

Analisa Terhadap Stabilitas dan Olah Gerak pada Kapal Ferry Ro-Ro Akibat Penambahan Panjang

Yanuar Eka Erida^{1*}, Raden Dimas Endro Witjonarko², dan Emie Santoso³

¹Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: yanuareka8@gmail.com¹; radendimas@gmail.com²; emie.santoso@gmail.com³

Abstract

In this study the authors will analyze the stability and also analyze the sea condition index of the ship after undergoing modification in addition of length. The analysis continued on checking the stability conditions of the ship after undergoing modification of the addition of length by simulating the model and loading on the Maxsurf software, a simulation of loading given when conditions ship departure and arrival and also examine the condition of the waters in which the ship can sail safely according to seakeeping criteria based on Nordforsk 1987 rule. The ship after modification in all loading conditions meets the stability criteria IMO intact stability and has better stability performance than the ship before modification. The ship after modification is not suitable to be on the Lombok Strait shipping route in full load state because in the calculation the ship has a deck wetness probability that exceeds 5% according to Nordfordsk 1987 regulations.

Keywords: *modification, loading, stability, center of gravity, seakeeping, deck wetness.*

NOMENCLATURE

S_z	= Respon gerakan pada gelombang acak
P	= Probabilitas <i>deck wetness</i>
f'	= freeboard efektif
m_0	= luasan dibawah spektrum respon
Zbr	= Gerakan relatif vertikal haluan
Vbr	= Kecepatan relatif haluan
Vth	= Kecepatan ambang
Tb	= Sarat pada haluan
mos	= Luasan dari spektrum untuk relative bow <i>motion</i>
m2s	= Luasan dari spektrum respon relative bow velocity

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan keterangan pemilik kapal, terdapat kerugian pada biaya operasionalnya. Hal ini diakibatkan karena kapasitas penumpang dan kapasitas kendaraan yang dirasa kurang sesuai apabila dibandingkan dengan biaya operasional kapal seperti kebutuhan bahan bakar dan lain-lain. Sehingga pemilik kapal melakukan sebuah inisiasi untuk melakukan modifikasi pada kapal dengan

menambah panjang kapal sepanjang 12 m. Penambahan panjang ini dilakukan untuk menambah kapasitas *car deck* sehingga kapasitas kendaraan yang mampu dimuat akan lebih banyak.

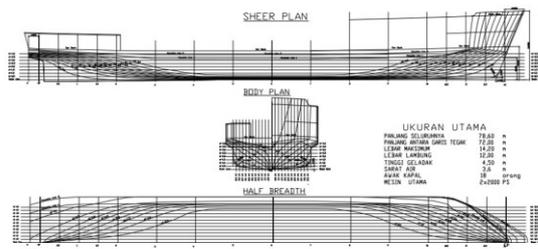
Pada penelitian ini akan dilakukan analisa stabilitas terhadap kapal Ferry Ro-Ro yang mangalami penambahan panjang pada *car deck*. Hal ini terjadi karena adanya penambahan muatan pada kapal sehingga perlu ditinjau ulang terhadap kemampuan stabilitas kapal.

Selain itu, pada penelitian ini juga melakukan analisa olah gerak kapal sesuai dengan trayek pelayaran. Hal ini bertujuan untuk memeriksa apakah kapal yang telah mengalami penambahan panjang 12 m pada *parallel middle body* tersebut dapat berlayar dan memenuhi standar olah gerak kapal oleh Nordforsk 1987 ataukah tidak.

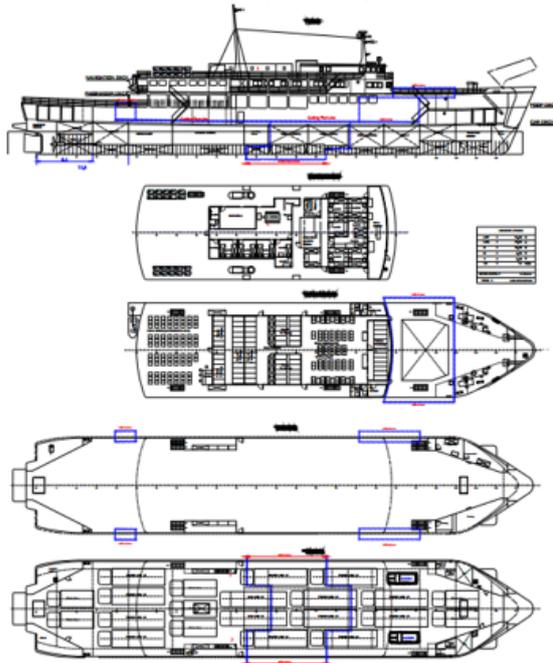
2. METODOLOGI

2.1 Objek Penelitian

Pada penelitian ini data yang dibutuhkan berupa linesplan dan general arrangement kapal Ferry Ro-Ro yang malakukan modifikasi penambahan panjang.



Gambar 2.a. Linesplan Ferry Ro-Ro



Gambar 2.b. General Arrangement Ferry Ro-Ro

2.2 Stabilitas

Stabilitas kapal sendiri adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan yang diakibatkan oleh gaya yang bekerja. Terdapat tiga titik yang terdapat dalam stabilitas kapal, yaitu M, G, dan B. Titik M merupakan titik potong antara garis lurus keatas yang melewati titik B dengan bidang *centre line*. Titik G merupakan suatu titik tangkap dari seluruh titik pusat dari seluruh gaya berat yang menekan kebawah. Titik B adalah titik tangkap dari seluruh gaya yang bekerja vertikal keatas. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan ialah kriteria IMO A.749 tentang *intact stability*.

2.3 Olah Gerak

2.3.1 Respon Amplitude Operator(RAO)

Pada mulanya kapal akan disimulasikan untuk menerima respon terhadap gelombang regular, respon yang timbul dinamakan RAO yang merupakan rasio antara amplitude gerakan kapal terhadap gelombang pada frekuensi tertentu.

$$RAO = \frac{z_0}{z_0} \text{ (m/m)} \quad \dots\dots\dots(2.24)$$

$$RAO = \frac{\theta_0}{kwz_0} = \frac{\theta_0}{(\frac{\omega^2}{g})z_0} \text{ (rad/rad).. (2.25)}$$

2.3.2 Spektrum Respon

Spektrum JONSWAP digunakan untuk studi kasus kali ini karena memiliki karakteristik gelombang yang mirip dengan trayek kapal. Berdasarkan WMO, trayek kapal tergolong pada seastate 4. Untuk mendapatkan respon gerakan kapal terhadap gelombang acak dapat digambarkan dengan spektrum respon. Spektrum respon didapatkan sesuai persamaan.

$$S_z(\omega) = RAO^2 \times S_z(\omega) \quad (2.33)$$

Amplitudo gerakan kapal dapat bernilai positif dan negatif (nilai deviasi) maka dalam mencari rata-rata nilai sebenarnya dapat menggunakan pendekatan statistik RMS (*Root Mean Square*). Perhitungan nilai RMS menggunakan persamaan

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}} \quad (2.34)$$

Pada penelitian ini, standar respon olah gerak kapal menggunakan regulasi Nordforsk 1987 seperti berikut.

Tabel 1. Standar Kriteria Nordforsk 1987

No	Description	Machant Ship
1	RMS of vertical acceleration at FP	0,275 g (L ≤ 100 m) 0,050 g (L ≤ 330 m)
2	RMS of vertical acceleration at Bridge	0,15 g
3	RMS of lateral acceleration of Bridge	0,12 g
4	RMS of Roll	6,0 deg
5	Probability of Slamming	0,03 (L ≤ 100 m) 0,01 (L ≤ 300 m)
6	Probability of Deck wetness	0,05

2.4 Probabilitas Slamming

Dengan cara menganalisa gerak relative pada bagian haluan kapal (*fore peak*) terhadap gelombang, maka probabilitas *slamming* dapat dihitung, sebagaimana persamaan berikut:

$$Pr = Pr (Zbr > Tb) = e^{-Tb^2/2.m0s} \quad \dots(2.36)$$

Kedua, peluang kecepatan relatif vertikal haluan lebih besar dari kecepatan ambang batas *slamming*, atau secara matematis dituliskan (Bhattacharya, 1978) :

$$Pr = Pr (Vbr > Vth) = e^{-Vbr^2/2.m2s} \quad \dots(2.37)$$

Dengan demikian peluang terjadinya *slamming* adalah kombinasi kedua persaman di atas, yang dituliskan (Bhattacharya, 1978) :

$$Pr(\text{slamming}) = Pr (Zbr > Tb \text{ dan } Vbr >$$

$$Vth) = e^{(-\frac{Tb^2}{2}.m0s - \frac{Vbr^2}{2}.m2s)} \quad (2.38)$$

2.5 Probabilitas deck wetness

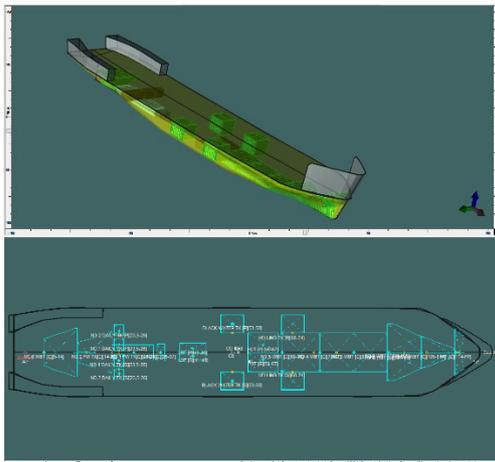
Untuk probabilitas *deck wetness* dapat dihitung dengan cara menganalisa tinggi *freeboard* kapal terhadap gelombang, menggunakan persamaan berikut (Safirra Deanissa:2017)

$$P\{s \geq f'(l)\} = e^{-f'(l)^2/2.m^0} \dots(2.35)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Model Kapal

Pemodelan kapal dan tangki-tangki yang disesuaikan dengan Rencana Umum kapal sebagai berikut:



Gambar 3.a. Model kapal

3.2 Analisa Stabilitas

Model yang telah dibuat selanjutnya dilakukan *running stability* pada *Maxsurf Stability Advanced* dengan menggunakan kriteria IMO A.749 *intact stability* pada 3 kondisi muatan. Yakni pada saat muatan kosong, *half load*, dan penuh sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Stabilitas pada muatan kosong

Criteria	Limit	Unit	Actual	Status
Area 0 to 30	3.1513	m.deg	32,6734	Pass
Area 0 to 40	5.1566	m.deg	51,7134	Pass
Area 30 to 40	1.7189	m.deg	19,0401	Pass
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1,925	Pass
Angle of maximum GZ	15.0	deg	32,7	Pass
Initial GMt	0.150	m	3,851	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1,2	Pass
Turning: angle of equilibrium	10.0	deg	0,5	Pass

Tabel 3. Hasil Perhitungan Stabilitas pada half laod

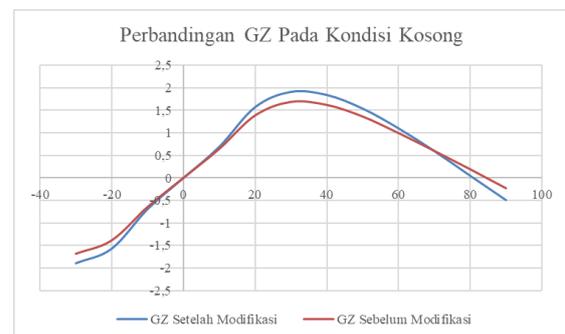
Criteria	Limit	Unit	Actual	Status
Area 0 to 30	3.1513	m.deg	32,1079	Pass
Area 0 to 40	5.1566	m.deg	50,2848	Pass
Area 30 to 40	1.7189	m.deg	18,1769	Pass

Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1,842	Pass
Angle of maximum GZ	15.0	deg	31,8	Pass
Initial GMt	0.150	m	3,739	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1,1	Pass
Turning: angle of equilibrium	10.0	deg	0,5	Pass

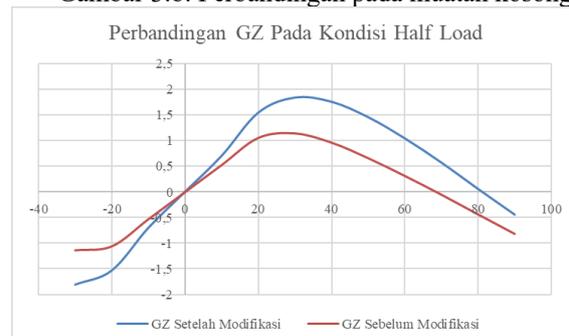
Tabel 4. Hasil Perhitungan Stabilitas pada full load

Criteria	Limit	Unit	Actual	Status
Area 0 to 30	3.1513	m.deg	20,1680	Pass
Area 0 to 40	5.1566	m.deg	27,9758	Pass
Area 30 to 40	1.7189	m.deg	7,8078	Pass
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0,901	Pass
Angle of maximum GZ	15.0	deg	24,5	Pass
Initial GMt	0.150	m	2,541	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	0,8	Pass
Turning: angle of equilibrium	10.0	deg	0,6	Pass

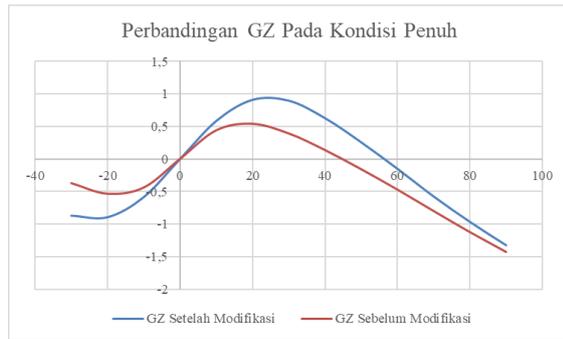
Dari simulasi tersebut diketahui bahwa ketiga simulasi pembebanan memenuhi kriteria IMO. Selanjutnya nilai stabilitas tersebut dibandingkan dengan kapal sebelum modifikasi.



Gambar 3.b. Perbandingan pada muatan kosong



Gambar 3.c. Perbandingan pada half load



Gambar 3.d. Perbandingan pada muatan penuh

Apabila nilai GM kapal besar, maka nilai GZ juga akan semakin besar pula sehingga nilai momen pengembali juga semakin besar. Pada kapal setelah modifikasi memiliki nilai GZ lebih besar dari kapal sebelum modifikasi. Sehingga dapat diketahui bahwa kapal setelah modifikasi memiliki nilai stabilitas yang lebih baik daripada kapal sebelum modifikasi.

3.3 Analisa Olah Gerak Kapal

Pada analisa olah gerak kapal, simulasi dilakukan pada variasi kapal pada saat muatan penuh dengan nilai VCG 4,131 m pada seastate 4, perairan Selat Lombok dengan ketinggian gelombang 1,875 m pada variasi kecepatan 0,7, dan 14 knot dan variasi sudut datangnya gelombang 0 (*following sea sea*), 90 (*beam sea*), 180 (*head sea*). Perhitungan ini mengacu pada standar kriteria Nordforsk 1987.

3.3.1 Evaluasi RMS rolling

Hasil simulasi model kapal pada Maxsurf Motion dapat diketahui nilai RMS *rolling* sebagai berikut

Tabel 5. Hasil RMS Rolling

Variasi Kecepatan (knot)	Headings (deg)	Limit (NORDFORSK) (deg)	Hasil Simulasi (deg)
0	0	6,0	0,0
	90	6,0	3,2
	180	6,0	0,0
7	0	6,0	0,0
	90	6,0	3,2
	180	6,0	0,0
14	0	6,0	0,0
	90	6,0	3,2
	180	6,0	0,0

Dari tabel tersebut nilai RMS *rolling* kapal masih memenuhi standar kriteria Nordforsk 1987. Kapal hanya mengalami respon *rolling* pada heading 90 derajat (*beam sea*) dengan nilai sama yakni 3,2 derajat. Sedangkan pada arah *following sea* dan *head*, kapal tidak mengalami respon *rolling* karena gelombang sejajar dengan laju kapal sehingga respon bernilai 0.

3.3.2 Evaluasi RMS Lateral Acceleration at Bridge

Dari hasil simulasi didapatkan nilai RMS *lateral acceleration at bridge* dengan cara memberikan reference point pada simulasi untuk posisi bridge kapal sehingga dapat dianalisa dan disesuaikan dengan regulasi sebagai berikut:

Tabel 6. RMS Lateral Acceleration at Bridge

Variasi Kecepatan (knot)	Headings (deg)	Limit (NORDFORSK) (g)	Hasil Simulasi (g)
0	0	0,12	0,0
	90	0,12	0,044
	180	0,12	0,0
7	0	0,12	0,0
	90	0,12	0,044
	180	0,12	0,0
14	0	0,12	0,0
	90	0,12	0,044
	180	0,12	0

Pada simulasi ini, diketahui bahwa RMS *lateral acceleration* pada semua variasi baik kecepatan dan arah sudut datangnya gelombang masih memenuhi standar kriteria yang dipakai. Gerak lateral dialami sebagai bentuk respon kapal terhadap adanya gelombang yang tegak lurus dengan laju kapal. Sehingga nilai gerak lateral terjadi pada sudut *headings* 90 derajat dengan nilai 0,44 m/s².

3.3.3 RMS Vertical Acceleration at Bridge

Simulasi kapal menunjukkan percepatan vertical di bridge sebagai berikut:

Tabel 7. RMS Vertical Acceleration at Bridge

Variasi Kecepatan (knot)	Headings (deg)	Limit (NORDFORSK) (g)	Hasil Simulasi (g)
0	0	0,15	0,121
	90	0,15	0,135
	180	0,15	0,118
7	0	0,15	0,049
	90	0,15	0,132
	180	0,15	0,285
14	0	0,15	0,117
	90	0,15	0,128
	180	0,15	0,418

Dari tabel tersebut nilai RMS *vertical acceleration* kapal masih memenuhi standar kriteria Nordforsk 1987. Tetapi pada variasi kecepatan kapal 7 knot sudut *heading* 180 derajat, nilai RMS melebihi batasan kriteria begitu pula pada variasi kecepatan 14 knot sudut *heading* 180 derajat. Sehingga nilai terbesar yang masih memenuhi kriteria terjadi pada variasi kecepatan 0 knot sudut *heading* 90 derajat dengan nilai RMS *vertical acceleration* sebesar 135 m/s².

3.3.4 RMS Vertical Acceleration at Forepeak

Simulasi kapal menunjukkan percepatan vertical di forepeak sebagai berikut:

Tabel 8. RMS Vertical Acceleration at Forepeak

Variasi Kecepatan (knot)	Headings (deg)	Limit (NORDFORSK) (g)	Hasil Simulasi (g)
0	0	0,275	0,113
	90	0,275	0,142
	180	0,275	0,132
7	0	0,275	0,038
	90	0,275	0,131
	180	0,275	0,289
14	0	0,275	0,108
	90	0,275	0,125
	180	0,275	0,429

Dari tabel tersebut nilai RMS vertical acceleration pada forepeak kapal masih memenuhi standar kriteria Nordforsk 1987. Tetapi pada variasi kecepatan kapal 7 knot sudut heading 180 derajat, nilai RMS melebihi batasan kriteria begitu pula pada variasi kecepatan 14 knot sudut heading 180 derajat. Sehingga nilai terbesar yang masih memenuhi kriteria terjadi pada variasi kecepatan 0 knot sudut heading 90 derajat dengan nilai RMS vertical acceleration sebesar 142 m/s².

3.4 Perhitungan Probabilitas Slamming

Selanjutnya pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan terhadap probabilitas slamming berdasarkan data yang didapat dari simulasi dan dihitung berdasarkan persamaan 2.38, selanjutnya hasil dari perhitungan tersebut disesuaikan dengan regulasi Nordforsk 1987 tentang batasan probabilitas slamming. Perhitungan ini dilakukan dengan simulasi gerak kapal pada ketinggian gelombang 1,875 meter dengan variasi kecepatan dan sudut headings sebagaimana hasil berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan Probabilitas Slamming

Variasi Kecepatan (knot)	Headings (deg)	Limit (g)	Hasil Perhitungan
0	0	0,03	7,99 x 10 ⁻⁹
	90	0,03	2,09 x 10 ⁻⁶
	180	0,03	1,34 x 10 ⁻⁵
7	0	0,03	1,27 x 10 ⁻⁷
	90	0,03	7,39 x 10 ⁻⁸
	180	0,03	6,45 x 10 ⁻⁵
14	0	0,03	1,45 x 10 ⁻⁶
	90	0,03	1,35 x 10 ⁻⁸
	180	0,03	4,11 x 10 ⁻⁶

Berdasarkan rekapitulasi yang ditunjukkan pada tabel diatas, diketahui bahwa pada semua variasi kecepatan dan sudut memiliki nilai probabilitas slamming dibawah batasan kriteria regulasi Nordforsk sebesar 3%. Sehingga pada kondisi sarat penuh, dan menghadapi gelombang signifikan 1,875 m kapal tidak mengalami slamming pada semua variasi kecepatan dan sudut datanya gelombang.

3.5 Perhitungan Probabilitas Deck wetness

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap probabilitas deck wetness berdasarkan data yang didapat dari simulasi dan dihitung berdasarkan persamaan 2.35, selanjutnya hasil dari perhitungan tersebut disesuaikan dengan regulasi Nordforsk 1987 tentang batasan probabilitas slamming. Perhitungan ini dilakukan dengan simulasi gerak kapal pada ketinggian gelombang 1,875 meter dengan variasi kecepatan dan sudut headings sebagaimana hasil berikut:

Tabel 10. Hasil Perhitungan Probabilitas Deck wetness

Variasi Kecepatan (knot)	Headings (deg)	Limit (NORDFORSK) (g)	Hasil Perhitungan
0	0	0,05	0,142
	90	0,05	0,254
	180	0,05	0,309
7	0	0,05	0,190
	90	0,05	0,179
	180	0,05	0,364
14	0	0,05	0,245
	90	0,05	0,150
	180	0,05	0,273

Berdasarkan rekapitulasi yang ditunjukkan pada tabel diatas, diketahui bahwa pada semua variasi kecepatan dan sudut memiliki nilai probabilitas deck wetness melebihi batasan kriteria regulasi Nordforsk 1987 sebesar 5%. Sehingga pada kondisi sarat penuh, dan menghadapi gelombang signifikan 1,875 m kapal memiliki probabilitas kebasahan deck melebihi 5% pada semua kondisi dan tertinggi terjadi pada variasi simulasi kecepatan 7 knot sudut headings 180 derajat yakni sebesar 0,364 atau 36,4%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dan analisa yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapal setelah mengalami modifikasi memenuhi kriteria stabilitas yang disyaratkan IMO A.749. Secara umum kapal setelah modifikasi memiliki tingkat stabilitas lebih baik daripada kapal sebelum modifikasi, karena semakin besar sudut timbul nilai GZ maksimum maka semakin baik pula stabiitas dari kapal tersebut dengan nilai lengan pengembali yang juga lebih besar.

2. Simulasi kapal setelah modifikasi dikategorikan beroperasi pada seastate 4 dengan tinggi gelombang 1,875 m dengan memvariasi kecepatan dan sudut *headings*. Dari analisa olah gerak kapal terhadap gelombang sesuai trayek pelayaran dan menggunakan kriteria Nordforsk 1987, kapal dengan kecepatan 0 knot memenuhi semua kriteria pada semua sudut *headings*, pada simulasi kecepatan 7 knot kapal memenuhi kriteria untuk sudut *headings* 0 dan 90 derajat sedangkan pada sudut *headings* 180 derajat kapal melebihi kriteria batasan gerak pada *vertical acceleration* di *bridge* maupun di *forepeak*.
3. Dari perhitungan probabilitas *deckness* dan *slamming*, untuk kapal pada semua variasi kecepatan dan sudut arah datangnya gelombang tidak memenuhi batasan kriteria *deck wetness* sebesar 5% sehingga dapat dinyatakan bahwa kapal setelah modifikasi kurang layak untuk beroperasi di ketinggian gelombang 1,875 m (sesuai trayek pelayaran) dengan kondisi muatan penuh.

Sebagai saran dan rekomendasi dari penelitian ini ialah simulasi kapal menunjukkan bahwa kapal mempunyai probabilitas *deck wetness* yang tinggi pada saat muatan penuh sehingga akan sangat beresiko pada saat melakukan pelayaran. Sehingga akan lebih baik jika memperbesar jarak freeboard kapal atau dengan hal yang lebih mudah ialah kapal tidak boleh melakukan pelayaran pada saat muatan penuh pada ketinggian gelombang 1,875 m.

UACAPAN TERIMAKASIH

Penulisan ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa dukungan dari beberapa pihak yang perannya memberikan pengaruh besar dalam memperlancar penulisan. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada: Kedua Orangtua, Bapak Samian dan Ibu Supatmiasih yang selalu memberi dukungan segalanya kepada penulis; Bapak Raden Dimas Endro Witjonarko, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberi masukan dan nasihat pada penulis; Ibu Ir. Emie Santoso, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberi saran dan masukkan kepada penulis; Bapak Doan Oscar Dewandaru S.T, M.T., selaku *pembimbing On the job training* dan yang memberi masukan terkait penelitian ini. Serta teman-teman yang selalu memberikan doa dan dukungannya

PUSTAKA

- [1] Barras, C.B. (1999). *Ship Stability for Masters and Mates 5th Edition*. Oxford, Great Britain: Butterworth Heinemann
- [2] Bertram, Volker. (2000). *Practical Ship Hydrodynamics*. Oxford-Great

Britain: Butterworth-Heinemann

- [3] Bhattacharyya, Rameswar. (1978). *Dynamics of Marine Vehicle*. New York: John Wiley and Sons.
- [4] Biran, Adrian. (2003). *Ship Hydrostatics and Stability*. Butterworth-Heinemann. Oxford, Great Britain: Technion-Faculty of Mechanical Engineering
- [6] Djaja, Shofi'i, dkk. (2008). *Teknik Konstruksi Kapal Baja Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- [7] Hardjono, Soegeng. (2018). *Analisa Ketinggian Gelombang yang Sesuai untuk Pengoperasian Kapal Cepat Rudal 60m di Perairan Indonesia*. Serpong-Tangerang Selatan: PUSPITEK
- [8] *International Maritime Organization (IMO) and Ro-ro safety*. (1997). United Kingdom
- [9] Liolita, Sonia, Wilma Amiruddin, Iqbal, Muhammad. (2019) *Analisis Sifat Laik Laut Kapal Penumpang KM. Nusantara 76 Pada Kondisi Overload*. Jurnal KAPAL, Vol. 6 No. 2. Universitas Diponegoro: Semarang
- [10] Marjoni, Iskandar, Budhi Hascaryo, & Imron, Mochammad. (2010). *Stabilitas Statis dan Dinamis Kapal Purse Seine di Pelabuhan Perikanan Pantai Lampulo Kota Banda Aceh, Nanggroe Aceh Darussalam*. Marine Fisheries Vol. 1 no. 2 Halaman 113-112
- [11] Nordforsk. (1987). *Seakeeping Criteria*
- [12] Syaiful, M. Ahmad. (2018). *Kajian Seakeeping Kapal Ferry Ro-Ro 750 GT Berbasis Pengujian Hidrodinamika*. Jurnal ROTOR, Vol. 11, No. 2. Surabaya: BPPT
- [13] World Meteorological Organization. (1998). *Wave Analysis and Forecasting*. Geneva-Switzerland: Secretariat of World Meteorological Organization