



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIC OF INDONESIA**

FINAL
KNKT.16.03.02.03

**Laporan Investigasi Kecelakaan Pelayaran
TENGGELAMNYA KMP. RAFELIA 2**

Selat Bali,
Jawa Timur - Republik Indonesia
04 Maret 2016



2016

Keselamatan merupakan pertimbangan utama KNKT untuk mengusulkan rekomendasi keselamatan sebagai hasil suatu penyelidikan dan penelitian.

KNKT menyadari bahwa dalam pengimplementasian suatu rekomendasi kasus yang terkait dapat menambah biaya operasional dan manajemen instansi/pihak terkait.

Para pembaca sangat disarankan untuk menggunakan informasi laporan KNKT ini untuk meningkatkan dan mengembangkan keselamatan transportasi;

Laporan KNKT tidak dapat digunakan sebagai dasar untuk menuntut dan menggugat di hadapan peradilan manapun.

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Perhubungan Lantai 3, Kementerian Perhubungan, Jln. Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta 10110, Indonesia, pada tahun 2016.

ISBN 978-602-99445-2-5

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL ix

SINOPSIS xi

DAFTAR ISTILAH xiii

I. INFORMASI FAKTUAL 1

 I.1. KMP. RAFELIA 2 1

 I.2. DATA TEKNIS KAPAL 2

 I.2.1. Data Utama Kapal dan struktur bangunan kapal 2

 I.2.2. Data Permesinan dan Propulsi Kapal 2

 I.2.3. Data peralatan navigasi dan komunikasi 3

 I.2.4. Perlengkapan keselamatan kapal 3

 I.3. RIWAYAT SERTIFIKASI KAPAL DAN INSPEKSINYA 3

 I.3.1. Riwayat operasional kapal, dan sertifikasi kapal 3

 I.3.2. Perbedaan Gambar Desain dengan Badan Kapal 7

 I.3.3. Kondisi lambung timbul dan perubahannya 8

 I.4. STRUKTUR BANGUNAN KAPAL 10

 I.4.1. Rencana umum 10

 I.4.2. Perubahan Konstruksi Pintu Rampa Haluan 12

 I.5. AWAK KAPAL 13

 I.6. LINTAS PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK 14

 I.6.1. Fasilitas labuh Dermaga Penyeberangan Gilimanuk 14

 I.6.2. Armada Penyeberangan 15

 I.6.3. Pola operasi kapal dan pengendaliannya 15

 I.6.4. Penempatan Kapal dalam lintasan penyeberangan 16

 I.7. PROSES PEMUATAN KENDARAAN 16

 I.8. KRONOLOGI KEJADIAN KECELAKAAN 19

 I.9. PROSES PERTOLONGAN DAN EVAKUASI KORBAN 26

 I.10. KONDISI PASCA KECELAKAAN 27

 I.10.1. Posisi kapal 27

 I.10.2. Penanganan muatan kendaraan 28

II.	ANALISIS.....	30
II.1.	PROSES TENGGELAMNYA KAPAL.....	30
II.1.1.	Kondisi Stabilitas Kapal Berangkat	31
II.1.2.	Analisis Stabilitas Kapal Pada Saat Kejadian	33
II.1.3.	Penyebab air masuk dan tertahan di Geladak Kendaraan	37
II.2.	PENANGANAN KONDISI DARURAT DI ATAS KAPAL.....	39
II.2.1.	Pengendalian kondisi kemiringan kapal	39
II.2.2.	Perubahan haluan kapal sebelum kecelakaan.....	40
II.2.3.	Perintah Untuk Membuka Pintu Rampa	40
II.2.4.	Persiapan Penanganan Kondisi Darurat di Kapal.....	41
II.2.5.	Implementasi manajemen keselamatan kapal	41
II.3.	POLA OPERASI KAPAL DI DERMAGA LCM.....	42
II.3.1.	Proses Identifikasi Terhadap Kendaraan dan Muatannya	42
II.3.2.	Pola Pemuatan Kendaraan Ke Kapal.....	43
II.3.3.	Pola Manifest Penumpang.....	44
II.4.	PERSIAPAN DAN PEMERIKSAAN KEBERANGKATAN KAPAL.....	45
II.4.1.	Persiapan dan Pemeriksaan Awak Kapal terhadap kondisi kapal pada saat berangkat.....	45
II.4.2.	Pengawasan terhadap penerapan aturan keberangkatan kapal.....	47
II.5.	PENGAWASAN OPERASI KAPAL PENYEBERANGAN.....	48
II.5.1.	Resiko yang timbul dari perubahan pintu rampa haluan	48
II.5.2.	Mekanisme Pelaporan Terhadap Perubahan/Modifikasi Konstruksi kapal	50
II.5.3.	Pengawasan Terhadap Status Sertifikat Kapal.....	50
II.6.	PROSES SERTIFIKASI KAPAL	51
II.7.	KONDISI PASCA KECELAKAAN.....	51
II.7.1.	Evakuasi Penumpang dan penanganannya	51
II.7.2.	Kondisi kerangka kapal.....	51
II.7.3.	Penanganan muatan berbahaya dan pencegahan pencemaran	52
III.	KESIMPULAN.....	53
III.1.	PENYEBAB TENGGELAMNYA KAPAL.....	53
III.2.	FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI TERHADAP KECELAKAAN.....	53
III.3.	FAKTOR KESELAMATAN LAIN YANG TURUT BERPENGARUH TERHADAP KESELAMATAN PELAYARAN	54
IV.	REKOMENDASI.....	57

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

IV.1. DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT	57
IV.2. DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT.....	58
IV.3. OPP KETAPANG GILIMANUK	59
IV.4. DINAS PERHUBUNGAN	59
IV.5. UPP GILIMANUK DAN UPP KETAPANG	60
IV.6. PT. BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (Persero).....	61
IV.7. PT. ASDP, CABANG GILIMANUK (Persero).....	62
IV.8. PT. DHARMA BAHARI UTAMA (Operator)	62
SUMBER INFORMASI	65
NARASUMBER.....	65
LITERATUR TERKAIT	65
LAMPIRAN.....	67
EVENT-CONDITION TIME LINE.....	67
PERHITUNGAN BERAT KENDARAAN TRONTON	68
PERHITUNGAN TERJADINYA PERGESERAN DAN TERGULINGNYA TRUK DI KAPAL	69
STABILITY CALCULATION – RAFELIA 2	73
Departure condition.....	73
Initial heeling 5 degrees	80
After Turning and rampdoor opened	86

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1: Foto di atas merupakan foto KMP. Rafelia saat bernama Sodoshima Maru No. 5 ketika beroperasi di perairan Jepang.	1
Gambar I-2: Proses sandar MV. Shodosima Maru no. 5 (nama sebelumnya KMP. Rafelia 2) ketika beroperasi di Jepang.	1
Gambar I-3: Foto di atas diambil saat KMP. Rafelia 2 bernama MV. Super Shuttle Ferry 22 yang beroperasi di wilayah perairan Filipina.....	2
Gambar I-4: KMP. Rafelia 2 saat beroperasi di Lintas Penyeberangan Padangbai – Lembar tahun 2012.....	4
Gambar I-5: Kondisi KMP. Rafelia 2 pada saat beroperasi melayani rute laut Surabaya - Ende	6
Gambar I-6: Perbedaan profil rencana garis dengan kondisi aktual.....	8
Gambar I-7: Posisi lambung timbul yang lama (lingkaran biru) dan posisi tanda lambung timbul yang sudah dirubah (kotak kuning).....	10
Gambar I-8: General Arrangement tampak samping kapal didasarkan pada gambar yang dibuat pada tahun 2012	10
Gambar I-9: Ruang akomodasi Penumpang KMP. Rafelia 2	11
Gambar I-10: contoh lubang scupper yang terpasang di KMP. Rafelia 2. Lingkaran merah adalah posisi buangan scupper di sisi luar kapal. Inzet: kondisi lubang di atas geladak kendaraan. Foto didapatkan dari pemeriksaan penerimaan klas yang dilakukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia pada tahun 2012.	11
Gambar I-11: perbedaan rampa yang lama (kiri) dengan rampa yang baru (kanan). Stopper (lingkaran merah) dan struktur penahan pintu rampa yang baru (lingkaran biru).	13
Gambar I-12: Lintas Penyeberangan Ketapang Gilimanuk.....	14
Gambar I-13: Layout Dermaga Penyeberangan Pelabuhan Gilimanuk.....	15
Gambar I-14: Proses sandar buritan MV. Super Shuttle Ferry 22 (nama sebelumnya KMP. Rafelia 2) ketika beroperasi di perairan Filipina.....	16
Gambar I-15: Diagram Alir Prosedur Pelayanan Kendaraan Barang.....	18
Gambar I-16: Perubahan posisi sandar KMP. Rafelia 2 pada saat pemuatan kendaraan.....	20
Gambar I-17: Data Berat kendaraan berdasarkan jenis dan penataannya.....	20
Gambar I-18: KMP Rafelia (no. 2 dari kanan gambar) pada saat melakukan pemuatan kendaraan terakhir. Foto didapatkan dari rekaman kamera pengawas pelabuhan Dermaga LCM Gilimanuk.....	21
Gambar I-19: Keberangkatan KMP. Rafelia 2 (pojok kanan atas) dalam tangkapan kamera CCTV dermaga ponton pelabuhan penyeberangan Gilimanuk.	21
Gambar I-20: Posisi pergerakan kapal pada sekitar pukul 12.40 WIB.	22
Gambar I-21: Posisi kapal pada pukul 1254 WIB.....	23

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Gambar I-22: Posisi KMP. Rafelia 2 ketika berbelok dan inzet kemiringan kapal yang mencapai sekitar 15 derajat.	24
Gambar I-23: Pintu Rampa haluan yang sudah terbuka	24
Gambar I-24: kemiringan kapal pada pukul 12.56 WIB.	25
Gambar I-25: Kemiringan kapal mencapai 90 derajat. Penumpang dan awak kapal terlihat berkumpul di sisi dinding kanan kapal dan lambung kapal.	25
Gambar I-26: Posisi tangkapan sinyal AIS terkahir KMP. Rafelia.....	27
Gambar I-27: Tronton yang memuat limbah flyash. Tanda barang berbahaya tampak pada logo segi empat di bak truk. Foto diambil pada saat tim KNKT melakukan pemeriksaan terhadap angkutan kendaraan yang menggunakan jasa angkutan penyeberangan	28
Gambar II-1: Kurva GZ pada saat kapal berangkat	32
Gambar II-2: Rekonstruksi kemiringan awal kapal	33
Gambar II-3: Kurva GZ pada saat kapal mengalami kemiringan awal akibat masuknya air laut	34
Gambar II-4: Kurva GZ Stabilitas kapal pada saat terjadi penambahan air sebanyak 55 ton air di geladak kendaraan dan mengakibatkan kapal miring hingga 15 derajat ke kiri.	35
Gambar II-5: Pintu Rampa haluan yang masih terpasang (kiri) dan ketika terlepas (kanan) ..	35
Gambar II-6: posisi kemiringan kapal lebih dari 90 derajat	36
Gambar II-7: lingkaran merah terbentuknya gelombang haluan di KMP. Rafelia 2	38
Gambar II-8: rekaman data AIS yang menunjukkan posisi kapal-kapal di dermaga LCM pada saat KMP. Rafelia 2 bergerak menuju dermaga LCM sebelum kecelakaan terjadi.	40
Gambar II-9: Posisi tanda lambung timbul (bawah-lingkaran putih), sarat kapal pada bagian haluan (atas kiri) dan buritan (kanan).....	46
Gambar II-10: posisi KMP. Rafelia 2 (tengah) pada saat persiapan keberangkatan yang diapit oleh 2 kapal lain di Dermaga LCM Gilimanuk.	47
Gambar II-11: Rekonstruksi Posisi penutupan pintu rampa haluan	49
Gambar II-12: Rekonstruksi operasional pintu rampa. perspektif dari anjungan yang menunjukkan tertutupnya pandangan akibat tertutup pintu rampa.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel I-1: Daftar perlengkapan keselamatan kapal.....	3
Tabel I-2: Komposisi berat muatan (kendaraan dan Penumpang)	19
Tabel II-1: Hasil analisis stabilitas awal kapal berdasarkan IMO Res 749	32
Tabel 0-1: Load Case.....	73
Tabel 0-2: GZ Curve result	78
Tabel 0-3: Stability result.....	79

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

SINOPSIS

Pada tanggal 4 Maret 2016 sekitar pukul 12.30 WIB (13.30 WITA)¹, *KMP. Rafelia 2* berangkat dari Dermaga *Landing Craft Machine* (LCM) Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk, Bali, menuju Pelabuhan Ketapang, Banyuwangi, Jawa Timur. Kapal bergerak dengan kecepatan rata-rata 6 knot.

Sekitar 10 menit kemudian, saat posisi kapal sudah berada sekitar 1 NM² dari dermaga pelabuhan penyeberangan Gilimanuk, kapal mulai miring ke kiri. Mualim I memerintahkan salah seorang Juru Muat untuk memeriksa kondisi geladak kendaraan. Juru Muat melihat air masuk dari bagian haluan dan menggenangi geladak kendaraan. Kemiringan kapal terus bertambah. Sementara Nakhoda mengendalikan kapal, Mualim I memberitahukan kondisi kapal ke Petugas *Ship Traffic Controller* (STC) Dermaga LCM Ketapang. Pemeriksaan lanjutan terhadap kondisi genangan air menunjukkan adanya pertambahan ketinggian dan kapal semakin miring ke kiri.

Sekitar pukul 12.54 WIB, posisi kapal sekitar 0,5 NM dari Dermaga LCM Ketapang. Haluan kapal berubah dari yang semula mengarah ke dermaga menjadi ke arah pantai terdekat. Mualim I memerintahkan awak kapal yang sudah bersiaga di haluan untuk membuka pintu rampa haluan. Kemiringan kapal mencapai 40 derajat dan terus bertambah. Para penumpang sudah berupaya untuk mencari jaket penolong dan bergerak ke posisi yang lebih tinggi.

Pukul 12.57 WIB, kemiringan kapal mencapai 90 derajat dan selanjutnya kapal terbalik hingga tampak lunas kapal. Pukul 13.05 WIB, *KMP. Rafelia 2* tenggelam sepenuhnya pada posisi 08° 09.111' LS/114° 24.252' BT atau sekitar 0,2 NM dari pantai terdekat dengan kedalaman sekitar 30 meter. Akibat dari kecelakaan ini, 6 orang pelayar yang terdiri dari 2 awak kapal dan 4 orang penumpang meninggal dunia. Tidak ada kendaraan maupun barang penumpang yang berhasil diselamatkan.

Hasil investigasi menunjukkan bahwa tenggelamnya kapal terjadi karena adanya pemuatan berlebih dan akumulasi air laut yang cukup banyak di geladak kendaraan sehingga menurunkan stabilitas kapal dengan cepat. Kemiringan kapal ini diikuti oleh Bergeraknya muatan di geladak kendaraan dan turut mengakibatkan stabilitas menjadi negatif sehingga membuat kapal tidak dapat kembali tegak ke posisi semula. Masuknya air laut ini berasal dari gelombang haluan yang masuk melalui pintu rampa haluan yang tidak tertutup. Investigasi juga menemukan bahwa kurangnya pengawasan terhadap pola operasi kapal termasuk proses pemuatan dan penataan muatan dari pihak operator maupun pengawas keberangkatan kapal. Selain itu modifikasi dan pola operasi pintu rampa haluan juga teridentifikasi turut berkontribusi pada kecelakaan.

KNKT menyampaikan rekomendasi keselamatan kepada pihak-pihak terkait keselamatan kapal penyeberangan untuk selanjutnya dijadikan acuan dalam upaya perbaikan keselamatan operasi kapal dan mencegah kejadian serupa tidak terulang di masa depan.

¹ Waktu yang ditunjukkan dalam laporan ini adalah waktu Indonesia bagian barat (UTC+7)

² 1 NM (*Nautical Mile*) : 1852 meter

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

DAFTAR ISTILAH

Kecelakaan sangat berat (*very serious casualty*) - adalah suatu kecelakaan yang dialami satu kapal yang berakibat hilangnya kapal tersebut atau sama sekali tidak dapat diselamatkan (total loss), menimbulkan korban jiwa atau pencemaran berat;

Penyebab (*causes*) - adalah segala tindakan penghilangan/kelalaian (*omissions*) terhadap kejadian yang saat itu sedang berjalan atau kondisi yang ada sebelumnya atau gabungan dari kedua hal tersebut, yang mengarah terjadinya kecelakaan atau insiden;

Investigasi dan penelitian - adalah kegiatan investigasi dan penelitian keselamatan (*safety investigation*) kecelakaan laut ataupun insiden laut yakni suatu proses baik yang dilaksanakan di publik (*in public*) ataupun dengan alat bantu kamera (*in camera*) yang dilakukan dengan maksud mencegah kecelakaan dengan penyebab sama (*casualty prevention*);

Investigator Kecelakaan Laut (*Marine Casualty Investigator*) atau investigator – adalah seseorang yang ditugaskan oleh yang berwenang untuk melaksanakan investigasi dan penelitian suatu kecelakaan atau insiden laut dan memenuhi kualifikasi sebagai investigator;

Kelaiklautan kapal - adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan kapal, pencegahan pencemaran perairan dari kapal, pengawakan, pemuatan, kesehatan dan kesejahteraan Awak Kapal, serta penumpang dan status hukum kapal untuk berlayar di perairan tertentu;

Pelayaran - adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan angkutan di perairan, kepelabuhanan, serta keamanan dan keselamatan;

Rute pelayaran - adalah lintasan kapal yang berlayar dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan melalui jalur pelayaran yang telah ditetapkan;

Lokasi Kecelakaan - adalah suatu lokasi/tempat terjadinya kecelakaan atau insiden laut yang terdapat kerangka kapal, lokasi tubrukan kapal, terjadinya kerusakan berat pada kapal, harta benda, serta fasilitas pendukung lain;

Keselamatan kapal - adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan dan kelistrikan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk radio, dan elektronika kapal.

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1. KMP. RAFELIA 2

KMP. Rafelia 2 ex Super Shuttle Ferry-22 ex Shodosima Maru No. 5 (IMO No. 9079690) merupakan kapal ro-ro (*roll on – roll off*) penumpang berbendera Indonesia. Kapal dibangun dengan bahan dasar baja pada tahun 1993 di Galangan Sanuki Shipbuilding & Iron, Jepang.



Gambar I-1: Foto di atas merupakan foto KMP. Rafelia saat bernama Sodoshima Maru No. 5 ketika beroperasi di perairan Jepang.

Kapal beroperasi di perairan jepang mulai pada tahun 1994 sampai dengan 2009.



Gambar I-2: Proses sandar MV. Shodosima Maru no. 5 (nama sebelumnya KMP. Rafelia 2) ketika beroperasi di Jepang.

Pada tahun 2009, *Asia Marine Transport Corp* Filipina membeli kapal tersebut dan mengganti namanya dengan *MV. Super Shuttle Ferry 22*. Kapal beroperasi di Filipina sampai dengan akhir 2011.



Gambar I-3: Foto di atas diambil saat KMP. Rafelia 2 bernama MV. Super Shuttle Ferry 22 yang beroperasi di wilayah perairan Filipina

I.2. DATA TEKNIS KAPAL

I.2.1. Data Utama Kapal dan struktur bangunan kapal

Ukuran utama *KMP. Rafelia 2* pada saat beroperasi di Indonesia adalah sebagai berikut:

LOA (Panjang Keseluruhan)	: 65.8 m
LPP (Panjang antar garis tegak)	: 61.15 m
Lebar (lebar geladak kendaraan)	: 14 m
Lebar (sarat)	: 11 m
Tinggi	: 3.89 m
Sarat	: 3 m
Lambung Timbul	: 912 mm
GT/NT	: 1108/333

I.2.2. Data Permesinan dan Propulsi Kapal

Untuk menggerakkan kapal, *KMP. Rafelia 2* memiliki 2 unit mesin induk merek *Makita*, model M31M, 4 langkah kerja tunggal, 6 silinder, 1500 HP, 310 RPM, nomor seri 9093 (kiri) 9092 (kanan) buatan tahun 1993. Masing-masing mesin induk menggerakkan baling-baling langkah tetap (*fixed pitch propeller*). Mesin induk dapat dikendalikan secara langsung dari anjungan kapal melalui tuas mesin (*engine throttle*).

Daya listrik didukung oleh 2 unit generator listrik utama merek *Taiyo*, 350 kVA yang masing-masing digerakkan oleh mesin bantu merek *Yanmar*, model S165L-DN, 430 HP, tahun 1993.

Untuk berolah gerak, 1 unit kemudi dipasang di belakang setiap baling-baling kapal. Masing-masing kemudi digerakkan oleh mesin elektro-hidrolik yang dikendalikan dari anjungan. Selanjutnya, untuk membantu proses olah gerak, 2 unit *thruster* (pendorong) terpasang di haluan dan buritan kapal.

I.2.3. Data peralatan navigasi dan komunikasi

Untuk fasilitas radio, kapal dipasang serangkaian peralatan sebagai berikut:

- *VHF radiotelephony*
- *MF/HF radiotelephony*
- *Portable radio* : untuk komunikasi antar awak kapal
- *EPIRB (Emergency Positioning Indicator Radio Beacon)*: 406 MHz untuk *distress alert*
- *SART (Search And Rescue Transponder)* : transponder SAR kapal

Untuk bernavigasi, di anjungan dilengkapi dengan Pedoman Magnit, Pedoman Gasing, Radar 9 GHz dan 3 GHz, GPS merek Furuno dan Garmin, AIS receiver (*Automatic Identification System*) merek Furuno dan peta kertas.

I.2.4. Perlengkapan keselamatan kapal

Sesuai dengan Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang, *KMP. Rafelia 2* dilengkapi dengan serangkaian perlengkapan keselamatan dengan rincian sebagai berikut:

Tabel I-1: Daftar perlengkapan keselamatan kapal

No	Nama Peralatan	Jumlah	Kapasitas Keseluruhan
1	Sekoci Penyelamat (<i>rescue boat</i>)	1	-
2	Rakit Kembang (<i>inflatable liferaft</i>)	10	590 pax
3	Pelampung Penolong (<i>lifebuoy</i>)	8	-
4	Jaket Penolong (<i>lifejacket</i>)	387+16	403 pax
5	Radar Transponder	2 Set	-

I.3. RIWAYAT SERTIFIKASI KAPAL DAN INSPEKSINYA

I.3.1. Riwayat operasional kapal, dan sertifikasi kapal

Berdasarkan permohonan dari pemilik *KMP. Rafelia 2*, pada tanggal 13 Desember 2011 dilakukan pengukuran kapal oleh petugas pengukuran dari Direktorat Perkapalan dan Kepelautan yang dilaksanakan di Filipina. Hasil dari pelaksanaan pengukuran kapal ini,

Direktur Perkapalan dan Kepelautan mengeluarkan surat ukur kapal sementara no. 3796/Pst pada tanggal 14 Desember 2011. Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang (Sementara) No. PK.001/3190/PNP-PM/DK-11 juga dikeluarkan oleh Direktur Perkapalan dan Kepelautan pada tanggal 14 Desember 2011 yang berlaku sampai dengan 13 Maret 2012.

Pada Januari 2012, *KMP. Rafelia 2* masuk ke perairan Indonesia setelah dibeli oleh PT. Darma Bahari Utama dari *Asian Marine Transport Corp*, Filipina. Kapal selanjutnya didaftarkan di Pelabuhan Cirebon dengan nomor pendaftaran Nomor: 2012 Da No.4666/L. Pemilik *KMP. Rafelia 2* selanjutnya mengajukan permohonan klas kapal kepada PT. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI-Persero) dengan menyertakan beberapa gambar teknis pendukung termasuk gambar rencana garis, gambar ulang rencana umum dan gambar profil konstruksi.

Pada tanggal 18 Januari sampai dengan 8 Februari 2012, kapal menjalani pemeriksaan awal (survey kondisi) oleh Surveyor PT. BKI dalam rangka penerimaan klas. Hasil dari survey kondisi menyatakan bahwa Kapal belum dapat diterima klas dan akan diterima setelah melaksanakan rekomendasi yang disampaikan oleh surveyor pada saat pemeriksaan kondisi.

Pada tanggal 13 Maret 2012, dokumen Penyesuaian Manajemen Keselamatan (*Document of Compliance*) untuk perusahaan pelayaran PT. Dharma Bahari Utama diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Pemilik kapal juga mengajukan permohonan ijin masuk lintasan pada tanggal xx. Pada tanggal xx, Direktorat Lalu Lintas Angkutan Sungai Danau dan Penyeberangan – Direktorat Jenderal Perhubungan Darat mengeluarkan surat no xxx tentang persetujuan masuk lintasan untuk *KMP. Rafelia 2* di lintasan penyeberangan Padangbai - Lembar. Selanjutnya mulai bulan Agustus 2012, *KMP. Rafelia 2* beroperasi di Lintas Penyeberangan Padangbai – Lembar.



Gambar I-4: KMP. Rafelia 2 saat beroperasi di Lintas Penyeberangan Padangbai – Lembar tahun 2012.

Pada 6 November 2012, PT. BKI menerbitkan Sertifikat Klasifikasi Sementara No. 0249-CN/A1S/2012 yang berlaku sampai dengan 5 Nopember 2013 dan Sertifikat Garis Muat

Sementara Nomor 0249-CN/D1.S/2012 untuk *KMP. Rafelia 2* yang berlaku sampai dengan 24 Januari 2013.

Pada bulan Januari 2013, *KMP. Rafelia 2* menjalani pengedokan di Galangan PT. Dukuh Raya, Lembar, Nusa Tenggara Barat. Pada tanggal 05 Januari 2013, Surveyor BKI melaksanakan survey pengedokan, survey poros, survey baling-baling dan survey khusus. Hasil survey menyatakan status klas dipertahankan dengan catatan melaksanakan visa survey paling lambat tanggal 05 Nopember 2013. Setelah selesai melakukan pengedokan, kapal *laid up (idle)* dan labuh jangkar di area sekitar galangan PT. Dukuh Raya.

Pada tanggal 28 Maret 2013, Sertifikat Manajemen Keselamatan (*Safety Management Certificate*) *KMP. Rafelia 2* diterbitkan oleh Direktur Jenderal Perhubungan Laut.

Pada tanggal 11 April 2013, PT. BKI menyetujui pengajuan permohonan PT. Darma Bahari Utama terhadap klasifikasi *KMP. Rafelia 2* dengan mengeluarkan Sertifikat Klasifikasi Lambung (Permanen) dengan notasi klas **A100DL** dan Sertifikat Klasifikasi Mesin (Permanen) dengan notasi klas **SM** yang berlaku sampai dengan Nopember 2017. Sesuai dengan ketentuan, pelaksanaan survey tahunan jatuh tempo pada tanggal 5 November 2013. Namun demikian KNKT tidak menemukan adanya pelaksanaan survey sehingga status klas kapal menjadi ditangguhkan (*suspended*).

Pada tanggal 18 Maret 2014 sampai dengan 30 Januari 2015, PT. BKI melaksanakan survey tahunan, pelaksanaan visa, survey pengedokan di Lembar. Hasil dari survey klas menyatakan klas dipertahankan dan diberlakukan kembali (*re-class*) sejak 30 Januari 2015. Sesuai dengan keterangan dari Pemilik Kapal, posisi kapal hingga akhir 2014 masih bertahan di Pelabuhan Lembar.

Atas inisiatif dari pemilik kapal pada bulan Januari 2015, *KMP. Rafelia 2* berangkat menuju pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta. Pada saat baru keluar dari Pelabuhan Lembar, terjadi insiden dimana baling-baling kanan kapal terlepas. Kapal tetap melanjutkan perjalanannya dengan menggunakan satu baling-baling dan tiba di Pelabuhan Tanjung Priok pada awal bulan Februari 2015. Kapal selanjutnya berlabuh jangkar di area labuh jangkar Tanjung Priok.

Pada tanggal 12 April 2015, dilaksanakan uji kemiringan kapal (*inclining test*) yang dilaksanakan di perairan Pelabuhan Tanjung Priok. Uji kemiringan dilaksanakan oleh Surveyor PT. BKI. Dari hasil pengujian diketahui titik berat kapal kosong dan berat kapal kosong.

Pada bulan 11 Mei s/d 17 Juni 2015, *KMP. Rafelia 2* menjalani pengedokan di Dok PT. Rukindo Jakarta. Proses pengedokan secara umum terdiri dari pembersihan lambung dan penggantian baling-baling kanan kapal. Dokumen galangan menunjukkan bahwa baling-baling kanan kapal tidak sama besar dengan baling-baling kiri. Namun demikian, pemilik kapal menyatakan untuk tetap memasang baling-baling kanan dimaksud. Pada periode tersebut, PT. BKI melaksanakan Survey Pengedokan terhadap *KMP. Rafelia 2*. Visa lambung no. 3 pada Sertifikat Klasifikasi Lambung dan visa no. 2 pada Sertifikat Klasifikasi Mesin menyatakan klas dipertahankan dan diberlakukan kembali sejak tanggal 23 Juni 2015. Pada 17 Juni 2015, *KMP. Rafelia 2* keluar dari Dok PT. Rukindo.

Pada tanggal 25 Juni 2015, Petugas Marine Inspektur Kantor Kesyahbandaran Utama Pelabuhan Tanjung Priok melaksanakan uji coba (*sea trial*) terhadap *KMP. Rafelia 2*. Hasil dari pemeriksaan menyatakan bahwa kapal dalam kondisi baik. Kapal dapat berjalan dengan kecepatan rata-rata 12 knot. Pemeriksaan nautis teknis dan radio juga dilaksanakan pada

waktu yang bersamaan. Berdasarkan hasil pemeriksaan dimaksud, Kepala Kantor Kesyahbandaran Utama Pelabuhan Tanjung Priok mengeluarkan Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang no. B.1136/PK.001/35/SYBTPK-9 pada tanggal 26 Juni 2015. Sertifikat ini berlaku sampai dengan 24 Desember 2015.

Pada tanggal 11 Agustus 2015, PT. BKI mengeluarkan Sertifikat Garis Muat no. 007716 (permanen) untuk *KMP. Rafelia 2* yang berlaku sampai dengan 5 Nopember 2017 sebagai pengganti sertifikat sebelumnya yang dinyatakan batal karena perubahan lambung timbul sesuai surat IPLT no.13/I/TEK/KI-15.

Pada bulan yang sama pemilik kapal menerima tawaran untuk melayani angkutan laut dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya menuju Ende, Nusa Tenggara Timur. Pemilik Kapal melakukan penutupan bukaan di dinding kapal seperti yang terlihat pada Gambar I-5. Pada Agustus – September 2015, *KMP. Rafelia 2* beroperasi melayani rute Surabaya – Ende. Selanjutnya pada Oktober 2015, Pemilik Kapal menyatakan mundur dari angkutan laut rute Surabaya – Ende.



Gambar I-5: Kondisi KMP. Rafelia 2 pada saat beroperasi melayani rute laut Surabaya - Ende

Sesuai dengan ketentuan pelaksanaan survey BKI yang tercantum dalam Rules BKI Volume I, survey tahunan *KMP. Rafelia 2* jatuh tempo pada tanggal 5 Nopember 2015. Dari sistem penyampaian berita jatuh tempo, PT. BKI telah mengirimkan surat pemberitahuan kepada pemilik kapal. Namun demikian, tidak ada tanggapan dari pihak kapal sampai akhirnya sertifikat klas kapal ditanggguhkan.

Pada tanggal 12 November 2015, Pemilik kapal mengajukan permohonan masuk lintasan penyeberangan Ketapang – Gilimanuk kepada Dit. LLASDP – Ditjen Perhubungan Darat. Sesuai keterangan dari Pemilik Kapal, permohonan ini didasari pada adanya wacana tentang pelarangan kapal LCT untuk tidak beroperasi di Lintas Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk. Kapal tiba di Pelabuhan Ketapang pada tanggal 3 November 2015 dan sandar di pantai sekitar dermaga LCM Ketapang. Berdasarkan pengajuan dari pemilik kapal, pada tanggal 26 November 2015 dilakukan uji coba kapal yang dikoordinasikan oleh tim teknis Sub Direktorat

Angkutan SDP, Direktorat LLASDP – Ditjen Pehubungan Darat yang juga dihadiri oleh Petugas Syahbandar Pelabuhan Ketapang, Petugas Syahbandar Pelabuhan Gilimanuk, Perwakilan Pemilik Kapal, Petugas OPP Gilimanuk, Petugas dari PT. ASDP Cabang Ketapang. Hasil dari uji coba tersebut dituangkan dalam Berita Acara Uji Coba (*sea trial*).

Pada tanggal 17 Desember 2015, Direktorat Lalu Lintas Angkutan Sungai Danau dan Penyeberangan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat mengeluarkan surat No. AP.005/20/11/DJPD/2015 tentang persetujuan Pengoperasian *KMP. Rafelia 2* pada lintas penyeberangan Ketapang – Gilimanuk untuk *KMP. Rafelia 2* melayani rute penyeberangan Ketapang – Gilimanuk. Surat Direktur LLASDP dimaksud diperkuat dengan diterbitkannya Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. SK.8019/AP.005/DRJD/2015 tentang persetujuan pengoperasian kapal angkutan penyeberangan kepada *KMP. Rafelia 2* di lintasan penyeberangan Ketapang - Gilimanuk. Direktur Jenderal Perhubungan Darat selanjutnya mengeluarkan surat keputusan No. SK.213/LLASDP/XII/2015 yang menyatakan bahwa *KMP. Rafelia 2* telah memenuhi standar pelayanan minimal angkutan penyeberangan.

Tanggal 21 Desember 2015, Petugas Marine Inspektur Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) Benoa Bali melaksanakan pemeriksaan nautis teknis dan radio terhadap *KMP. Rafelia 2*. Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut, pada tanggal 22 Desember 2015 Kepala KSOP Benoa menerbitkan Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang No. PK.001/89/13/KSOP BNA-2015 yang berlaku sampai dengan 22 Maret 2016.

Pada tanggal 25 Desember 2015, *KMP. Rafelia* melakukan pelayaran perdana di lintasan tersebut dengan beroperasi di dermaga MB sampai dengan 5 Januari 2016.

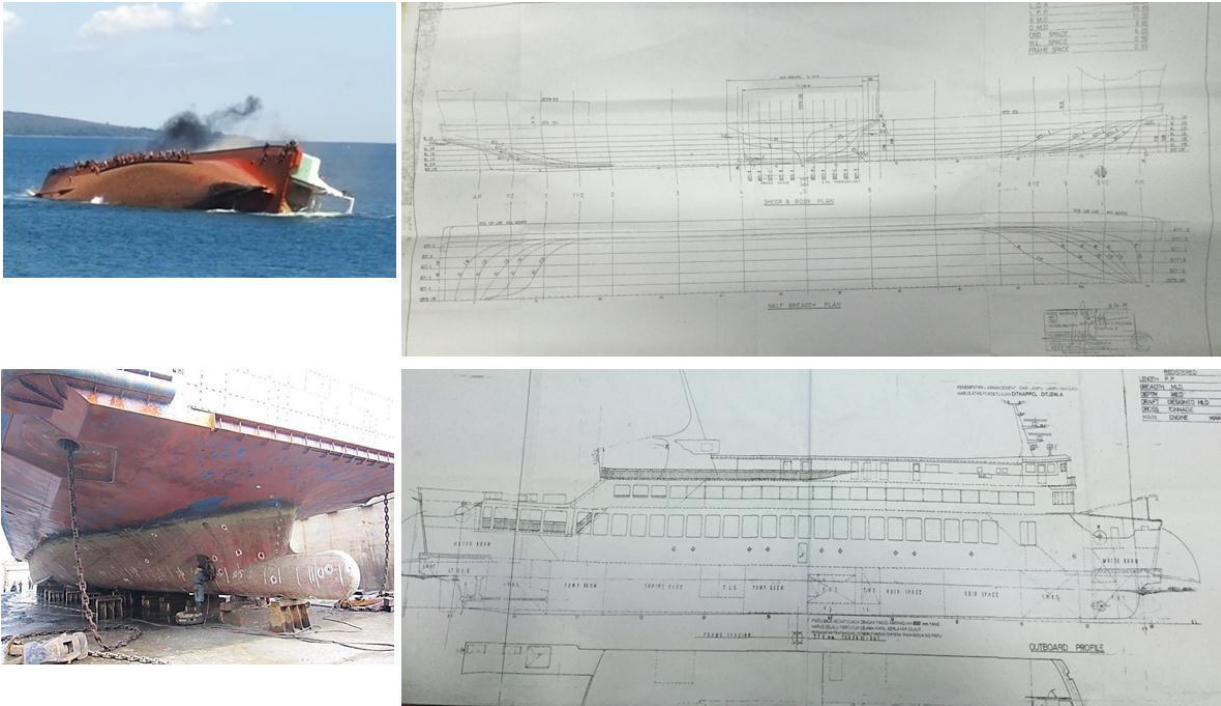
Pada 29 Januari 2016, *KMP. Rafelia 2* beroperasi melayani dermaga LCM lintasan penyeberangan Ketapang – Gilimanuk.

I.3.2. Perbedaan Gambar Desain dengan Badan Kapal

Pada saat Pemilik *KMP. Rafelia 2* mengajukan gambar desain kapal sesuai persyaratan penerimaan klas, pemilik menggunakan gambar rencana garis yang disetujui oleh Otoritas Keselamatan Pelayaran Filipina. Karena pada saat kapal tiba dari Filipina tidak ada gambar teknis yang lain, Pemilik Kapal menunjuk konsultan untuk menggambar ulang *KMP. Rafelia 2*. Konsultan menggunakan gambar rencana garis sebagai desain dasar.

Dari pemeriksaan terhadap gambar rencana garis kapal ditemukan adanya perbedaan pada gambar dengan kondisi badan kapal yang sebenarnya. Indikasi perbedaan ini terlihat dalam hal-hal berikut ini:

1. Tidak adanya *bulbous bow* dalam gambar rencana garis (*Lines Plan*).
2. Bentuk bagian tengah kapal (*pararel middle body*) pada garis dasar (*bottom line*) yang tidak sama dengan kondisi aktual *KMP. Rafelia 2*.



Gambar 1-6: Perbedaan profil rencana garis dengan kondisi aktual

I.3.3. Kondisi lambung timbul dan perubahannya

Pada saat kapal beroperasi di perairan Jepang dan Filipina periode tahun 1993 – 2011, Lambung timbul kapal adalah 1212 mm. Pada SKKP yang dikeluarkan pada tahun 2011 disebutkan bahwa lambung timbul kapal adalah 720 mm. Pada tanggal 6 November 2012, PT. BKI mengeluarkan sertifikat garis muat sementara No. 0249-CN/D1.S/2012 yang menyatakan bahwa lambung timbul kapal adalah sebesar 1212 mm. Sertifikat ini berlaku sampai dengan 24 Januari 2013.

Pada 21 Maret 2013, PT. BKI mengeluarkan sertifikat garis muat sementara No. 0249-CN/D1.S/2012-Perp I sebagai pengganti sertifikat garis muat sebelumnya yang sudah habis masa berlakunya. Sertifikat yang baru ini berlaku sampai dengan 20 Juni 2013.

Pada tanggal 11 April 2013, PT. BKI mengeluarkan Sertifikat Garis Muat (Permanen) No. 005837 dengan masa berlaku sampai dengan 05 November 2017. Sertifikat tersebut menyatakan bahwa besar lambung timbul adalah 1212 mm.

Berdasarkan permintaan kenaikan sarat dari pemilik KMP. Rafelia 2, PT. BKI melakukan perhitungan terhadap seluruh aspek konstruksi kapal, stabilitas dan operasional kapal. Perhitungan ulang menyatakan perubahan lambung timbul memenuhi ketentuan tentang lambung timbul (KM Perhubungan No 3 tahun 2005). Circular No. 01-ST-108 yang dikeluarkan oleh Direktur Utama PT. BKI pada tanggal 30 Juli 2013 tentang ketentuan kenaikan draft kapal menyatakan bahwa:

1. Dalam rangka meningkatkan pelayanan jasa BKI sehubungan dengan permohonan pemakai jasa untuk mengklaskan kapal ke BKI dan kenaikan draft kapal terutama pada kapal-kapal ex. JG maka ketentuan berikut agar dipenuhi, yaitu:

- a. Jika posisi *gland packing* tongkat kemudi berada di bawah air muat maksimum, maka kekedapan *gland packing* tongkat kemudi harus terjamin dan tersedianya serta berfungsinya system bilga di steering gear room
 - b. Seluruh bukaan pada sekat tubrukan, sekat kamar mesin dan sekat sekat ruang instalasi kemudi agar ditutup permanen dan disediakan akses penggantinya pada main deck.
 - c. Perhitungan *scantling* kapal harus memenuhi ketentuan *rules* BKI Volume II (dokumen perhitungan evaluasi konstruksi kapal agar dilengkapi dan dikirim ke BKI)
 - d. Perhitungan *intact stability* dan *floodabe length* terpenuhi
 - e. Bukaan-bukaan pada *main deck* memenuhi ketentuan posisi 1 peraturan garis muat KM 3 tahun 2005
 - f. *Side schuttle*, *scupper* dan *discharge* yang terpasang agar memenuhi ketentuan peraturan garis muat KM. 3 tahun 2005 pasal 25 dan pasal 26.
2. IPLT (Instruksi Pemasangan Lambung Timbul) untuk sarat air yang ditinggikan dapat diterbitkan apabila hasil evakuasi dokumen/gambar seperti yang tercantum pada butir 1 telah terpenuhi dan para surveyor diminta untuk menjelaskan ketentuan dari circular ini kepada para pemilik kapal.

Tanggal 30 Januari 2015, PT. BKI menerbitkan Sertifikat Garis Muat Sementara No. 00178-SB/D1.S/2015 yang berlaku sampai dengan 29 April 2015. Pada sertifikat tersebut dinyatakan bahwa besar lambung timbul adalah 912 mm. Sertifikat ini menggantikan Sertifikat Garis Muat No. 005837 yang dinyatakan batal karena perubahan lambung timbul sesuai IPLT No. 13/I/TEK/KI-15 tanggal 9 Januari 2015. Pada tanggal 19 Juni 2015 dikeluarkan sertifikat garis muat sementara No. 0178-SB/D1.S/2015-Perp.I yang berlaku sampai dengan 18 September 2015. Perubahan pemasangan tanda lambung timbul dilakukan pada saat kapal masih berada di Dok PT. Rukindo.

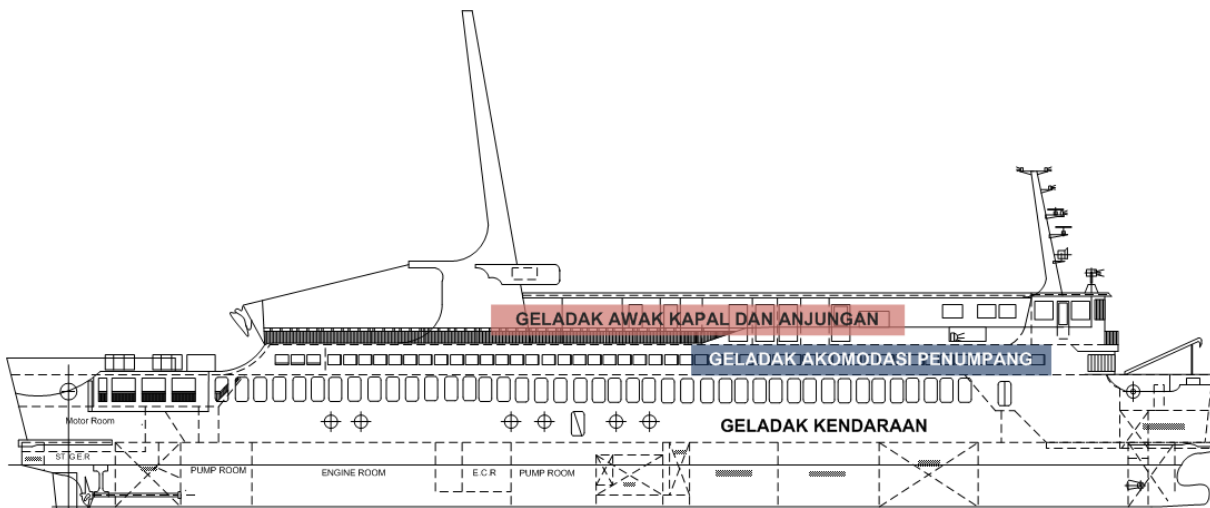


Gambar I-7: Posisi lambung timbul yang lama (lingkaran biru) dan posisi tanda lambung timbul yang sudah dirubah (kotak kuning)

PT. BKI pada bulan Agustus 2015 mengeluarkan Sertifikat Garis Muat Permanen No. 007716 yang berlaku sampai dengan 5 Nopember 2017.

I.4. STRUKTUR BANGUNAN KAPAL

I.4.1. Rencana umum



Gambar I-8: General Arrangement tampak samping kapal didasarkan pada gambar yang dibuat pada tahun 2012

KMP. Rafelia 2 mempunyai tiga geladak yaitu geladak utama, geladak akomodasi penumpang dan geladak anjungan. Geladak utama kapal merupakan area pengangkutan kendaraan yang memiliki kapasitas hingga 40 unit kendaraan dengan berbagai jenis/campuran. Akses angkutan kendaraan menggunakan rampa depan dan rampa belakang.

Geladak kedua merupakan geladak akomodasi penumpang. Fasilitas akomodasi yang tersedia bagi penumpang adalah fasilitas tempat duduk. Sesuai Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang, kapal diijinkan untuk memuat hingga maksimum 354 orang penumpang.



Gambar I-9: Ruang akomodasi Penumpang KMP. Rafelia 2

Geladak teratas merupakan geladak anjungan. Anjungan kapal berada di bagian depan geladak ketiga. Sedangkan ruang kabin bagi para perwira kapal dan awaknya berada di area tengah dan belakangnya.

Pada *KMP. Rafelia 2* dipasang sejumlah scupper yang terdapat di sisi kanan dan kiri geladak kendaraan. Melihat kondisi lubang kemarau dan struktur pintu rampa haluan pada saat kondisi awal, lubang kemarau di *KMP. Rafelia 2* didesain untuk membuang air laut yang masuk dalam jumlah yang relatif sedikit.



Gambar I-10: contoh lubang scupper yang terpasang di KMP. Rafelia 2. Lingkaran merah adalah posisi buangan scupper di sisi luar kapal. Inzet: kondisi lubang di atas geladak kendaraan. Foto didapatkan dari pemeriksaan penerimaan klas yang dilakukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia pada tahun 2012.

I.4.2. Perubahan Konstruksi Pintu Rampa Haluan

Pada November 2015, Operator *KMP. Rafelia 2* mengajukan permohonan untuk dapat menempatkan kapalnya di lintasan penyeberangan Ketapang-Gilimanuk. Berdasarkan keterangan dari operator kapal, salah satu tujuan dari rencana penempatan kapalnya di rute dimaksud adalah adanya rencana penghapusan kapal-kapal LCT untuk melayani lintasan Ketapang – Gilimanuk. Sebagai prosedur penerimaan kapal untuk dapat beroperasi di lintasan penyeberangan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat mensyaratkan untuk perlunya kapal dilakukan uji sandar untuk mengukur performa kapal baik dari segi olah gerak dan kecepatannya maupun dari segi kemampuan angkut kapal dan mekanisme pemuatannya.

Selanjutnya uji sandar dilaksanakan pada tanggal 26 November 2015 dan hasil pengujian dituangkan dalam berita acara uji sandar yang diketahui oleh otoritas terkait seperti halnya syahbandar, operator dan manajemen pelabuhan penyeberangan. Secara umum kapal dinyatakan memenuhi kriteria operasional untuk ditempatkan dalam lintas penyeberangan Ketapang-Gilimanuk, seperti halnya kecepatan kapal yang mampu berlayar hingga 12 knot, kapasitas angkut yang cukup dan kemampuan sandar di dermaga MB. Namun demikian, salah satu butir yang tercantum dalam BA Uji Coba Sandar dimaksud menyatakan bahwa:

“Apabila KMP. Rafelia 2 akan dioperasikan di Dermaga Beaching LCM Ketapang maupun Gilimanuk, pintu rampa haluan agar diubah dan diperpanjang kurang lebih 13 meter mengingat sarat haluan 1,8 meter”

Pintu rampa haluan *KMP. Rafelia 2* yang sebelumnya sepanjang 5 meter memang tidak cukup untuk dapat melayani pengangkutan muatan kendaraan di dermaga LCM. Dengan dasar BA Uji Sandar selanjutnya pemilik kapal setuju untuk melakukan perubahan terhadap pintu rampa haluan. Data yang didapatkan dari pihak kontraktor pelaksana perubahan pintu rampa menunjukkan dimensi pintu rampa haluan yang baru yaitu: panjang 13.5 m, lebar 5.5 m dan tebal 0.25 m dengan berat material yang digunakan dalam pengerjaan ini adalah sebesar 16 ton. KNKT menemukan bahwa pengerjaan pintu rampa haluan tanpa didukung dengan gambar konstruksi yang telah disetujui oleh badan klasifikasi terkait. Proses pengerjaan pintu rampa haluan dilakukan berdasarkan kebiasaan mengikuti pembuatan pintu-pintu rampa kapal-kapal sebelumnya.

Sambil menunggu proses pembuatan pintu rampa haluan, *KMP. Rafelia 2* diberikan ijin untuk melayani angkutan penyeberangan dengan menggunakan fasilitas dermaga MB (*moveable buoy*) pada tanggal 25 Desember 2015 hingga 5 Januari 2016.

Selanjutnya pada tanggal 23 Januari 2016, uji coba pintu rampa dilakukan dan pintu rampa haluan yang baru dinyatakan berhasil dengan baik berdasarkan waktu membuka/menurunkan pintu 49 detik dan menaikkan/menutup 90 detik.



Gambar I-11: perbedaan rampa yang lama (kiri) dengan rampa yang baru (kanan). Stopper (lingkaran merah) dan struktur penahan pintu rampa yang baru (lingkaran biru).

I.5. AWAK KAPAL

Pada saat kejadian, *KMP. Rafelia 2* diawaki oleh 14 orang yang terdiri dari 6 orang perwira dan 8 kelasi. Selain itu terdapat 6 orang kadet yang ikut berada di atas kapal.

Nakhoda *KMP. Rafelia 2* memiliki ijazah Ahli Nautika Tingkat (ANT) III. Sebelumnya yang bersangkutan memiliki pengalaman berlayar di kapal ikan sejak tahun 1982. Pada tahun 2003, yang bersangkutan memiliki ijazah Ahli Nautika Penangkap Ikan (ANKAPIN) tingkat – I. Selanjutnya pada tahun 2012, Yang Bersangkutan mengikuti penyetaraan ijazah kompetensinya menjadi ANT-III. Nakhoda memiliki pengalaman berlayar 9 tahun sebagai Nakhoda diberbagai kapal penyeberangan di lintas penyeberangan. Yang bersangkutan bergabung dengan PT. Darma Bahari Utama pada bulan Februari 2016 dan langsung ditempatkan di *KMP. Rafelia 2* sebagai Nakhoda.

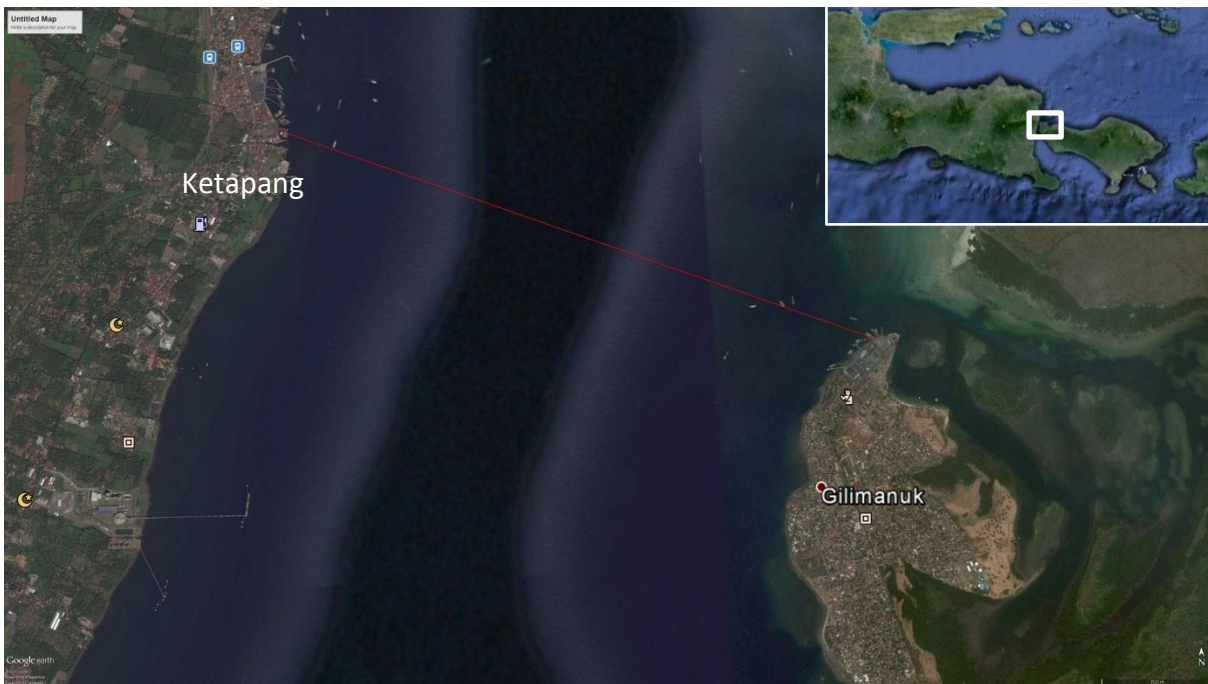
Mualim I memiliki ijazah Ahli Nautika Tingkat tingkat IV yang dikeluarkan pada tahun 2005. Yang Bersangkutan mulai pengalaman berlayar sejak tahun 2004 sebagai kadet. Selanjutnya, Yang Bersangkutan pernah bekerja di berbagai macam kapal seperti kapal tunda dengan berbagai macam posisi baik sebagai Mualim I maupun Nakhoda. Pada tahun 2010, Yang Bersangkutan mulai bekerja di atas kapal motor penyeberangan. Pada tahun Januari 2016, Yang Bersangkutan bergabung dengan perusahaan dan langsung ditempatkan sebagai Mualim I *KMP. Rafelia 2*.

Kepala Kamar Mesin (KKM) memiliki ijazah ahli teknika tingkat-IV yang dikeluarkan pada tahun 2013. Yang bersangkutan bergabung dengan *KMP. Rafelia 2* sejak Januari 2016.

Bosun/Serang memiliki Ijazah Ahli Nautika Tingkat-V yang dikeluarkan pada tahun 2015. Yang bersangkutan bergabung dengan *KMP. Rafelia 2* sejak Januari 2016.

Juru Muat di atas *KMP. Rafelia 2* terdiri dari 3 orang yang bertugas untuk membantu Mualim I dalam melakukan penataan muatan kendaraan di geladak kendaraan.

I.6. LINTAS PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK



Gambar I-12: Lintas Penyeberangan Ketapang Gilimanuk

Lintas Penyeberangan Ketapang – Gilimanuk merupakan lintasan penyeberangan komersial yang menghubungkan sistem transportasi darat dua pulau utama yaitu Pulau Jawa dan Pulau Bali. Lintasan sepanjang 2.3 NM ini merupakan jalur logistik utama bagi kegiatan perekonomian kedua pulau juga sekaligus untuk akses ke pulau-pulau Nusa Tenggara. Lintas penyeberangan Ketapang – Gilimanuk ditetapkan sebagai lintas komersial dalam provinsi sesuai dengan surat keputusan Menteri Perhubungan No 64 tahun 1989.

Lintas penyeberangan ini menghubungkan dua pelabuhan yaitu Pelabuhan Ketapang (Sisi Jawa) dan Pelabuhan Gilimanuk (sisi pulau Bali). Dalam pengusahaan pelabuhan, PT. ASDP (Indonesia Ferry) diberi kewenangan untuk mengatur dan mengelola pola operasi di lintas penyeberangan ini maupun operasional fasilitas pendukungnya.

I.6.1. Fasilitas labuh Dermaga Penyeberangan Gilimanuk

Untuk melayani transportasi penyeberangan, masing-masing pelabuhan dilengkapi dengan 2 jenis dermaga yaitu dermaga *moveable bridge* (MB) dan dermaga beton LCM (*Landing Craft Machine*).

Pada Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk dilengkapi dengan 6 buah dermaga yang terdiri dari 2 unit dermaga MB, 1 unit dermaga Ponton dan 2 Unit Dermaga LCM. Khususnya untuk dermaga LCM, area pendaratan kapal dibuat dari struktur beton yang diperkuat dengan landasan besi. Dermaga LCM Gilimanuk mampu untuk disandari dengan 4 unit kapal sekaligus.

Dermaga LCM merupakan dermaga beton dengan struktur miring. Pengukuran kedalaman bervariasi mulai dari 1.5 m untuk jarak 3 m dari bibir pantai pada posisi LWS (*lowest water spring*) hingga 11 meter untuk jarak 50 m pada posisi LWS.



Gambar I-13: Layout Dermaga Penyeberangan Pelabuhan Gilimanuk

I.6.2. Armada Penyeberangan

Pada tahun 2016, Direktorat LLASDP Direktorat Jenderal Perhubungan Darat memberikan persetujuan untuk mengoperasikan 50 unit kapal yang dibagi menjadi 2 golongan kapal utama yaitu kelompok kapal motor penyeberangan (KMP) dan jenis landing craft tank (LCT). Untuk kapal jenis KMP secara umum dioperasikan untuk melayani bongkar muat kendaraan di dermaga MB maupun dermaga Ponton. Sedangkan kapal jenis LCT dioperasikan untuk melayani bongkar muat kendaraan di dermaga LCM.

Untuk dermaga LCM Gilimanuk, pada saat kejadian dilayani oleh 52 kapal yang terdiri dari 21 kapal jenis Landing Craft Tank dan 31 kapal jenis KMP.

I.6.3. Pola operasi kapal dan pengendaliannya

Secara umum, setiap kapal di lintas penyeberangan Ketapang – Gilimanuk diberikan kesempatan untuk melakukan operasi bongkar muat sebanyak 8 trip tiap harinya. Kegiatan bongkar muat ini berlangsung secara menerus selama 6 hari yang selanjutnya kapal akan menjalani masa perawatan atau idle selama 1 hari.

Untuk mengatur pola operasi dan jadwal sandar kapal di dermaga LCM Gilimanuk, disusun suatu prosedur operasi sandar kapal. Masing-masing kapal diberikan waktu 30 menit untuk melakukan kegiatan bongkar muat yang meliputi proses sandar, proses pembongkaran kendaraan dan penumpang, proses pemuatan dan persiapan keberangkatan kapal. Pengawasan terhadap ketepatan pemenuhan jadwal oleh masing-masing operator diawasi dan dikendalikan oleh *Ship Traffic Controller* (STC) yang ada di setiap dermaga pada setiap pelabuhan. Sebagai penalti dari tidak ditepatinya jadwal dimaksud, maka kapal tidak boleh melayani operasi bongkar muat sebanyak 1 kali dalam satu rangkaian operasi harian.

Lama waktu sandar ditentukan oleh Otoritas Pelabuhan Penyeberangan. Sesuai dengan keterangan yang diberikan oleh Kepala OPP Ketapang Gilimanuk dasar perhitungan waktu

sandar adalah dengan mengacu pada jumlah kapal yang beroperasi pada hari tersebut dibandingkan dengan ketersediaan jumlah dermaga. Berdasarkan ketentuan standar dari Otoritas Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk, proses B/M kendaraan diberikan waktu sekitar 30 menit yang mencakup proses masuknya kapal ke dermaga, bongkar kendaraan, pemuatan kendaraan dan olah gerak keluar dermaga.

I.6.4. Penempatan Kapal dalam lintasan penyeberangan

Dari pengamatan terhadap kondisi bentuk badan kapal, *KMP. Rafelia 2* tidak didesain untuk melayani operasi sandar di dermaga LCM yang berbentuk “plengsengan” (miring).



Gambar I-14: Proses sandar buritan MV. Super Shuttle Ferry 22 (nama sebelumnya KMP. Rafelia 2) ketika beroperasi di perairan Filipina

Untuk dapat beroperasi di dermaga LCM, *KMP. Rafelia 2* harus sedekat mungkin dengan dermaga “plengsengan”.

Berdasarkan hasil uji sandar yang dilaksanakan pada 26 November 2015 selanjutnya *KMP. Rafelia 2* mendapat persetujuan dari Direktur Lalu Lintas Angkutan Sungai Danau dan Penyeberangan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat melalui surat persetujuan masuk lintasan nomor: AP.005/20/11/DJPD/2015 tentang persetujuan pengoperasian baru *KMP. Rafelia 2* pada lintas penyeberangan Ketapang-Gilimanuk. Pada perkembangannya, setelah perubahan terhadap pintu rampa selesai dilaksanakan, *KMP. Rafelia 2* tidak lagi beroperasi di dermaga MB dan sejak tanggal 29 Januari 2016, kapal secara terus melayani dermaga LCM. Pada tanggal 4 Maret 2016, *KMP. Rafelia 2* diberikan ijin oleh otoritas penyeberangan untuk menggantikan kapal lain yang mengalami kerusakan

I.7. PROSES PEMUATAN KENDARAAN

Pada saat akan berangkat, kapal diwajibkan untuk memenuhi ketentuan berupa penyampaian kelengkapan surat persetujuan berlayar sesuai dengan Undang-undang Pelayaran Nomer 17 tahun 2008 pasal 219 Bab XI bagian keenam pasal 219 dan Peraturan

Menteri Perhubungan No. 82 Tahun 2014 tentang Tata Cara Penerbitan Surat Persetujuan Berlayar pasal 2 ayat 1 dinyatakan bahwa setiap kapal yang akan berangkat perlu memiliki surat persetujuan berlayar yang diterbitkan oleh Syahbandar.

Selanjutnya dalam peraturan menteri tersebut di atas pada pasal 6 disampaikan juga bahwa dalam menerbitkan surat persetujuan berlayar Syahbandar dapat menunjuk pejabat dan/atau petugas yang memiliki kompetensi di bidang kesyahbandaran. Kompetensi kesyahbandaran didapatkan oleh petugas syahbandar setelah mengikuti pendidikan dan pelatihan kesyahbandaran yang dilaksanakan oleh Kementerian Perhubungan.

Dalam penerbitan surat persetujuan berlayar, setiap kapal diwajibkan untuk memenuhi seluruh ketentuan kelaiklautan kapal. Dalam mengajukan penerbitan SPB, sesuai dengan pasal 8 peraturan menteri di atas, prosedur yang harus diikuti oleh pemilik atau operator kapal adalah mengajukan surat permohonan secara tertulis kepada Syahbandar dengan menyertakan:

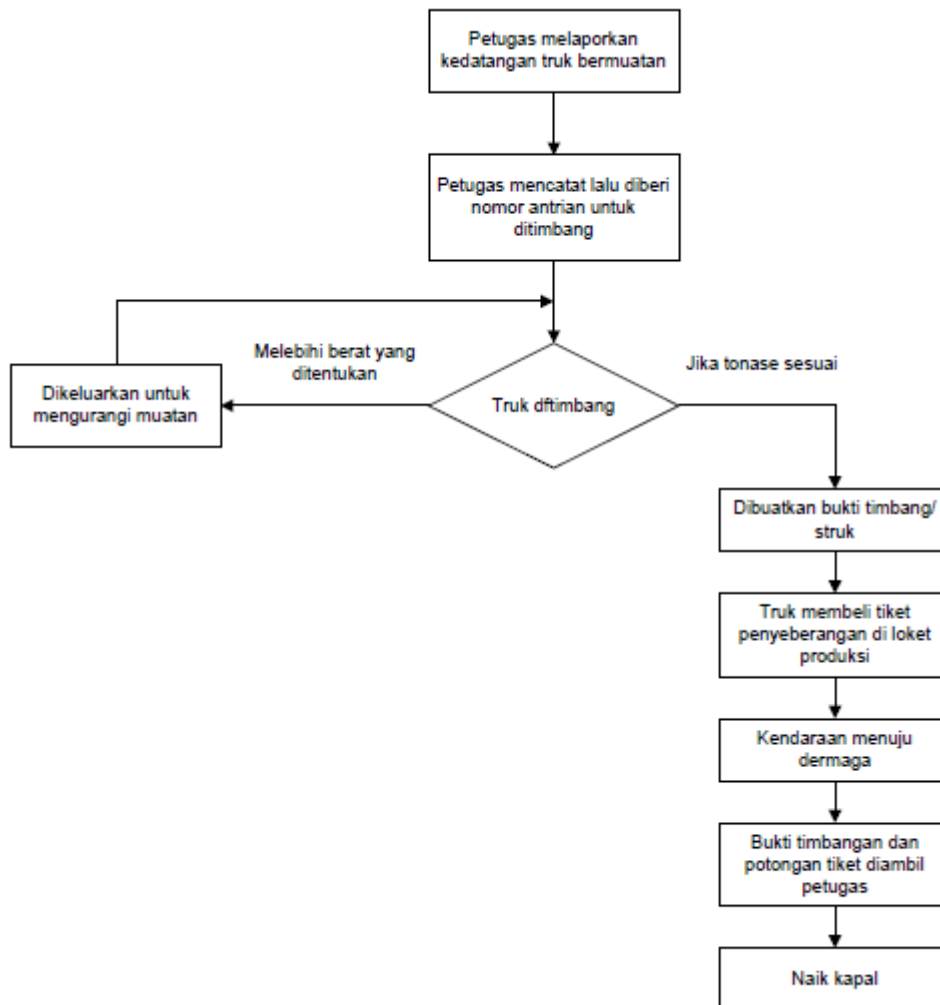
- Surat pernyataan Nakhoda (*master sailing declaration*)
- Bukti-bukti pemenuhan kewajiban kapal lainnya

Pokok-pokok yang perlu disampaikan dalam surat pernyataan Nakhoda adalah:

- Data Teknis Kapal: Ukuran utama, tanda selar
- Pernyataan tentang pemuatan yang aman ditinjau dari jumlah dan jenis muatan, sarat kapal dan stabilitasnya
- Pengawakan yang cukup
- Kelengkapan peralatan navigasi, keselamatan, pemadam kebakaran dan pencegahan pencemaran yang berfungsi baik

Sesuai dengan pasal 9 Peraturan Menteri dimaksud, Syahbandar selanjutnya melakukan pemeriksaan kelengkapan dan validitas surat dan dokumen kapal. Dalam pasal tersebut disampaikan juga bahwa dalam hal Syahbandar mendapatkan laporan dan/atau mengetahui bahwa kapal yang akan berlayar tidak memenuhi persyaratan kelaiklautan dan keamanan kapal, maka syahbandar selanjutnya melakukan pemeriksaan kapal secara fisik.

Terkait proses masuknya kendaraan ke area pelabuhan penyeberangan, kegiatan tersebut diatur dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK. 2681/AP.005/DRJD/2006 tentang pengoperasian pelabuhan penyeberangan.



Gambar I-15: Diagram Alir Prosedur Pelayanan Kendaraan Barang

Dalam SK Dirjen dimaksud diberikan alur pergerakan kendaraan mulai dari proses penimbangan di jembatan timbang sampai kendaraan masuk ke dalam kapal. Berikut alur kendaraan yang akan masuk ke area pelabuhan dan ke kapal penyeberangan

1. Petugas melaporkan kedatangan truk bermuatan.
2. Petugas mencatat kemudian diberi nomor antrian jika ada dan sesuai giliran untuk ditimbang.
3. Jika tonase melebihi berat muatan, sesuai dengan ketentuan yang berlaku, truk dikeluarkan untuk mengurangi muatan. Untuk tonase yang sesuai, dapat dibuatkan bukti timbang (struk).
4. Jika muatan tidak melampaui berat yang ditentukan maka truk berhak membeli tiket penyeberangan.
5. Pemakai jasa membayar biaya melalui loket produksi disetor kepada petugas yang berwenang.
6. Tanda bukti pembayaran diterima pemakai jasa.

7. Kendaraan menuju dermaga.
8. Bukti timbangan dan potongan tiket diambil MB sekaligus siap naik kapal.

Pelabuhan penyeberangan Gilimanuk memiliki fasilitas jembatan timbang. Setiap kendaraan yang akan masuk ke area pelabuhan melewati jembatan timbang ini untuk diketahui berat kendaraan termasuk muatannya. Secara teknis, jembatan timbang di Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk masih berfungsi, namun data berat kendaraan yang dikeluarkan hanya untuk menentukan arah pemuatan kendaraan apakah menggunakan fasilitas *Moveable Buoy* atau dermaga LCM. Tidak ada bukti tertulis data hasil penimbangan berat kendaraan. Dengan demikian berat kendaraan tidak sampai kepada pihak kapal yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan pemuatan di kapal.

I.8. KRONOLOGI KEJADIAN KECELAKAAN

Proses pemuatan

Pada tanggal 4 Maret 2016 pukul 11.49 WIB (12.49 WITA), KMP Rafelia 2 tiba dan sandar di dermaga LCM Gilimanuk untuk melakukan proses bongkar muat. Sesuai surat persetujuan operasi dari OPP Ketapang Gilimanuk no, *KMP. Rafelia 2* mengisi kekosongan slot angkutan penyeberangan pada hari itu menggantikan *LCT. Tunu Pratama* yang tidak dapat beroperasi karena sedang dalam perbaikan. Pada saat yang bersamaan, terdapat tiga kapal lain yang sedang sandar di Dermaga LCM Gilimanuk. *KMP. Rafelia 2* berada pada posisi yang kanan di dermaga LCM Gilimanuk.

Dari pengamatan terhadap proses pemuatan dan dokumen manifest kendaraan disampaikan rincian kendaraan yang diangkut *KMP. Rafelia 2* sebagai berikut:

Tabel I-2: Komposisi berat muatan (kendaraan dan Penumpang)

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan/Unit	Jumlah Kendaraan	Jumlah Berat (Ton)
1	Tronton	25 Ton	2	50
2	Tronton Dump Truk	40 Ton	16	640
3	Truk Besar	25 Ton	1	25
4	Truk Sedang	10 Ton	4	40
5	Pick up	1.3 Ton	4	5.2
6	Sepeda Motor	0.120 Ton	6	0.720
	Jumlah		33 Unit	760.92

Ket: Jumlah penumpang dihitung dari jumlah hasil operasi SAR dikurangi Awak Kapal dan Kadet

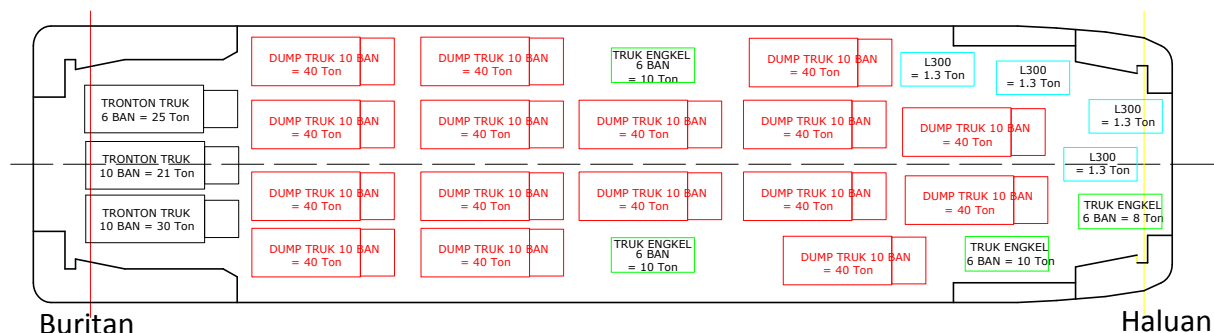


Gambar I-16: Perubahan posisi sandar KMP. Rafelia 2 pada saat pemuatan kendaraan

Untuk proses bongkar muat di dermaga LCM, KMP. Rafelia 2 mempertahankan posisi dengan mengatur putaran mesin kapal dan kemudi kapal serta menggunakan pintu rampa haluan sebagai penahan posisi sandar kapal. Proses bongkar muatan kendaraan berlangsung sampai dengan sekitar pukul 11.58 WIB (12.58 WITA). Untuk persiapan pemuatan, selanjutnya KMP. Rafelia 2 bergeser ke sisi kanan dari posisi awal.

Pukul 12.03 WIB (13.03 WITA), proses pemuatan kendaraan dan penumpang ke atas KMP. Rafelia 2 dimulai. Kendaraan yang masuk diatur oleh 3 orang juru muat dan tim darat. Proses pemuatan diawasi oleh Muallim I yang berada di anjungan kapal. kegiatan pemuatan berlangsung selama sekitar 25 menit.

Rincian dasar penentuan berat tronton dump truck dapat dilihat pada lembar lampiran laporan investigasi ini. Gambar berikut merupakan distribusi berat kendaraan dengan komposisi dan tata letak sesuai dengan keterangan yang diberikan oleh awak kapal dan pengamatan terhadap rekaman video pemuatan kendaraan.



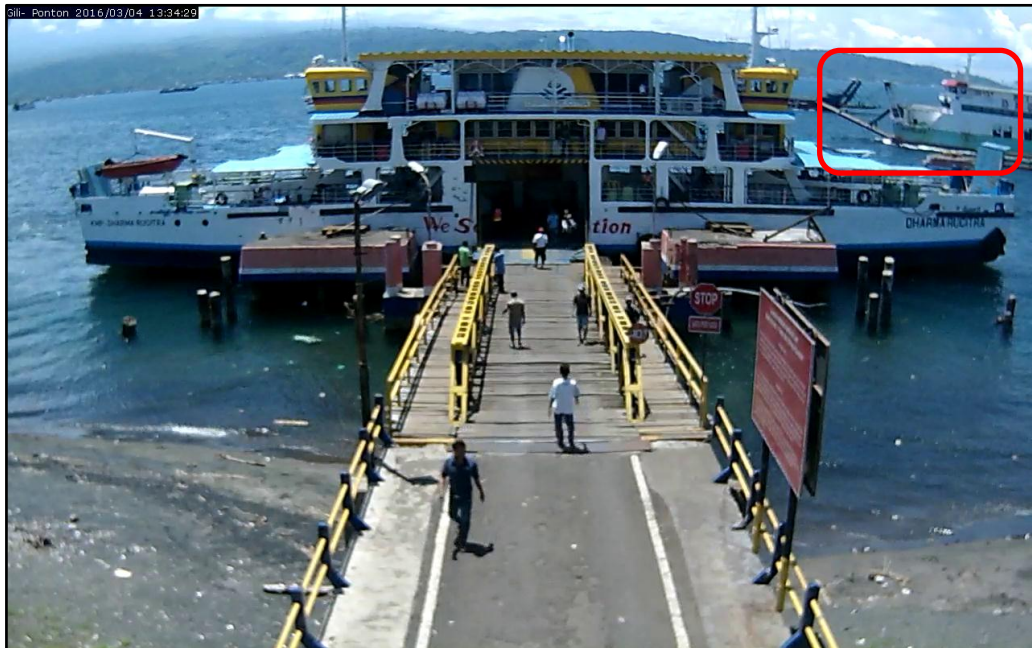
Gambar I-17: Data Berat kendaraan berdasarkan jenis dan penataannya

Pukul 12.30 WIB (13.30 WITA), pintu rampa haluan mulai dinaikkan. Selanjutnya Mualim I merubah putaran mesin untuk olah gerak lepas Dermaga LCM. Mualim I memerintahkan Bosun dan Juru Muat untuk mengunci rampa pada *stopper*.



Gambar I-18: KMP Rafelia (no. 2 dari kanan gambar) pada saat melakukan pemuatan kendaraan terakhir. Foto didapatkan dari rekaman kamera pengawas pelabuhan Dermaga LCM Gilimanuk.

Pukul 12.32 WIB (13.32 WITA), Mualim I merubah putaran mesin ke maju setengah (*half ahead*) dan KMP. Rafelia 2 bergerak untuk memulai pelayaran menuju Pelabuhan Ketapang. Awal keberangkatan kapal bergerak menyisir area pelabuhan penyeberangan Gilimanuk dengan kecepatan 5 knot dengan haluan 250 derajat.



Gambar I-19: Keberangkatan KMP. Rafelia 2 (pojok kanan atas) dalam tangkapan kamera CCTV dermaga ponton pelabuhan penyeberangan Gilimanuk.

Pukul 12.35 WIB, haluan kapal berubah mengarah ke Pelabuhan Ketapang dan bergerak dengan kecepatan bervariasi antara 6 hingga 6.6 knot.

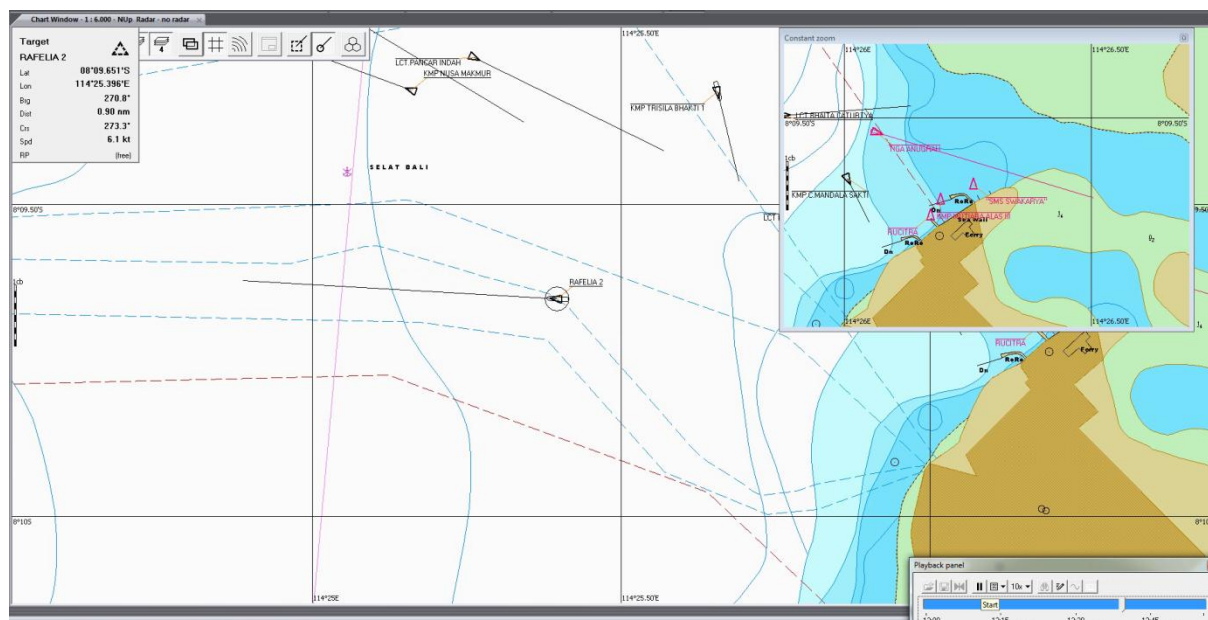
Di anjungan, Nakhoda mengendalikan pergerakan kapal sedangkan Mualim I memantau kondisi pelayaran di sekitar Selat Bali. Kecepatan kapal dipertahankan pada 6.5 knot. Dikarenakan arah arus dari utara menuju selatan, haluan kapal diarahkan ke 300 derajat untuk mengimbangi pergerakan arus.

Sekitar pukul 12.40 WIB, kapal berada di tengah Selat Bali. Kapal bergerak dengan kecepatan dipertahankan masih pada 6 knot dengan haluan 285 derajat.

Pukul 12.45 WIB, Haluan kapal berubah ke 293 derajat dengan kecepatan pada kisaran 6.1 knot.

Pukul 12.47 WIB, Haluan kapal berubah menjadi 315 derajat dengan kecepatan 6.4 knot, mengarah ke dermaga LCM Ketapang. Kapal pada posisi sekitar 1 NM dari dermaga LCM Ketapang. Mualim I mendapati bahwa klinometer kapal menunjukkan miring kiri. Mualim I meminta Juru Muat yang sedang berada di *mess room* belakang anjungan untuk memeriksa keadaan di geladak kendaraan. Juru Muat segera keluar dari anjungan menuju ke wing anjungan dan melihat adanya air sudah terkumpul di geladak kendaraan sisi kiri depan. Penumpang melihat air masuk melalui rampa haluan.

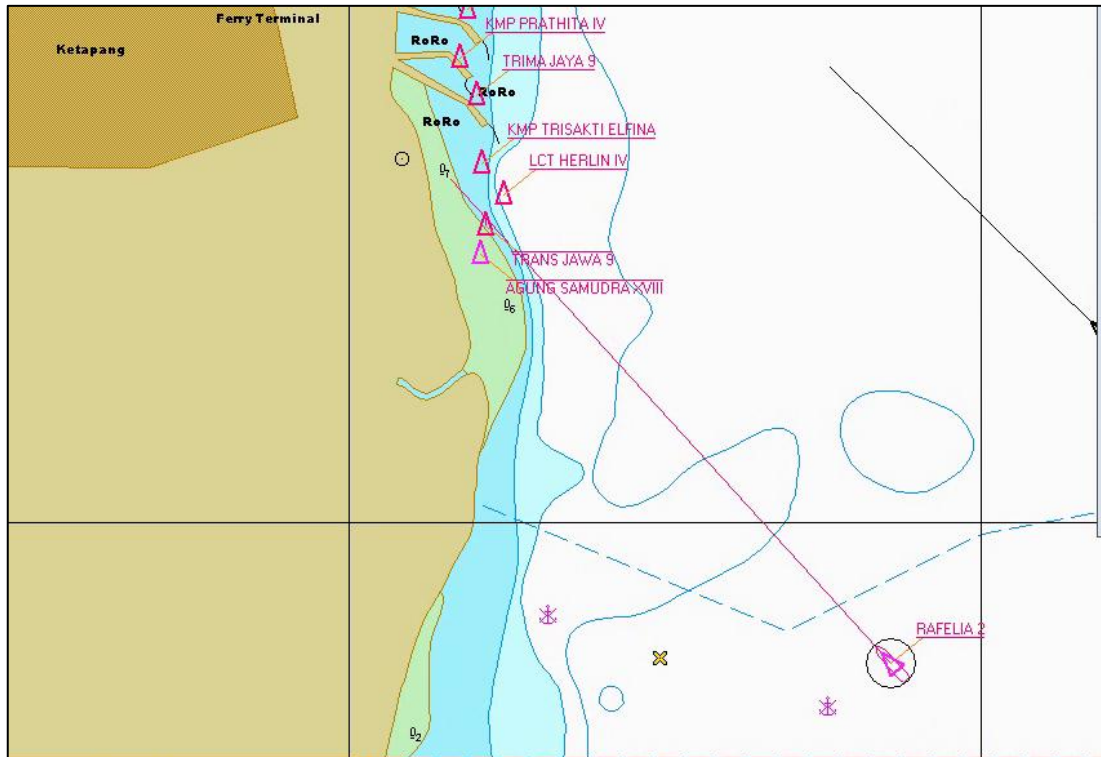
Sekitar pukul 12.50 WIB, kemiringan kapal terus berlanjut. Mualim I menghubungi STC Dermaga LCM Ketapang dan memberitahukan kondisi kapal. Nakhoda menghubungi Manager Operasi PT. Darma Bahari Utama, Cabang Banyuwangi, menyampaikan bahwa kapal dalam kondisi miring.



Gambar I-20: Posisi pergerakan kapal pada sekitar pukul 12.40 WIB.

Sekitar pukul 12.51 WIB, kemiringan kapal mencapai sekitar 10 derajat kiri. Kapal terus bergerak dengan mempertahankan kecepatan 6.1 knot.

Sekitar pukul 12.53 WIB, kapal bergerak dengan kecepatan 6.7 knot dengan haluan mengarah ke dermaga LCM Ketapang.



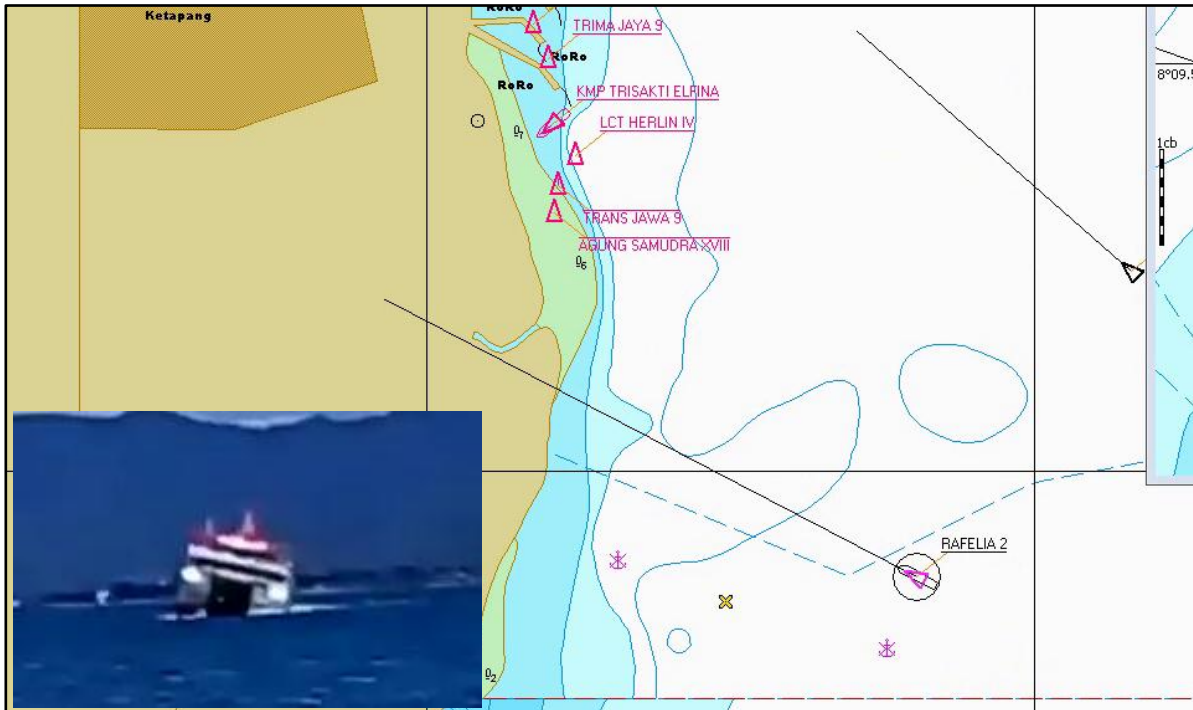
Gambar I-21: Posisi kapal pada pukul 1254 WIB

12.54 ½ WIB, haluan kapal masih mengarah ke dermaga LCM dengan kecepatan 6.3 knot. Kemiringan kapal semakin bertambah menjadi sekitar 13 derajat ke kiri.

Mualim I kembali meminta Juru Muat untuk memeriksa kondisi geladak kendaraan. Juru Muat melihat bahwa air sudah mencapai tinggi roda kendaraan pick up yang berada di depan. Mengetahui hal tersebut, Mualim I memerintahkan Bosun dan 2 orang juru muat untuk bersiap-siap di kendali pintu rampa haluan.

Mualim I memberitahukan kondisi kapal kepada STC dermaga LCM Ketapang melalui radio channel 16. Petugas STC menyarankan agar kapal dipercepat dan diarahkan ke pantai terdekat untuk dikandaskan.

Sekitar pukul 12.56 WIB, haluan kapal berubah diarahkan menuju ke pantai dari yang sebelumnya mengarah ke dermaga LCM Ketapang. Kemiringan kapal mencapai sekitar 15 derajat kiri. Kapal berada pada posisi sekitar 0,3 NM (550 m) dari pantai terdekat dan kapal masih bergerak dengan kecepatan 6.3 knot.



Gambar I-22: Posisi KMP. Rafelia 2 ketika berbelok dan inzet kemiringan kapal yang mencapai sekitar 15 derajat.

Sekitar pukul 12.56 ½ WIB, Mualim I memerintahkan awak kapal yang sudah bersiaga di kendali pintu rampa haluan untuk menurunkan pintu rampa haluan. Pintu rampa haluan diturunkan perlahan sampai pada posisi rata-rata air. Sekitar 20 detik berikutnya, ujung depan pintu rampa sudah mencapai permukaan air laut. Kapal bergerak dengan kecepatan 6.1 knot dengan haluan 250 derajat.

Juru Muat dan Bosun yang berada di haluan melihat air laut semakin bertambah masuk ke dalam geladak kendaraan melalui pintu haluan. Penumpang mulai berinisiatif untuk mencari dan mengenakan jaket penyelamat.



Gambar I-23: Pintu Rampa haluan yang sudah terbuka

Sekitar pukul 12.57 WIB, kemiringan kapal menjadi sekitar 20 derajat. Kapal bergerak dengan kecepatan 7 knot dengan haluan 248 derajat.

12.57 ¼ WIB, kemiringan kapal bertambah menjadi 30 derajat. Pada saat itu baling-baling sisi kanan kapal mulai terangkat sehingga kapal bergerak dengan baling-baling kiri saja.



Gambar I-24: kemiringan kapal pada pukul 12.56 WIB.

Pukul 12.57 ½ WIB, pintu rampa haluan yang sudah menyentuh air terlepas dari engselnya namun masih tertambat pada kawat penahan (*sling wire*).

Pukul 12.57 ¾ WIB, kemiringan kapal mencapai 45 derajat. Asap hitam terlihat dari buritan kapal. Kecepatan kapal semakin menurun. Penumpang mulai bergerak ke sisi kanan kapal bagian atas dan beberapa pelayar terlihat berada di pisang-pisang sebelah kanan. Beberapa orang pelayar berinisiatif untuk melompat ke laut. Muatan kendaraan sudah bergeser ke arah kemiringan kapal.



Gambar I-25: Kemiringan kapal mencapai 90 derajat. Penumpang dan awak kapal terlihat berkumpul di sisi dinding kanan kapal dan lambung kapal.

Pukul 12.58 WIB, kemiringan kapal mencapai sekitar 90 derajat. Di bagian buritan kapal asap hitam mengepul. Penumpang mulai bergerak ke dinding kapal dan menunggu di pisang-pisang kapal. Beberapa penumpang mulai menyelamatkan diri dengan terjun ke laut.

Pukul 12.58 ½ WIB, kemiringan kapal terus bertambah hingga tampak lunas kapal. Penumpang terus berupaya menyelamatkan diri. ILR kapal mulai mengembang dan beberapa penumpang berupaya untuk menaikinya.

Sekitar pukul 13.10 WIB, *KMP. Rafelia 2* tenggelam sepenuhnya pada posisi 08° 09.111' LS/114° 24.252' BT atau sekitar 0,2 NM (360 m) dari pantai pada kedalaman sekitar 30 meter.

I.9. PROSES PERTOLONGAN DAN EVAKUASI KORBAN

Di kapal, seluruh rakit kembang (ILR) berhasil mengembang sesaat sebelum kapal tenggelam sepenuhnya. Penumpang yang sudah melompat bergerak menuju ke ILR yang terapung di sekitar lokasi tenggelamnya kapal. Awak kapal membantu para penumpang untuk proses evakuasi dan membagikan jaket penolong

Pada saat kejadian, aktifitas pelabuhan dan lalu lintas penyeberangan cukup ramai. Berita kecelakaan disampaikan ke seluruh kapal melalui channel 16. Beberapa perahu nelayan yang berada di sekitar lokasi kecelakaan segera berinisiatif untuk memberikan pertolongan. Beberapa korban berhasil dievakuasi oleh perahu nelayan dan selanjutnya diantarkan ke pantai terdekat.

Kapal-kapal penyeberangan yang sedang berada di sekitar lokasi juga turut membantu evakuasi korban kecelakaan. Dari evakuasi awal terhadap korban ditemukan 76 korban dalam kondisi selamat. Seluruh korban yang ditemukan selamat dievakuasi ke darat dan selanjutnya dirujuk ke Rumah Sakit terdekat. Korban yang dinyatakan sehat dapat segera meninggalkan Rumah Sakit. Namun demikian, untuk korban dengan kategori luka berat masih dilakukan perawatan intensif. Secara umum, luka-luka yang diderita oleh para korban luka ringan berupa lecet akibat gesekan dengan teritip yang menempel di badan kapal. Sedangkan korban dengan luka berat berupa patah kaki dan gangguan pernapasan.

Dari pendataan awal, diketahui masih terdapat 5 orang pelayar yang dilaporkan belum ditemukan terdiri dari 2 orang awak kapal (Nakhoda dan Mualim I) dan 3 penumpang (2 dewasa dan 1 balita).

Pada hari yang sama, tim SAR Gabungan yang terdiri dari Tim KANSAR Denpasar, Pos SAR Buleleng, Pos SAR Jembrana, TNI AL, Polair, KPLP KSOP Tanjung Wangi, ASDP, KPI Ketapang Gilimanuk dan Unsur SAR Masyarakat melakukan operasi pencarian dan pertolongan. 1 unit helikopter dari KANSAR Denpasar dikerahkan untuk menyusuri area sekitar lokasi kecelakaan.

Pada tanggal 05 Maret 2016, tim penyelam dikerahkan untuk memeriksa kondisi kapal sekaligus sebagai upaya pencarian korban. Dari operasi penyelaman, tim SAR menemukan 4 jenazah yang terjebak di dalam ruang kapal. Dari identifikasi terhadap korban dinyatakan bahwa jenazah korban tersebut adalah Mualim I, 1 orang penumpang sopir, 1 orang penumpang dewasa wanita dan 1 orang penumpang balita. Selanjutnya dilakukan evakuasi terhadap korban meninggal. Pada hari yang sama, dilakukan *post mortem* oleh tim DVI

(Disaster Victim Identification) Kepolisian Resor Banyuwangi dan selanjutnya korban meninggal diserahkan kepada keluarga masing-masing.

Pada tanggal 06 Maret 2016, tim penyelam kembali dikerahkan untuk memeriksa ruangan kapal lainnya. Dari kegiatan dimaksud, ditemukan 1 korban yang ditemukan berada di salah satu ruangan kapal. Identifikasi terhadap korban dinyatakan bahwa jenazah dimaksud adalah salah satu penumpang kapal. Dengan demikian, operasi pencarian masih dilaksanakan untuk mencari Nakhoda Kapal.

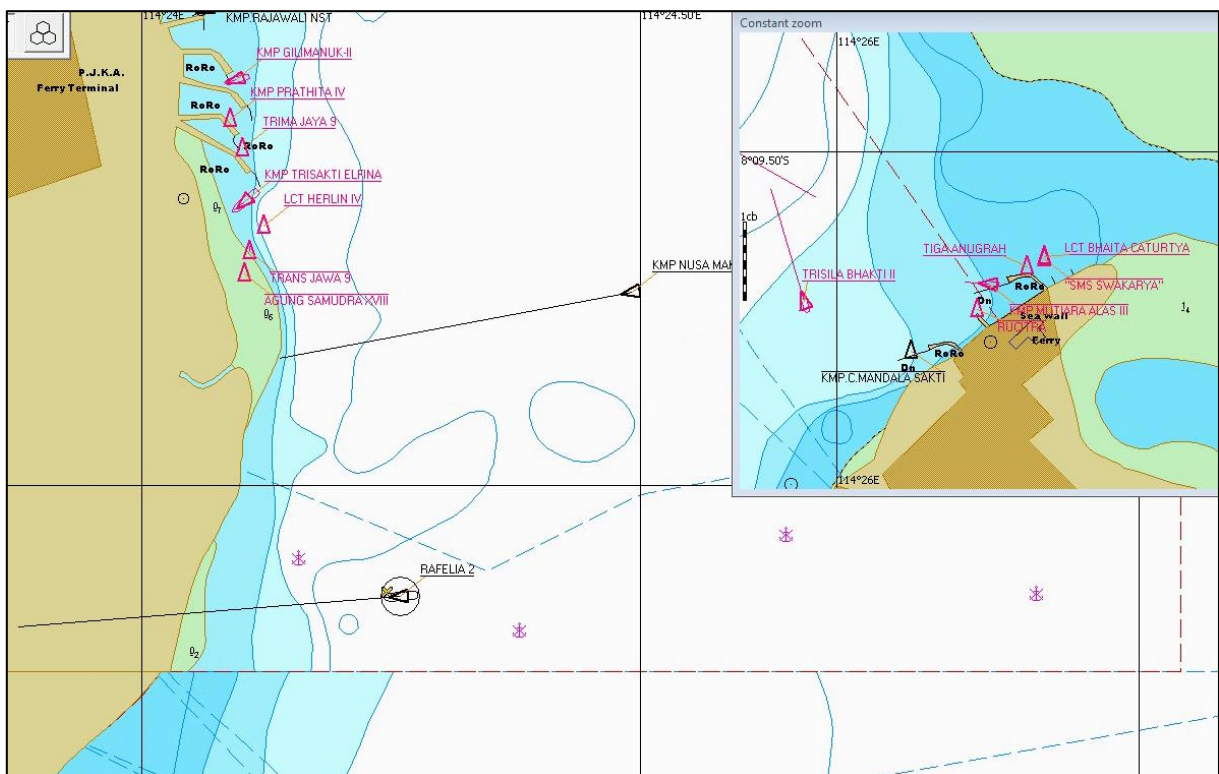
Pada tanggal 07 Maret 2016, tim SAR menemukan satu jenazah yang terapung di area sekitar selatan pelabuhan penyeberangan Gilimanuk. Jenazah dimaksud selanjutnya dievakuasi ke Pelabuhan Ketapang. Dari identifikasi *post mortem*, tim DVI menyatakan bahwa jenazah dimaksud adalah Nakhoda KMP. Rafelia 2. Dengan ditemukannya jenazah Nakhoda dan tidak adanya laporan kehilangan anggota keluarga dari masyarakat, kegiatan operasi SAR untuk kecelakaan KMP. Rafelia 2 dinyatakan selesai pada hari itu juga.

I.10. KONDISI PASCA KECELAKAAN

I.10.1. Posisi kapal

Ditinjau dari posisi tenggelamnya kapal menunjukkan adanya potensi bahaya yang lain yaitu kedekatan bangkai kapal dengan posisi kabel listrik bawah air yang menghubungkan instalasi Listrik Jawa – Bali milik PT. PJB (Pembangkit Jawa Bali). Dari perhitungan terhadap posisi kabel listrik bawah air, jarak kerangka kapal adalah sekitar 300 meter.

Pernyataan penyelam menyatakan bahwa kapal dalam posisi tertancap dan agak sulit untuk bergeser dari posisi semula.



Gambar I-26: Posisi tangkapan sinyal AIS terakhir KMP. Rafelia.

I.10.2. Penanganan muatan kendaraan

KNKT melakukan pemeriksaan terhadap muatan diangkut oleh truk tronton. Dari pemeriksaan terhadap jenis muatan diketahui bahwa tronton dimaksud mengangkut limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berjenis *Fly Ash*. Limbah ini berasal dari fasilitas pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Celukan Bawang Bali.

Informasi tentang adanya muatan limbah dimaksud diketahui oleh pengelola pelabuhan serta otoritas terkait pasca kecelakaan tenggelamnya *KMP. Rafelia 2*. Adanya muatan barang berbahaya tentunya diperlukan penanganan secara tersendiri di dalam kapal. Metode segregasi di geladak kendaraan (pemisahan terhadap muatan lainnya) ataupun angkutan secara tersendiri dalam satu kapal dapat dilakukan dalam rangka penanganan muatan berbahaya kategori B3.



Gambar I-27: Tronton yang memuat limbah flyash. Tanda barang berbahaya tampak pada logo segi empat di bak truk. Foto diambil pada saat tim KNKT melakukan pemeriksaan terhadap angkutan kendaraan yang menggunakan jasa angkutan penyeberangan

Potensi pencemaran yang lainnya adalah adanya kendaraan yang membawa muatan limbah kategori B3 dengan jenis muatan adalah *fly ash*. Berdasarkan data lembar keselamatan material (MSDS – *Material Safety Data Sheet*) limbah *fly ash* dikategorikan berbahaya dikarenakan akan dapat memberikan efek buruk pada pernapasan jika terhirup secara menerus. Potensi penyakit yang dapat ditimbulkan dari *fly ash* ini adalah TBC, penyakit. Diperkirakan terdapat sekitar 400 ton muatan *fly ash* yang diangkut dalam 16 truk tronton.

Pada Undang-undang nomor 17 tahun 2008 tentang Pelayaran, Pasal 233 disebutkan bahwa:

- 1) Pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun dengan kapal wajib memperhatikan spesifikasi kapal untuk pengangkutan limbah.

- 2) Spesifikasi kapal sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan tata cara pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun wajib memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Menteri.
- 3) Kapal yang mengangkut limbah bahan berbahaya dan beracun wajib memiliki standar operasional dan prosedur tanggap darurat sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Peraturan Menteri No. 29 tahun 2014 tentang pencegahan pencemaran lingkungan maritim dalam Pasal 80 disebutkan bahwa:

ayat 1 kapal yang digunakan untuk mengangkut limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) harus memenuhi persyaratan pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3).

Ayat 3 persyaratan kapal pengangkut limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) sebagaimana dimaksud pada ayat (1), paling sedikit dilengkapi:

- a. Daftar jenis muatan (manifest) yang diangkut kapal
- b. Penandaan (marking), penamaan (labeling) dan penempatan (stowage)
- c. Tata cara pemuatan sesuai ketentuan dan
- d. Perlengkapan penanggulangan pencemaran dan peralatan keselamatan

Ketentuan tentang angkutan B3 dalam kapal diperkuat dengan dikeluarkan surat edaran Direktur Jenderal Perhubungan Laut No. UM. 003/I/2/DK-15 tanggal 6 Januari 2015. Dalam surat edaran dimaksud, dicantumkan tentang formulir kerjasama pengangkutan yang harus dilengkapi oleh perusahaan pengangkutan limbah B3 maupun perusahaan Pelayaran.

Lebih lanjut, dalam SK Dirjen Perhubungan Darat nomor 242 tahun 2010 tentang manajemen pelaksanaan pelabuhan penyeberangan dalam pasal 18 disebutkan bahwa:

Untuk kendaraan yang mengangkut Barang Berbahaya dan Beracun (B3) harus memenuhi ketentuan:

- a. *OPAP/UPT mengecek keberadaan izin penyelenggaraan dan dokumen angkutan Barang Berbahaya dan Beracun (B3) dan melaporkan kepada syahbandar;*
- b. *operator pelabuhan/UPT menempatkan pada tempat khusus di zona B;*
- c. *operator kapal menempatkan kendaraan yang mengangkut Barang Berbahaya dan Beracun (B3) di kapal di pisah dengan kendaraan yang lain.*

II. ANALISIS

Investigasi terhadap tenggelamnya KMP. Rafelia 2 difokuskan kepada penelitian teknis untuk menentukan bagaimana proses tenggelamnya kapal serta aspek pola pengawasan operasional baik dari sisi operator maupun sisi otoritas terkait.

KNKT melakukan upaya pemeriksaan kondisi kapal dengan mengirimkan tim penyelam guna mengetahui kondisi kapal pasca kecelakaan. Pemeriksaan ini difokuskan pada kondisi lambung kapal, kondisi pintu rampa haluan berikut struktur pendukungnya, dan kondisi bagian kapal lainnya. Selanjutnya investigasi KNKT melakukan pemeriksaan secara intensif terhadap seluruh rekaman kejadian baik pada saat kapal melakukan proses bongkar muat, kondisi awal keberangkatan maupun rekaman kejadian tenggelamnya kapal dari berbagai sumber. Pengamatan terhadap pergerakan kapal dilakukan dengan memeriksa rekaman data AIS atau pergerakan kapal yang didapatkan dari Stasiun Radio Operasi Pantai (SROP) Gilimanuk.

Analisis teknis dilakukan untuk menentukan rangkaian kejadian proses tenggelamnya kapal. Proses analisis stabilitas kapal dilakukan dengan melakukan simulasi grafis berdasarkan data dan informasi yang dikeluarkan oleh pihak terkait. Proses analisis ini juga melibatkan rekonstruksi grafis untuk mengamati pola pergerakan kapal didukung dengan informasi dari para saksi.

II.1. PROSES TENGGELAMNYA KAPAL

Pada dasarnya, kapal didesain sedemikian rupa untuk dapat mengapung dan beroperasi dalam kondisi tegak lurus. Selanjutnya kapal juga didesain untuk dapat memuat hingga ke batas maksimum yang ditunjukkan dengan indicator garis muat kapal. Dari segi kekuatan struktur kapal, geladak kendaraan didesain sedemikian rupa untuk dapat menahan beban hingga berat tertentu. Sedangkan dari aspek perhitungan stabilitas kapal, data berat muatan diperlukan untuk melakukan penataan kendaraan hingga dipenuhinya stabilitas kapal yang baik.

Secara teknis, proses terbaliknya suatu kapal merupakan kondisi hilangnya momen lengan penegak (*righting moment*). Pada saat titik Metasentra berada di bawah titik G (*Vertical centre of Gravity*) terjadi kondisi dimana resultan gaya yang dihasilkan adalah negatif sehingga kapal akan terus miring hingga tenggelam.

Kejadian tenggelamnya KMP. Rafelia 2 diawali dengan serangkaian kejadian awal berupa ditemukannya air di geladak kendaraan yang sebelumnya diidentifikasi oleh Juru Muat kapal dan saksi penumpang. Selanjutnya kapal mengalami kemiringan secara bertahap hingga akhirnya tenggelam sepenuhnya.

Untuk melakukan perhitungan stabilitas kapal, KNKT melakukan pemeriksaan terhadap gambar teknis yang meliputi gambar rencana garis (*lines plan*), gambar rencana umum (*General Arrangement*), laporan hasil *inclining test* (uji kemiringan) dan buku stabilitas kapal (*Stability Booklet*). Data dimaksud diterima dari Biro Klasifikasi Indonesia.

Dikarenakan tidak adanya gambar rencana garis kapal yang sesuai kondisi sebenarnya, KNKT melakukan rekonstruksi ulang terhadap bentuk badan kapal bawah air dengan bantuan software Maxsurf. Penyesuaian dan perhitungan ulang terhadap rencana garis dimaksud

menggunakan seluruh data berupa foto kapal pada saat pengedokan awal, foto kapal pada saat kejadian serta data ukuran utama kapal. Penentuan berat badan kapal kosong berikut titik berat kapal selanjutnya menggunakan data hasil pengujian kemiringan kapal yang dilakukan oleh PT. Biro Klasifikasi Indonesia.

II.1.1. Kondisi Stabilitas Kapal Berangkat

Dari pemeriksaan terhadap dokumen keberangkatan kapal didapatkan bahwa sarat kapal pada saat berangkat serta perhitungan tidak dicantumkan dalam surat pernyataan Nakhoda.

Sarat kapal pada saat berangkat

Dari analisis terhadap jumlah berat kapal pada saat keberangkatan diketahui bahwa berat displasemen kapal adalah sebesar 1478 ton. Pada kondisi displasemen tersebut, tinggi sarat kapal adalah sebesar 3.4 m sarat haluan, 3.3 m sarat tengah dan 3.2 m sarat buritan. Sementara sarat maksimum kapal displasemennya adalah sebesar 1219 ton. Dengan demikian terjadi penambahan displasemen yang cukup signifikan yaitu sebesar 259 ton. Rincian perhitungan berat kendaraan dan sarat kapal dapat dilihat pada halaman lampiran.

Kondisi dimana terjadi sarat kapal melebihi sarat kapal desain awal, secara teknis tidak diperbolehkan karena dapat berpengaruh pada banyak aspek, seperti halnya:

- Aspek performa kapal yaitu terjadinya penurunan kecepatan kapal karena terjadi tahanan kapal yang tidak sesuai dengan desain awal. Seiring dengan kenaikan sarat kapal, tahanan kapal akan bertambah sementara daya mesin yang ada di kapal masih dalam kondisi yang sama. Kenaikan tahanan kapal terjadi karena adanya penambahan luasan permukaan basah yang turut naik ketika sarat kapal naik. Luasan permukaan basah merupakan salah satu parameter dalam formulasi perhitungan tahanan kapal
- Ditinjau dari aspek konstruksi, adanya kenaikan sarat pemuatan di atas sarat maksimal, dapat melemahkan konstruksi maupun lambung kapal. Hal ini dikarenakan kekuatan struktur kapal dihitung dan ditentukan dengan berdasarkan pada tinggi benaman air maksimum sebagai parameter utama.
- Dari aspek stabilitas kapal, penambahan berat melebihi sarat maksimum kapal dapat berpengaruh terhadap turunnya titik berat G kapal tapi menaikkan titik B.

Stabilitas awal keberangkatan kapal

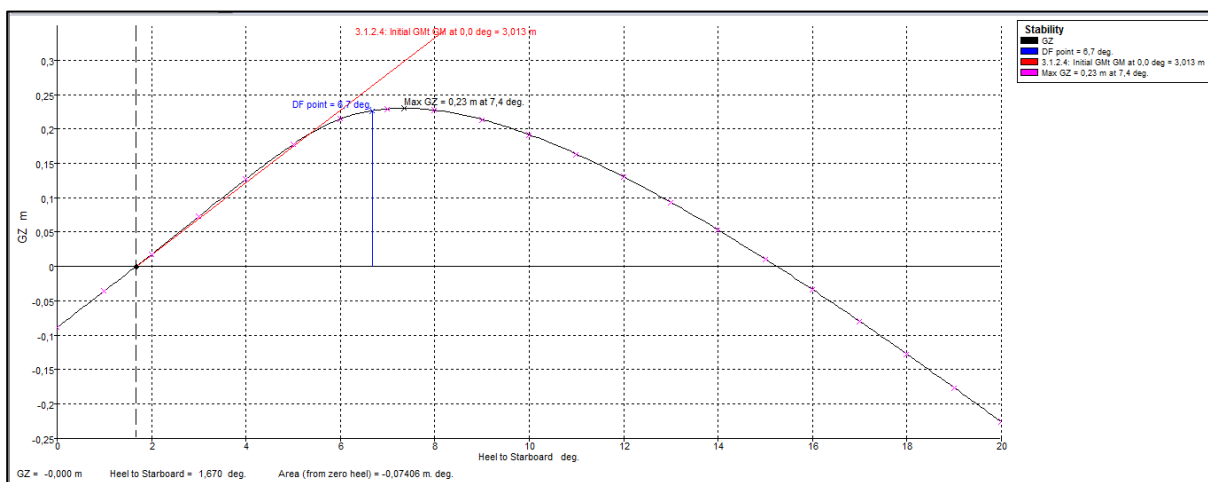
Untuk mengetahui stabilitas kapal pada saat berangkat, investigasi KNKT melakukan perhitungan dengan didasarkan pada penempatan kendaraan serta pengamatan terhadap kondisi kapal pada saat berangkat.

Pada sub-bab di atas disampaikan bahwa sarat kapal pada saat berangkat adalah 3.3 m. Perhitungan terhadap besaran nilai GM^3 pada saat kapal berangkat menunjukkan bahwa GM pada posisi positif dengan nilai 3 meter. Perhitungan terhadap kondisi heeling/kemiringan kapal menunjukkan pada saat berangkat kapal telah miring ke kiri sebesar 1.5 derajat. Hasil

³ Jarak antara titik berat kapal (Vertical Center of Gravity) terhadap metasentra (Metacentric Point)

uji simulasi stabilitas kapal menunjukkan bahwa stabilitas awak kapal tidak memenuhi kriteria stabilitas sesuai yang dipersyaratkan dalam *IMO Resolution A. 749 (18)*. Meskipun pada saat kapal berangkat posisi GM pada kondisi positif namun status stabilitas kapal yang sudah miring dan GZ awal yang sudah negatif dapat memunculkan resiko terjadinya kecelakaan.

Stabilitas keberangkatan kapal dalam kondisi dimaksud dinilai dapat meningkatkan resiko kecelakaan ketika kapal berlayar. Stabilitas kapal akan menjadi sangat rentan untuk dapat berubah ke kondisi negatif karena pola operasi kapal maupun pengaruh dari lingkungan laut (arus, gelombang atau angin). Selain itu, kondisi kapal yang sudah tidak tegak sempurna pada saat berangkat, dapat dikatakan tidak lagi ideal untuk dilayarkan.



Gambar II-1: Kurva GZ pada saat kapal berangkat

Berdasarkan grafik GZ di atas, momen pengembali (*righting moment*) tertinggi dicapai pada saat kemiringan kapal 7.4 derajat. Dengan kondisi keberangkatan seperti dimaksud, kemampuan stabilitas kapal menjadi turun pada saat sudut kemiringan kapal mencapai 15.5 derajat. Sesuai dengan standar ketentuan kriteria stabilitas kapal yang baik berdasarkan IMO Res 749 (18), kondisi tersebut dianggap tidak memenuhi atau kapal dapat dinyatakan stabilitas kurang baik.

Tabel II-1: Hasil analisis stabilitas awal kapal berdasarkan IMO Res 749

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	7,5	Fail	-69,86
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	3,013	Pass	+1908,67

Besar kemungkinan kondisi ini tidak disadari oleh awak kapal. Kondisi yang membahayakan ini sudah sepatutnya perlu dilakukan suatu tindakan perbaikan jika diketahui kondisi yang dapat meningkatkan resiko pelayaran. Perubahan tata letak kendaraan maupun perubahan komposisi kendaraan dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi stabilitas pada saat kapal berangkat.

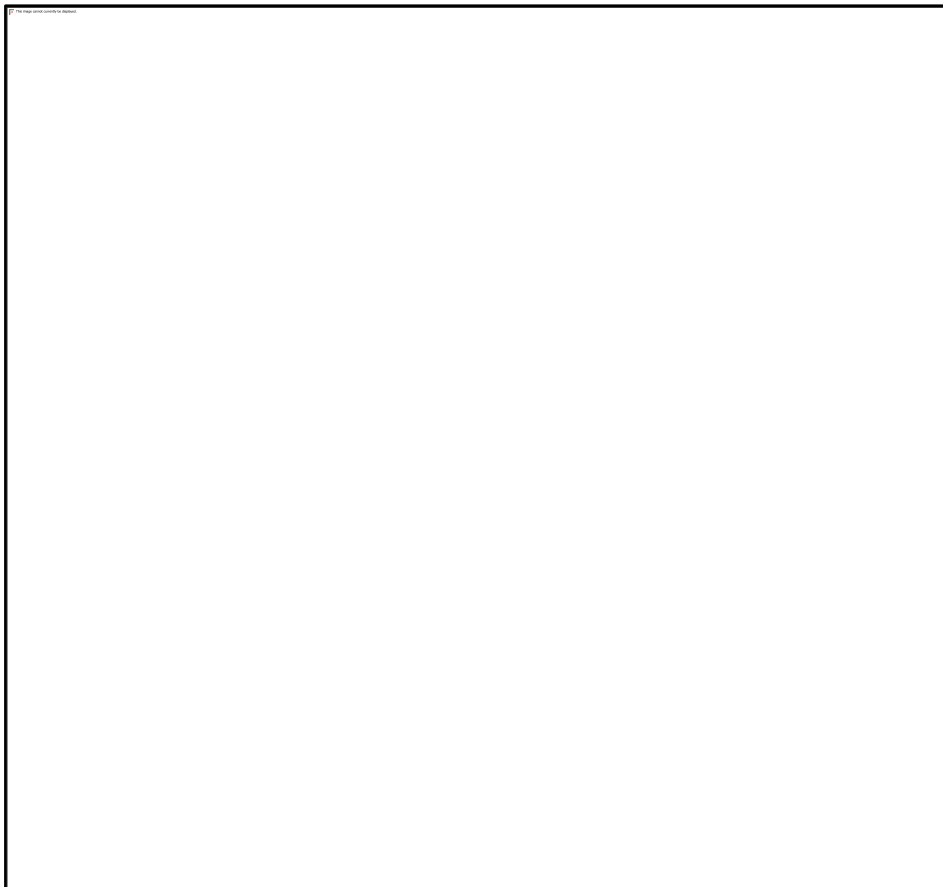
II.1.2. Analisis Stabilitas Kapal Pada Saat Kejadian

Analisis stabilitas *KMP. Rafelia 2* pada saat kejadian kecelakaan dibagi menjadi tiga tahap utama selain analisis stabilitas pada saat kapal berangkat yaitu:

- Tahap I: Stabilitas pada saat awal kemiringan
- Tahap II: Stabilitas pada saat haluan kapal berubah
- Tahap III: Stabilitas kapal pada saat pintu rampa haluan dibuka

Tahap I:

Tahap I merupakan kondisi dimana kapal mengalami kemiringan pada saat awal kapal keluar area pelabuhan. Dalam perjalanannya, Mualim I memerintahkan Juru Muat memeriksa kondisi geladak kendaraan. Awalnya Juru Muat menemukan adanya genangan air dalam jumlah yang relatif kecil. Hal ini juga dikuatkan dengan pernyataan dari saksi penumpang tentang keberadaan air di geladak kendaraan. Kondisi demikian merupakan akibat dari kondisi awal kapal yang telah dalam kondisi stabilitas yang kurang baik.

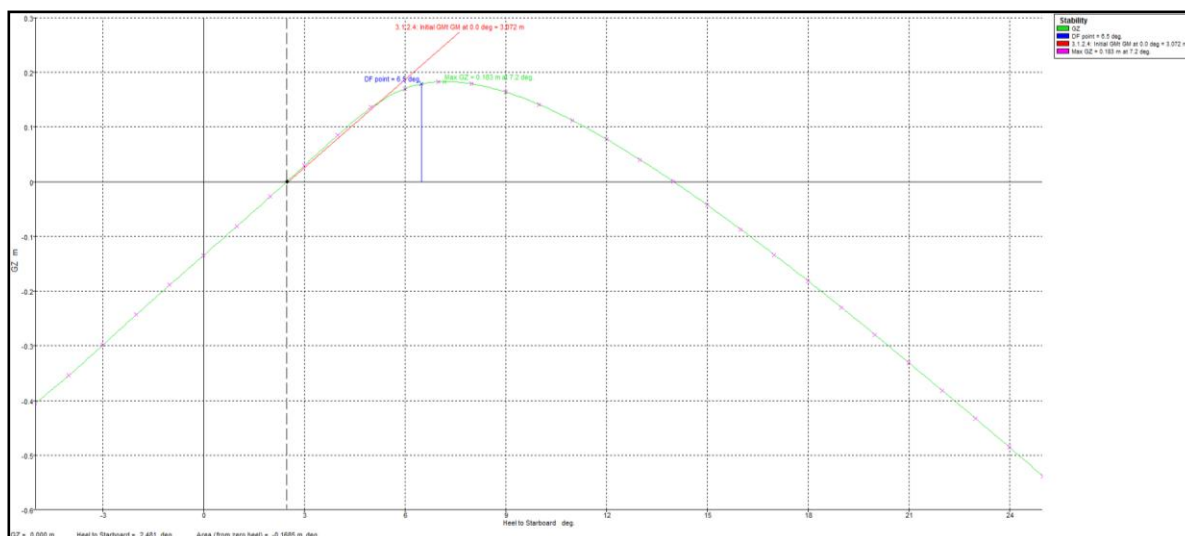


Gambar II-2: Rekonstruksi kemiringan awal kapal

Dari pengamatan terhadap proses pergerakan kapal sebelum tenggelam, kemiringan kapal pada saat awal kejadian terlihat masih dalam laju kemiringan masih cukup kecil atau kemiringan terjadi secara perlahan. Pada tahap I ini diperkirakan terjadi penambahan beban di kapal secara bertahap. Berdasarkan keterangan awak kapal pada saat diperintahkan untuk melakukan pengamatan di geladak kendaraan, diperkirakan kemiringan kapal sekitar 5

derajat. Dari perhitungan stabilitas kapal, diperlukan berat beban sekitar 10 ton air untuk menyebabkan kemiringan hingga kondisi dimaksud.

Besaran nilai GZ semakin berkurang karena adanya penambahan berat displasemen. Pada kondisi ini kapal tidak dapat lagi mendapatkan energi yang cukup untuk kembali tegak ke posisi semula akibat adanya penambahan beban.



Gambar II-3: Kurva GZ pada saat kapal mengalami kemiringan awal akibat masuknya air laut

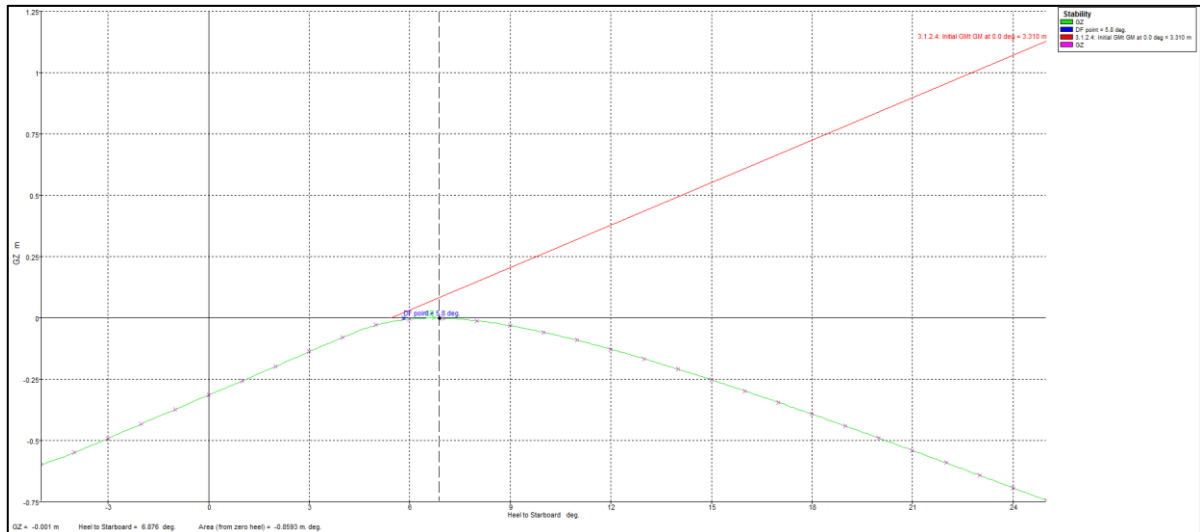
Pada saat kapal berlayar penambahan beban hanya dimungkinkan berasal dari masuknya air laut ke dalam ruangan kapal. Dari hasil penyelaman kapal pada saat investigasi tidak ditemukan adanya kebocoran atau kerusakan pada kompartemen maupun pada lambung kapal.

Namun demikian, pengamatan terhadap kondisi keberangkatan kapal menunjukkan adanya potensi masuknya air dari pintu rampa haluan kapal. Masuknya air laut ini selanjutnya berakumulasi secara bertahap dalam jumlah yang signifikan. Air laut diperkirakan masuk dan terus berkumpul di geladak kendaraan. Seiring dengan bertambahnya air laut, kemiringan kapal menjadi semakin besar sehingga volume air yang masuk juga bertambah. Hal ini sesuai dengan pernyataan saksi juru muat yang diperintahkan untuk memeriksa kondisi geladak kendaraan.

Tahap II:

Tahap II merupakan situasi dimana kapal diputuskan untuk dibelokkan ke kiri. Pengamatan terhadap video kecelakaan pada saat kapal berbelok kemiringan kapal terlihat mencapai sekitar 15 derajat.

Dari perhitungan stabilitas kapal, diketahui bahwa diperlukan penambahan beban sekitar 55 ton untuk dapat menyebabkan kapal miring hingga 15 derajat ke kiri. Pada kondisi ini stabilitas kapal menunjukkan GM yang sudah positif namun dengan lengan pengembali yang sangat kecil sehingga kapal tidak dapat lagi kembali tegak ke posisi semula sehingga kemiringan kapal masih terus berlanjut.



Gambar II-4: Kurva GZ Stabilitas kapal pada saat terjadi penambahan air sebanyak 55 ton air di geladak kendaraan dan mengakibatkan kapal miring hingga 15 derajat ke kiri.

Kemiringan kapal terus bertambah akibat air yang terus masuk ke dalam gelada kendaraan. Pada 26 November 2015, dilakukan uji coba sandar dan olah gerak yang diawasi oleh petugas Direktorat Jenderal Perhubungan Darat dalam rangka penerimaan kapal di lintas penyeberangan Ketapang Gilimanuk. Pada saat uji manuver kapal diketahui kapal mengalami kemiringan antara 1-2 derajat pada saat kemudi cikar kiri. Dengan demikian, olah gerak kapal semakin menambah kemiringan kapal. Laju kemiringan kapal diketahui masih rendah.

Tahap III:

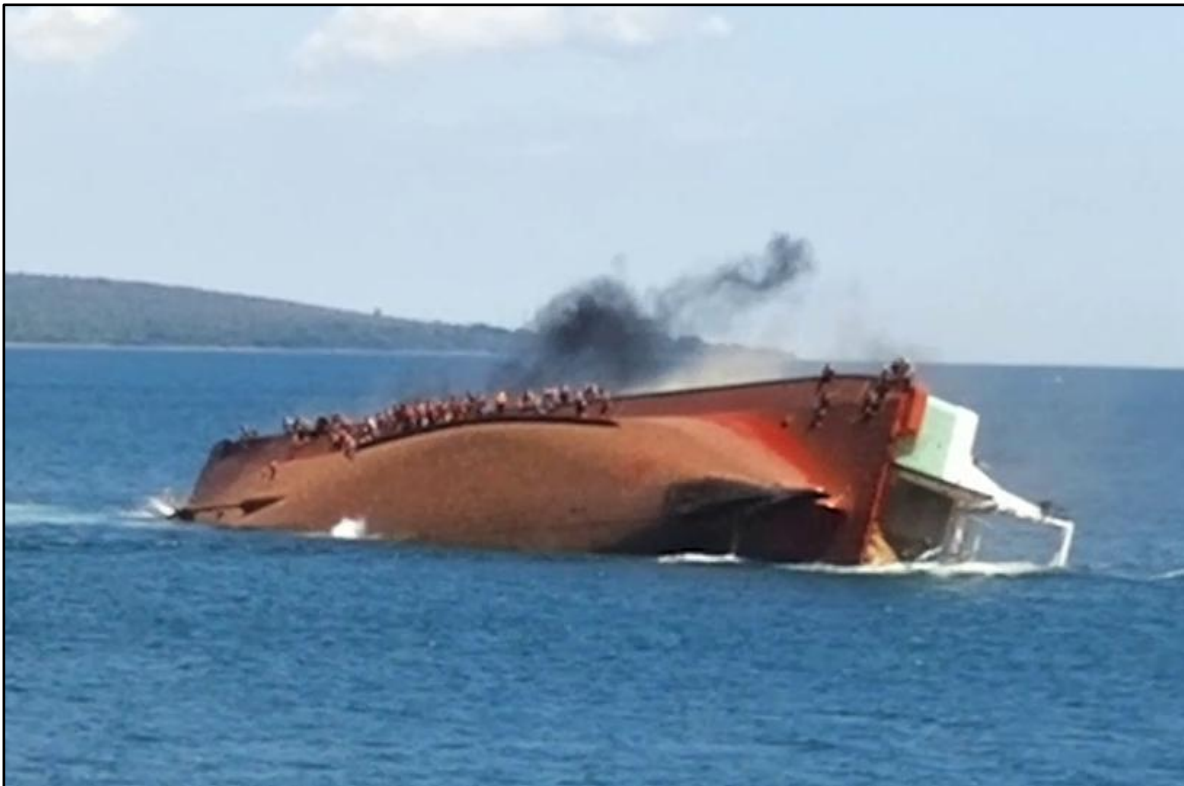
Pada tahap III, analisis dilakukan untuk mengetahui performa stabilitas kapal pada saat pintu rampa haluan di buka. Pintu rampa haluan diperintahkan untuk dibuka setelah haluan kapal dibelokkan ke kiri. Pintu rampa haluan digerakkan secara perlahan dengan membuka kunci stopper dan selanjutnya diturunkan.



Gambar II-5: Pintu Rampa haluan yang masih terpasang (kiri) dan ketika terlepas (kanan)

Pada saat pintu rampa haluan mencapai ketinggian rata-rata air, ujung kiri rampa haluan mulai menyentuh air hingga akhirnya sebagian besar bagian rampa haluan tercelup. Pada kondisi ini terjadi kenaikan beban pada pintu rampa akibat kecepatan kapal dengan air laut yang kemudian mengakibatkan terlepasnya pintu rampa haluan dari engselnya. Selain itu, timbul tahanan tambahan pada badan kapal sehingga menurunkan laju kecepatan kapal. Pada saat pintu rampa terendam air, fluida yang mengalir ke lambung kapal mendapatkan tahanan dari adanya luasan penampang pintu rampa haluan. Air laut tidak lagi mengalir secara bebas ke bentuk badan kapal yang streamline namun tertahan di luasan pintu rampa yang terendam di air. Gaya yang timbul pada pintu rampa selanjutnya juga mengakibatkan gaya tambahan pada engsel pintu rampa haluan. Besar gaya yang timbul melebihi kemampuan engsel untuk menahan beban akibat air laut sehingga mengakibatkan patahnya engsel dan selanjutnya pintu rampa terlepas. Pada saat pintu rampa terlepas, kemiringan kapal mencapai 30 derajat dan terus bertambah.

Dengan dibukanya pintu rampa haluan, air laut tidak lagi terbendung untuk menggenangi geladak kendaraan. Stabilitas kapal semakin memburuk sehingga mengakibatkan kenaikan laju kemiringan kapal. Pengamatan terhadap laju kemiringan kapal menunjukkan dibutuhkan waktu sekitar 80 detik dari terlepasnya pintu rampa haluan hingga kapal mengalami kemiringan 90 derajat.



Gambar II-6: posisi kemiringan kapal lebih dari 90 derajat

Memburuknya stabilitas kapal pada tahap III ini tidak hanya diakibatkan karena masuknya air ke dalam geladak kendaraan tapi juga diikuti dengan terjadinya pergeseran muatan kendaraan. Perhitungan terhadap kemungkinan pergeseran kendaraan yang tidak dilasing, menunjukkan adanya tendensi muatan mulai bergeser pada saat kemiringan kapal mencapai antara 30-40 derajat. Akibat adanya pergeseran muatan ini, laju kemiringan kapal menjadi semakin cepat. Pergeseran kendaraan mengakibatkan titik G kapal tidak lagi berada di

tengah kapal (centre line) dan berpindah ke arah pergeseran muatan. Simulasi terhadap kemiringan kapal menunjukkan bahwa pada saat kemiringan kapal mencapai 40 derajat air tidak hanya masuk dari pintu rampa haluan namun juga masuk melalui bukaan yang ada di dinding samping kapal.

Pada saat kemiringan kapal mencapai 90 derajat, kapal sudah tidak memiliki daya apung karena bentuk bawah air tidak mempunyai gaya angkat (*bouyancy*) yang cukup untuk menahan berat kapal. Selanjutnya kapal terus terbalik dan kapal tenggelam sepenuhnya.

Berdasarkan hasil analisis stabilitas kapal di atas, dapat disimpulkan bahwa kondisi kapal ketika berangkat sudah tidak dalam kondisi yang cukup baik akibat dari kondisi pemuatan diikuti adanya penambahan. Selanjutnya masuknya air secara terus menerus mengakibatkan stabilitas kapal terus memburuk. Pada saat kemiringan mencapai lebih dari 30 derajat, terjadi pergeseran titik berat kapal yang berasal dari bergesernya kendaraan dan komponen berat kapal yang lain.

II.1.3. Penyebab air masuk dan tertahan di Geladak Kendaraan

Secara teknis, masuknya air laut ke dalam geladak atau ruangan dianggap sebagai beban tambahan yang perlu ditangani secepatnya sehingga stabilitas kapal tidak terganggu. Masuknya air di geladak kendaraan perlu untuk segera ditangani dengan diarahkan ke luar kapal. Mekanisme pembuangan air di geladak kendaraan ini dapat berupa lubang kemarau (*scupper*) dan lubang pembebasan (*freeing port*).

Pada pemeriksaan terhadap rekaman kamera pada saat keberangkatan kapal diketahui bahwa kapal bergerak dengan kondisi haluan kapal yang relatif cukup dekat dengan rata-rata air laut. Pada saat kapal selesai pemuatan, jarak ujung haluan geladak kendaraan terhadap permukaan air menunjukkan sekitar 30 cm. Pada saat kapal bergerak, tercelupnya bagian haluan kapal ini menimbulkan kondisi yang disebut gelombang haluan (*bow wave*).

Fenomena *bow wave* merupakan kondisi dimana terjadi kenaikan gelombang pada bagian haluan kapal akibat dari pergerakan relatif air laut terhadap bentuk haluan kapal. Terbentuknya *bow wave* merupakan fungsi dari kecepatan kapal, sarat, gelombang permukaan, kedalaman perairan dan bentuk dari haluan. Bentuk haluan kapal didesain sedemikian rupa untuk dapat membelah gelombang haluan, menurunkan tinggi *bow wave* dan meningkatkan efisiensi lambung. Distribusi gelombang pada saat kapal bergerak tidak hanya ke arah horizontal atau ke arah samping namun juga terdistribusi ke atas. Pergerakan gelombang haluan secara vertikal juga merupakan fungsi dari kecepatan kapal. Semakin tinggi kecepatan kapal, ketinggian gelombang haluan cenderung meningkat. Faktor lain yang turut berpengaruh terhadap terjadinya *bow wave* adalah kondisi perairan dimana kapal berlayar. Gelombang (wave) maupun alun (swell) di laut dapat meningkatkan bentuk *bow wave* pada saat mengenai haluan kapal.

Pada rekaman pergerakan kapal saat berangkat dari Pelabuhan Gilimanuk terlihat gelombang haluan muncul dengan tinggi melewati celah di pintu rampa haluan. Pada saat itu kapal bergerak dengan kecepatan rata-rata 6 knot dan perairan cenderung terpantau lebih tenang.



Gambar II-7: lingkaran merah terbentuknya gelombang haluan di KMP. *Rafelia 2*

Bukti adanya bow wave terlihat pada saat kapal dioperasikan pada kapal beroperasi di perairan Jepang dan Filipina. Pada Gambar II-7 terlihat gelombang haluan sudah mencapai pintu rampa haluan. Bow wave kapal yang naik hingga ke bidang pintu rampa haluan tidak sampai masuk ke dalam ruang muat. Hal ini dikarenakan posisi pintu rampa haluan yang tertutup rapat pada saat kapal berlayar.

Pada kecelakaan tenggelamnya KMP. *Rafelia 2* terjadi, pintu rampa haluan terlihat tidak tertutup rapat dengan kemiringan terhadap permukaan air laut sekitar 20 Derajat. Dengan kondisi demikian, terdapat celah lebar yang terbentuk antara sudut kemiringan pintu rampa terhadap dinding rangka pintu rampa. Celah inilah yang selanjutnya sebagai akses masuknya air ke dalam kapal. Masuknya air melalui pintu rampa haluan ini juga disaksikan oleh beberapa awak kapal dan penumpang.

Secara teknis, masuknya air laut ke dalam geladak atau ruangan dianggap sebagai beban tambahan yang perlu ditangani secepatnya sehingga stabilitas kapal tidak terganggu. Akumulasi air yang berlebihan dapat menambah berat badan kapal dan menurunkan stabilitas kapal secara cepat. Masuknya air di geladak kendaraan perlu untuk segera ditangani dengan diarahkan ke luar kapal. Mekanisme pembuangan air di geladak kendaraan ini dapat berupa lubang kemarau (*scupper*) dan lubang pembebasan (*freeing port*). Sebagaimana disebutkan dalam bab sebelumnya, KMP. *Rafelia 2* memiliki beberapa lubang kemarau yang ada di geladak kendaraan. Besar kemungkinan kapasitas buang lubang kemarau yang ada tidak cukup untuk melepaskan volume air yang masuk ke geladak kendaraan sehingga air laut menjadi berakumulasi di geladak kendaraan.

Berdasarkan perhitungan stabilitas kapal masuknya air laut ke dalam geladak kendaraan merupakan faktor awal berkurangnya stabilitas kapal. Masuknya air laut dimaksud besar kemungkinan tidak langsung terbuang ke luar kapal pada saat masuk ke geladak kendaraan. Beberapa kondisi yang dapat menyebabkan terhambatnya air laut keluar dari geladak kendaraan adalah:

- Jumlah air yang masuk lebih banyak dibandingkan kemampuan lubang kemarau membebaskan air dari geladak
- Kapasitas buang lubang kemarau tidak sebanding dengan volume air yang masuk ke dalam geladak kendaraan
- Posisi buangan lubang kemarau di lambung kapal terendam air akibat kenaikan sarat kapal sehingga menghambat kelancaran proses pembuangan air laut yang masuk ke geladak kendaraan.

Kondisi dimana terjadi gelombang haluan dan kurang lancarnya pembuangan di atas merupakan aspek dari operasional kapal yang perlu diperhatikan untuk menjaga stabilitas kapal selama beroperasi.

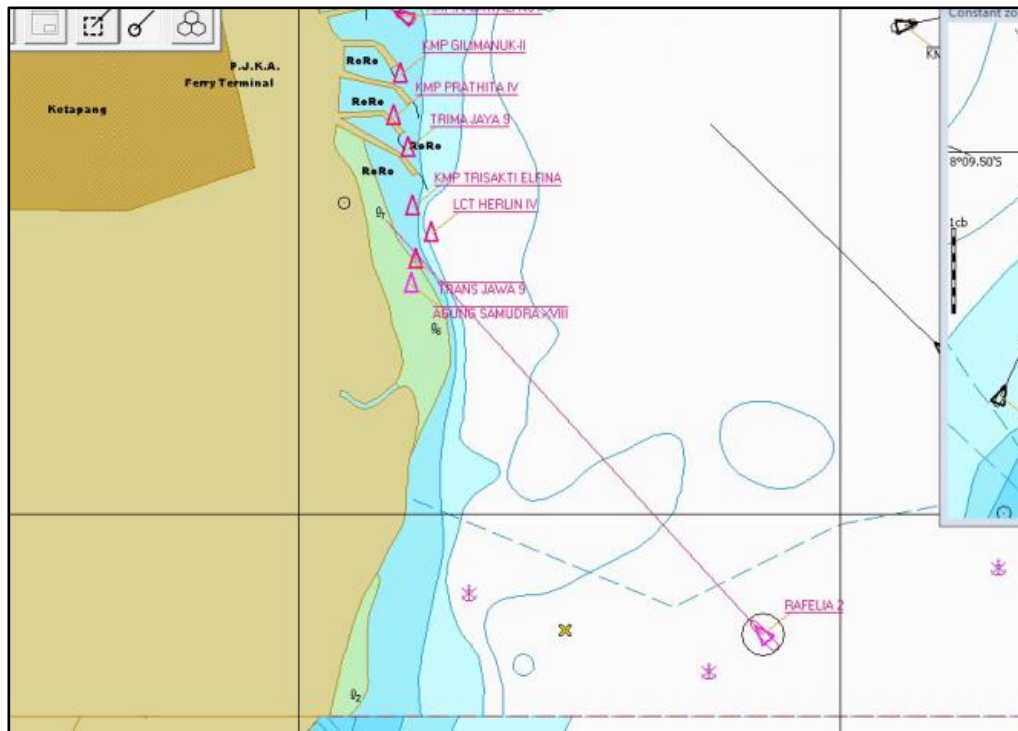
II.2. PENANGANAN KONDISI DARURAT DI ATAS KAPAL

II.2.1. Pengendalian kondisi kemiringan kapal

Pada saat terjadi gangguan stabilitas kapal atau kapal mengalami kemiringan, sudah seyogyanya dilakukan tindakan perbaikan atau pengendalian stabilitas kapal. Perubahan terhadap tata letak komponen berat kapal utamanya pengaturan tangki ballast merupakan pilihan utama dalam memperbaiki kemiringan kapal. Selain itu, jika ada pengaruh dari faktor olah gerak kapal maka pengaturan kecepatan dan haluan dapat juga dilakukan untuk memperkecil kerusakan dan memberikan kesempatan kepada awak kapal untuk mengambil tindakan perbaikan.

Kemiringan *KMP. Rafelia 2* diketahui pada saat kapal relatif baru dalam awal Pelayaran. Kondisi demikian diketahui oleh seluruh awak kapal dan juga penumpang. Berdasarkan pengumpulan keterangan dari para saksi awak kapal, tidak ada tindakan atau usaha yang diambil untuk memposisikan kapal kembali tegak. Pada saat kapal terus bergerak dalam kondisi miring, laju air terus bertambah. Kurangnya analisis terhadap perubahan kondisi kapal menyebabkan tidak adanya perintah yang tepat untuk segera melakukan antisipasi terhadap kemiringan kapal. Pada kenyataannya kemiringan kapal terus berlanjut hingga akhirnya kapal tenggelam.

II.2.2. Perubahan haluan kapal sebelum kecelakaan



Gambar II-8: rekaman data AIS yang menunjukkan posisi kapal-kapal di dermaga LCM pada saat KMP. Rafelia 2 bergerak menuju dermaga LCM sebelum kecelakaan terjadi.

Setelah melakukan komunikasi dengan pihak STC Dermaga LCM Ketapang, Operator STC Ketapang memerintahkan kapal untuk dikandaskan ke pantai terdekat. Kemudian Kapal selanjutnya diarahkan cekar kiri dengan tujuan mencapai daratan terdekat. Pengamatan terhadap rekaman kejadian menunjukkan kapal pada kondisi miring sekitar 15 derajat.

Keputusan untuk membelokkan kapal dinilai sudah tepat dengan tujuan untuk dapat menyelamatkan kapal. Pada posisi dimaksud, jarak kapal dengan dermaga LCM sekitar 0,4 NM yang jika dibandingkan dengan jarak dengan pantai terdekat adalah sekitar 0,25 NM. Pada saat yang bersamaan, dermaga LCM Ketapang sedang disandari oleh 4 kapal. Akan perlu waktu yang lebih lama untuk memindahkan kapal dengan kondisi KMP. Rafelia 2 yang sudah dalam keadaan darurat. Perhitungan terhadap pergerakan kapal menunjukkan bahwa jika kapal bergerak dengan kecepatan pada saat itu, akan dibutuhkan waktu sekitar 4 menit. Selain itu, akan ada resiko tubrukan dengan kapal-kapal yang ada di dermaga LCM jika KMP. Rafelia 2 tetap mempertahankan haluannya.

II.2.3. Perintah Untuk Membuka Pintu Rampa

Sebelum haluan kapal bergerak ke kiri menuju ke pantai terdekat, Mualim I memerintahkan awak kapal untuk berjaga di haluan kapal dan area operasi pintu rampa. Selanjutnya, Mualim I memerintahkan beberapa awak kapal yang telah bersiap di area haluan untuk bersiap membuka pintu rampa dengan mengendurkan kawat penahan dan melepas kunci stopper. Pada kenyataannya, pada saat pintu rampa haluan sudah mencapai air, terjadi kondisi yang secara teknis memperburuk kemiringan kapal seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

KNKT tidak dapat menemukan informasi yang jelas untuk dapat menjelaskan dasar pertimbangan Mualim I memerintahkan untuk membuka pintu rampa haluan.

II.2.4. Persiapan Penanganan Kondisi Darurat di Kapal

Pada saat kapal mengalami kemiringan yang signifikan, para penumpang bergerak secara sendiri-sendiri untuk menyelamatkan diri. Penumpang menemukan jaket penolong dengan mudah meski ada beberapa penumpang yang tidak sempat mengenaannya sebelum meloloskan diri ke laut.

Aturan tentang drill di kapal penumpang ditentukan dalam *SOLAS Chapter III regulation 30* yang selanjutnya dituangkan dalam ketentuan ISM Code untuk menjadi ketentuan yang ditetapkan dalam prosedur keselamatan kapal. Pelaksanaan drill keselamatan dan interval drill tergantung pada jenis kapal. Khususnya pada kapal penumpang, pelatihan drill keselamatan dilaksanakan dengan interval waktu yang lebih padat. Sesuai dengan SOLAS pelatihan *abandon ship*, penanganan kebakaran dan orang jatuh ke laut perlu dilaksanakan setiap minggu untuk kapal penumpang. Pelatihan wajib diikuti oleh awak kapal terkait dan dicatat sebagai data pelaksanaan kegiatan. *Safety drill* merupakan upaya untuk meningkatkan kesiapan dan kesigapan awak kapal untuk menghadapi keadaan darurat.

Selain meningkatkan kemampuan awak kapal dalam menangani keadaan darurat, penumpang perlu juga diberikan pemahaman secara benar tentang tindakan yang dilakukan ketika terjadi keadaan darurat. Prosedur keselamatan di kapal dapat disampaikan melalui berbagai macam media, seperti halnya petunjuk-petunjuk keselamatan, poster evakuasi maupun penyampaian secara verbal melalui public addressor kapal atau media lain yang dinilai efektif untuk dapat menyampaikan informasi tentang keselamatan.

Sejak awak kapal yang bergabung dengan *KMP. Rafelia 2* di bulan Januari 2016, investigasi KNKT menemukan bahwa pelaksanaan *safety drill* belum pernah dilakukan. Hal ini menunjukkan kurangnya penerapan ISM Code dan pengawasan terhadap kinerja awak kapal yang kemudian berimbas pada kurangnya kesigapan awak kapal pada saat terjadi kecelakaan.

II.2.5. Implementasi manajemen keselamatan kapal

Kapanpun insiden serius atau kejadian berbahaya itu terjadi di atas kapal secara tidak terduga, dapat digolongkan sebagai suatu keadaan darurat. Salah satu faktor yang sangat penting dalam menghadapi situasi darurat adalah adanya suatu rencana tanggap darurat. Ini merupakan suatu aturan umum yang berlaku di segala situasi apakah kapal berada di tengah laut ataupun di dalam area pelabuhan yang ramai.

Kesiapan menghadapi keadaan darurat merupakan suatu pendekatan menyeluruh oleh pihak perusahaan yang kemudian diterapkan ke kapal. Kesiapan mencakup sewaktu kapal beroperasi dengan normal dalam rutinitasnya, ataupun ketika kapal mengalami suatu keadaan yang menyebabkan operasinal kapal menjadi terganggu.

Dalam *ISM Code* bab 8 tentang kesiapan menghadapi keadaan darurat, menyatakan bahwa perusahaan harus mengidentifikasi situasi darurat yang potensial di atas kapal dan menetapkan prosedur untuk merespon situasi darurat tersebut. Perusahaan harus menyusun program buat mengadakan latihan dan pelatihan untuk kesiapan tindakan darurat. SMK harus menyiapkan tindakan yang menjamin bahwa organisasi perusahaan

dapat bereaksi setiap saat terhadap situasi bahaya, kecelakaan dan situasi darurat yang terjadi pada armada kapalnya.

Menurut konvensi STCW⁴ 78/95 setiap awak kapal diwajibkan untuk memiliki sertifikat keahlian dan kecakapan mengenai tindakan keselamatan sewaktu bekerja di atas kapal. Disamping itu, konvensi SOLAS 74/78 menetapkan selang waktu dan latihan-latihan yang harus di lakukan diatas kapal.

Perusahaan pelayaran PT. Dharma Bahari Utama telah memiliki Dokumen Penyesuaian Manajemen Keselamatan (DOC) yang diterbitkan pada tanggal 13 Maret 2012, and *KMP. Rafelia 2* juga telah mempunyai Sertifikat Manajemen Keselamatan (SMC) yang diterbitkan pada tanggal 28 Maret 2013. Kondisi demikian menunjukkan bahwa SMK perusahaan dan SMK kapal telah diaudit dan memenuhi ketentuan Kode Manajemen Internasional untuk keselamatan pengoperasian kapal dan pencegahan pencemaran (ISM Code).

Investigasi KNKT menunjukkan bahwa penerapan SMK tidak berjalan sebagaimana mestinya, seperti: pihak perusahaan tidak dapat menunjukkan DPA yang disetujui oleh administrator pada saat kecelakaan terjadi dan tidak adanya keterlibatan yang bersangkutan dalam penanganannya. Selain tidak terdapatnya bukti bahwa perusahaan telah melaksanakan audit internal pada kapalnya, Investigasi KNKT tidak menemukan catatan yang menunjukkan bahwa telah dilakukan latihan dan pelatihan di atas kapal.

Pengawasan terhadap implementasi ISM Code perlu untuk dilakukan secara konsisten mengacu pada ketentuan-ketentuan yang ada. Proses audit perlu dilaksanakan secara berkala dengan memperhatikan kesesuaian seluruh aspek yang tercantum dalam ISM Code. Petugas Auditor juga wajib untuk menjaga konsistensinya dalam melakukan pemeriksaan.

II.3. POLA OPERASI KAPAL DI DERMAGA LCM

II.3.1. Proses Identifikasi Terhadap Kendaraan dan Muatannya

Identifikasi terhadap muatan diperlukan oleh petugas Syahbandar setempat dan Awak Kapal untuk menentukan penanganan lebih lanjut. Identifikasi kendaraan dan muatannya dapat mencakup berat kendaraan, jenis muatan, metode pengepakan atau juga bentuk dari kendaraan tersebut. Data muatan berupa berat dan jenis muatan diperlukan Awak Kapal untuk melakukan perhitungan serta menjaga stabilitas kapal sejak pemuatan hingga pembongkaran kendaraan. Sedangkan data angkutan B3 diperlukan petugas Syahbandar setempat untuk menentukan apakah suatu muatan dapat dimuat bersama dengan muatan lainnya dengan pengamanan khusus atau, jika dipandang perlu, harus dimuat sendirian di atas kapal.

Seperti halnya yang disebutkan dalam ketentuan angkutan B3, setiap kapal wajib memenuhi persyaratan tertentu sehingga dapat diberikan ijin untuk mengangkut B3 baik itu yang dimuat dalam kondisi curah maupun melalui angkutan kendaraan.

Dalam pengamatan terhadap proses keberangkatan di dermaga LCM lintas penyeberangan Ketapang Gilimanuk KNKT menemukan bahwa pihak operator kendaraan tidak menyampaikan informasi berat kepada pihak kapal. Meskipun terdapat fasilitas jembatan

⁴ Standard for training, certification and watchkeeping for seafarers

timbang di Pelabuhan Gilimanuk dan dilakukan penimbangan terhadap berat kendaraan, namun informasi yang ada tidak sampai ke petugas pemberangkat kapal atau awak kapal terkait.

Dengan tidak adanya informasi berat dan jenis muatan yang akurat, akan dapat menimbulkan ketidakpastian kondisi stabilitas kapal. Berdasarkan keterangan dari petugas pengatur kendaraan di kapal, pengaturan kendaraan di kapal akhirnya didasarkan pada asumsi tentang berat kendaraan yang diketahui berdasarkan kebiasaan setiap proses bongkar muat. Identifikasi terhadap berat kendaraan didasarkan pada tampilan visual terhadap bentuk, jenis dan ukuran panjang kendaraan. Awak kapal yang terlibat dalam kegiatan penataan muatan membuat kesepakatan tentang berat rata-rata terhadap masing-masing klasifikasi kendaraan. Pada tenggelamnya *KMP. Rafelia 2*, tidak adanya informasi tentang berat kendaraan turut berkontribusi terhadap kurangnya kewaspadaan awak kapal pada saat pengaturan kendaraan.

Disamping tidak adanya informasi berat kendaraan yang akurat, masuknya muatan yang diangkut di atas kendaraan tidak dilengkapi dengan informasi tentang jenis muatan. Terkait dengan adanya temuan truk dengan angkutan limbah B3, KNKT tidak menemukan adanya perjanjian tertulis antara pemilik muatan dengan operator kapal seperti yang dipersyaratkan dalam ketentuan angkutan B3. Selain itu, KNKT juga tidak menemukan adanya pengajuan angkutan B3 dari pihak operator kapal kepada syahbandar setempat.

Sebagaimana telah dijelaskan dalam Bab I tentang prosedur pemuatan kendaraan ke kapal penyeberangan, telah secara jelas ditentukan alur yang harus diikuti oleh setiap operator angkutan kendaraan yang akan menggunakan angkutan penyeberangan. Namun demikian dengan kondisi seperti tersebut di atas, perlu konsistensi dalam penerapan aturan yang berkaitan dengan mekanisme atau prosedur yang mewajibkan angkutan kendaraan untuk melaporkan berat kendaraan yang akurat serta jenis muatan, kondisi maupun informasi terkait lainnya ke pihak pengangkut. Selain penerapan prosedur pelaporan kondisi angkutan kendaraan dimaksud, diperlukan pula kesadaran dari pihak angkutan kendaraan baik pengemudi maupun perusahaan angkutan.

II.3.2. Pola Pemuatan Kendaraan Ke Kapal

Pola pemuatan yang benar harus dilakukan sesuai dengan peruntukan dan konsep desain awal kapal. Kapal pada umumnya didesain untuk memuat dengan kapasitas tertentu karena terkait dengan kekuatan konstruksi, stabilitas, faktor operasional dan lain-lain. Secara khusus, pola pemuatan kendaraan ke atas kapal penyeberangan telah di atur dengan SK. Direktur Jenderal Perhubungan Darat No 242 tahun 2010 tentang Pedoman Teknis Manajemen Lalu Lintas Penyeberangan.

Berdasarkan pengamatan terhadap proses pemuatan *KMP. Rafelia 2*, pola pemuatan didasarkan pada pemenuhan ruangan bukan didasarkan pada kemampuan kapal untuk membawa muatan yang dilihat dari indikator sarat kapal. Dengan memanfaatkan waktu yang ada dan terindikasi sebagai tuntutan ekonomi untuk mendapatkan angkutan yang maksimal, kapal diupayakan untuk dapat mengangkut kendaraan sampai dengan terpenuhinya ruangan geladak kendaraan. Sebagaimana telah disampaikan sebelumnya, hasil perhitungan terhadap stabilitas kapal menunjukkan adanya kenaikan sarat kapal melewati tanda lambung timbulnya sehingga terjadi konsekuensi lain yang menurunkan stabilitas kapal (penurunan sarat haluan dan posisi GM yang minim).

Selain permasalahan berat kendaraan tersebut di atas, KNKT juga menemukan adanya permasalahan dalam penempatan kendaraan di atas kapal. Berdasarkan keterangan awak kapal yang terlibat dalam penataan kendaraan serta pengamatan terhadap rekaman kamera pengawas dermaga LCM Gilimanuk, akibat dari pemuatan dimaksud, jarak antar kendaraan menjadi amat sempit. Ditinjau dari aspek keselamatan, kondisi demikian sangat tidak diharapkan. Sebagaimana disebutkan dalam sub-bab di atas, pintu rampa merupakan satu-satunya akses bagi pemuatan baik penumpang pejalan kaki maupun kendaraan. Akses yang terbatas akan dapat mengakibatkan terhambatnya proses evakuasi jika terjadi kondisi darurat.

Pemeriksaan terhadap dokumen keberangkatan kapal, menunjukkan adanya kekurangan terutama dalam pengisian data sarat kapal dan hasil perhitungan stabilitas. Investigasi KNKT menemukan bahwa pada saat kendaraan terakhir masuk ke dalam kapal dan proses pemuatan selesai dilakukan, kapal segera berangkat. Tidak terlihat adanya kegiatan pengawasan seperti halnya pemantauan terhadap sarat kapal atau pengawasan terhadap kemiringan kapal. Hal demikian menunjukkan adanya unsur ketergesa-gesaan pada saat berangkat yang ditunjukkan dengan tidak lengkapnya data keberangkatan kapal. Dari keterangan para awak kapal, alokasi waktu sandar selama 30 menit sepenuhnya digunakan untuk proses pemuatan. Informasi sarat kapal setelah pemuatan merupakan indikator awal terhadap kondisi stabilitas kapal. selain itu, posisi kemiringan kapal juga dapat dijadikan referensi dalam menentukan apakah kapal siap diberangkatkan atau diperlukan pemeriksaan dan perhitungan ulang. Aspek rutinitas operasional diketahui turut menjadi faktor yang turut berperan dalam tidak dilakukannya pengawasan keberangkatan secara menyeluruh.

II.3.3. Pola Manifest Penumpang

Pada saat kapal selesai melakukan pemuatan, penumpang pejalan kaki tercatat ada 6 orang. Kondisi dimaksud bertolak belakang dibandingkan dengan hasil operasi SAR yang menunjukkan 82 pelayar yang merupakan jumlah keseluruhan antara awak kapal dan penumpang. Dengan melihat jumlah awak kapal termasuk kadet dan penumpang pejalan kaki masih terdapat 56 orang pelayar yang tidak masuk dalam kategori penumpang atau awak kapal.

Dalam operasi pelayaran kapal penumpang, secara garis besar terdapat dua kategori utama pelayar di atas kapal yaitu awak kapal dan penumpang. Jumlah pelayar yang sebenarnya perlu diketahui dengan tepat terkait dengan faktor keselamatan kapal. Kapal direncanakan untuk dilengkapi dengan peralatan keselamatan sesuai dengan kapasitas jumlah penumpang maksimum yang diperbolehkan. Ditinjau dari operasi SAR pada saat kapal berangkat, jumlah korban yang tepat akan membantu dalam koordinasi pelaksanaan upaya pencarian dan penyelamatan.

Jumlah pelayar secara tepat di kapal tidak dapat diketahui melalui system manifest penumpang yang berlaku di angkutan kapal penyeberangan. Penumpang di atas kendaraan tidak dihitung dalam manifest penumpang. Awak kapal melakukan perhitungan jumlah penumpang dengan asumsi bahwa dalam satu muatan truk terdapat 2 orang yang terdiri dari supir dan kenek. Sistem ini tidak cukup untuk mengetahui jumlah orang yang menggunakan kendaraan pribadi ataupun angkutan penumpang umum seperti halnya bis. Dalam pola angkutan kendaraan, sopir beserta kenek maupun penumpang yang lain akan masuk secara bersamaan ke dalam kapal dengan kendaraannya. Sedangkan identifikasi

terhadap penumpang pejalan kaki relatif lebih mudah karena tiket yang digunakan serta akses ke kapal.

Untuk itu, perlu dilakukan perubahan terhadap pola penyusunan manifest penumpang sehingga jumlah pelayar di atas kapal dapat ditentukan dengan tepat.

II.4. PERSIAPAN DAN PEMERIKSAAN KEBERANGKATAN KAPAL

II.4.1. Persiapan dan Pemeriksaan Awak Kapal terhadap kondisi kapal pada saat berangkat

Sebagai bagian dari operasi pelayaran yang aman, seluruh kondisi teknis kapal perlu untuk diketahui dan diperhitungkan secara cermat. Sarat kapal, stabilitas, kondisi pemuatan, *consumable* kapal dan kecukupan serta kesiapan awak kapal merupakan beberapa faktor utama yang harus diperhatikan oleh awak kapal. Dengan demikian, kesiapan kapal untuk beroperasi secara aman dan selamat dapat tercapai.

Sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. 82 tahun 2014 tentang tata cara penerbitan surat persetujuan berlayar, Nakhoda diwajibkan memberikan surat pernyataan (master sailing declaration) yang menerangkan bahwa kapalnya telah dimuati dengan aman, sarat dan stabilitas yang baik, diawaki dengan jumlah dan kompetensi yang cukup dan dilengkapi dengan peralatan navigasi, keselamatan, pemadam kebakaran, dan pencegahan pencemaran lingkungan yang berfungsi baik.

Dalam surat pernyataan Nakhoda, dipersyaratkan untuk menyampaikan sarat kapal tolak (muka-tengah-belakang), stabilitas kapal tolak dan data jumlah penumpang dan kendaraan. Secara spesifik, informasi yang diperlukan termasuk perhitungan metasentris kapal dan pengamanan terhadap muatannya.

Besar kemungkinan sarat I kapal pada saat berangkat tidak diperiksa dan stabilitas kapal tidak pernah dihitung dengan tepat. Pengamatan terhadap video rekaman pelabuhan pada saat kapal akan berangkat tidak ada aktifitas yang menunjukkan pemeriksaan terhadap kondisi sarat kapal setelah pemuatan selesai. Ada dua faktor utama yang berkontribusi dalam hal ini yaitu keterbatasan waktu operasi dan kondisi teknis kapal.



Gambar II-9: Posisi tanda lambung timbul (bawah-lingkaran putih), sarat kapal pada bagian haluan (atas kiri) dan buritan (kanan)

Dari aspek operasi, waktu keberangkatan kapal telah melewati batas 30 menit operasi bongkar muat dan hanya berselang sekitar 20 detik setelah kendaraan terakhir masuk ke dalam geladak kendaraan. Besar kemungkinan, dengan waktu yang sudah terlampaui ini, sarat kapal sudah bukan merupakan prioritas. Perubahan terhadap komposisi muatan kendaraan juga tidak mungkin dilakukan ketika seluruh kendaraan sudah masuk ke geladak kendaraan.

Dari aspek teknis kapal, pengamatan terhadap kondisi sarat kapal tidak mungkin untuk dilakukan. Posisi rambu sarat haluan tepat pada lengkungan linggi haluan yang terdapat tepat dibawah ujung depan geladak kendaraan. Sedangkan pemeriksaan terhadap sarat buritan kapal juga hampir tidak mungkin dilakukan karena posisi sandar kapal dengan mengandalkan rampa haluan. Posisi sarat buritan kapal terendam pada posisi yang sangat sulit untuk dipantau. Untuk tanda lambung timbul (*plimsol mark*) yang terpasang di bagian *midship* kapal di bidang miring lambung kapal juga sudah tidak mungkin dipantau tanpa ada

personil yang masuk ke air untuk melakukan pemeriksaan. Ditambah lagi, pada saat sandar KMP. *Rafelia 2* diapit oleh 2 kapal lain.



Gambar II-10: posisi KMP. *Rafelia 2* (tengah) pada saat persiapan keberangkatan yang diapit oleh 2 kapal lain di Dermaga LCM Gilimanuk.

Secara teknis, seluruh marka sarat kapal harus dapat dilihat dan diperiksa dengan mudah oleh pihak terkait. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sarat kapal merupakan indikator awal untuk menentukan apakah kapal secara teknis telah memenuhi kondisi yang aman untuk berlayar.

II.4.2. Pengawasan terhadap penerapan aturan keberangkatan kapal

Dalam pengajuan SPB, petugas kapal menyampaikan berkas pengajuan surat persetujuan berlayar berikut kelengkapannya kepada pihak syahbandar setempat. Pengajuan SPB dalam operasi kapal penyeberangan dilakukan pada setiap kali keberangkatan kapal. Secara prinsip sesuai dengan PM 82 tahun 2014 Bab IV pasal 9, petugas pemeriksa keberangkatan kapal melakukan pemeriksaan administratif kelengkapan dan validitas dokumen. Jika ditemukan adanya ketidaksesuaian persyaratan yang diajukan, permohonan SPB dapat ditolak untuk diajukan kembali.

Sesuai dengan kondisi dimana terdapat adanya keterangan kondisi teknis kelaiklautan kapal yang tidak diisi dalam pengajuan SPB KMP. *Rafelia 2*, sudah sepatutnya pengajuan SPB tersebut ditolak. Pemeriksaan yang dilakukan oleh petugas terkait tidak memperhatikan adanya kekurangan informasi dimaksud. Petugas dapat meminta awak kapal untuk melakukan pemeriksaan ulang terhadap kondisi kapal. Pada saat KMP. *Rafelia 2* berangkat, pintu rampa haluan dalam keadaan terbuka dan hal ini diketahui oleh banyak orang di area dermaga pelabuhan. Pintu rampa haluan yang terbuka dapat berakibat negatif pada operasi pelayaran, dan pada kenyataannya kondisi tersebut turut berkontribusi pada kecelakaan tenggelamnya KMP. *Rafelia 2*.

Diperlukan konsistensi petugas pemeriksa keberangkatan dalam melaksanakan tugasnya sehingga aturan dan pengawasan terhadap setiap kegiatan keberangkatan kapal dapat ditegakan. Fungsi pengawasan sebagai kontrol keselamatan kapal perlu diterapkan secara utuh, sehingga dapat diketahui kondisi yang dapat membahayakan maupun kondisi ketidaklaiklautan kapal.

II.5. PENGAWASAN OPERASI KAPAL PENYEBERANGAN

Keterbatasan teknis dan kondisi seperti tersebut diatas kurang mendapat perhatian operator ketika memutuskan untuk melayani Dermaga LCM lintas penyeberangan Ketapang-Gllimanuk.

Pada saat diputuskan untuk melayani Dermaga LCM sudah sepatutnya kondisi teknis kapal menjadi perhatian utama regulator penyeberangan untuk menentukan apakah suatu kapal dapat melayani rute dimaksud atau tidak. Pertimbangan pemberian keputusan tersebut diatas juga tanpa memperhatikan kondisi teknis kapal.

Pengamatan terhadap badan kapal pada saat operasi penyelaman menunjukkan adanya tanda-tanda gesekan pada bagian dasar *bulbousbow* kapal. Dalam **Error! Reference source not found.** terlihat secara jelas perbedaan atau gradasi permukaan. Tampak dalam foto dimaksud bekas gesekan bagian *bulbousbow* dengan dasar laut. Gesekan ini diperkirakan terjadi selama kurun waktu pengoperasian kapal di dermaga LCM. Keadaan demikian dapat membahayakan kapal karena dapat merusak *bulbousbow* yang berakibat pada kebocoran.

Persetujuan penempatan *KMP. Rafelia 2* di dermaga LCM kurang memperhatikan kondisi teknis dimaksud. Meskipun sangat dimungkinkan untuk beroperasi di dermaga LCM dengan kondisi pintu rampa yang lebih panjang, pada kenyataannya pola operasi kapal dengan bentuk haluan demikian tidak sesuai beroperasi di dermaga tipe “plengsengan” (miring).

Dalam menentukan operasi kapal perlu dilakukan pertimbangan secara menyeluruh terhadap kepatutan atau kesesuaian kapal baik dari segi teknis konstruksi maupun konsep desain awal kapal. Tidak semata-mata untuk melakukan pemenuhan kebutuhan terhadap kuantitas armada angkutan.

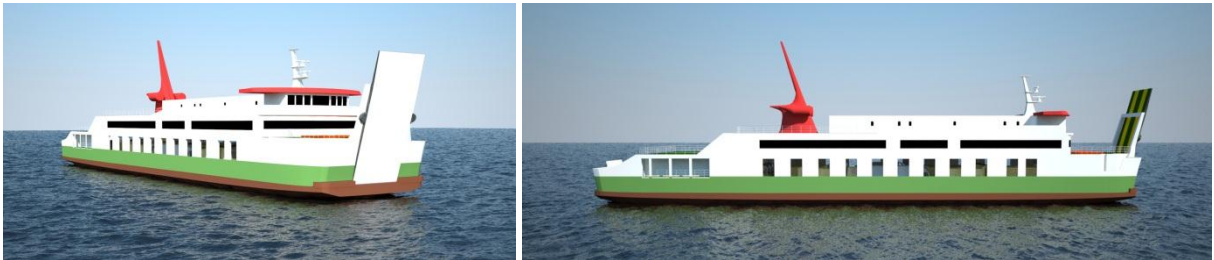
II.5.1. Resiko yang timbul dari perubahan pintu rampa haluan

Dalam mengambil keputusan, perlu dilakukan kajian terhadap resiko yang akan muncul. Pada saat

Identifikasi terhadap resiko dan potensi bahaya terhadap pemasangan pintu rampa haluan setidaknya memunculkan empat resiko baru bagi kapal.

1. Rampa baru dengan panjang 13.5 meter ditinjau dari aspek operasional kapal tidak memungkinkan untuk dilakukan. Simulasi dan rekonstruksi ulang terhadap pintu rampa haluan tertutup sempurna terbukti menghalangi pandangan awak kapal yang ada di anjungan.
2. Pintu rampa haluan seberat 16 ton memberikan beban tambahan pada haluan kapal. Penambahan berat di ujung depan kapal dapat mengakibatkan gangguan trim.

3. Karena konstruksi pintu rampa seperti dijelaskan diatas maka berat/beban pintu rampa akan ditahan oleh kawat baja (*steel wire*). Untuk mencegah putusnya kawat baja (*steel wire*) dipasang alat pengaman yang disebut stopper, sehingga pintu rampa agak terbuka dan terdapat celah yang cukup lebar yang dapat menyebabkan air laut masuk pada saat kapal berlayar.
4. Engsel pintu rampa pada konstruksi sebelumnya didesain sedemikian rupa untuk menahan air masuk ke geladak kendaraan. Pemeriksaan terhadap sambungan pintu rampa haluan yang serupa dengan *KMP. Rafelia 2* menunjukkan adanya potensi air masuk melalui celah yang ada diantara engsel.



Gambar II-11: Rekonstruksi Posisi penutupan pintu rampa haluan



Gambar II-12: Rekonstruksi operasional pintu rampa. perspektif dari anjungan yang menunjukkan tertutupnya pandangan akibat tertutup pintu rampa

Pada saat rekomendasi kapal dikeluarkan oleh otoritas terkait, seyogyanya dilakukan terlebih dahulu analisis teknis dan kajian resiko operasi terhadap kemungkinan potensi bahaya yang muncul. Dengan demikian, keputusan yang dikeluarkan akan dapat mengantisipasi potensi kecelakaan yang mungkin terjadi pada saat diterapkannya keputusan dimaksud.

II.5.2. Mekanisme Pelaporan Terhadap Perubahan/Modifikasi Konstruksi kapal

Sesuai dengan ketentuan badan klasifikasi kapal, perubahan konstruksi yang bersifat perubahan besar merupakan *class matter*. Dengan demikian tindakan penggantian pintu rampa dimaksud wajib untuk dilaporkan kepada Badan Klasifikasi terkait. Secara prinsip, perubahan terhadap class matter perlu diajukan dengan melampirkan desain dan rencana pembuatan. Selanjutnya pihak badan klasifikasi akan melakukan pengkajian ulang apakah perubahan ini telah memenuhi ketentuan konstruksi kekuatan kapal dan sesuai dengan peraturan badan klasifikasi serta resiko terhadap aspek operasional dapat juga diketahui.

Perubahan pintu rampa haluan pada KMP. Rafelia 2 diketahui oleh banyak pihak termasuk otoritas terkait keselamatan pelayaran namun tidak melibatkan badan klasifikasi kapal terkait yang merupakan pihak yang berwenang untuk melakukan review dan verifikasi terhadap suatu kekuatan konstruksi kapal sehingga pemeriksaan pada waktu pembuatan dan pemasangan pintu rampa tidak diperiksa oleh badan klasifikasi.

Badan Klasifikasi merupakan lembaga yang memberikan jaminan terhadap aspek konstruksi dan permesinan kapal. Jika dilihat bahwa perubahan dimaksud memberikan efek negatif terhadap aspek keselamatan kapal maka perlu untuk ditolak dan dikaji ulang. Sebaliknya, otoritas terkait kurang dapat menelaah tentang adanya perubahan konstruksi ini. Uji coba yang dilakukan hanya dilihat dari kecepatan operasional. Sesuai dengan yang disebutkan dalam bab sebelumnya, desain awal pintu rampa haluan kapal harus kedap cuaca. Dalam setiap tindakan perbaikan peraturan badan klasifikasi menyatakan perlunya pengujian kekedapan terhadap hasil perbaikan.

Dalam tanggapannya, Otoritas lalu lintas angkutan danau sungai dan penyeberangan menyampaikan bahwa prosedur pemeriksaan kapal pada saat uji coba sudah tersedia dan diikuti oleh petugas yang ditunjuk. Namun demikian berdasarkan factual bahwa analisis resiko tidak dilakukan dan tidak dapat mendeteksi potensi bahaya dari modifikasi pintu rampa, sudah sepatutnya dilakukan kajian ulang tentang prosedur pemeriksaan uji coba kapal.

II.5.3. Pengawasan Terhadap Status Sertifikat Kapal

Sebagaimana disampaikan dalam bahasan di atas, gambar rencana garis yang ada di badan klasifikasi merupakan gambar rencana garis yang berbeda. Perbedaan ini berimplikasi terhadap seluruh perhitungan yang mengacu pada gambar rencana garis dimaksud seperti halnya perhitungan stabilitas kapal, kurva hidrostatis, maupun perhitungan kekuatan konstruksi kapal lainnya.

Dasar perhitungan lambung timbul menggunakan gambar teknis yang tidak sesuai dengan kondisi kapal sebenarnya. Dengan demikian, perhitungan stabilitas kapal pada saat lambung timbul disetujui juga tidak sesuai dengan kondisi kapal. Aspek lain yang kurang diperhitungkan adalah pada saat lambung timbul kapal dinaikkan, maka terjadi pengurangan *bow height*. Pada kasus tenggelamnya KMP. Rafelia 2, penurunan *bow height* mengakibatkan semakin dekatnya ujung depan geladak kendaraan terhadap permukaan air.

Status Klas Kapal Pada Saat Kecelakaan

Sesuai ketentuan badan klasifikasi kapal, setiap kapal yang diklaskan wajib memenuhi peraturan yang dikeluarkan oleh badan klasifikasi terkait, termasuk peraturan tentang

pelaksanaan kegiatan survey kapal. Informasi tentang penanguhan klas ini tidak diketahui oleh pihak-pihak lain yang berkepentingan. Status klas kapal perlu untuk dipertahankan. Hal demikian menunjukkan bahwa kondisi konstruksi, kelistrikan dan permesinan kapal masih dalam batas layak operasi sesuai perhitungan dari klas. Jaminan klas ditunjukkan dengan dikeluarkannya pernyataan klas dipertahankan setelah menjalani proses pemeriksaan oleh surveyor yang ditunjuk.

Meskipun dengan media online melalui situs resmi BKI, status kapal dapat diakses secara langsung untuk menghindari terjadinya hal yang serupa. Otoritas terkait dapat langsung melihat informasi yang ada di situs BKI sesuai dengan kebutuhannya. Untuk dapat menghindari kondisi seperti halnya di kejadian KMP. Rafelia 2, kiranya juga dapat diupayakan mekanisme yang lebih komprehensif terkait distribusi informasi status klas kapal untuk dapat diketahui kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Selain itu, perlunya peningkatan pemahaman petugas lapangan otoritas terkait terhadap prosedur jatuh tempo dan *time window* survey klas.

II.6. PROSES SERTIFIKASI KAPAL

Pada bab I disampaikan rangkaian perjalanan kapal mulai masuk ke Indonesia pada awal tahun 2012 hingga akhirnya tenggelam pada Maret 2016. Dalam rangka memenuhi peraturan-peraturan pengoperasian kapal penyeberangan di Indonesia, Pemilik Kapal mengikuti seluruh prosedur yang dipersyaratkan untuk mendapatkan sertifikat-sertifikat kapal, seperti halnya sertifikat staturia maupun sertifikat klasifikasi.

Terkait dengan proses sertifikasi kapal KNKT menemukan adanya ketidak konsistenan dalam penerbitan sertifikat kapal. *KMP. Rafelia 2* mendapatkan surat ijin masuk lintasan padangbai lembar pada saat sertifikat klas masih belum keluar. Berdasarkan pemeriksaan terhadap dokumen diketahui bahwa status klas *KMP. Rafelia 2* ditangguhkan (*suspend*) setelah tanggal 5 November 2015. Namun demikian, terdapat 5 jenis sertifikat yang berbeda dikeluarkan yang pada dasarnya ada kaitan dengan sertifikat klas seperti halnya, sertifikat keselamatan kapal penumpang, surat persetujuan operasi dan surat penempatan operasi kapal.

II.7. KONDISI PASCA KECELAKAAN

II.7.1. Evakuasi Penumpang dan penanganannya

Proses evakuasi korban dinilai sudah cukup lancar meskipun terdapat 6 korban meninggal. Sebagian besar korban yang selamat dapat langsung kembali pulang setelah mendapat perawatan ringan. Seluruh unsur SAR dengan secara cepat memberikan pertolongan. Rekaman video kecelakaan menunjukkan berfungsinya ILR secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan perawatan maupun kondisi ILR yang cukup baik sehingga turut berpartisipasi dalam menekan angka kecelakaan.

II.7.2. Kondisi kerangka kapal

Posisi kerangka kapal yang mendekati jaringan kabel listrik bawah air perlu diantisipasi lebih lanjut karena kondisi arus selat bali yang relative cukup kuat dengan selang waktu yang cukup singkat. Dengan kondisi perairan selat Bali bukan tidak mungkin kapal akan bergerak

mendekati jaringan kabel listrik bawah air. Untuk itu diperlukan penanganan dengan segera oleh para pihak terkait agar resiko kerusakan dimaksud dapat dihilangkan.

II.7.3. Penanganan muatan berbahaya dan pencegahan pencemaran

Sebagai salah satu akibat dari tenggelamnya Kapal adalah adanya potensi limbah kapal yang dapat mencemari lingkungan perairan sekitar. Seperti yang disampaikan di atas bahwa terdapat muatan jenis limbah B3. Meskipun pada saat terendam air *fly ash* tidak menjadi potensi bahaya, namun kandungan material yang ada di *fly ash* berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan maritim. Sebagaimana diketahui bahwa, pesisir pantai di wilayah Kabupaten Banyuwangi terdapat industri perikanan yang besar. Untuk itu perlu penanganan dengan segera terhadap muatan *fly ash* dimaksud.

III. KESIMPULAN

III.1. PENYEBAB TENGGELAMNYA KAPAL

Analisis terhadap kondisi kapal berangkat menunjukkan stabilitas kapal kurang aman dikarenakan kondisi GM yang sudah kecil dan kapal cenderung miring kiri. Tenggelamnya KMP. Rafelia 2 diawali dengan masuknya sejumlah air ke dalam geladak kendaraan kapal yang diketahui melalui pintu rampa haluan yang tidak tertutup rapat. Masuknya sejumlah air laut yang secara berkelanjutan sehingga menggenangi dek kendaraan selanjutnya yang mengurangi stabilitas kapal dan kapal tidak dapat kembali ke posisi tegak.

Upaya pengkandasan kapal disertai dengan dibukanya pintu rampa haluan sementara kapal masih mempertahankan kecepatannya berakibat memperbanyak jumlah air yang masuk sehingga laju kemiringan kapal bertambah cepat. Kemiringan kapal mengakibatkan bergesernya muatan kendaraan dan turut mempercepat proses tergulingnya kapal.

III.2. FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI TERHADAP KECELAKAAN

- Penambahan sarat kapal karena perubahan lambung timbul mengakibatkan semakin kecilnya ketinggian dek terhadap permukaan air.
- Pintu rampa haluan kapal yang baru tidak ditutup dengan rapat sehingga mengakibatkan air laut masuk ke dalam geladak kendaraan.
- Dari pemuatan kendaraan diketahui terjadi kelebihan sarat kapal sebesar 300 mm dari sarat maksimum sesuai lambung timbul serta kapal menjadi trim haluan.
- Terjadi pergeseran kendaraan pada saat kapal mengalami kemiringan karena kendaraan tidak diikat (*lashing*).
- Air laut yang masuk ke geladak kendaraan tidak dapat langsung terbuang keluar. Hal ini dikarenakan volume air masuk tidak sepadan dengan kapasitas buangan lubang kemarau yang ada di kapal.
- Pemuatan kapal masih menggunakan pola pemenuhan alokasi ruangan geladak kendaraan selama periode pemuatan bukan berdasarkan kemampuan kapal untuk membawa berat muatan.
- Dalam menentukan stabilitas kapal hanya didasarkan pada posisi tegaknya kapal yang ditunjukkan klinometer bukan berdasarkan perhitungan stabilitas yang benar;
- Awak kapal tidak melakukan pemeriksaan sarat kapal saat akan berangkat setelah pemuatan akhir selesai.
- Kurangnya konsistensi awak kapal dalam melakukan pemenuhan persyaratan yang disebutkan dalam peraturan penerbitan surat persetujuan berlayar.

- Kurang intensifnya petugas pemeriksa keberangkatan kapal dalam melakukan pemeriksaan terhadap kondisi kapal sebelum berangkat, utamanya kondisi sarat kapal, kondisi bukaan-bukaan kapal.
- Perubahan terhadap pintu rampa tidak diikuti dengan analisis yang cukup terhadap resiko yang mungkin timbul.
- Tidak adanya pelaporan dari perusahaan pemilik kapal dalam modifikasi pintu rampa. Sehingga tidak kendali terhadap kepatutan konstruksi, instalasi dan bahaya yang mungkin timbul akibat perubahan konstruksi kapal.
- Kurangnya kemampuan petugas dari otoritas terkait dalam melakukan supervisi terhadap perubahan konstruksi pintu rampa. Supervisi hanya didasarkan pada aspek operasional pintu rampa bukan ditinjau dari aspek resiko bahaya yang mungkin timbul akibat perubahan pintu rampa dimaksud.
- Waktu operasi sandar di Dermaga LCM kurang untuk memberikan kesempatan dalam pemeriksaan kapal utamanya kondisi stabilitas kapal baik dari pihak awak kapal maupun petugas keberangkatan kapal.
- Tidak diterapkannya ISM Code khususnya pelaksanaan pelatihan kondisi darurat di atas kapal. Kondisi demikian juga kurangnya pengawasan dari otoritas terhadap pelaksanaan pelatihan penanganan kondisi darurat.
- Tidak adanya laporan tentang status, jenis dan kondisi muatan yang diangkut ke atas kendaraan yang menggunakan jasa angkutan penyeberangan.
- Awak kapal kurang dapat melakukan pengendalian kerusakan (damage control) pada saat terjadi awal kemiringan.
- Kurangnya kemampuan awak kapal dalam melakukan penilaian resiko operasional kapal. Kondisi demikian ditunjukkan dengan kurang tepatnya perintah membuka pintu yang diambil pada saat kapal sudah dalam keadaan kritis.
- Kurangnya pelatihan terhadap penanganan kondisi darurat (emergency drill) turut berpengaruh terhadap pengambilan keputusan dan kelancaran proses evakuasi penumpang pada saat kejadian kecelakaan

III.3. FAKTOR KESELAMATAN LAIN YANG TURUT BERPENGARUH TERHADAP KESELAMATAN PELAYARAN

- Secara teknis, *KMP. Rafelia 2* tidak didesain untuk beroperasi di dermaga jenis LCM. Karena adanya *bulbousbow* dan pintu rampa yang pendek.

- Sistem manifest penumpang yang ada pada saat kejadian tidak dapat menentukan jumlah pelayar secara pasti di atas kapal.
- Status klas kapal pada saat beroperasi dan akhirnya terjadi kecelakaan di Lintas penyeberangan Ketapang Gilimanuk telah dinyatakan ditangguhkan (*suspended*) karena melewatkan survey tahunan. Dengan kondisi demikian, tidak adanya kendali dan jaminan dari klas terhadap kondisi konstruksi, permesinan dan sistem kapal yang terakhir.
- Status sertifikat klas dan garis muat yang ditangguhkan tidak secara menyeluruh diketahui oleh pihak-pihak terkait.
- Kurangnya kemampuan petugas dari otoritas terkait dalam melakukan pembacaan status sertifikat klas
- Dokumen perhitungan stabilitas kapal tidak sesuai dengan kondisi riil dikarenakan dibuat berdasarkan gambar rencana garis yang berbeda
- Sarat keberangkatan tidak diamati oleh petugas dan awak kapal terkait.
- Posisi marka sarat dan tanda lambung timbul sangat tidak memungkinkan untuk dilihat oleh pemeriksa kapal;
- Berat kendaraan truk tronton yang akan menggunakan jasa angkutan penyeberangan cenderung melebihi berat kendaraan yang diijinkan.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

IV. REKOMENDASI

Dari temuan-temuan terhadap permasalahan keselamatan di atas Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyampaikan rekomendasi sebagai berikut:

IV.1. DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT

- Meningkatkan kemampuan marine Inspektur dalam melakukan analisis teknis terhadap perubahan setiap perubahan atau konversi konstruksi kapal, khususnya dalam kaitannya dengan kajian resiko yang mungkin timbul.
- Meningkatkan profesionalisme auditor ISM Code serta pengawasan terhadap pelaksanaan audit ISM Code di kapal maupun di perusahaan Pelayaran.
- Segera melakukan inspeksi mengenai keberadaan dan pemenuhan terhadap perhitungan stabilitas (*stability booklet*) bagi semua kapal terutama kapal penyeberangan.
- Segera melakukan inspeksi terhadap pemenuhan regulasi terkait kewajiban melengkapi data-data teknis dan gambar rancang bangun kapal bagi kapal-kapal yang sudah beroperasi.
- Melakukan peningkatan pengawasan kepada seluruh Syahbandar dalam rangka pemberian Surat Persetujuan Berlayar (*Port Clearance*) mengenai laporan keberangkatan dari Nakhoda terhadap kondisi kapal.
- Meningkatkan integritas sumber daya manusia pada regulator untuk mengawasi pelaksanaan kebijakan regulator itu sendiri.
- Menerapkan secara konsisten ketentuan yang tercantum dalam PM No 29 tahun 2014 tentang pencegahan pencemaran lingkungan maritim khususnya bab V tentang pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun (Limbah B3) dan surat edaran direktur perkapalan dan kepelautan No. UM. 003/1/2/DK-15 tentang pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) bagi kapal-kapal berbendera Indonesia.
- Melakukan sosialisasi prosedur keselamatan kepada operator dan masyarakat tentang keselamatan berlayar.
- Memeriksa dengan teliti status klas kapal yang disampaikan oleh Biro Klasifikasi Indonesia.

Sampai dengan diterbitkannya laporan final investigasi kecelakaan ini, KNKT belum mendapatkan tanggapan maupun safety action terhadap rekomendasi yang disampaikan kepada pihak dimaksud

IV.2. DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT

- Menyusun prosedur uji coba sandar dan berlayar dengan memperhatikan aspek kelengkapan dan kecukupan/validasi dokumen sertifikat kapal.
- Meningkatkan kemampuan petugas pemeriksa dalam melaksanakan kegiatan uji sandar terutama terkait dengan penilaian resiko sebelum memberikan suatu keputusan atau rekomendasi. Rekomendasi Focus terkait perubahan pintu rampa saja
- Dalam memberikan ijin operasi kapal penyeberangan perlu memperhatikan kondisi teknis kapal dinilai dari tepat atau tidaknya kapal untuk bisa dioperasikan di dermaga yang bersangkutan
- Menentukan kewajiban untuk angkutan kendaraan yang akan menggunakan jasa kapal penyeberangan untuk menyampaikan jumlah, berat dan jenis muatan yang diangkut
- Menyusun prosedur penyusunan manifest penumpang sehingga dapat diketahui jumlah pelayar secara lengkap di kapal penyeberangan.
- Mensyaratkan kepada operator angkutan kendaraan yang membawa B3 untuk melaporkan status muatan sebelum masuk ke sistem angkutan penyeberangan.
- Meningkatkan kinerja operasional jembatan timbang untuk memantau berat kendaraan yang akan masuk ke pelabuhan yang tidak memiliki fasilitas pengukuran berat kendaraan.

Terhadap rekomendasi tersebut di atas, Direktorat Jenderal Perhubungan darat menyampaikan tanggapannya sebagai berikut:

- Uji coba sandar dan berlayar dilaksanakan dalam rangka pemenuhan terhadap standar pelayanan minimal, diantaranya kesesuaian fasilitas bongkar muat kapal dengan dermaga dan persyaratan kecepatan minimal kapal, dimana dalam pelaksanaannya juga melibatkan direktorat jenderal perhubungan laut (Syahbandar/KSOP). Sehingga untuk ujicoba berlayar kapal harus dalam kondisi laik laut yang dilengkapi dengan dokumen/surat kapal yang masih berlaku sebagai persyaratan diterbitkannya SPB.
- Terkait dengan rekomendasi KNKT tentang peningkatan kemampuan petugas pemeriksa uji sandar, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat menyampaikan tanggapannya bahwa telah dilaksanakan dan telah menjadi prosedur tetap, dimana untuk menentukan dan menilai aspek pelayanan, kesesuaian terhadap dermaga/pelabuhan, serta fasilitas-fasilitas pelayanan lain yang ada di atas kapal penyeberangan tersebut uji coba sandar dilaksanakan dengan melibatkan pihak yang terkait yaitu Syahbandar dalam rangka penerbitan SPB uji berlayar, direktorat prasarana dalam hal kesesuaian dengan demraga/pelabuhan, otoritaspelabuhan dalam menentukan penjadwalan uji sandar kapal. Sehingga rekomendasi yang dikeluarkan

telah mempertimbangkan semua aspek terkait operasional kapal. Selanjutnya bila terjadi modifikasi terkait kebutuhan operasional setelah kapal beroperasi harus dilaporkan ke pihak-pihak terkait di lapangan (KSOP, OPP, Operator Pelabuhan dan BKI) untuk kebijakan operasional lainnya.

- Salah satu prosedur yang harus dipenuhi sebelum diterbitkannya surat persetujuan pengoperasian adalah kapal terlebih dahulu melaksanakan uji sandar yang tujuannya untuk memastikan secara teknis kapal dapat sandar dengan baik di dermaga dan fasilitas bongkar muat dari kapal bisa menyesuaikan kondisi dermaga (*moveable bridge*, *elevated side ramp* dan *gangway penumpang*) sebelum semua kondisi tersebut dipenuhi maka surat persetujuan operasi tidak diterbitkan.

Tanggapan KNKT atas tanggapan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat:

- Rekomendasi perpanjangan pintu rampa dikeluarkan oleh tim Uji Coba Sandar. Rekomendasi ini dinilai tidak memperhatikan aspek keselamatan operasional kapal.
- Tim pemeriksa sudah seharusnya memperhatikan sertifikat keselamatan yang dalam hal ini sertifikat keselamatan konstruksi yang dikeluarkan oleh BKI yang mana telah melewati tenggat waktu pemeriksaan berkala dan dalam status suspen. Untuk itu, petugas pelaksana uji sandar diharapkan dapat lebih memahami kondisi sertifikat kapal yang ada apakah masih berlaku atau dalam status ditangguhkan.

IV.3. OPP KETAPANG GILIMANUK

- Dalam menerbitkan surat persetujuan masuk menyisip lintasan, perlu diperhatikan dan dipertimbangkan kondisi teknis kapal terkait kesesuaian teknis kapal, aspek keselamatan dan aspek operasional
- Mengkaji ulang ketentuan batas waktu operasional bongkar dan muat kapal dengan memperhatikan aspek pemeriksaan kondisi kelaikan lautan kapal ketika berangkat.

Sampai dengan diterbitkannya laporan final investigasi kecelakaan ini, KNKT belum mendapatkan tanggapan maupun *safety action* terhadap rekomendasi yang disampaikan kepada pihak dimaksud

IV.4. DINAS PERHUBUNGAN

- Menyusun prosedur untuk mewajibkan operator angkutan kendaraan yang akan menggunakan jasa angkutan penyeberangan melengkapi armadanya dengan data berat muatan dan jenis.
- Melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan peraturan berat kendaraan yang diijinkan

Sampai dengan diterbitkannya laporan final investigasi kecelakaan ini, KNKT belum mendapatkan tanggapan maupun safety action terhadap rekomendasi yang disampaikan kepada pihak dimaksud

IV.5. UPP GILIMANUK DAN UPP KETAPANG

- Memastikan bahwa kapal yang siap untuk berangkat telah menyampaikan seluruh informasi terkait kondisi keberangkatan kapal.
- Meningkatkan kemampuan pengawasan petugas keberangkatan kapal terhadap aspek keselamatan kapal berangkat utamanya memastikan bahwa sarat kapal pada saat kapal akan berangkat tidak melewati batas maksimum dan stabilitas kapal.
- Dalam melakukan pemeriksaan terhadap dokumen keberangkatan kapal agar memastikan daftar isian pengajuan surat persetujuan berlayar telah dilengkapi dengan benar.
- Melakukan identifikasi dan penanganan secara khusus terhadap angkutan kendaraan yang membawa barang kategori B3

Terkait dengan rekomendasi dimaksud, UPP Kelas III Ketapang menyampaikan *safety action* sebagai berikut:

- Pembuatan daftar manifes (penumpang dan kendaraan) yang dibuat oleh pihak operator harus akurat
- Pelaksanaan pelalasingan kendaraan diatas kapal oleh nahkoda kapal sebelum berlayar harus dilakukan dengan baik dan benar
- Pengurangan jumlah kendaraan diatas kapal dan pengaturan jarak kendaraan yang satu dengan yang lainnya guna memastikan lambung timbul tidak tenggelam dan memberi akses jalan kepada penumpang , supir dan kenek apabila terjadi keadaan darurat diatas kapal
- Kapal jenis LCT (*Landing Craft Tank*) yang masih beroperasi di lintas penyeberangan Ketapang Gilimanuk tidak boleh memuat penumpang (supir dan kenek harus ikut kapal penumpang)
- Penyempurnaan sistem pengawasan terhadap sertifikasi Klas dari BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) terutama menyangkut time window pada kapal barang dan kapal penumpang
- Pemilik kapal agar proaktif untuk melakukan pelaporan ke BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) pada saat kapal mengalami penggantian / perubahan rampdoor.

Dari UPP Gilimanuk juga telah menyampaikan *safety action* sebagai berikut:

- Safety action jangka pendek terkait pelaksanaan teknis dalam penerbitan surat persetujuan berlayar:
 - Dalam hal pengawasan keselamatan Pelayaran di pelabuhan penyeberangan dengan system pola jadwal operasi kapal dan waktu pelayanan bongkar muat kapal yang sangat singkat, untuk memastikan kesiapan kapal saat akan berangkat, berdasarkan master sailing declaration (surat pernyataan nahkoda) dan berkas pengajuan

penerbitan surat persetujuan berlayar dan laporan petugas pengawas keselamatan Pelayaran di setiap dermaga mengenai pemenuhan aspek kelaiklautan, termasuk pelasingan muatan, pendataan manifest kendaraan dan penumpang, harus dilaksanakan sesuai dengan aturan-aturan yang berlaku dengan konsekuensi keterlambatan keberangkatan kapal sehingga memicu stagnasi antrean muatan di pelabuhan dan terhambatnya kelancaran arus penyeberangan

- Safety action jangka panjang untuk pelaksanaan teknis dalam penerbitan surat persetujuan berlayar kapal penyeberangan pada kantor UPP kelas III Gilimanuk:
 - Meminta penambahan personel sumber daya manusia kepada kementerian perhubungan dikarenakan jumlah kapal yang beroperasi dan volume trip kapal yang banyak
 - Mengajukan diklat-diklat teknis untuk personel kantor unit penyeberangan pelabuhan kelas III Gilimanuk dalam meningkatkan kemampuan pengawasan keselamatan Pelayaran.
 - Sosialisasi kepada stake holder yang ada di lingkungan pelabuhan dan operator Pelayaran dalam hal penerapan aturan-aturan yang berlaku dan produk aturan-aturan terbaru sehingga pelaksanaan keselamatan Pelayaran bisa secara konsisten dilaksanakan

IV.6. PT. BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (Persero)

- Agar konsisten terhadap penerapan ketentuan penerimaan klas kapal sudah jadi (*existing ship*) terutama untuk kapal-kapal yang sebelumnya tanpa klas
- Harus memperhatikan posisi bukaan-bukaan di lambung kapal dan pembacaan tanda lambung timbul dan tanda sarat kapal depan/Belakang pada saat waktu sarat kapal dinaikkan.
- Meningkatkan profesionalisme SDM Surveyor dalam melaksanakan pemeriksaan dan pengawasan baik *class matter* maupun *statutory matter* yang dilimpahkan oleh pemerintah.

Berkaitan dengan rekomendasi dimaksud, PT. Biro Klasifikasi Indonesia telah mengirimkan tanggapan dan *safety action* sebagai berikut:

- BKI telah membuat petunjuk klasifikasi dan survey kapal dengan notasi A90 dan A80 untuk kapal-kapal sudah jadi terutama kapal yang sebelumnya tanpa klas dan mulai diberlakukan pada 1 April 2015. Dimana salah satu point didalamnya adalah mengatur periode survey yang lebih pendek atau lebih ketat dibandingkan kapal dengan notasi A100.
- BKI telah menerbitkan technical information nomor 004-2013 tanggal 16 Januari 2013 yang ditujukan kepada seluruh pengguna jasa BKI berkaitan kewajiban pemilik kapal untuk mengirimkan dokumen dan surat keabsahan dokumen kapal pada saat pengajuan penerimaan kapal sudah jadi.
- BKI telah menerbitkan circular nomor 15-ST-125 tanggal 03 Desember 2015 yang ditujukan kepada internal BKI yang harus disaksikan oleh Surveyor dan Marine Inspector Syahbandar

- Berkaitan dengan rekomendasi KNKT no. 2, Surveyor BKI telah dibekali dengan form/Checklist pemeriksaan kapal seperti pemeriksaan bukaan-bukaan kapal, tanda lambung timbul dan lain-lain. Namun demikian untuk lebih meningkatkan kualitas hasil pemeriksaan oleh surveyor, maka BKI telah melakukan beberapa safety action secara umum yaitu:
 - BKI telah menerbitkan circular nomor 12-ST-108 tanggal 30 Juli 2012 yang ditujukan kepada internal BKI berkaitan dengan ketentuan kenaikan draft kapal terutama pada kapal-kapal ex. JG
 - BKI telah menerbitkan circular nomor 15-ST-126 tanggal 14 Desember 2015 yang ditujukan kepada internal BKI berkaitan dengan verifikasi pemasangan lambung timbull yang harus ditandatangani oleh Surveyor dan Marine Inspector Syahbandar
 - Berkaitan dengan rekomendasi no. 3, BKI akan secara terus menerus melakukan penyegaran dan evaluasi kepada para Surveryor terkait pemeriksaan kapal dan dalam hal ini BKI telah melakukan beberapa safety action secara umum

IV.7. PT. ASDP, CABANG GILIMANUK (Persero)

- Menyusun prosedur untuk dapat menentukan jumlah penumpang baik yang penumpang pejalan kaki maupun penumpang yang naik kendaraan bermotor.
- Menyusun mekanisme penyampaian informasi hasil pengukuran jembatan timbang sehingga bisa diterima di pihak kapal sesuai yang diamanatkan dalam peraturan pelaksanaan pelabuhan penyeberangan.
- Menyiapkan mekanisme penempatan dan pengaturan kendaraan yang membawa barang muatan kategori B3 dan area untuk pengaturan kendaraan yang membawa muatan lebih.

Terkait dengan rekomendasi KNKT di atas, Manajemen PT ASDP Cabang Ketapang dan Gilimanuk telah mengambil safety action sebagai berikut:

- Menerapkan aturan manifest penumpang sebagai syarat utama pembelian tiket pada saat kendaran masuk loket pelabuhan

IV.8. PT. DHARMA BAHARI UTAMA (Operator)

- Melakukan pengangkatan terhadap kerangka kapal sesuai PM No. 71 Tahun 2013 karena posisi kapal masih dalam keadaan yang membahayakan fasilitas listrik bawah air serta terkait adanya muatan kategori B3 (fly ash/Bottom Ash).
- Menyusun prosedur tentang proses keberangkatan kapal dan memastikan awak kapal memenuhi peraturan tentang keberangkatan kapal.
- Memastikan perwira kapal terkait mengetahui dan memahami perhitungan stabilitas kapal.
- Memenuhi ketentuan ISM code terutama terkait dengan kesiapan dalam menghadapi kondisi darurat di kapal.

- Memastikan pelaksanaan pelatihan kondisi darurat di kapal dilaksanakan sesuai ketentuan yang berlaku
- Mematuhi seluruh ketentuan terkait sertifikasi kapal baik yang bersifat statutoria maupun sertifikat Klas.

Sampai dengan diterbitkannya laporan final investigasi kecelakaan ini, KNKT belum mendapatkan tanggapan maupun safety action terhadap rekomendasi yang disampaikan kepada pihak dimaksud

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

SUMBER INFORMASI

NARASUMBER

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat

Direktorat Jenderal Perhubungan Laut

BASARNAS

Pangkalan TNI- AL, Tanjung Wangi

Satuan Polisi Air Kepolisian Resort Banyuwangi

Kantor OPP Ketapang Gilimanuk – Ditjen Perhubungan Darat

Kantor UPP Gilimanuk – Ditjen Perhubungan Laut

Kantor UPP Ketapang – Ditjen Perhubungan Laut

Kantor PT. ASDP Cabang Gilimanuk

Stasiun Radio Operasi Pantai Gilimanuk, Direktorat Kenavigasian – Ditjen Perhubungan Laut

STC Dermaga LCM PT. ASDP Cabang Ketapang

PT. Biro Klasifikasi Indonesia

PT. Dharma Bahari Utama

Awak Kapal PT. Dharma Bahari Utama

Penumpang *KMP. Rafelia 2*

LITERATUR TERKAIT

Basic Ship Theory,

Ship Stability,

ISM Code

SOLAS

Maritime Engineering reference book

IMO Resolution A. 749

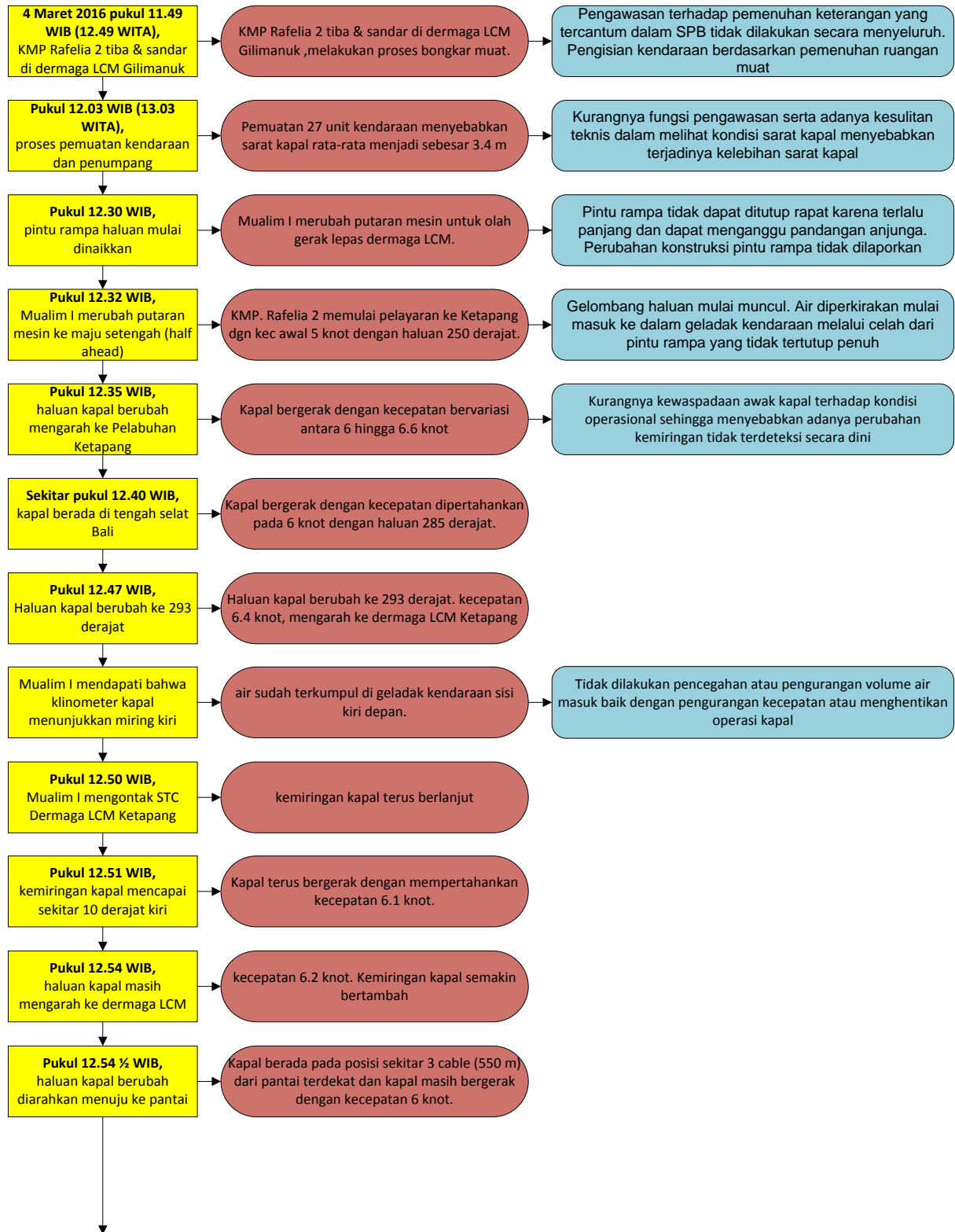
IMO Resolution MSC. 255 (84)

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

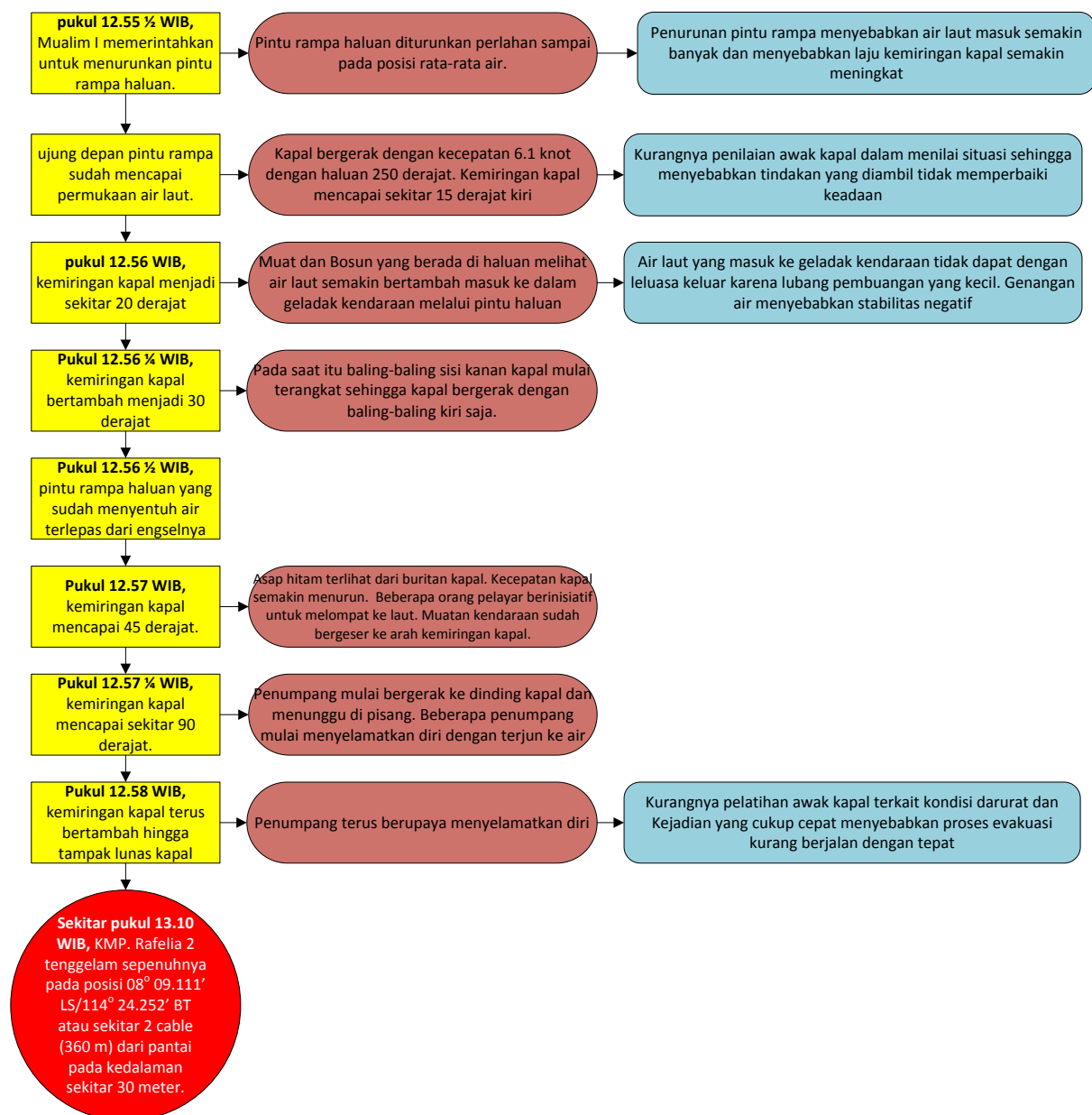
LAMPIRAN

EVENT-CONDITION TIME LINE



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016



PERHITUNGAN BERAT KENDARAAN TRONTON

Diketahui:

Ukuran Bak Dump Truk

Panjang 6.35 m3

Lebar 2.35 m3

Tinggi 1.4 m3

Volume Bak 20.89 m3

Specific Density *fly ash* 1.3 Gram/Cm³

1.3 Ton/m³

Perhitungan:

Referensi

Standar karoseri dump truck

Max 1.7m; Hasil pengukuran tinggi muatan dari salah satu truk sebesar 1.4 m

Hasil dari P x L x T

Berat muatan (Vol x Specific Density)	27.16 Ton	
Berat Truk	9.5 Ton	Sesuai Buku Uji Kir dan spesifikasi teknis kendaraan
Berat karoseri	4 Ton	Pengumpulan Data dari beberapa pabrikan karoseri
Jumlah berat total kendaraan	40.66 Ton	

PERHITUNGAN TERJADINYA PERGESERAN DAN TERGULINGNYA TRUK DI KAPAL

Kondisi eksisting :

Pada mulanya, ketika berlayar kapal miring sebesar 10°, kemudian bertambah kemiringannya secara bertahap. Pada suatu saat, sudut kemiringan kapal melebihi sudut maksimum yang diperbolehkan. Akibatnya, kapal terbalik dan tenggelam.

Bertambahnya kemiringan kapal adalah berdasarkan temuan di lapangan dimana terdapat dugaan terdapatnya distribusi muatan kapal yang tidak seimbang. Pengaturan parkir truk tidak disertai dengan sinkronisasi berat muatan yang ada. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan kapal.

Kemiringan bertambah dengan cepat ketika terjadi adanya perubahan posisi truk yang diparkir di dalam dek kapal. Perubahan posisi mengakibatkan titik berat kapal menjadi berada pada salah satu sisi, terletak jauh dari titik *Centre of Gravity* (COG) yang seharusnya. Perubahan posisi truk tersebut diprediksi terjadi karena dua keadaan :

- Truk bergeser ketika kapal miring sehingga berdempetan pada satu sisi
- Truk *rolling over* ketika kapal miring dan posisi akhir berdempetan pada satu sisi

Asumsi kondisi kapal saat itu :

- Terdapat ruang / *space* yang cukup untuk pergeseran / pergerakan truk
- Sebagian truk berjenis sama dengan dimensi, volume bak muatan serta berat muatan yang sama
- Permukaan bawah adalah pelat besi yang dilapisi dengan cat besi
- Terdapat kemiringan awal kapal karena ketidakseimbangan muatan

Temuan di lapangan :

- Terjadi kemiringan kapal secara bertahap dengan besaran pertambahan sebesar 10°
- Hampir keseluruhan truk yang diparkir di dek kapal fery tidak diikat dengan kabel pengaman pada keseluruhan roda.

Perhitungan :

Pada kondisi awal, kapal mulai miring karena ketidakseimbangan muatan. Pada saat kapal bergerak, terjadi pergerakan secara dinamis yang menyebabkan gerakan ayun/simpangan. Selanjutnya, seiring dengan pergerakan kapal di laut yang pola gerakannya adalah kadang-kadang terjadi suatu ayunan, kemiringan kapal dapat bertambah pada suatu posisi ayunan

tertentu. Gaya *bouyancy* (apung) yang ada tidak sanggup untuk mengembalikan kapal ke titik stabilitas. Dengan kondisi kapal yang ada, kemiringan dek bertambah sementara gaya apung yang ada cenderung tidak dapat membalikkan posisi kapal pada posisi kestabilan sebelumnya dengan cepat.

Ketika posisi kapal miring pada suatu derajat kemiringan yang cukup ekstrim, truk yang diparkir dapat bergeser. Pergeseran terjadi karena besarnya bobot truk dan muatannya yang tidak dapat diimbangi oleh gaya gesek permukaan ban truk. Pada suatu kondisi kemiringan tertentu, truk yang memiliki posisi ketinggian COG yang cukup tinggi dapat juga berpotensi untuk terguling.

Berdasarkan referensi, diketahui bahwa koefisien gesek statis antara permukaan dek kapal yang berupa plat besi dengan permukaan ban truk adalah sebesar 0,7. Dan berdasarkan pengetahuan ilmu fisika, diketahui bahwa besaran kemiringan maksimum suatu benda untuk tidak bergeser akibat kemiringan yang ada dirumuskan sbb :

$\tan \theta_{Dek} = \mu_{S(Dek-Ban)}$; dimana

θ_{Dek} adalah kemiringan dek kapal Feri Rafelia 2

$\mu_{S(Dek-Ban)}$ adalah koefisien gesek statis antara permukaan dek kapal dan ban truk

Maka kemiringan dek kapal maksimum sehingga truk bergeser dapat dihitung :

$$\tan \theta_{Dek} = \mu_{S(Dek-Ban)}$$

$$\tan \theta_{Dek} = 0,7$$

$$\theta_{Dek} = \tan^{-1} 0,7$$

$$\theta_{Dek} = 34.9920202^\circ \cong 35^\circ$$

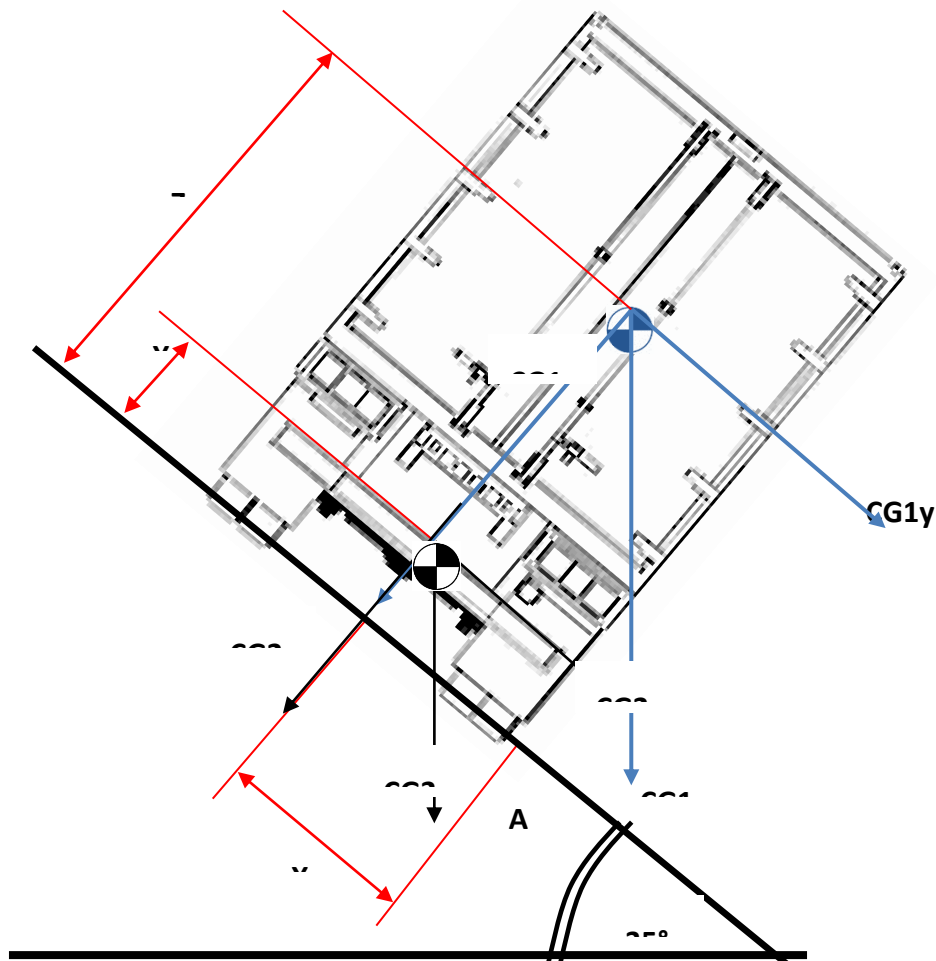
Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan kemiringan kritis dek kapal untuk terjadinya pergeseran posisi truk adalah sebesar 35° . Sementara berdasarkan temuan di lapangan, kapal telah mengalami kemiringan secara bertahap sebesar 10° sehingga pada suatu waktu melebihi 35° . ***Dengan demikian, kemiringan kapal yang terjadi melebihi sudut 35° berpotensi menyebabkan pergeseran posisi truk yang tidak diikat sehingga titik keseimbangan kapal menjadi bergeser jauh ke salah satu sisi.***

Perhitungan selanjutnya adalah mengenai potensi terjadinya *rolling over*-nya truk pada suatu kemiringan tertentu. Pada tahap ini, perhitungan secara statika dilakukan pada kemiringan dek kapal sebesar 35° . Asumsi untuk perhitungan potensi *roll-over* truk ini adalah :

- Rata-rata jenis truk yang terdapat di dek kapal adalah truk barang jenis tronton *long deck* dan cenderung dipasang dengan bak tinggi;
- Merek truk barang yang terparkir di dek kapal rata-rata adalah sejenis Truk Hino FL 235 JW;
- Truk diisi muatan secara penuh dan padat (homogen);
- Posisi *Centre of Gravity* truk pada kondisi kosong dan pada muatan penuh dilakukan dengan suatu estimasi tertentu;
- Berat kosong truk tronton 6200 kg (6,2 ton);
- Berat bak \pm 2000 kg (2 ton);

- Berat penuh sekitar 25-30 ton.

Dengan demikian, diagram benda bebas (DBB) truk dapat digambarkan sbb,



Gambar 2. Diagram benda bebas truk Hino FL 235 JW yang terletak di atas permukaan dengan kemiringan 35°.

Dimana :

x adalah panjang titik CG1,CG2 ke titik momen A secara horizontal;

y adalah panjang titik CG2 ke titik momen A secara vertikal;

z adalah panjang titik CG1 ke titik momen A secara vertikal

Truk akan terguling apabila terjadi momen searah jarum jam pada titik A (ujung kanan roda belakang truk). Untuk menghitung terjadi tidaknya momen yang searah jarum jam pada titik A, dilakukan perhitungan keseimbangan momen pada titik tersebut. Berdasarkan referensi truk acuan perhitungan adalah Hino FL 235 JW dan aproksimasi lokasi titik momen A adalah di antara tepi ban depan dan ban belakang maka didapatkan ukuran dimensi untuk x, y, dan

z adalah : $x = 725,03$ mm; $y = 580,98$ mm; $z = 2024$ mm. Dan untuk $CG1 = 30 + 2 = 32$ ton, $CG2 = 6,2$ ton.

Kemudian perhitungan keseimbangan momen :

$$\begin{aligned} \sum M_A &= CG1_y \cdot z + CG2_y \cdot y - ((CG1_x + CG2_x) \cdot x) \\ \sum M_A &= [(32 \cdot \sin 35^\circ)(2024) + (6,2 \cdot \sin 35^\circ)(580,98) - (32 \cdot \cos 35^\circ + \\ &6,3 \cdot \cos 35^\circ)725,03] |ton \cdot mm| \\ \sum M_A &= [(37149.398 + 2066.066 - 22746.746)] |ton \cdot mm| \\ \sum M_A &= +16468.718 |ton \cdot mm| \text{ (searah jarum jam)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan ini terlihat bahwa terjadi momen sebesar 16468.718 tonmm searah jarum jam pada titik A. Besaran momen ini akan menyebabkan truk terguling. **Dengan demikian, apabila truk tidak diikat maka truk tersebut akan terguling jika terjadi kemiringan kapal sebesar 35°.**

Kesimpulan :

Distribusi muatan kendaraan secara total dimana rata-rata adalah truk tronton berbak angkut tinggi pada kapal Kapal Ferry Rafelia 2 adalah tidak terletak pada COG kapal yang seharusnya sehingga menyebabkan terjadinya kemiringan kapal. Kemiringan kapal terus bertambah secara bertahap sering dengan terjadinya pergerakan kapal sehingga pada suatu saat mencapai kemiringan 35°. Pada kondisi kritis ini dapat terjadi pergeseran dan roll-over pada truk ke salah satu sisi sehingga terjadi penyimpangan COG kapal yang semakin jauh dari COG yang seharusnya. Penyimpangan ini menyebabkan terjadinya momen pada kapal yang pada suatu kondisi tertentu pergerakan miringnya kapal yang terjadi melebihi toleransi maksimum kemiringan kapal sehingga kapal terbalik.

STABILITY CALCULATION – RAFELIA 2

Departure condition

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: E:\maxsurf\rafelia_2c (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - FULL LOAD – departure condition

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Tabel 0-1: Load Case

Item Name	Specific gravity	Fluid type	Quantity	Sounding m	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Unit FSM tonne.m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship			1		633,720	633,720	31,830	31,830	31,830	0,000	5,846	0,000	0,000	User Specified
FPT (P)	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	35,085	0,000	57,569			-0,001	0,319	n/a	0,000	Actual
FPT (S)	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	35,085	0,000	57,569			0,001	0,319	n/a	0,000	Actual
SWBT NO. 1 (P)	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	73,263	0,000	49,528			-0,307	0,177	n/a	0,000	Actual
SWBT NO. 1 (S)	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	73,263	0,000	49,528			0,307	0,177	n/a	0,000	Actual
FWT (P)	Tank default (1,0000)	Fresh Water	30,17%	1,000	28,975	8,743	36,572			-2,650	1,303	n/a	21,236	Actual
FWT (S)	Tank default (1,0000)	Fresh Water	21,24%	0,707	28,975	6,154	36,571			2,639	1,155	n/a	20,875	Actual
FOT (P)	Tank default	Fuel Oil	5%	0,163	73,983	3,699	32,989			-2,728	0,882	n/a	56,549	Actual

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Item Name	Specific gravity	Fluid type	Quantity	Sounding m	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Unit FSM tonne.m	Total FSM tonne.m	FSM Type
	(0,9443)													
FOT(S)	Tank default (0,9443)	Fuel Oil	5%	0,163	73,983	3,699	32,989			2,728	0,882	n/a	56,549	Actual
SWBT NO. 2 (P)	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	49,011	0,000	6,129			-0,116	0,000	n/a	0,000	Actual
SWBT NO. 2 (S)	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	49,011	0,000	6,129			0,116	0,000	n/a	0,000	Actual
Ramp			1		16,000	16,000	69,650	69,650	69,650	0,000	5,000	0,000	0,000	User Specified
Beban oleng			0		10,000	0,000	28,764	28,764	28,764	7,000	3,900	0,000	0,000	User Specified
PENUMPANG			60		0,075	4,500	28,764	0,000	0,000	0,000	10,000	0,000	0,000	User Specified
CREW			22		0,075	1,650	28,764	28,764	28,764	0,000	5,000	0,000	0,000	User Specified
TRONTON 6 BAN			1		15,000	15,000	3,831	3,831	3,831	-3,274	5,300	0,000	0,000	User Specified
TRONTON 10 BAN			1		25,000	25,000	3,831	3,831	3,831	0,000	5,500	0,000	0,000	User Specified
TRONTON 10 BAN			1		40,000	40,000	3,831	3,831	3,831	3,274	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	14,077	14,077	14,077	-5,589	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	14,077	14,077	14,077	-2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	14,077	14,077	14,077	2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	16,223	16,223	16,223	5,589	5,500	0,000	0,000	User Specified

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

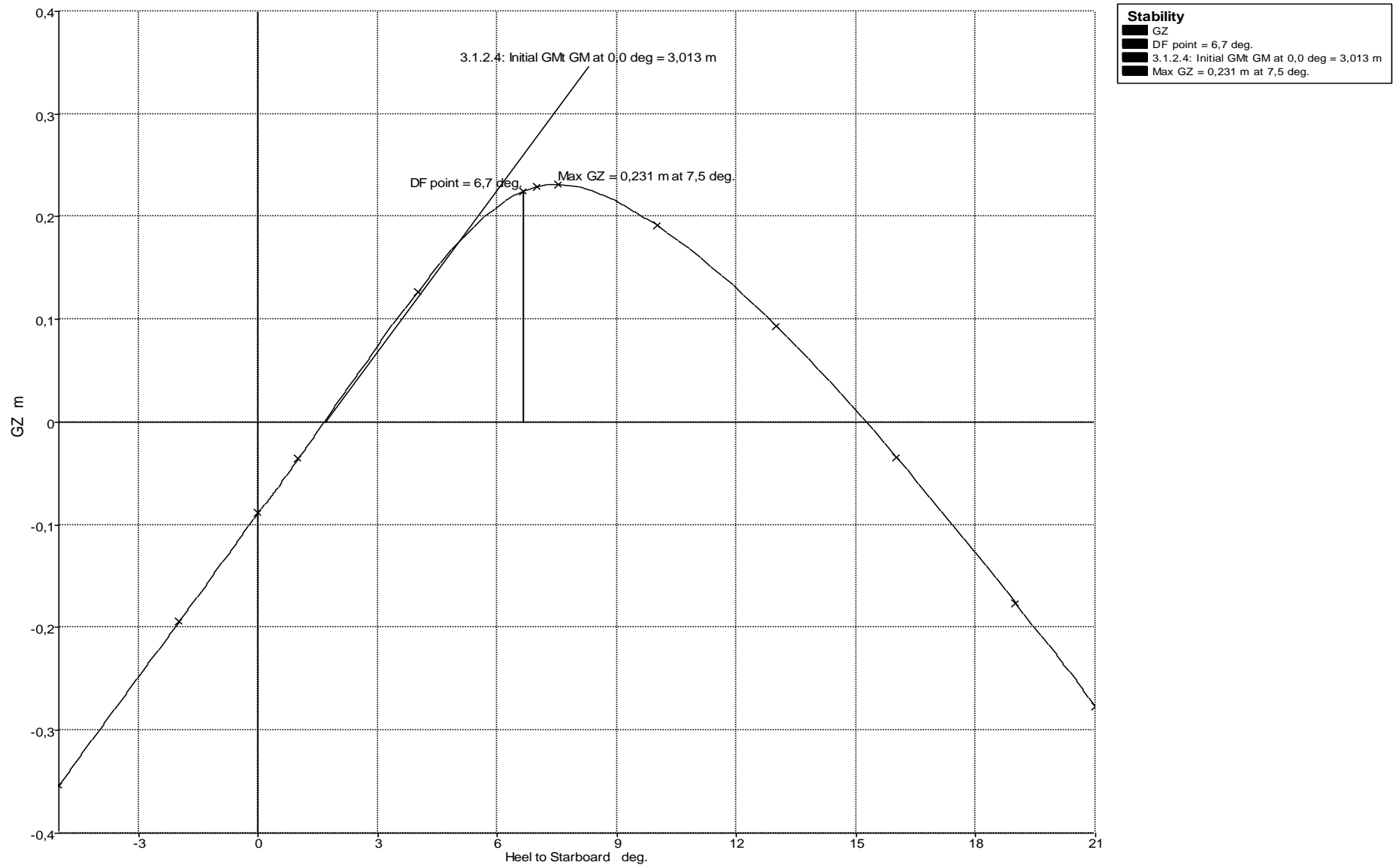
KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Item Name	Specific gravity	Fluid type	Quantity	Sounding m	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Unit FSM tonne.m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	23,838	23,838	23,838	-5,589	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	23,838	23,838	23,838	-2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	23,838	23,838	23,838	2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	25,707	25,707	25,707	5,589	5,500	0,000	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN			1		15,000	15,000	31,869	31,869	31,869	-5,589	5,300	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	33,323	33,323	33,323	-2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	33,323	33,323	33,323	2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN			1		15,000	15,000	33,738	33,738	33,738	5,589	5,300	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	41,907	41,907	41,907	-5,589	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	42,807	42,807	42,807	-2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	42,807	42,807	42,807	2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	42,807	42,807	42,807	5,589	5,500	0,000	0,000	User Specified
L300			1		4,000	4,000	50,215	50,215	50,215	-5,589	4,900	0,000	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10			1		40,000	40,000	51,876	51,876	51,876	-2,032	5,500	0,000	0,000	User

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Item Name	Specific gravity	Fluid type	Quantity	Sounding m	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Unit FSM tonne.m	Total FSM tonne.m	FSM Type
BAN														Specified
DUMP TRUK 10 BAN			1		40,000	40,000	51,876	51,876	51,876	2,032	5,500	0,000	0,000	User Specified
L300			1		4,000	4,000	56,307	56,307	56,307	-4,629	4,900	0,000	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN			1		15,000	15,000	57,706	57,706	57,706	4,798	5,300	0,000	0,000	User Specified
L300			1		4,000	4,000	61,718	61,718	61,718	-2,823	4,900	0,000	0,000	User Specified
L300			1		4,000	4,000	59,978	59,978	59,978	0,000	4,900	0,000	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN			1		15,000	15,000	63,061	63,061	63,061	2,371	5,300	0,000	0,000	User Specified
Tank011	Tank default (1,0250)	Sea Water	0%	0,000	25,768	0,000	29,818			0,000	3,900	n/a	0,000	Actual
Total Loadcase						1474,165	31,287			0,088	5,574		155,209	
FS correction											0,105			
VCG fluid											5,679			



Tabel 0-2: GZ Curve result

Heel to Starboard deg	-5,0	-2,0	0,0	1,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	21,0
GZ m	-0,354	-0,194	-0,088	-0,036	0,127	0,229	0,192	0,093	-0,034	-0,176	-0,277
Area under GZ curve from zero heel m.deg	1,1047	0,2823	-0,0179	-0,0626	0,0789	0,6442	1,3018	1,7381	1,8333	1,5209	1,0684
Displacement t	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474
Draft at FP m	3,336	3,379	3,387	3,385	3,353	3,312	3,317	3,358	3,425	3,514	3,583
Draft at AP m	3,255	3,293	3,301	3,299	3,273	3,227	3,220	3,237	3,271	3,320	3,359
WL Length m	65,364	65,240	64,841	64,815	65,345	65,373	65,410	65,468	65,473	65,476	65,477
Beam max extents on WL m	12,550	12,518	12,480	12,489	12,530	10,818	9,293	8,383	7,777	7,351	7,135
Wetted Area m ²	978,153	987,164	980,853	981,688	985,981	1051,909	1131,387	1179,561	1212,309	1236,370	1249,230
Waterpl. Area m ²	769,900	784,322	777,763	778,660	782,562	649,761	526,073	450,802	399,624	362,478	342,928
Prismatic coeff. (Cp)	0,612	0,611	0,610	0,610	0,612	0,616	0,621	0,627	0,632	0,638	0,641
Block coeff. (Cb)	0,494	0,494	0,494	0,494	0,497	0,556	0,613	0,640	0,649	0,648	0,642
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	31,293	31,293	31,287	31,288	31,292	31,292	31,293	31,294	31,296	31,298	31,300
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	29,083	28,570	28,385	28,400	28,870	29,620	29,895	30,089	30,230	30,339	30,401
Max deck inclination deg	5,0006	2,0017	0,0825	1,0034	4,0007	7,0005	10,0004	13,0005	16,0006	19,0008	21,0009
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0775	-0,0826	-0,0825	-0,0825	-0,0764	-0,0812	-0,0932	-0,1161	-0,1473	-0,1854	-0,2145

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -3,304 m)		0	n/a
Deck Edge (immersion pos = -3,304 m)		0	n/a
DF point	Downflooding point	17,6	0
DF point	Downflooding point	17,5	0
DF point	Downflooding point	17,4	0
DF point	Downflooding point	17,2	0

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
DF point	Downflooding point	17,1	0
DF point	Downflooding point	17	0
DF point	Downflooding point	16,8	0
DF point	Downflooding point	16,7	0
DF point	Downflooding point	16,6	0
DF point	Downflooding point	16,5	0
DF point	Downflooding point	16,4	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	6,7	0

Tabel 0-3: Stability result

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	7,5	Fail	-69,86
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	3,013	Pass	+1908,67

Initial heeling 5 degrees

Stability 20.00.04.9, build: 9

Model file: G:\Rafelia\rafelia_2c (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.:%: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - FULL LOAD 40 – initial heeling

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	633,720	633,720			31,830	0,000	5,846	0,000	User Specified
FPT (P)	0%	35,085	0,000	34,229	0,000	57,569	-0,001	0,319	0,000	Actual
FPT (S)	0%	35,085	0,000	34,229	0,000	57,569	0,001	0,319	0,000	Actual
SWBT NO. 1 (P)	0%	73,263	0,000	71,476	0,000	49,528	-0,307	0,177	0,000	Actual
SWBT NO. 1 (S)	0%	73,263	0,000	71,476	0,000	49,528	0,307	0,177	0,000	Actual
FWT (P)	30,17%	28,975	8,743	28,975	8,743	36,572	-2,650	1,303	21,236	Actual
FWT (S)	21,24%	28,975	6,154	28,975	6,154	36,571	2,639	1,155	20,875	Actual
FOT (P)	5%	73,983	3,699	78,347	3,917	32,989	-2,728	0,882	56,549	Actual
FOT(S)	5%	73,983	3,699	78,347	3,917	32,989	2,728	0,882	56,549	Actual
SWBT NO. 2 (P)	0%	49,011	0,000	47,816	0,000	6,129	-0,116	0,000	0,000	Actual
SWBT NO. 2 (S)	0%	49,011	0,000	47,816	0,000	6,129	0,116	0,000	0,000	Actual
Ramp	1	16,000	16,000			69,650	0,000	5,000	0,000	User Specified
Beban oleng	1	10,000	10,000			28,764	7,000	3,900	0,000	User Specified
PENUMPANG	60	0,075	4,500			28,764	0,000	10,000	0,000	User Specified

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

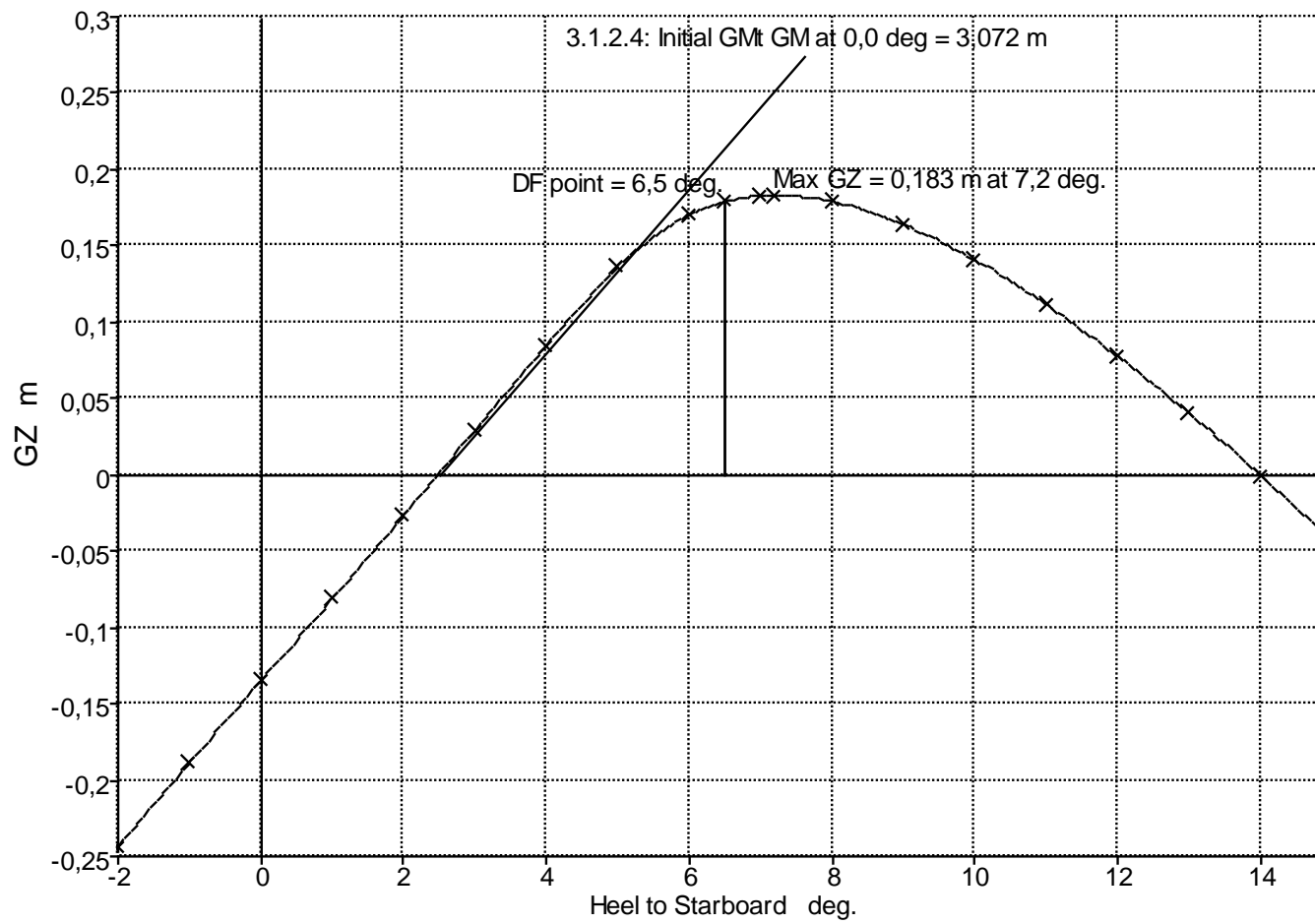
KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

CREW	22	0,075	1,650			28,764	0,000	5,000	0,000	User Specified
TRONTON 6 BAN	1	15,000	15,000			3,831	-3,274	5,300	0,000	User Specified
TRONTON 10 BAN	1	25,000	25,000			3,831	0,000	5,500	0,000	User Specified
TRONTON 10 BAN	1	40,000	40,000			3,831	3,274	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			14,077	-5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			14,077	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			14,077	2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			16,223	5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			23,838	-5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			23,838	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			23,838	2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			25,707	5,589	5,500	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			31,869	-5,589	5,300	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			33,323	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			33,323	2,032	5,500	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			33,738	5,589	5,300	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			41,907	-5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			42,807	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			42,807	2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			42,807	5,589	5,500	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			50,215	-5,589	4,900	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			51,876	-2,032	5,500	0,000	User Specified

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			51,876	2,032	5,500	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			56,307	-4,629	4,900	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			57,706	4,798	5,300	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			61,718	-2,823	4,900	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			59,978	0,000	4,900	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			63,061	2,371	5,300	0,000	User Specified
Tank011	0%	25,768	0,000	25,139	0,000	29,818	0,000	3,900	0,000	Actual
Total Loadcase			1484,165	546,827	22,731	31,270	0,135	5,562	155,209	
FS correction								0,105		
VCG fluid								5,667		



Stability

- █ GZ
- █ DF point = 6,5 deg.
- █ 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 3,072 m
- █ Max GZ = 0,183 m at 7,2 deg.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Heel to Starboard deg	-2,0	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
GZ m	-0,243	-0,189	-0,135	-0,081	-0,027	0,029	0,085	0,136	0,170	0,183	0,179	0,164	0,141	0,112	0,078	0,041	0,000	-0,043
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0066	0,0028	-0,0004	-0,0019	-0,0028	-0,0028	-0,0018	0,0001	0,0028	0,0060	0,0091	0,0121	0,0148	0,0170	0,0187	0,0197	0,0201	0,0197
Displacement t	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484	1484
Draft at FP m	3,392	3,399	3,401	3,399	3,392	3,380	3,365	3,348	3,335	3,326	3,323	3,327	3,334	3,345	3,360	3,377	3,398	3,421
Draft at AP m	3,305	3,310	3,312	3,310	3,306	3,298	3,285	3,268	3,253	3,244	3,240	3,239	3,241	3,246	3,253	3,262	3,273	3,286
WL Length m	65,259	65,002	65,029	65,003	65,259	65,322	65,351	65,369	65,368	65,377	65,386	65,396	65,417	65,445	65,466	65,468	65,469	65,470
Beam max extents on WL m	12,568	12,541	12,531	12,541	12,569	12,614	12,531	12,504	11,466	10,694	10,086	9,594	9,184	8,838	8,541	8,283	8,058	7,860
Wetted Area m ²	992,722	986,272	985,220	986,292	992,734	995,995	989,835	984,325	1024,372	1062,549	1094,077	1119,653	1141,034	1159,217	1174,861	1188,484	1200,493	1211,157
Waterpl. Area m ²	789,480	782,858	781,739	782,875	789,490	793,034	785,445	769,184	703,445	643,847	594,813	554,649	521,095	492,521	467,883	446,385	427,457	410,637
Prismatic coeff. (Cp)	0,615	0,617	0,617	0,617	0,615	0,615	0,615	0,616	0,617	0,619	0,620	0,622	0,624	0,625	0,627	0,628	0,630	0,632
Block coeff. (Cb)	0,496	0,498	0,498	0,498	0,496	0,495	0,500	0,499	0,536	0,565	0,589	0,608	0,623	0,634	0,643	0,650	0,654	0,657
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	31,276	31,276	31,274	31,276	31,275	31,275	31,275	31,274	31,275	31,275	31,271	31,276	31,276	31,276	31,277	31,277	31,278	31,278
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	28,656	28,452	28,428	28,452	28,656	28,684	28,870	29,043	29,417	29,621	29,728	29,813	29,895	29,965	30,028	30,085	30,137	30,183
Max deck inclination deg	2,0017	1,0036	0,0847	1,0036	2,0017	3,0010	4,0007	5,0006	6,0005	7,0004	8,0004	9,0004	10,0004	11,0004	12,0004	13,0004	14,0005	15,0005
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0828	-0,0847	-0,0847	-0,0847	-0,0827	-0,0788	-0,0762	-0,0763	-0,0787	-0,0788	-0,0790	-0,0844	-0,0891	-0,0951	-0,1022	-0,1102	-0,1192	-0,1290

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -3,304 m)		0	n/a
Deck Edge (immersion pos = -3,304 m)		0	n/a
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	6,5	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Fail	
	shall not be less than (\geq)	25,0	deg	7,2	Fail	-71,27
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,150	m	3,072	Pass	+1948,00

After Turning and rampdoor opened

Stability 20.00.04.9, build: 9

Model file: G:\Rafelia\rafelia_2c (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.:%: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - FULL LOAD 40

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	633,720	633,720			31,830	0,000	5,846	0,000	User Specified
FPT (P)	0%	35,085	0,000	34,229	0,000	57,569	-0,001	0,319	0,000	Actual
FPT (S)	0%	35,085	0,000	34,229	0,000	57,569	0,001	0,319	0,000	Actual
SWBT NO. 1 (P)	0%	73,263	0,000	71,476	0,000	49,528	-0,307	0,177	0,000	Actual
SWBT NO. 1 (S)	0%	73,263	0,000	71,476	0,000	49,528	0,307	0,177	0,000	Actual
FWT (P)	30,17%	28,975	8,743	28,975	8,743	36,572	-2,650	1,303	21,236	Actual
FWT (S)	21,24%	28,975	6,154	28,975	6,154	36,571	2,639	1,155	20,875	Actual
FOT (P)	5%	73,983	3,699	78,347	3,917	32,989	-2,728	0,882	56,549	Actual
FOT(S)	5%	73,983	3,699	78,347	3,917	32,989	2,728	0,882	56,549	Actual
SWBT NO. 2 (P)	0%	49,011	0,000	47,816	0,000	6,129	-0,116	0,000	0,000	Actual
SWBT NO. 2 (S)	0%	49,011	0,000	47,816	0,000	6,129	0,116	0,000	0,000	Actual
Ramp	1	16,000	16,000			69,650	0,000	5,000	0,000	User Specified
Beban oleng	5,5	10,000	55,000			28,764	7,000	3,900	0,000	User Specified
PENUMPANG	60	0,075	4,500			28,764	0,000	10,000	0,000	User Specified

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

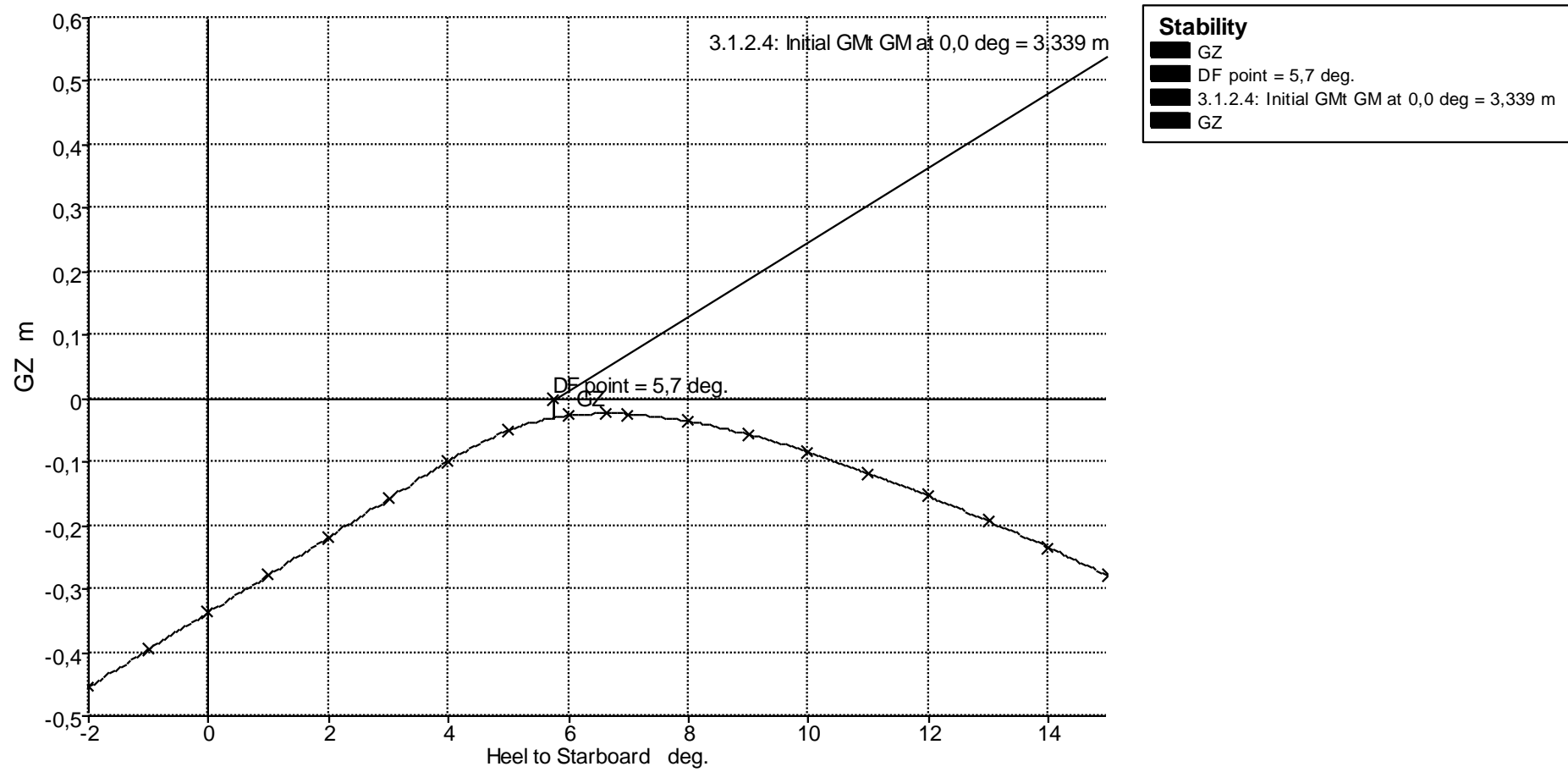
KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
CREW	22	0,075	1,650			28,764	0,000	5,000	0,000	User Specified
TRONTON 6 BAN	1	15,000	15,000			3,831	-3,274	5,300	0,000	User Specified
TRONTON 10 BAN	1	25,000	25,000			3,831	0,000	5,500	0,000	User Specified
TRONTON 10 BAN	1	40,000	40,000			3,831	3,274	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			14,077	-5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			14,077	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			14,077	2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			16,223	5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			23,838	-5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			23,838	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			23,838	2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			25,707	5,589	5,500	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			31,869	-5,589	5,300	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			33,323	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			33,323	2,032	5,500	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			33,738	5,589	5,300	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			41,907	-5,589	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			42,807	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			42,807	2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			42,807	5,589	5,500	0,000	User Specified

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
L300	1	4,000	4,000			50,215	-5,589	4,900	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			51,876	-2,032	5,500	0,000	User Specified
DUMP TRUK 10 BAN	1	40,000	40,000			51,876	2,032	5,500	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			56,307	-4,629	4,900	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			57,706	4,798	5,300	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			61,718	-2,823	4,900	0,000	User Specified
L300	1	4,000	4,000			59,978	0,000	4,900	0,000	User Specified
TRUK ENGKEL 6 BAN	1	15,000	15,000			63,061	2,371	5,300	0,000	User Specified
Tank011	0%	25,768	0,000	25,139	0,000	29,818	0,000	3,900	0,000	Actual
Total Loadcase			1529,165	546,827	22,731	31,196	0,337	5,513	155,209	
FS correction								0,101		
VCG fluid								5,615		



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Heel to Starboard deg	-2,0	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
GZ m	-0,455	-0,395	-0,337	-0,278	-0,219	-0,158	-0,099	-0,050	-0,027	-0,024	-0,036	-0,056	-0,084	-0,117	-0,153	-0,193	-0,235	-0,279
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0138	0,0064	-0,0011	-0,0054	-0,0097	-0,0130	-0,0152	-0,0165	-0,0171	-0,0176	-0,0181	-0,0189	-0,0201	-0,0218	-0,0224	-0,0272	-0,0309	-0,0354
Displacement t	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529	1529
Draft at FP m	3,447	3,455	3,457	3,455	3,447	3,435	3,420	3,406	3,395	3,391	3,394	3,401	3,411	3,427	3,445	3,467	3,491	3,518
Draft at AP m	3,360	3,365	3,367	3,365	3,360	3,352	3,341	3,327	3,321	3,319	3,322	3,329	3,339	3,350	3,364	3,379	3,397	3,417
WL Length m	65,484	65,484	65,484	65,484	65,484	65,484	65,391	65,397	65,394	65,400	65,408	65,421	65,450	65,465	65,466	65,467	65,467	65,468
Beam max extents on WL m	12,792	12,765	12,756	12,766	12,792	12,769	12,596	11,983	10,989	10,117	9,538	9,069	8,679	8,349	8,067	7,823	7,609	7,420
Wetted Area m^2	1011,434	1010,167	1006,550	1010,200	1011,455	1012,962	1006,586	1028,936	1073,945	1111,630	1141,305	1165,407	1185,535	1202,537	1217,165	1229,915	1241,144	1251,126
Waterpl. Area m^2	806,516	805,071	801,388	805,103	806,535	807,941	798,350	746,544	675,469	616,344	569,058	530,369	497,990	470,421	446,675	425,985	407,774	391,614
Prismatic coeff. (Cp)	0,620	0,619	0,619	0,619	0,620	0,620	0,621	0,622	0,623	0,625	0,626	0,627	0,629	0,630	0,631	0,633	0,635	0,636
Block coeff. (Cb)	0,492	0,492	0,493	0,492	0,492	0,495	0,504	0,527	0,566	0,604	0,629	0,649	0,664	0,676	0,685	0,692	0,697	0,699
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	31,201	31,202	31,199	31,202	31,202	31,201	31,201	31,206	31,201	31,201	31,202	31,201	31,198	31,201	31,201	31,201	31,202	31,202
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	28,795	28,808	28,679	28,809	28,796	28,761	28,850	29,106	29,486	29,610	29,709	29,799	29,880	29,943	30,004	30,060	30,111	30,158
Max deck inclination deg	2,0017	1,0037	0,0862	1,0037	2,0017	3,0010	4,0007	5,0006	6,0004	7,0003	8,0003	9,0003	10,0002	11,0002	12,0002	13,0003	14,0003	15,0003
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0829	-0,0862	-0,0862	-0,0862	-0,0830	-0,0792	-0,0752	-0,0754	-0,0709	-0,0685	-0,0687	-0,0688	-0,0690	-0,0740	-0,0783	-0,0835	-0,0896	-0,0965

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KMP. Rafelia 2, Perairan Selat Bali, Jawa Timur, 04 Maret 2016

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -3,304 m)		0	n/a
Deck Edge (immersion pos = -3,304 m)		0	n/a
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
DF point	Downflooding point	5,7	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Invalid heel angle for analysis.	
	shall not be less than (\geq)	25,0	deg		Invalid heel angle for analysis.	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,150	m	3,339	Pass	+2126,00



ISBN 978-602-99445-2-5



9 786029 944525

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI REPUBLIK INDONESIA

Jl. Medan Merdeka Timur No.5 Jakarta 10110 INDONESIA Phone : (021) 351 7606 / 384 7601 Fax : (021) 351 7606
email : knkt@dephub.go.id website 1 : <http://knkt.dephub.go.id/webknkt/> website 2 : <http://knkt.dephub.go.id/knkt/>