabel 2. Hasil Analisa Stabilitas KI - KIV

Code	Actual			
	KI	KII	KIII	KIV
<i>All Ship</i>				
Area 0° to 30°	56,79	49,24	52,68	47,71
Area 0° to 40°	82,65	71,79	77,58	69,75
Area 30° to 40°	25,85	22,55	24,89	22,04
Max GFZ 30°/Grtr	2,65	2,31	2,52	2,25
GFM0	10,64	8,55	9,08	8,12
<i>Passenger Craaft</i>				
Angle of Equilibrium	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Combined Heeling</i>				
High-speed turning (Ht)	0,2	0,2	0,2	0,2
Hpc + Hw	0,1	0,1	0,1	0,1
Ht + Hw	0,2	0,2	0,2	0,2
status	Pass	Pass	Pass	Pass

Tabel 3. Hasil Analisa Stabilitas KV - KVIII

Code	Actual			
	KV	KVI	KVII	KVIII
<i>All Ship</i>				
Area 0° to 30°	48,82	47,34	47,35	46,40
Area 0° to 40°	71,41	69,25	69,91	69,15
Area 30° to 40°	22,58	21,91	22,55	22,75
Max GFZ 30°/Grtr	2,31	2,45	2,29	2,29
GFM0	8,37	8,14	7,77	7,40
<i>Passenger Craaft</i>				
Angle of Equilibrium	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Combined Heeling</i>				
High-speed turning (Ht)	0,2	0,2	0,2	0,2
Hpc + Hw	0,1	0,1	0,1	0,1
Ht + Hw	0,2	0,2	0,2	0,2
status	Pass	Pass	Pass	Pass

Analisa kriteria pada tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa hasil analisa telah memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan IMO.

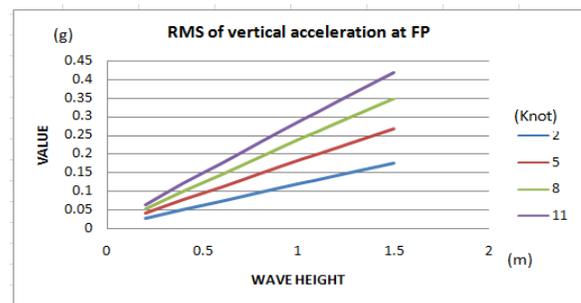


Gambar 9. Grafik Kapal Muatan Penuh (KI-KVIII)

#### 4.8. Analisa Olah Gerak Kapal

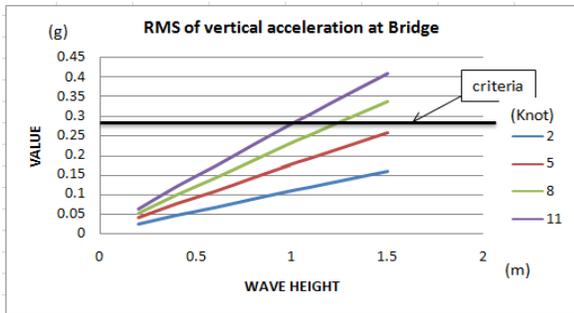
Olah gerak kapal dianalisa menggunakan *software seakeeper*. Data yang dibutuhkan meliputi kondisi perairan yang kapal lewati. Menurut data BMKG ketinggian gelombang maksimum perairan Papua Barat dan Papua mencapai 1,5 m dengan kecepatan angin 11 knot.

Berikut hasil analisa olah gerak berdasarkan *Rules General Operability Limiting Criteria for Ship (NORDFORSK, 1978)*

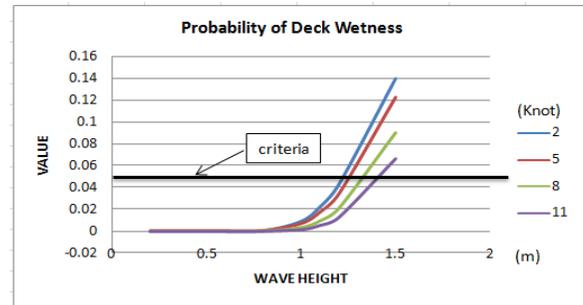


Gambar 10. Grafik RMS of vertical acceleration at FP

Grafik menunjukkan bahwa untuk *criteria RMS of vertical acceletarion at FP* disarankan pada kecepatan 8 knot pada gelombang 1 m dengan nilai maksimum 0,237 g, dengan criteria 0,275 g.

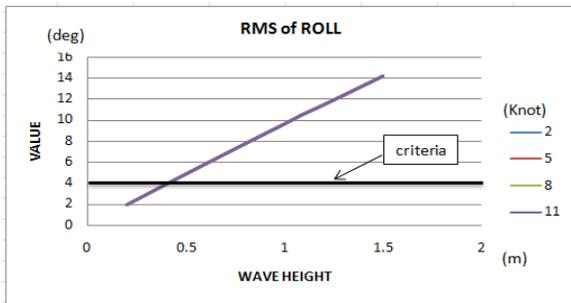


Gambar 11. Grafik RMS of vertical acceleration at BRIDGE  
 Grafik menunjukkan bahwa untuk criteria RMS of vertical acceletarion at BRIDGE disarankan pada kecepatan 8 knot pada gelombang 1,1 m dengan nilai maksimum 0,253 g, criteria 0,275 g.



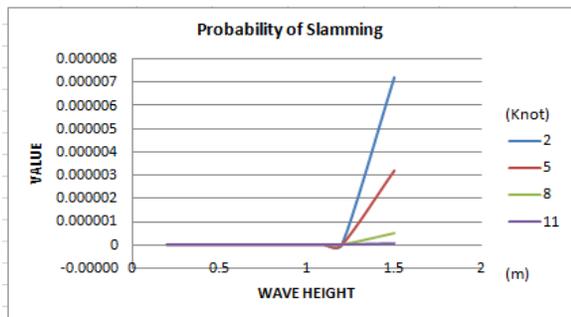
Gambar 15. Probability of Deck Wetness

Grafik menunjukkan bahwa untuk criteria Probability of Deck Wetness disarankan pada kecepatan pada kecepatan 11 knot pada gelombang 1,2 m dengan nilai maksimum 0,01criteria 0,05.



Gambar 13. Grafik RMS of Roll

Grafik menunjukkan bahwa untuk criteria RMS of Roll disarankan pada kecepatan 11 knot pada gelombang 0,4 m dengan nilai maksimum 3,86 deg, criteria 4,0 deg.



Gambar 14. Grafik Prability of Slamming

Grafik menunjukkan bahwa untuk criteria Probability of Slamming sudah sesuai dengan criteria pada kecepatan 11 knot pada gelombang 1,5 m dengan nilai maksimum  $7,9 \times 10^{-8}$ , criteria 0,03

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu Analisa Kekuatan Konstruksi Memanjang, Stabilitas dan Olah Gerak (Seakeeping) Kapal KMP. Lema Ro-Ro Passenger Ship 750 GT untuk Pelayaran Sorong – Waigeo, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Tegangan paling besar adalah pada saat kapal bermuatan truck, sebesar 67 MPa. Hal ini masih dalam batas kondisi aman BKI sebesar  $181,81 \text{ N/mm}^2$ .
2. Faktor keamanan (*safety factor*) yang dihasilkan dari *maindeck* kondisi awal muatan kendaraan dinyatakan pada kondisi tenang tegangan ijin dari BKI sebesar  $181,81 \text{ N/mm}^2$ . Sehingga dikatakan aman berdasarkan rules BKI karena faktor keamanan  $1 >$ , begitu pun pada batas material.
3. Nilai GZ tertinggi 2,65 m pada kondisi I. Nilai GZ terkecil yaitu 2,25 m pada kondisi IV pada
4. criteria Probability of Slamming sudah sesuai dengan criteria pada kecepatan 11 knot pada gelombang 1,5 m dengan nilai maksimum  $7,9 \times 10^{-8}$ , criteria 0,03
5. criteria Probability of Deck Wetness disarankan pada kecepatan pada kecepatan 11 knot pada gelombang 1,2 m dengan nilai maksimum 0,01criteria 0,05.

## 5.2 Saran

1. Adanya penelitian lebih lanjut untuk menganalisa secara teknis mengenai getaran kapal.
2. Penggunaan *software* ANSYS sangat baik untuk analisa struktur kapal, diharapkan diadakan penelitian lebih lanjut dalam analisa struktur kapal menggunakan *software* tersebut
3. Lebih memperhatikan satuan unit SI pada *software* ANSYS.
4. Melakukan perbandingan hambatan dengan menggunakan CFD.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ANSYS, Inc.(2010) *ANSYS Mechanical APDL Tutorial* ,ANSYS Release 14.0.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia, PT. Persero.2014. "*Rules for the classification and construction*" vol. II Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- [3] DIT. LLASDP KementrianPerhubungan. 2014.Kapasitas kapal Ro-Ro
- [3] Ilma, Erwin Rizki.(2011)."*Analisa Kekuatan Struktur Antar Deck dan Lambung Bagian Dalam Kapal Katamaran*".Institut Teknologi Sepuluh Novermber Surabaya.
- [4] IMO (*International Maritime Organization*) tahun 1993
- [5] Mulyatno,I.P.Andi,Trimulyono. Wahyu,Dwi.y.2014. "*Analisa Kekuatan Konstruksi Car Deck Kapal Ropax 5000GT Dengan Metode Elemen Hingga*". Program Studi S1 Teknik Perkapalan UNDIP Semarang.
- [6] NORDFORSK (1987) - Seakeeping Criteria
- [7] Prairan Laut Papua 2013  
<http://geoenviron.blogspot.com/2013/03/perairan-laut.html> ( diakses 24September 2014)
- [8] Supriyanto.2009. "*Analisa Teknis Stabilitas dan Kekuatan Memanjang Kapal KM. ADHIGUNA RAYAMARGA Setelah Dimodifikasi Dari kapal Container 3700 DWT Menjadi General Cargo*". Program Studi S1 Teknik Perkapalan UNDIP Semarang
- [9] [www.matweb.com](http://www.matweb.com)."ASTM A131 Steel, Grade AH36".(diakses pada 5 maret 2015)