

LAPORAN AKHIR
KNKT-13-07-02-03

KOMITE
NASIONAL
KESELAMATAN
TRANSPORTASI

INVESTIGASI KECELAKAAN PELAYARAN

Tenggelamnya *KM. Pemudi*

Perairan Laut Banda, 80 mil laut Barat Daya Pulau Buru,

Maluku

3 Juli 2013



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
REPUBLIK INDONESIA
2014

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

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 2014.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR ISTILAH	xi
SINOPSIS	xiii
I. INFORMASI FAKTUAL	1
I.1. KM. PEMUDI	1
I.1.1. Data Utama Kapal	1
I.1.2. Informasi Permesinan.....	2
I.1.3. Peralatan Navigasi dan Komunikasi.....	3
I.1.4. Peralatan Keselamatan.....	3
I.1.5. Informasi Muatan	3
I.1.6. Awak Kapal	4
I.2. KONDISI KAPAL	5
I.3. PEMANDUAN DI PELABUHAN TANJUNG PERAK	6
I.4. KEADAAN CUACA PADA SAAT KEJADIAN.....	6
I.5. KRONOLOGI KEJADIAN	7
I.6. AKIBAT KECELAKAAN	11
II. ANALISIS	13
II.1. INVESTIGASI KNKT	13
II.2. STABILITAS AWAL	13
II.3. KEMIRINGAN KAPAL	13
II.4. MASUKNYA AIR LAUT KE TANGKI <i>BALLAST</i> NO. 2 & 3 KANAN.....	14
II.5. PENYEBAB MASUKNYA AIR LAUT KE RUANG PALKA NO. 2 DAN NO. 1.....	15
II.6. PENYEBAB TENGSELAMNYA KAPAL	16
II.7. MANAJEMEN KESELAMATAN KAPAL.....	17
II.7.1. Prosedur penanganan kapal kandas	17
II.7.2. Upaya menegakkan kapal dari kemiringan kapal ke kanan	18
II.7.3. Latihan peran meninggalkan kapal.....	18
II.8. PEMANDUAN	18

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

II.9. PENYELAMATAN AWAK KAPAL	19
III. KESIMPULAN.....	21
III.1. FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI	21
III.2. FAKTOR LAINNYA YANG MEMPENGARUHI KESELAMATAN	21
IV. REKOMENDASI.....	23
IV.1. REGULATOR/DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT	23
IV.2. REGULATOR/SYAHBANDAR KELAS UTAMA PELABUHAN TANJUNG PERAK	23
IV.3. FASILITATOR PELABUHAN/PT. PELINDO III CABANG TANJUNG PERAK.....	23
IV.4. OPERATOR/ PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES	23
SUMBER INFORMASI.....	25
LAMPIRAN	27
IV.5. DASAR TEORI STABILITAS	27
IV.6. SKENARIO KONDISI <i>KM. PEMUDI</i>	28
IV.7. PERHITUNGAN	28
IV.7.1. Perhitungan stabilitas awal.....	28
IV.7.2. Perhitungan stabilitas ketika tangki <i>ballast</i> no. 2 & 3 kanan bocor	29
IV.7.3. Perhitungan penambahan benaman	31
IV.7.3.1. Perhitungan perubahan benaman longitudinal	31
IV.7.3.2. Perhitungan perubahan benaman transversal	31
IV.7.4. Perhitungan stabilitas pada kondisi ruang palka 2 terisi air laut dan geladak antara bulwark dan hatch coaming ada genangan air laut.....	32
GARIS WAKTU KEJADIAN	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 KM. Pemudi Ex. MV. Bunga Dahlia	1
Gambar I-2. Rencana umum KM. Pemudi	2
Gambar I-3. Foto kondisi KM. Pemudi sebelum bertolak dari Pel. Tanjung Perak, Surabaya	5
Gambar I-4. Alur pelayaran Tanjung Perak	6
Gambar I-5: Kondisi perairan di lokasi kejadian pada tanggal 3 Juli 2013	7
Gambar I-6: Posisi kontak terakhir dengan perusahaan dan sinyal EPIRB (sumber: Google Earth)	8
Gambar II-1: Arah gerak KM. Pemudi dan arah angin	17
Gambar V-1: Titik G, M, B, dan Z	27
Gambar V-2. a) Stabilitas positif; b) Stabilitas negatif; c) Stabilitas netral	27
Gambar V-3: kemiringan KM. Pemudi pada kondisi akibat tangki <i>ballast</i> no. 2 dan no. 3 dipenuhi air laut	32

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

DAFTAR TABEL

Tabel I-1: Tabel peralatan komunikasi di KM. Pemudi	3
Tabel I-2: Daftar peralatan keselamatan di KM. Pemudi	3
Tabel I-3: Data pemeriksaan liferaft KM. Pemudi	3
Tabel I-4: Data muatan KM. Pemudi	4
Tabel II-1: Data kecepatan angin dan tinggi gelombang	16
Tabel V-1: Perhitungan stabilitas awal	28
Tabel V-2: Perhitungan stabilitas ketika tangki <i>ballast</i> no. 2 & 3 kanan bocor	29
Tabel V-3: Perhitungan momen miring ketika stabilitas ketika tangki <i>ballast</i> no. 2 & 3 kanan bocor	30
Tabel V-4: Perhitungan kemiringan pada 6 kondisi	30
Tabel V-5: Perhitungan momen transversal	31
Tabel V-6: Kondisi benaman ketika kapal bertolak	31
Tabel V-7: Perhitungan stabilitas ketika ruang palka 2 terisi air laut dan geladak antara bulwark dan hatch coaming ada genangan air laut	32

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

DAFTAR GRAFIK

Grafik V-1: Grafik momen miring pada 6 kondisi

30

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

DAFTAR ISTILAH

Alur-Pelayaran – adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar, dan bebas hambatan pelayaran lainnya dianggap aman dan selamat untuk dilayari;

Faktor Penyebab – adalah suatu kondisi atau tindakan yang terindikasi terlibat langsung terhadap terjadinya suatu kecelakaan;

Faktor Kontribusi – adalah suatu kejadian atau kondisi tidak aman yang meningkatkan resiko terjadinya suatu kecelakaan. Dalam rangkaiannya faktor kontribusi terjadi secara bertahap dan tidak terlibat secara langsung dalam suatu kecelakaan;

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*);

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;

Manajemen Keselamatan Kapal – adalah manajemen keselamatan dalam pengoperasian kapal yang aman serta upaya pencegahan pencemaran lingkungan yang diterapkan di perusahaan dan di kapal;

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

Pemanduan – adalah kegiatan pandu dalam membantu, memberikan saran, dan informasi kepada Nakhoda tentang keadaan perairan setempat yang penting agar navigasi-pelayaran dapat dilaksanakan dengan selamat, tertib dan lancar demi keselamatan kapal dan lingkungan;

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;

Perairan Wajib Pandu adalah suatu wilayah perairan yang karena kondisi perairannya wajib dilakukan pemanduan bagi kapal berukuran tonase kotor tertentu;

Personil darat yang ditunjuk (*Designated Persons Ashore/DPA*) – adalah seorang atau beberapa orang di darat yang memiliki hubungan langsung dengan pejabat tertinggi di perusahaan.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

SINOPSIS

Pada tanggal 26 Juni 2013 pukul 1800 WIB, *KM. Pemudi* bertolak dari dermaga Berlian Utara pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, Jawa Timur menuju Nabire, Papua.

Pada tanggal 2 Juli 2013 pukul 2300 WITA, Mualim III menghubungi Mualim I dan melaporkan bahwa kapal miring ke kanan 5°.

Pukul 0200 WITA, kemiringan kapal sekitar 7°-10° ke kanan. Haluan kapal kemudian diubah dari 051° menjadi haluan 080°. Upaya membuang air laut dari *ballast* 1 kanan tidak berhasil mengatasi kemiringan. Kemiringan kapal bertambah mencapai 15° kanan.

Saat kondisi kemiringan kapal sudah lebih dari 15°, Nakhoda selanjutnya memerintahkan Awak Kapal untuk meninggalkan kapal (*abandonship*).

Tidak lama kemudian *KM. Pemudi* mulai tenggelam dengan kondisi haluan kanan masuk ke dalam laut terlebih dahulu.

Dari pelaksanaan investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi mengidentifikasi adanya beberapa faktor yang berkontribusi terhadap tenggelamnya *KM. Pemudi*.

Terkait dengan faktor-faktor yang berkontribusi dengan kejadian tenggelamnya *KM. Pemudi*, Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyampaikan butir rekomendasi keselamatan ditujukan kepada pihak-pihak yang terkait untuk dapat mengambil tindakan perbaikan agar kejadian serupa tidak terulang kembali di masa mendatang.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1. KM. PEMUDI



Gambar I-1 KM. Pemudi Ex. MV. Bunga Dahlia

I.1.1. Data Utama Kapal

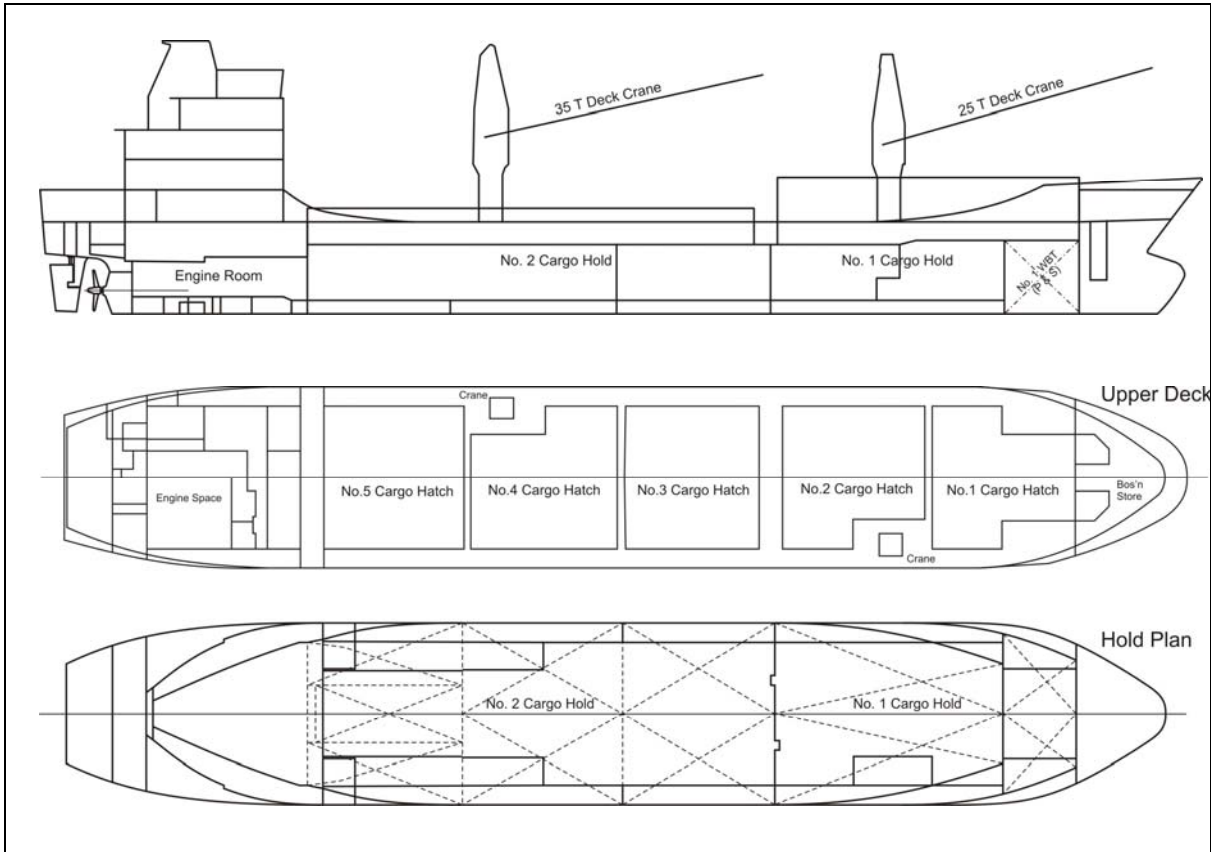
Nama Kapal	: KM. Pemudi (Ex. Bunga Dahlia)
IMO No.	: 7817880
Tanda Panggil	: YGOW
Jenis Kapal	: Container ship
Bendera	: Indonesia
Panjang Keseluruhan (Length Over All)	: 102,4 m
Lebar keseluruhan (Breadth)	: 16,5 m
Tinggi (Height)	: 8 m
Tonase Kotor (GT)	: 4249
Tonase Bersih (NT)	: 2100
Lambung timbul	: 1832 mm
Tempat Pembangunan	: Osaka Zosenho Shipbuilding Co., Jepang
Tahun Bangun	: 1979
Pada saat kejadian kapal di-Klas-kan pada Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan tanda Klas:	
Lambung	: ☒ A100 ○
Mesin	: ☒ SM

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

KM. Pemudi memiliki kapasitas muat hingga 232 teus¹ dan memiliki 2 palka/cargo hold dengan 5 hatches. Kapal ini juga dilengkapi dengan dua unit *Deck Crane*. Bangunan akomodasi dan anjungan berada di buritan kapal.

KM. Pemudi didaftarkan di pelabuhan Tanjung Priok Jakarta pada tahun 2002. Pada saat kejadian, kapal dalam kepemilikan dan dioperasikan oleh PT. Salam Pacific Indonesia Lines.



Gambar I-2. Rencana umum KM. Pemudi

I.1.2. Informasi Permesinan

Kapal dilengkapi penggerak utama satu unit mesin diesel 4 langkah dengan 6 silinder merek IHI SEMT-PIELSTIC tipe 6PC2-52 yang menghasilkan daya 3900 HP² pada putaran 520 Rpm³, yang memutar sebuah baling-baling tetap berdaun 4 tipe SKF melalui *gear box* dan mampu memberikan kecepatan kapal sebesar 10 knot.

Suplai daya listrik kapal di dapat dari tiga unit pembangkit listrik yang masing-masing digerakkan oleh mesin diesel 6 silinder merek Yanmar. Dua unit tipe 6MAL-HTS dengan daya 530 HP dengan putaran 900 Rpm dan satu unit tipe 6MAL dengan daya 230 HP. Kapal juga dilengkapi dengan pompa *ballast* sebanyak dua unit.

¹ Twenty-foot equivalent units.

² Horse power.

³ Revolutions per minute.

I.1.3. Peralatan Navigasi dan Komunikasi

Di atas kapal *KM. Pemudi* dilengkapi dengan peralatan navigasi dan komunikasi dengan rincian sebagai berikut:

Tabel I-1: Tabel peralatan komunikasi di KM. Pemudi

Perangkat Komunikasi	Merek	Keterangan
SSB	JRC JSS-720	100w/J3E,H3E/1.6-27.5 MHz
VHF/DSC	JRC JHS-32A	25w/156-174 MHz
NAVTEX	JMC NT 900	518 kHz
INMARSAT C	Sailor TT-3084A	1626.5-1645.5
TWO WAY	Navico Axis 250	156-174 MHz
EPIRB SATELLITE	Plessey Tellumat PT280A	406 MHz
RADAR TRANSPORDER	Lokata SART	9200-9500 Mhz

Sedangkan peralatan navigasi di kapal antara lain: Radar 9 Ghz, AIS, GPS, dan Echosounder.

I.1.4. Peralatan Keselamatan

Berdasarkan sertifikat keselamatan konstruksi kapal barang yang dikeluarkan oleh Syahbandar Utama Tanjung Perak tanggal 23 November 2012, peralatan keselamatan yang terdapat di *KM. Pemudi* adalah sebagai berikut:

Tabel I-2: Daftar peralatan keselamatan di KM. Pemudi

Peralatan	Jumlah	Kapasitas	Total Kapasitas	Lokasi
Sekoci	2	@ 25 orang	50 Orang	Boat Deck
Liferaft	2	@ 25 orang	50 Orang	Boat Deck
Lifebuoy	6	@ 1 orang	6 orang	Sekitar railing
Life Jacket	28	@ 1 orang	28 orang	Ruangan-ruangan

Berdasarkan hasil pemeriksaan, dua unit *liferaft* *KM. Pemudi* telah dilakukan pemeriksaan ulang dengan hasil baik. Berikut data-data pemeriksaan *liferaft* *KM. Pemudi*:

Tabel I-3: Data pemeriksaan liferaft KM. Pemudi

Peralatan	Tipe	Serial No.	Pemeriksaan	Hasil
Liferaft 1	HNF A-25	06317	22 Mei 2013	<i>Raft in good condition</i>
Liferaft 2	HNF A-25	07085	2 Januari 2013	<i>Raft in good condition</i>

I.1.5. Informasi Muatan

Berdasarkan data pemuatan kapal (*stowage plan*), diketahui bahwa *KM. Pemudi* membawa muatan peti kemas sebanyak 214 *box* dari pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya dengan tujuan pelabuhan Nabire dan pelabuhan Manokwari, Papua. Dari dokumen *stowage plan*, juga diketahui *KM. Pemudi* membawa muatan *loose cargo*⁴ yaitu empat unit alat berat.

⁴ *Loose cargo* adalah jenis muatan lepas.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Berikut data muatan kapal *KM. Pemudi*:

Tabel I-4: Data muatan KM. Pemudi

Tujuan	Ukuran peti kemas		Total box/teus
	20 kaki	40 kaki	
Nabire	96	1	97 box/98 teus
Manokwari	117	-	117 box/117 teus
Total			214 box
Loose Cargo			2 unit alat berat <i>Excavator</i>
			1 unit alat berat <i>Grader</i>
			1 unit alat berat <i>Dozer</i>

Berdasarkan dokumen *Master Sailing Declaration* tanggal 26 Juni 2013 yang dibuat oleh Nakhoda disebutkan kapal mengangkut muatan peti kemas sebanyak 196 box.

I.1.6. Awak Kapal

Pada saat kejadian, *KM. Pemudi* diawaki oleh 21 orang awak kapal yang terdiri dari satu orang Nakhoda, satu orang Kepala Kamar Mesin (KKM), tiga orang Mualim, tiga orang Masinis, satu orang Markonis, tiga orang Juru mudi, tiga orang Juru minyak dan masing-masing satu orang Serang, Kelasi, Koki, *Electrician*, Pelayan, dan Cadet⁵. Sekitar 25% dari awak kapal tersebut merupakan awak baru menggantikan awak sebelumnya di antaranya Mualim I, Masinis I, II, III, Juru Minyak, dan Koki.

Sistem jaga di *KM. Pemudi* saat berlayar adalah sistem dinas jaga laut 4 jam, sedangkan saat kapal berlabuh dan di pelabuhan, menggunakan sistem dinas jaga 24 jam, terdiri dari satu orang mualim dan juru mudi untuk dinas jaga *deck*, sedangkan di kamar mesin di jaga oleh satu orang masinis dan juru minyak.

Nakhoda *KM. Pemudi* memiliki sertifikat kompetensi Ahli Nautika Tingkat - ANT II yang diterbitkan pada tahun 2008 di Jakarta. Yang bersangkutan mempunyai pengalaman sebagai Nakhoda sejak tahun 1989. Yang bersangkutan telah bekerja di PT. SPIL sekitar 5 tahun dan telah bekerja di *KM. Pemudi* sejak 7 bulan sebelum kejadian.

KKM memiliki sertifikat kompetensi Ahli Teknik Tingkat - ATT II yang diterbitkan pada tahun 2002 di Jakarta.

Mualim I memiliki sertifikat kompetensi ANT III yang diterbitkan pada tahun 1992 di Jakarta. Yang bersangkutan memiliki pengalaman sebagai Mualim I selama 7 bulan di kapal jenis *Landing Craft-Tank*. Yang bersangkutan juga memiliki pengalaman sebagai Mualim III selama 2 tahun dan sebagai Mualim II selama 12 tahun di kapal barang dan kapal *reefer*⁶. Mualim I mulai bergabung di PT. SPIL pada tanggal 21 Juni 2013 dan langsung bekerja di *KM. Pemudi* sebagai Mualim I. Yang bersangkutan belum memiliki pengalaman bekerja di kapal peti kemas dan belum pernah berlayar di rute Surabaya-Nabire.

⁵ Calon perwira kapal.

⁶ Kapal kargo berpendingin.

Mualim III memiliki sertifikat kompetensi ANT III yang diterbitkan pada tahun 2012 di Jakarta. Yang bersangkutan memiliki pengalaman selama 17 bulan sebagai Cadet di kapal peti kemas.

I.2. KONDISI KAPAL

Pada bulan Oktober – November 2012, *KM. Pemudi* menjalani dok tahunan (*annual dock*) di PT. Dok Pantai Lamongan, Jawa Timur. Beberapa pekerjaan pergantian pelat lambung dan *tank top*, pergantian pipa, pemeriksaan poros *propeller*, dan pemeriksaan permesinan dilakukan. Selanjutnya dilakukan survey oleh surveyor dari klas BKI dan dinyatakan sertifikat klas lambung dan mesin kapal dipertahankan.

Pada saat bertolak dari Pelabuhan Tanjung Perak tanggal 26 Juni 2013, *KM. Pemudi* dengan draft haluan 5,94 m, draft tengah 6,12 m, dan draft buritan 6,30 meter, sedangkan draft maksimum kapal adalah 6,20 m.



Gambar I-3. Foto kondisi KM. Pemudi sebelum bertolak dari Pel. Tanjung Perak, Surabaya

I.3. PEMANDUAN DI PELABUHAN TANJUNG PERAK

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 22 Tahun 1990, Pelabuhan Tanjung Perak merupakan Perairan Wajib Pandu Kelas I. Pelayanan jasa pemanduan di perairan wajib pandu pelabuhan laut tersebut dilaksanakan oleh PT. Pelabuhan Indonesia III (persero). Prosedur pemanduan selanjutnya diatur dalam Keputusan Administrator Pelabuhan Tanjung Perak No. HK.501/02/03/ADPL.SBA.2003 tentang Prosedur Tetap Pemanduan Kapal Di Perairan Wajib Pandu Pelabuhan Tanjung Perak.

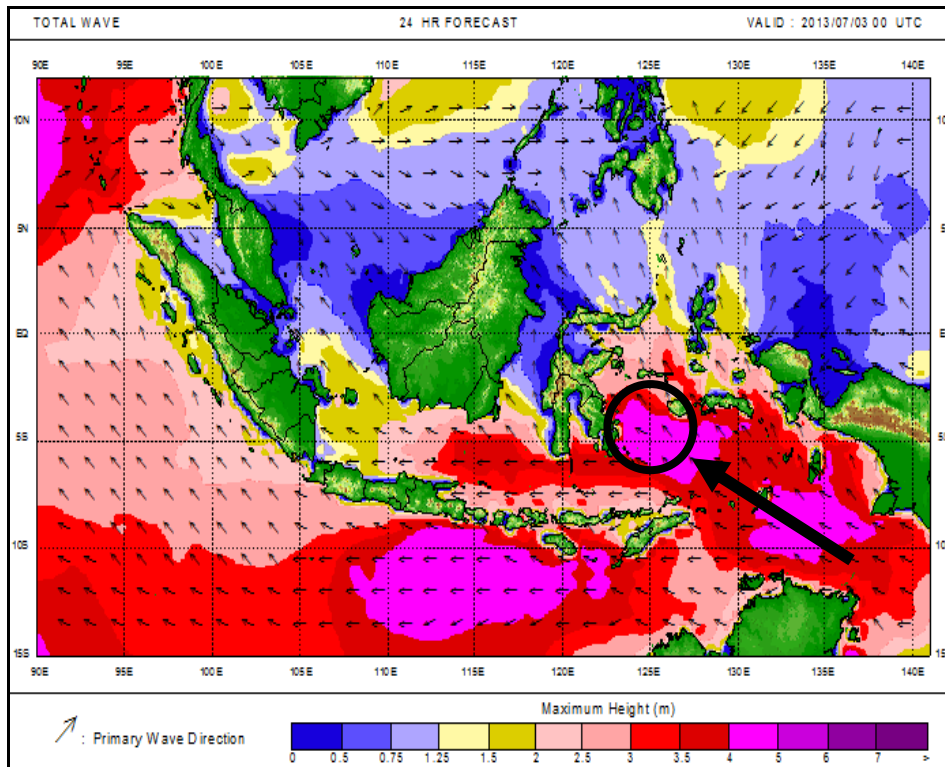
Pada saat kejadian petugas Pandu no. 126 bertugas membawa *KM. Pemudi* dari Dermaga Berlian Utara menuju keluar areal Pelabuhan Tanjung Perak.



Gambar I-4. Alur pelayaran Tanjung Perak

I.4. KEADAAN CUACA PADA SAAT KEJADIAN

Pada tanggal 3 Juli 2013, berdasarkan data dari Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya, cuaca di perairan Laut Banda dan sekitarnya angin bertiup dari Timur dan Tenggara dengan kecepatan 10 – 40 knot dengan tinggi gelombang laut mencapai 2,5 – 4,5 meter.



Gambar I-5: Kondisi perairan di lokasi kejadian pada tanggal 3 Juli 2013

I.5. KRONOLOGI KEJADIAN

Pada tanggal 26 Juni 2013 pukul 1800 WIB, *KM. Pemudi* bertolak dari dermaga Berlian Utara pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, Jawa Timur menuju Nabire, Papua. Nakhoda, Mualim I, Markonis, Juru Mudi Jaga, dan Petugas Pandu berada di anjungan kapal.

Pukul 1830 WIB, saat posisi kapal disekitar Utara dermaga Terminal Peti Kemas Surabaya petugas Pandu turun dari kapal. Sebelum turun, petugas Pandu menyarankan Nakhoda untuk berlayar di sisi Barat alur pelayaran Tanjung Perak. Selanjutnya Nakhoda membawa kapal berlayar di alur menuju Laut Jawa.

Pukul 2000 WIB, Mualim III sudah berada di anjungan dan bersiap menggantikan Mualim I. Pada saat itu Mualim I memutuskan tetap berada di anjungan menemani Nakhoda.

Pukul 2100 WIB, Mualim I meninggalkan anjungan dan selanjutnya bersama Bosun menuju ke geladak utama untuk mengencangkan sebagian ikatan (*lashing*) peti kemas di sisi bagian belakang palka 2 yang masih kendur.

Pukul 2200 WIB, Mualim I selanjutnya menuju ke kamarnya untuk beristirahat.

Sekitar pukul 2230 WIB, pada saat kapal masih dalam proses keluar dari alur pelayaran Tanjung Perak menuju ke Laut Jawa, kapal mengalami kandas di alur.

Pada tanggal 27 Juni 2013 Pukul 0200 WIB, Mualim I yang sedang beristirahat di kamar, diperintahkan oleh Nakhoda menuju anjungan. Di anjungan kapal terdapat Nakhoda, Mualim II, Markonis, dan Jurumudi Jaga, kapal saat itu sedang berlabuh jangkar di alur sisi Barat.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Pukul 0330 WIB, saat kondisi air pasang, kapal selesai mengangkat jangkar dan melanjutkan pelayarannya menuju Nabire, kapal berlayar dengan kecepatan 9 knot.

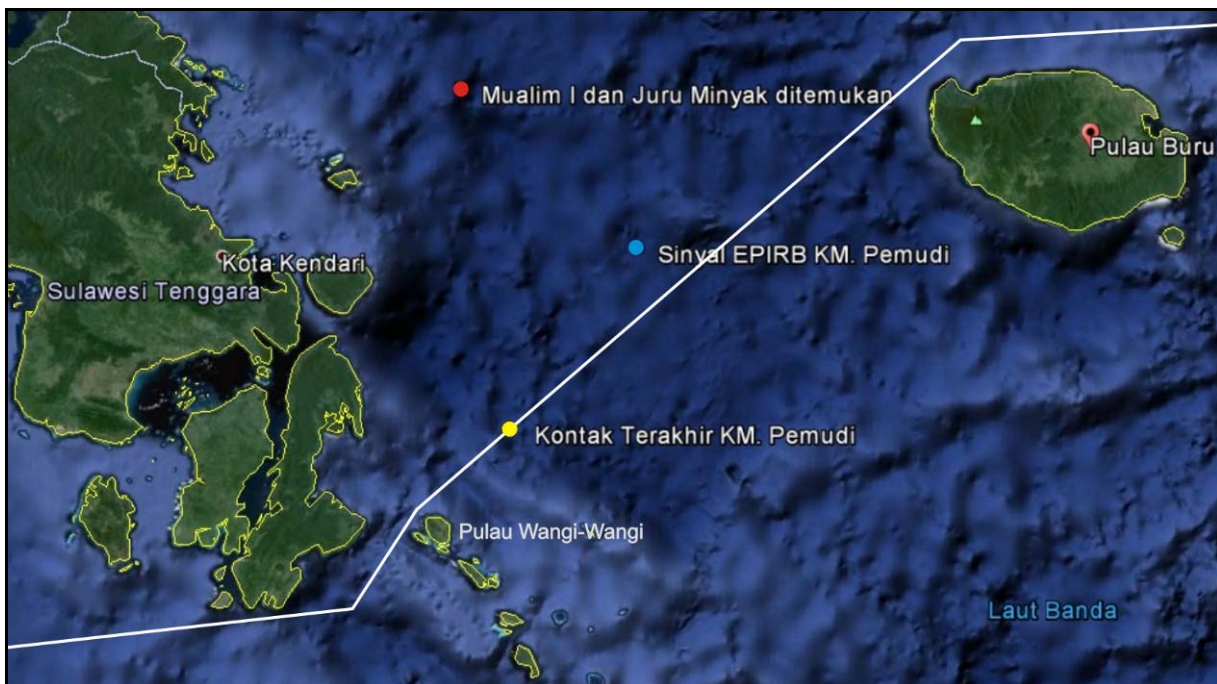
Selama pelayaran, Mualim I memerintahkan Cadet untuk selalu memerum tangki *ballast* 1 hingga tangki *ballast* 5, serta got palka 1 dan 2.

Pada tanggal 29 Juni 2013, Mualim I baru mendapatkan informasi bahwa kapal kandas saat meninggalkan pelabuhan Tanjung Perak. Mualim I selanjutnya memastikan kepada nakhoda tentang kejadian itu. Sejak mengetahui kejadian kandas tersebut, Mualim I mulai memerintahkan Cadet untuk memerum tangki *ballast* dan got palka setiap dua kali sehari, pada pagi dan sore hari.

Pada tanggal 2 Juli 2013 pukul 1315 WITA, kapal melakukan komunikasi ke kantor PT. SPIL di Surabaya. Posisi kapal saat itu berada di sekitar Laut Banda sekitar 37 mil laut Timur Laut Pulau Wangi-Wangi, Sulawesi Tenggara dengan koordinat $4^{\circ} 49' 10''$ LS/ $123^{\circ} 56' 80''$ BT.

Pada pukul 2000 WITA, kondisi kapal dalam keadaan stabilitas yang baik, kondisi laut saat itu adalah *rough sea*, tinggi gelombang sekitar 3 – 4 meter. Angin dengan kecepatan 5 – 6 dari Timur pada skala *Beaufort*. Pada saat itu, KKM menurunkan putaran mesin induk, kecepatan kapal saat itu berkisar 4 – 4,5 knot, posisi kapal saat itu berada di perairan Laut Banda sekitar 90 mil Barat Daya menuju Pulau Buru. Kondisi permesinan di kamar mesin baik, mesin induk beroperasi pada kecepatan rendah dan mesin bantu no. 1 yang beroperasi sebagai penggerak generator saat itu juga berjalan normal.

Pada pukul 2300 WITA, Mualim III menghubungi Mualim I dan melaporkan bahwa kapal miring 5° ke kanan. Mualim I selanjutnya menginstruksikan kepada Mualim III agar menghubungi kamar mesin dan meminta untuk hanya menggunakan bahan bakar dari tangki MFO *double bottom* kanan.



Gambar I-6: Posisi kontak terakhir dengan perusahaan dan sinyal EPIRB (sumber: Google Earth)

Pada tanggal 3 Juli 2013 pukul 0200 WITA, Mualim II yang saat itu melaksanakan dinas jaga anjungan, menghubungi Mualim I dan melaporkan bahwa kondisi kemiringan kapal sekitar 7°-10° kanan. Tidak lama kemudian, KKM dan Bosun⁷ datang ke kamar Mualim I dan menyampaikan kondisi kapal yang miring ke kanan.

Pada saat itu Nakhoda segera menuju ke anjungan dan mengaktifkan *alarm* kapal, seluruh Awak Kapal selanjutnya terjaga dan mulai menuju ke geladak utama sisi kiri. Sementara itu Mualim I, Bosun dan beberapa Awak Kapal lainnya mulai memeriksa penyebab kemiringan kapal, mereka mengenakan *lifejacket* dan memeriksa ruang palka. Pada saat itu Awak kapal tidak menemukan genangan air di palka 1 dan 2 sisi kiri, namun air laut sudah naik ke geladak utama sebelah kanan.

Nakhoda yang berada di anjungan bersama Mualim II, Markonis, dan Jurumudi, selanjutnya memerintahkan Mualim I memeriksa tangki *void* kanan. Mualim I dan beberapa awak kapal selanjutnya menyiapkan kunci-kunci untuk membuka *manhole* tangki *void* kanan.

Mualim I dan awak kapal tidak dapat membuka *manhole* tangki *void* kanan karena ombak laut sudah mulai naik ke geladak utama kanan. Mualim I selanjutnya meminta kepada Nakhoda untuk merubah haluan kapal ke kanan. Pada saat itu haluan kapal dirubah dari 051° menjadi haluan 080°. Perubahan haluan kapal saat itu tidak merubah kondisi ombak yang naik di geladak utama kanan. Kondisi itu selanjutnya dilaporkan Mualim I kepada Nakhoda.

Mendapat laporan Mualim I bahwa tangki *void* kanan tidak dapat diperiksa, Nakhoda selanjutnya memerintahkan seluruh Awak Kapal berkumpul di geladak kiri kapal di dekat sekoci kiri. Pada saat itu ombak dari lambung kanan dengan tinggi mencapai 3 meter.

Nakhoda selanjutnya memerintahkan KKM untuk membuang *ballast* 1 kanan. Sementara itu mesin induk masih beroperasi dan kapal masih bergerak maju.

Nakhoda selanjutnya memerintahkan awak kapal untuk bersiap meninggalkan kapal. Kemiringan kapal pada saat itu mencapai 15° kanan. Nakhoda, Mualim II, Markonis, dan Jurumudi Jaga selanjutnya turun dari anjungan menuju buritan kapal. Posisi kapal pada saat itu sekitar 80 Nm dari Pulau Buru.

Tidak lama kemudian, beberapa peti kemas di sisi kanan (sekitar *bay*⁸ 15-17) mulai berjatuhan, Awak kapal yang berada di buritan melihat 3 peti kemas terapung di laut. Setelah beberapa peti kemas di sisi kanan jatuh ke laut, kemiringan kapal berkurang menjadi 5° kanan. Melihat kondisi itu, Nakhoda, Mualim II, Markonis, dan Jurumudi Jaga kembali ke anjungan melalui tangga luar. Nakhoda selanjutnya memerintahkan untuk membuka ikatan (*lashing rod*) peti kemas sisi kanan. Selanjutnya Mualim I, Bosun, dan beberapa Awak kapal berusaha membuka *lashing rod* peti kemas sisi kanan.

Tidak lama kemudian, kemiringan kapal kembali menjadi 15° kanan. Nakhoda, Mualim II, Markonis, dan Juru Mudi Jaga selanjutnya turun dari anjungan. Nakhoda lalu memerintahkan Mualim III untuk menekan tombol *Emergency Stop Engine* di anjungan

⁷ Kepala kerja bagian dek.

⁸ Bay: adalah tanda nomor membujur mulai dari depan ke belakang dengan catatan nomor ganjil untuk peti kemas 20 kaki, genap untuk peti kemas 40 kaki. Bay dihitung dari haluan dilihat dari lambung kiri.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

untuk persiapan penurunan *liferaft*. Saat kondisi kemiringan kapal sudah lebih dari 15°, Nakhoda selanjutnya memerintahkan Awak Kapal untuk meninggalkan kapal (*abandonship*).

Awak kapal selanjutnya mulai menyiapkan *liferaft* kiri. Sementara itu beberapa peti kemas sisi kanan kembali berjatuh, namun kapal tidak kembali tegak.

Setelah *liferaft* kiri telah siap, satu persatu awak kapal mulai naik ke *liferaft*, sementara itu Mualim III membawa serta EPIRB ke atas *liferaft*. Kondisi ombak yang besar membuat panik sebagian awak kapal yang berada di atas *liferaft* sehingga mulai berteriak agar tali *painter* yang terikat di kapal segera dilepas. Pada saat itu masih terdapat empat orang awak kapal yang belum naik ke *liferaft*.

Sekitar pukul 0420 WITA, tali *painter liferaft* akhirnya terlepas dan *liferaft* mulai bergerak menjauh dari kapal, dua orang dari empat awak kapal yang belum naik ke atas *liferaft* selanjutnya terjun ke laut dan berenang mengejar *liferaft*, sementara dua orang lainnya yaitu Mualim I dan Juru Minyak tetap tinggal di atas kapal.

Sekitar pukul 0430 WITA, Mualim I dan Juru Minyak berlari menuju *liferaft* kanan dan berusaha untuk meluncurkannya ke laut. Setelah *liferaft* kanan siap, Mualim I dan Juru Minyak selanjutnya naik ke atas *liferaft*. Pada saat itu kondisi geladak *liferaft* kanan telah tergenang air.

Mualim I sempat melihat *liferaft* kiri yang membawa Nakhoda bersama awak kapal lainnya hanyut ke buritan kanan kapal, sementara *liferaft* kanan yang ditumpangi Mualim I dan Juru Minyak hanyut ke sisi kiri kapal, kedua *liferaft* tersebut akhirnya terpisah jauh. Tidak lama kemudian *KM. Pemudi* mulai tenggelam dengan kondisi haluan kanan masuk ke dalam laut terlebih dahulu.

Pada tanggal 4 Juli 2013 pukul 1924 WIB, Kantor BASARNAS di Jakarta menerima sinyal EPIRB di koordinat 3° 56' 07" LS/124° 34' 08" BT (75 mil Timur Wowoni), sinyal EPIRB tersebut terus terpantau hingga pukul 2347 WIB. Berdasarkan nomor MMSI ID diketahui bahwa sinyal tersebut milik *KM. Pemudi*.

Pada tanggal 5 Juli 2013 pukul 0930 WIB, DPA menerima informasi dari Kantor SAR kendari perihal sinyal EPIRB milik *KM. Pemudi*.

Pada pukul 1230 WIB, perusahaan memerintahkan dua kapal miliknya, *KM. Oriental Silver* dan *KM. Pratiwi Raya* mengarahkan haluan ke lokasi kejadian untuk membantu mencari Awak Kapal *KM. Pemudi*.

Pada tanggal 6 Juli 2013 pukul 2340 WITA, *KM. Oriental Silver* menemukan dua orang awak *KM. Pemudi* yaitu Mualim I dan Juru Minyak di posisi 03°09' 72" LS/123° 42' 82" BT.

Pada tanggal 9 Juli 2013, Mualim I dan Juru Minyak selanjutnya dievakuasi dari *KM. Oriental Silver* ke Kendari oleh petugas SAR Kendari untuk mendapatkan perawatan.

Pihak perusahaan selanjutnya memerintahkan beberapa kapal miliknya dan menggunakan dua unit pesawat untuk kembali melakukan pencarian terhadap Awak Kapal *KM. Pemudi* lainnya.

I.6. AKIBAT KECELAKAAN

Akibat kecelakaan ini, *KM. Pemudi* tenggelam di Laut Banda. 19 orang Awak Kapal hilang sedangkan 2 orang Awak Kapal selamat dan dievakuasi ke Kendari, Sulawesi Tenggara. Sedangkan kapal beserta seluruh muatannya tenggelam di perairan Laut Banda.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

II. ANALISIS

II.1. INVESTIGASI KNKT

KNKT menerima berita kecelakaan dari Poskodalops Direktorat Kesatuan Penjaga Laut dan Pantai, Ditjen Hubla melalui surat No. 035/R.Ops/IVIII-2013 tanggal 7 Juli 2013. Berdasarkan laporan kecelakaan dimaksud, KNKT memberangkatkan Tim Investigasi pada tanggal 10-12 Juli 2013. Proses investigasi dimulai dengan melakukan pengumpulan data dan informasi kondisi keberangkatan kapal dan kondisi saat kecelakaan terjadi. Investigator KNKT juga melakukan wawancara kepada awak kapal *KM. Pemudi* yang selamat.

Selama proses investigasi, beberapa informasi dan dokumen tambahan lainnya juga didapatkan dari Kantor Syahbandar Utama Tanjung Perak, Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya, PT. Biro Klasifikasi Indonesia, dan Manajemen PT. SPIL.

KNKT selanjutnya melakukan perhitungan terhadap stabilitas *KM. Pemudi* untuk menentukan kemungkinan kondisi yang terjadi pada *KM. Pemudi*.

II.2. STABILITAS AWAL

Kejadian tenggelamnya kapal dapat diartikan sebagai hilangnya daya apung kapal akibat adanya penambahan displasemen⁹. Penambahan displasemen terjadi akibat adanya penambahan suatu berat ke dalam kapal, misalnya masuknya air laut ke suatu ruangan kapal.

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal untuk dapat kembali tegak ke posisi semula setelah mendapatkan gaya internal (*internal force*) ataupun eksternal (*external force*). Gaya internal dapat berupa distribusi beban yang tidak merata, gerakan cिकार dan loading-unloading. Gaya eksternal dapat berupa gelombang ombak dan angin.

Dari dokumen perhitungan GM¹⁰ yang dikeluarkan oleh Syahbandar Kelas Utama Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur, diketahui bahwa GM *KM. Pemudi* pada saat bertolak adalah 0,84 m (positif). Dengan demikian, posisi titik G berada di bawah titik M di mana kondisi ini berarti bahwa stabilitas awal (*intact stability*) *KM. Pemudi* pada kondisi stabilitas positif.

Hal ini sesuai dengan hasil wawancara yang menyatakan bahwa sejak bertolak *KM. Pemudi* berada pada kondisi tegak. *KM. Pemudi* baru disadari mulai miring ke kanan pada tanggal 2 Juli 2013 pukul 2300 WIB atau secara umum, *KM. Pemudi* telah berlayar dalam kondisi tegak selama 5 hari pelayaran.

II.3. KEMIRINGAN KAPAL

Pada tanggal 2 Juli 2013 pukul 2300 WITA, Mualim III menyadari adanya kemiringan kapal 5° kanan, kemudian tanggal 3 Juli 2013 sekitar pukul 0200 WITA, kemiringan bertambah besar

⁹ Displasemen (*displacement*) atau sering disebut dengan berat benaman adalah berat zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada di bawah permukaan cairan di mana kapal berada.

¹⁰ Jarak antara titik berat (G) dengan titik metasentra (M).

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

menjadi $\pm 15^\circ$ kanan. Dengan skenario adanya kebocoran lambung kapal akibat kandas, air laut masuk ke beberapa tangki *ballast*. Selanjutnya dilakukan perhitungan stabilitas dengan menghadapkan momen kemiringan kapal akibat bertambahnya air laut ke dalam tangki *ballast* tersebut dengan momen penegak kapal.

Dalam skenario tersebut, diasumsikan tangki *ballast* no. 2 dan 3 sebelah kanan yang awalnya masing-masing terisi 70% dan 54% kemudian diasumsikan kemasukan air laut pada kondisi tertentu sedemikian hingga miring ke kanan.

Dari skenario tersebut, diperoleh hasil bahwa GM masih positif sebesar 0,92 m. Dengan adanya tambahan air laut pada tangki *ballast* no. 2 & 3 kanan menimbulkan momen kemiringan kapal ke kanan sama besarnya dengan momen penegak kapal sebesar 1.942,40 ton.meter, sehingga kapal mengalami kemiringan tetap ke kanan sebesar $9,88^\circ$ kanan, namun tidak terbalik.

Kesaksian Mualim I, berdasarkan laporan KKM, Nakhoda memerintahkan KKM untuk memompa tangki *ballast* no. 1 kanan. Meskipun telah dilakukan pemompaan, tetapi tidak berhasil mengurangi kemiringan kapal. Hal ini diindikasikan debit air yang masuk ke dalam tangki *ballast* no. 2 & 3 kanan lebih besar daripada air yang dipompa keluar dari pompa *ballast* no. 1 kanan.

II.4. MASUKNYA AIR LAUT KE TANGKI BALLAST NO. 2 & 3 KANAN

Dari hasil wawancara, Awak Kapal mengakui bahwa *KM. Pemudi* pernah mengalami kandas pada tanggal 26 Juni 2013, Mualim I baru mendapatkan informasi bahwa kapal kandas di alur pelayaran Tanjung Perak, namun tidak dilaporkan oleh Nakhoda kepada perusahaan. Setelah kandas tersebut, juga tidak dilakukan pemeriksaan atas kondisi kapal.

Kandasnya *KM. Pemudi* pada saat itu diindikasikan menyebabkan deformasi lokal (*dent*) pada bagian bawah air. Kondisi deformasi lokal pada suatu pelat di mana pelat mengalami tegangan yang melebihi kekuatan tarik (*yield strength*) yang dimilikinya, maka berakibat terjadinya deformasi permanen dan tegangan sisa.

Tegangan sisa dapat didefinisikan sebagai berikut:

Residual stresses can occur when a material is loaded beyond the yield point into the inelastic region of the stress-strain curve. Upon unloading, those stresses that remain are the residual stresses. If a material deforms into the inelastic region it will undergo permanent deformation; the residual stresses (σ') are determined by taking the difference between the initial stress (σ) and the change in stress ($\Delta\sigma$) after unloading (Kervick and Springborn 1966).

Tegangan sisa pada suatu benda mekanikal berakibat pada terjadinya retak dan korosi pada daerah yang memiliki tegangan sisa. Selain itu, tegangan sisa juga menurunkan tingkat elastisitas material tersebut yang mengakibatkan lebih mudah untuk mengalami kegagalan. Hal ini sebagaimana dalam kutipan berikut.

One detrimental effect that residual stresses can have on a plate's mechanical properties is that these stresses may be a source of cracking and stress corrosion. Residual stresses also reduce the apparent stiffness of the material, as yielding occurs at lower stress levels upon reloading. Cracking and stress corrosion occur where the

tensile residual stresses on the inside surface of the plate bend are located (Weng and White 1990).

Pada kondisi *Beaufort* 5-6, pelat yang penyok tersebut menerima tegangan tarik dan tekan berkelanjutan pada kondisi *hogging* dan *sagging*¹¹, termasuk pada daerah yang memiliki tegangan sisa akibat kandas. Kondisi penyok pada pelat di sambungan las antara pelat yang satu dengan pelat yang lainnya menyebabkan resiko lebih besar adanya *residual stress*. Dengan demikian, pelat pada kondisi itu yang mengalami kegagalan, baik akibat elastisitas yang berkurang atau akibat retak (*crack*) yang disebabkan adanya tegangan sisa pada daerah *heat affected zone*¹² (HAZ).

II.5. PENYEBAB MASUKNYA AIR LAUT KE RUANG PALKA NO. 2 DAN NO. 1

Pada saat awal mengalami cuaca buruk, haluan KM. Pemudi ke 051, kecepatan 4-4,5 knot dengan kondisi kapal miring ke kanan dan trim ke haluan, sedangkan arah gelombang berdasarkan laporan BMKG dari Timur ke Barat dengan ketinggian 2,5-4,5 m. Hal tersebut mengakibatkan gelombang haluan kapal secara berkelanjutan menerpa haluan kapal sisi kanan, tertumpah dan terakumulasi di geladak haluan sebelah kanan.

Berdasarkan perhitungan, bilamana air laut memenuhi tangki *ballast* no. 2 & 3 kanan, selain kapal miring ke kanan sebesar 9,88°, kapal juga mengalami trim ke haluan selain miring ke kanan, sehingga draft *midship* sisi kanan menjadi 8,45 m, sedangkan tinggi tepi atas geladak utama dari *base line* kapal 8,014 m. Pada kondisi ini tepi geladak sisi kanan telah tergenang air laut.

Pada skenario selanjutnya, di ruang palka no. 2 yang berisi peti kemas sesuai dengan dokumen perhitungan GM tertanggal 26 Juni 2013, diasumsikan permeabilitas ruang palka ini 85% dan masih ada permukaan bebas air laut di dalam ruang palka no. 2 sisi kiri dan kanan susunan peti kemas. Dengan kondisi tersebut, ruang kosong yang dapat dimasuki air laut ± 543 ton.

Air laut yang masuk ke dalam ruang palka no. 2 tersebut mengakibatkan efek permukaan bebas (*free surface effect*) yang memperburuk stabilitas kapal, sehingga kapal akan semakin miring ke kanan. Pada saat *bulwark* kanan terbenam air laut, maka terjadi akumulasi air laut di atas geladak sebesar ± 588 ton yang mengakibatkan titik berat kapal menjadi naik. Kedua hal tersebut menyebabkan adanya pengurangan besarnya GM yang semula 0,92 m menjadi 0,71 m, sehingga kemiringan kapal akan menjadi 37,40° kanan.

¹¹ Hogging adalah suatu kondisi di mana kapal melengkung secara memanjang (*longitudinal*) akibat adanya puncak gelombang di tengah kapal (haluan dan buritan menjadi beban). Hogging menyebabkan adanya tegangan tarik di atas bagian tengah kapal, sedangkan di bawah bagian tengah kapal mengalami tegangan tekan. Sagging adalah kondisi di mana kapal melengkung secara memanjang akibat adanya 2 puncak gelombang di haluan dan buritan (tengah kapal menjadi beban). Sagging menyebabkan kondisi yang berkebalikan dengan hogging.

¹² Daerah yang dipengaruhi panas (*heat-affected zone*) adalah area pada suatu material, baik logam atau thermoplastic, di mana tidak meleleh akibat panas dan mengalami perubahan mikrostruktur dan sifat material akibat pengelasan atau panas dari proses pemotongan.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Dengan kemiringan kapal 37,40° kanan, air laut semakin mudah memasuki ruang palka no. 2 melalui celah-celah sisi kanan penutup palka no. 3, 4, dan 5. Pada saat yang sama, air laut juga telah menggenangi sisi kanan penutup palka no. 2, sehingga air laut akan masuk ke dalam ruang palka no. 1.

II.6. PENYEBAB TENGGELAMNYA KAPAL

Berdasarkan laporan cuaca dari BMKG Surabaya, kondisi cuaca pada tanggal 3 Juli 2013 di Perairan Laut Banda, kecepatan Angin dari Timur-Tenggara 10-40 knot, ketinggian gelombang 2,5-4,5 m, sedangkan kecepatan kapal 4 – 4,5, knot.

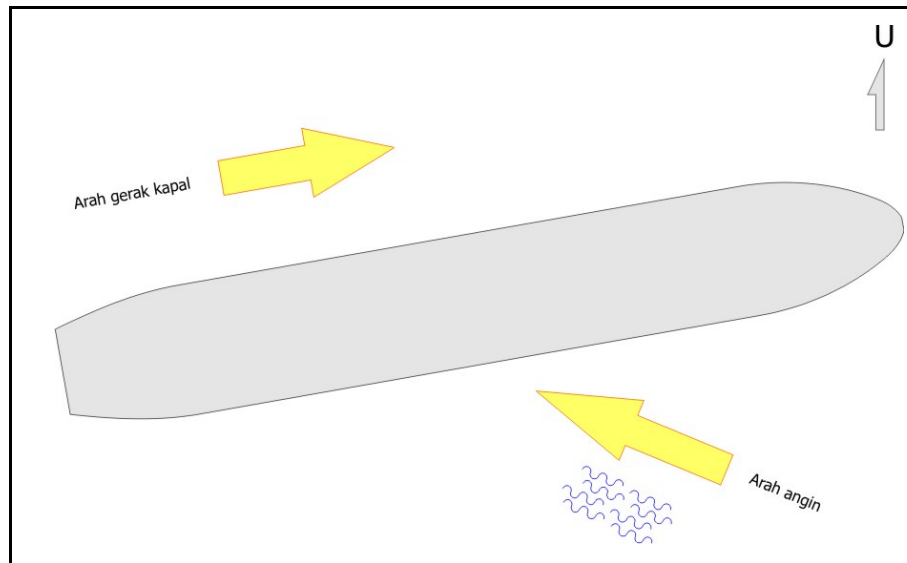
Tabel II-1: Data kecepatan angin dan tinggi gelombang

Rute : Makasar - Papua

Tgl.	Angin		Tinggi Gelombang
	Arah	Kecepatan	
26-Jun	Tenggara	10-25 kts	1,5 - 2,5 meter
27-Jun	Tenggara	10-25 kts	1,5 - 2,5 meter
28-Jun	T - Tgr	10-25 kts	1,5 - 2,5 meter
29-Jun	T - Tgr	10-25 kts	1,5 - 2,5 meter
30-Jun	T - Tgr	10-35 kts	2,0 - 3,5 meter
01-Jul	T - Tgr	10-40 kts	2,5 - 4,5 meter
02-Jul	T - Tgr	10-40 kts	2,5 - 4,5 meter
03-Jul	T - Tgr	10-40 kts	2,5 - 4,5 meter
04-Jul	T - Tgr	10-35 kts	2,5 - 3,5 meter
05-Jul	T - Tgr	10-28 kts	2,0 - 3,0 meter
06-Jul	T - Tgr	10-28 kts	2,0 - 3,0 meter

Kondisi tersebut mengakibatkan puncak gelombang menerpa kapal dan sejumlah air laut secara periodik memberikan beban pada geladak sisi kanan, sehingga secara berkelanjutan kemiringan kapal ke kanan bertambah.

Dengan kemiringan kapal mencapai 35,69° kanan, air laut menjadi lebih mudah masuk ke dalam ruang palka no. 2 dan 1 secara berkelanjutan melalui celah penutup palka.



Gambar II-1: Arah gerak KM. Pemudi dan arah angin

Karena air laut terus masuk ke dalam kapal yang telah ditinggalkan oleh Awak Kapal tanpa upaya membuang air laut yang memenuhi kompartemen-kompartemen di bawah geladak lambung timbul, maka kapal kehilangan daya apung (*buoyancy*), sehingga tenggelam dengan kondisi haluan kanan masuk terlebih dahulu ke dalam laut.

II.7. MANAJEMEN KESELAMATAN KAPAL

Sistem manajemen keselamatan kapal bertujuan untuk menyediakan tata kerja yang praktis dalam pengoperasian kapal dengan aman, menilai semua identifikasi resiko terhadap kapal, personil, dan menentukan aksi pencegahannya, dan meningkatkan keterampilan personil di darat dan di kapal di bidang manajemen keselamatan secara terus-menerus, termasuk kesiapan menghadapi situasi darurat terkait keselamatan.

II.7.1. Prosedur penanganan kapal kandas

Dalam dokumen sistem manajemen keselamatan kapal SPIL-S17 tentang Kesiapan Menghadapi Keadaan darurat butir 8 perihal prosedur penanggulangan kandas disebutkan langkah-langkah yang harus dilakukan Nakhoda atau Mualim Jaga untuk menangani kapal kandas atau terdampar.

Dalam prosedur tersebut disebutkan pengaturan peran darurat, komunikasi dengan pihak terkait, serta melaporkan ke perusahaan. Berdasarkan keterangan yang didapatkan dari pengawas kepanduan Pelabuhan Tanjung Perak dan DPA, tidak terdapat laporan kejadian kapal kandas yang disampaikan oleh Nakhoda *KM. Pemudi*.

Dalam kejadian kapal kandas ini, terdapat indikasi Nakhoda telah mengabaikan kejadian kandas dan tetap memutuskan kapal melanjutkan pelayarannya. Nakhoda telah mengambil kesimpulan terhadap kondisi kapal dengan dasar keterbatasan informasi yang dimiliki tanpa mengikuti prosedur SPIL-S17 butir 8.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

II.7.2. Upaya menegakkan kapal dari kemiringan kapal ke kanan

Ketika kapal miring ke kanan, Awak Kapal berupaya menegakkan kapal kembali dengan beberapa cara. Upaya pertama yang dilakukan adalah memindahkan saluran hisap bahan bakar dari tangki kanan dengan tujuan kapal kembali tegak. Setelah 3 jam, kemiringan kapal bertambah menjadi 7° kanan.

Upaya kedua yang dilakukan adalah membuang beberapa peti kemas di geladak sebelah kanan. Kemiringan kapal berkurang beberapa saat, namun kapal kembali miring ke kanan.

Awak Kapal kemudian berupaya untuk memompa tangki *ballast* no. 1 kanan yang awalnya terisi air *ballast* 100%. Namun upaya ini juga tidak berhasil.

II.7.3. Latihan peran meninggalkan kapal

Dalam aturan SOLAS *Chapter III regulation 19* tentang *Emergency training and drills* disebutkan:

"3.2. Every crew member shall participate in at least one abandon ship drill and one fire drill every month. The drills of the crew shall take place within 24 h of the ship leaving a port if more than 25% of the crew have not participated in abandon ship and fire drills on board that particular ship in the previous month..."

Aturan SOLAS tersebut dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dan meningkatkan keterampilan awak kapal dalam menghadapi situasi darurat, terutama untuk awak kapal yang baru bergabung di atas kapal.

Berdasarkan keterangan awak kapal yang selamat diketahui bahwa sejak kapal bertolak dari Surabaya hingga kejadian tenggelam atau telah lebih dari 24 jam, Nakhoda belum melaksanakan ketentuan SOLAS tersebut. Mualim I sebelumnya telah meminta kepada Nakhoda untuk melakukan latihan keselamatan dengan pertimbangan di atas kapal terdapat 25% awak kapal baru, namun Nakhoda mengatakan menunggu waktu yang tepat untuk melaksanakan latihan.

II.8. PEMANDUAN

Dalam Prosedur Tetap Pemanduan Kapal Di Perairan Wajib Pandu Pelabuhan Tanjung Perak pasal 6 tentang Pelaksanaan Pemanduan Kapal Keluar disebutkan bahwa:

(5) Petugas Pandu melakukan olah gerak pemanduan sampai dengan ambang luar/buoy nomor 5

Pada saat *KM. Pemudi* bertolak dari Dermaga Berlian Utara, diketahui bahwa petugas Pandu nomor 126 naik ke atas kapal pukul 1800 WIB. Petugas pandu selanjutnya turun dari *KM. Pemudi* pada pukul 1830 WIB saat kapal berada di sekitar dermaga internasional Terminal Petikemas Surabaya. Selanjutnya Nakhoda membawa *KM. Pemudi* berlayar keluar tanpa didampingi petugas Pandu.

Ketidakberadaan petugas pandu di atas kapal sebagai pemandu dalam keselamatan berlayar di alur selanjutnya berkontribusi terhadap kandasnya *KM. Pemudi* di alur pelayaran Tanjung Perak.

Perairan Tanjung Perak ditetapkan sebagai Perairan Wajib Pandu kelas I dilihat dari faktor tingkat kesulitan berlayar, kepadatan lalu lintas, lebar dan kedalaman alur, dan rintangan atau bahaya navigasi di alur perairan. Oleh karena itu, keberadaan petugas Pandu diperlukan untuk memberikan bantuan kepada Nakhoda dalam mengambil tindakan yang tepat dalam rangka menjamin keselamatan berlayar di alur Tanjung Perak.

II.9. PENYELAMATAN AWAK KAPAL

Ketika 19 orang Awak Kapal telah menaiki satu rakit penolong kembang (ILR), Mualim III membawa EPIRB satelit ke rakit tersebut. Sedangkan Mualim I dan Juru Minyak naik di rakit yang lain. Kedua rakit tersebut berpisah sejak masing-masing turun dari sisi kapal yang berbeda.

Sesaat setelah Mualim I berada di atas rakit, Mualim I berusaha menghubungi rakit yang lain menggunakan radio, namun tidak ada jawaban.

EPIRB yang dibawa oleh Mualim III tidak langsung menyala pada saat meninggalkan kapal. Sinyal EPIRB baru terdeteksi pada tanggal 4 Juli 2013 pukul 1924 WIB hingga pukul 2347 WIB. Berdasarkan nomor MMSI ID diketahui bahwa sinyal tersebut milik *KM. Pemudi*.

Sinyal EPIRB yang tertangkap pada tanggal 4 Juli 2013 dimungkinkan karena pada saat itu EPIRB sudah tenggelam, sehingga secara otomatis memancarkan sinyal yang kemudian terdeteksi oleh BASARNAS Jakarta.

Sejak kapal tenggelam hingga tanggal 4 Juli 2013 tidak ada sinyal EPIRB yang dipancarkan. Hal ini diakibatkan EPIRB tidak diaktifkan secara manual oleh Awak Kapal.

Berdasarkan SOLAS regulasi 16, dinyatakan bahwa dalam suatu pengawakan harus dipastikan bahwa Awak Kapal yang bertugas memiliki sertifikat radio dan bertanggung jawab untuk komunikasi radio ketika terjadi situasi bahaya.

Regulation 16

Radio personnel

1 Every ship shall carry personnel qualified for distress and safety radiocommunication purposes to the satisfaction of the Administration. The personnel shall be holders of certificates specified in the Radio Regulations as appropriate, any one of whom shall be designated to have primary responsibility for radiocommunications during distress incidents.

Ketika Awak Kapal *KM. Pemudi* meninggalkan kapal, seyogyanya telah mengaktifkan EPIRB untuk memudahkan pihak lain menemukan mereka di perairan Laut Banda.

Sinyal EPIRB yang dipancarkan berdurasi sekitar 4 jam kemungkinan besar akibat daya baterai yang di bawah kemampuan standar. Sedangkan jika mengacu pada aturan beberapa negara terkait daya tahan baterai EPIRB yang dipasang di atas kapal, baterai EPIRB disyaratkan mampu memberikan suplai daya EPIRB selama minimal 48 jam.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Dalam regulasi 15.9, SOLAS mewajibkan kepada negara bendera untuk melakukan pemeriksaan kinerja EPIRB.

9 Satellite EPIRBs shall be tested at intervals not exceeding 12 months for all aspects of operational efficiency with particular emphasis on frequency stability, signal strength and coding. However, in cases where it appears proper and reasonable, the Administration may extend this period to 17 months. The test may be conducted on board the ship or at an approved testing or servicing station.*

Pemeriksaan tersebut dilakukan oleh marine inspector sebagai pelaksana mandatori SOLAS tersebut. Pemeriksaan dimaksud, antara lain:

- Pemeriksaan tanggal kadaluwarsa baterai dan kinerja baterai;
- Pemeriksaan peluncur hidrostatis *Hydrostatic Release Unit (HRU)* dan tanggal kadaluwarsa;
- Pemeriksaan sinyal pada frekuensi 406 MHz;
- Pemeriksaan sinyal tanda bahaya ke satelit, termasuk *LEDs* dan *buzzer*;
- Pemeriksaan tombol aktivasi manual dan otomatis (jika tenggelam); dan
- Pemeriksaan tali kait ke *liferaft*.

III. KESIMPULAN

Pada tanggal 3 Juli 2013, terjadi kecelakaan pelayaran tenggelamnya *KM. Pemudi* di perairan Laut Banda. Akibat kejadian ini, kapal dan seluruh muatannya tenggelam. Sementara itu, 2 orang awak kapal selamat sedangkan 19 orang lainnya hilang.

Dari analisis terhadap keterangan, informasi, dan data, dapat disimpulkan bahwa Faktor utama penyebab tenggelamnya *KM. Pemudi* di perairan Laut Banda yaitu hilangnya daya apung kapal sebagai akibat masuknya air laut ke dalam kompartemen-kompartemen di bawah geladak lambung timbul.

III.1. FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI

- Prosedur pemanduan di Pelabuhan Tanjung Perak tidak dijalankan dengan benar;
- Sebagai akibat kandasnya *KM. Pemudi*, diperkirakan menyebabkan pelat lambung dasar kapal pada lokasi tangki *ballast* no. 2 dan 3 kanan mengalami deformasi lokal (*dent*), sehingga pada waktu kapal mengalami cuaca buruk selama lebih dari 10 jam, terjadi retak (*crack*) dan air laut dari luar masuk ke tangki *ballast* tersebut yang berakibat kapal mengalami kemiringan ke kanan;
- Upaya mengatasi kemiringan ke kanan kapal dengan membuang air *ballast* dari tangki *ballast* no. 1 kanan tidak berhasil;
- Kondisi kapal trim ke haluan dan miring ke kanan pada haluan kapal ke 051, sedangkan arah gelombang dari Timur ke Barat dengan ketinggian 2,5-4,5 meter menyebabkan air laut tertumpah di geladak sisi kanan dan masuk ke ruang palka no. 2 berlanjut ke ruang palka no. 1.

III.2. FAKTOR LAINNYA YANG MEMPENGARUHI KESELAMATAN

- EPIRB tidak bekerja sejak Awak Kapal meninggalkan kapal, sehingga proses pencarian baru dapat dilakukan setelah sinyal EPIRB diterima BASARNAS;
- Tidak ada laporan dan pemeriksaan oleh awak kapal setelah *KM. Pemudi* mengalami kandas (*inadequate knowledge of operations*);
- Ketentuan latihan peran meninggalkan kapal bagi Awak Kapal karena terdapat lebih dari 25% Awak-Kapal-baru belum dilaksanakan, sehingga proses meninggalkan kapal (*abandonship*) tidak berlangsung dengan baik (*inadequate knowledge of regulations*).

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

IV. REKOMENDASI

Berdasarkan faktor penyebab dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan laut tenggelamnya *KM. Pemudi*, Komite Nasional Keselamatan Transportasi merekomendasikan hal-hal berikut kepada pihak-pihak terkait untuk selanjutnya dapat diterapkan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang serupa di masa mendatang.

IV.1. REGULATOR/DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT

- Membuat aturan detail tentang kinerja EPIRB;

IV.2. REGULATOR/SYAHBANDAR KELAS UTAMA PELABUHAN TANJUNG PERAK

- Mengawasi pelaksanaan pemanduan sesuai prosedur pemanduan yang berlaku di Pelabuhan Tanjung Perak;

IV.3. FASILITATOR PELABUHAN/PT. PELINDO III CABANG TANJUNG PERAK

- Memastikan prosedur dan pelaksanaan pemanduan di Pelabuhan Tanjung Perak dijalankan dengan benar;

IV.4. OPERATOR/ PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES

- Memastikan pelaksanaan pelaporan kejadian di atas kapal sesuai prosedur kesiapan menghadapi keadaan darurat yang wajib dilaksanakan oleh Awak Kapal;
- Meningkatkan pengetahuan Awak Kapal mengenai dampak kebocoran terhadap stabilitas kapal dan penanganannya;
- Memperbaiki prosedur latihan peran meninggalkan kapal (*abandonship*) dan memastikan ketentuan latihan di atas kapal bagi Awak Kapal jika terdapat lebih dari 25% Awak-Kapal-baru dapat dilaksanakan sesuai ketentuan yang berlaku.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

SUMBER INFORMASI

Kantor Syahbandar Kelas Utama Tanjung Perak;
Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya;
Biro Klasifikasi Indonesia Cabang Utama Surabaya;
Kantor SAR Kendari;
PT. Salam Pacific Indonesia Lines;
Awak Kapal *KM. Pemudi*.

Referensi

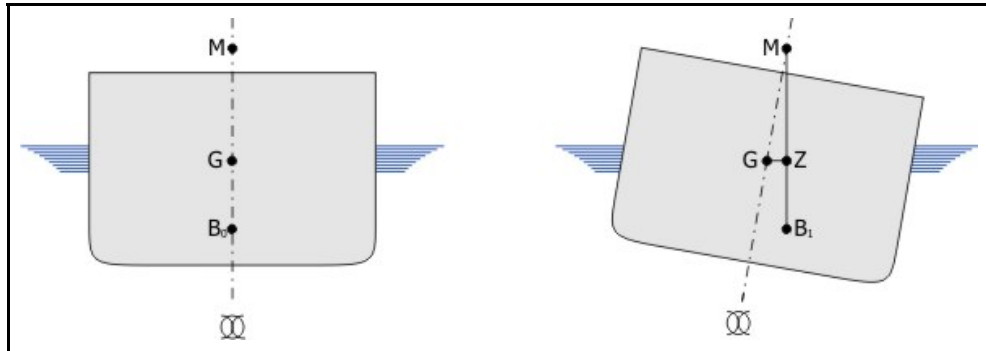
SOLAS;

IMO Resolution A.884(2.1) Amendments to The Code For The Investigatio of Marine Casualties and Incidents (Resolution A.849(2.0)).

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

IV.5. DASAR TEORI STABILITAS



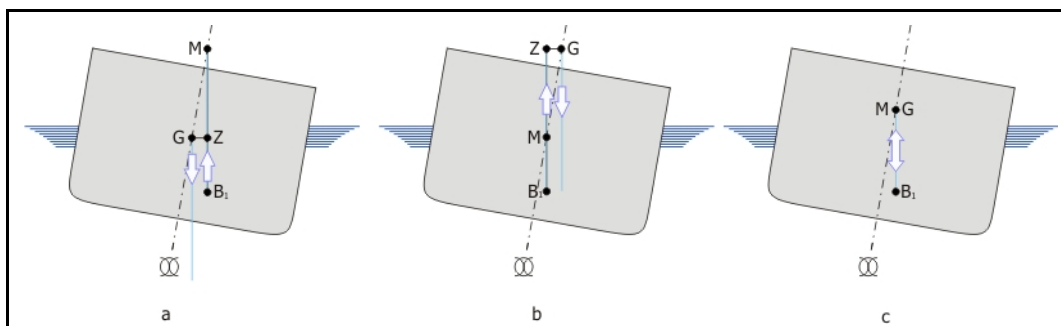
Gambar 0-1: Titik G, M, B, dan Z

Stabilitas kapal ditentukan tiga titik utama di kapal.

- Titik G adalah titik berat kapal (*weight*);
- Titik M adalah metasentra (*metacentre*), yaitu perpotongan garis kerja gaya tekan pada saat kapal tegak dengan garis kerja gaya tekan ke atas pada sudut miring yang kecil; dan
- Titik B adalah titik apung (*bouyancy*).

Stabilitas kapal dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu,

- Stabilitas positif bilamana titik G berada di bawah titik M. Kapal akan kembali tegak setelah gaya oleng dilepas.
- Stabilitas negatif bilamana titik G berada di atas titik M. Kapal akan terbalik (lunas berada di atas).
- Stabilitas netral bilamana titik G dan M berimpit. Kapal akan tetap dalam kondisi demikian dan tidak kembali tegak.



Gambar 0-2. a) Stabilitas positif; b) Stabilitas negatif; c) Stabilitas netral

GM menentukan pada kenyamanan kapal karena mempengaruhi periode olengan kapal (*rolling period*), sedangkan GZ menentukan keselamatan kapal karena GZ adalah lengan penagak yang akan mengembalikan posisi kapal setelah diberikan gaya oleng.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

IV.6. SKENARIO KONDISI KM. PEMUDI

Pada kasus tenggelamnya *KM. Pemudi*, ditentukan skenario untuk dapat dilakukan pengujian melalui perhitungan stabilitas dengan urutan sebagai berikut:

1. Pada saat bertolak, *KM. Pemudi* memiliki stabilitas awal baik;
2. Pada saat kandas, *KM. Pemudi* diindikasikan lambung mengalami kerusakan; dan
3. Air laut masuk ke lambung *KM. Pemudi*;

Selanjutnya, berdasarkan perhitungan akan dibuktikan apakah skenario tersebut memungkinkan air laut masuk ke ruangan kapal dan menyebabkan kondisi sesuai hasil wawancara.

IV.7. PERHITUNGAN

IV.7.1. Perhitungan stabilitas awal

Berikut adalah tabel perhitungan GM dikeluarkan oleh Syahbandar Kelas Utama Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur pada saat bertolak.

Tabel V-1: Perhitungan stabilitas awal

Jenis beban	% beban	Berat beban	VCG	Momen vertikal
Light ship		2424,00	7,06	17113,44
Constant		100,00	7,31	731,00
Provision		0,00	11,5	0,00
1 PS ¹³	100%	359,00	3,57	1281,63
2 P ¹⁴	70%	166,00	0,68	112,88
2 S ¹⁵	70%	166,00	0,68	112,88
3 P	54%	129,00	0,61	78,69
3 S	54%	130,00	0,61	79,30
4 PS	100%	264,00	0,6	158,40
5 PS	100%	150,00	0,62	93,00
APT	100%	123,00	6,51	800,73
DOT 1		65,00	3,17	206,05
DOT 2P		30,00	0,8	24,00
DOT 2S		29,00	0,82	23,78
FOT PS		0,00	3,32	0,00
FWT 1C		80,00	0,59	47,20
FWT 2PS		36,00	7,02	252,72
Hold 1		1072,00	6,86	7353,92
Hold 2		1665,00	5,25	8741,25
On deck 1		102,00	13,77	1404,54
On deck 2		650,00	13,82	8983,00
Total		7740,00		47598,41

¹³ Gabungan antara kiri dan kanan (*portside + starboard side*).

¹⁴ Hanya untuk sisi kiri (*port side*).

¹⁵ Hanya untuk sisi kanan (*starboard side*).

$$Momen\ vertikal = \Delta \cdot KG \Leftrightarrow KG = \frac{momen\ vertikal}{\Delta} = \frac{47598,41}{7740} = 6,15\ m$$

Dari buklet stabilitas diperoleh:

$$KM = 6,99\ m$$

$$KM = KG + GM \Leftrightarrow GM = KM - KG = 0,84\ m$$

GM bernilai positif. Dengan demikian, posisi titik G berada di bawah titik M di mana kondisi ini berarti bahwa stabilitas awal (*intact stability*) KM. Pemudi pada kondisi stabilitas positif. Hal ini sesuai dengan kondisi KM. Pemudi pada saat bertolak.

IV.7.2. Perhitungan stabilitas ketika tangki *ballast* no. 2 & 3 kanan bocor

Kondisi pembebanan ketika tangki *ballast* no. 2 dan no. 3 100% terisi air laut akibat lambung bocor adalah sebagai berikut.

Tabel V-2: Perhitungan stabilitas ketika tangki *ballast* no. 2 & 3 kanan bocor

Jenis beban	% beban	Berat beban kiri	Berat beban kanan	VCG kiri	VCG kanan	Momen vertikal kiri	Momen vertikal kanan
Light ship		1212,00	1212,00	7,06	7,06	8556,72	8556,72
Constan		50,00	50,00	7,31	7,31	365,50	365,50
Provision		0,00	0,00	11,50	11,50	0,00	0,00
1 PS	100%	179,50	179,50	3,57	3,57	640,82	640,82
2 P	70%	166,00		0,68		112,88	
2 S	100%		237,14		0,68		161,26
3 P	54%	129,00		0,61		78,69	
3 S	100%		238,89		0,61		145,72
4 PS	100%	132,00	132,00	0,60	0,60	79,20	79,20
5 PS	100%	75,00	75,00	0,62	0,62	46,50	46,50
APT	100%	61,50	61,50	6,51	6,51	400,37	400,37
DOT 1		32,50	32,50	3,17	3,17	103,03	103,03
DOT 2P		15,00	15,00	0,80	0,80	12,00	12,00
DOT 2S		14,50	14,50	0,82	0,82	11,89	11,89
FOT PS		0,00	0,00	3,32	3,32	0,00	0,00
FWT 1C		40,00	40,00	0,59	0,59	23,60	23,60
FWT 2PS		18,00	18,00	7,02	7,02	126,36	126,36
Hold 1		536,00	536,00	6,86	6,86	3676,96	3676,96
Hold 2		832,50	832,50	5,25	5,25	4370,63	4370,63
On deck 1		51,00	51,00	13,77	13,77	702,27	702,27
On deck 2		325,00	325,00	13,82	13,82	4491,50	4491,50
Subtotal		3869,50	4050,53			23798,90	23914,31
Total		7920,03				47713,21	

Dari perhitungan, diperoleh GM sebagai berikut.

$$Momen\ vertikal = \Delta \cdot KG \Leftrightarrow KG = \frac{momen\ vertikal}{\Delta} = \frac{47113,21}{7920,03} = 6,02\ m$$

$$KM = KG + GM \Leftrightarrow GM = KM - KG = 0,97\ m$$

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Pada kondisi ini, terlihat GM masih positif.

Adanya penambahan volume air laut pada tangki *ballast* no. 2 & 3 menyebabkan adanya momen kemiringan sebagai berikut.

Tabel V-3: Perhitungan momen miring ketika stabilitas ketika tangki ballast no. 2 & 3 kanan bocor

Jenis beban	Penambahan % beban	Penambahan berat beban kanan	VCG kanan	Momen vertikal kanan
2 S	30%	71,14	7,40	526,46
3 S	46%	108,89	7,40	805,78
Total		180,03		1332,23

$$\text{momen miring} = \Delta \cdot GM \cdot \tan \theta$$

$$\Leftrightarrow \tan \theta = \frac{\text{momen miring}}{\Delta \cdot GM} = \frac{1332,23}{7920,03} = 0,17$$

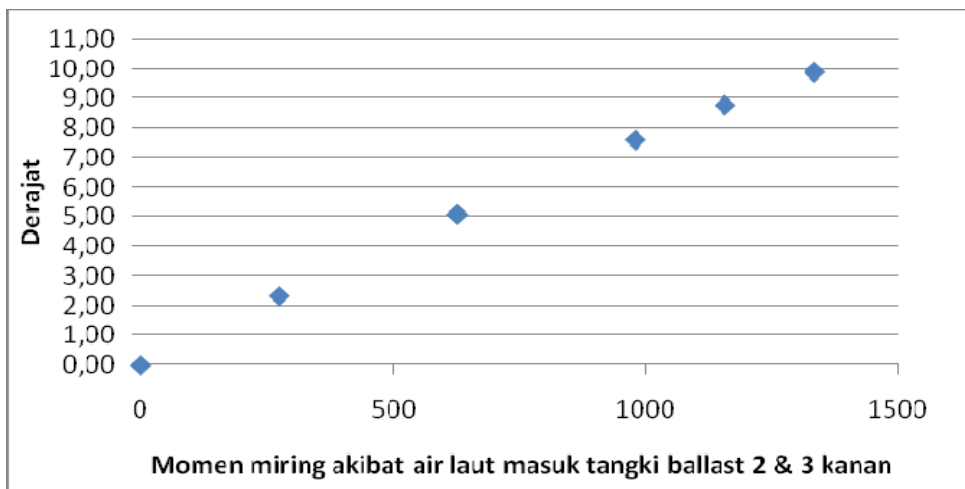
$$\theta = 9,88^\circ$$

Kemiringan KM. Pemudi $\pm 10^\circ$ ini sesuai dengan kesaksian Awak Kapal pada tanggal 3 Juli 2013 pukul 0200 WITA.

Tabel dan grafik kemiringan akibat tangki *ballast* no. 2 dan no. 3 terisi air pada berbagai kondisi adalah sebagai berikut.

Tabel V-4: Perhitungan kemiringan pada 6 kondisi

Kondisi	% isi tangki		Momen miring		Total momen miring	Derajat kemiringan
	2S	3S	2S	3S		
Kondisi 1	70%	54%	0,00	0,00	0,00	0,00
Kondisi 2	80%	60%	175,49	98,67	274,15	2,33
Kondisi 3	90%	70%	350,97	275,44	626,42	5,08
Kondisi 4	100%	80%	526,46	452,22	978,68	7,59
Kondisi 5	100%	90%	526,46	629,00	1155,46	8,76
Kondisi 6	100%	100%	526,46	805,78	1332,23	9,88



Grafik 0-1: Grafik momen miring pada 6 kondisi kebocoran

Dengan demikian, kemiringan KM. Pemudi $\pm 5^\circ$ pada tanggal 2 Juli 2013 pukul 2300 WITA dicapai ketika tangki *ballast* no. 2 & 3 kanan masing-masing terisi air laut sebanyak $\pm 90\%$ dan 70% .

IV.7.3. Perhitungan penambahan benaman

Akibat adanya momen miring, terjadi penambahan benaman (*draft*) di haluan dan sisi kanan.

IV.7.3.1. Perhitungan perubahan benaman longitudinal

Karena adanya air laut di bagian haluan, benaman pada bagian haluan menjadi lebih dalam daripada bagian buritan. Hal tersebut menyebabkan perubahan kondisi benaman.

Tabel V-5: Perhitungan momen transversal

Beban	Lengan dari midship	Jarak frame aktual (m)	Beban (ton)	Momen Transversal (ton.meter)
2 S	28,00	19,60	71,14	1394,40
3 S	10,00	7,00	108,89	762,22
Total				2156,62

Dari skala MTC, pada:

$$\Delta = 7920,03 \text{ ton}$$

diperoleh:

$$MTC = 96 \text{ ton/cm}$$

Sehingga:

$$\text{Perubahan benaman} = \frac{\text{momen longitudinal}}{MTC} = 22,51 \text{ cm} = 0,23 \text{ m}$$

Benaman longitudinal menjadi:

Tabel V-6: Kondisi benaman ketika kapal bertolak

Draft	Kondisi bertolak	Koreksi	Draft akhir (m)
Haluan	6,14	0,199	6,56
Buritan	6,22	-0,199	6,19
Midship			6,38

IV.7.3.2. Perhitungan perubahan benaman transversal

Pada kemiringan $\theta = 9,88^\circ$ kanan, maka sisi kanan kapal akan terbenam lebih dalam, sedangkan sisi kiri akan naik.

Dengan demikian, perubahan benaman di midship transversal adalah sebagai berikut.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

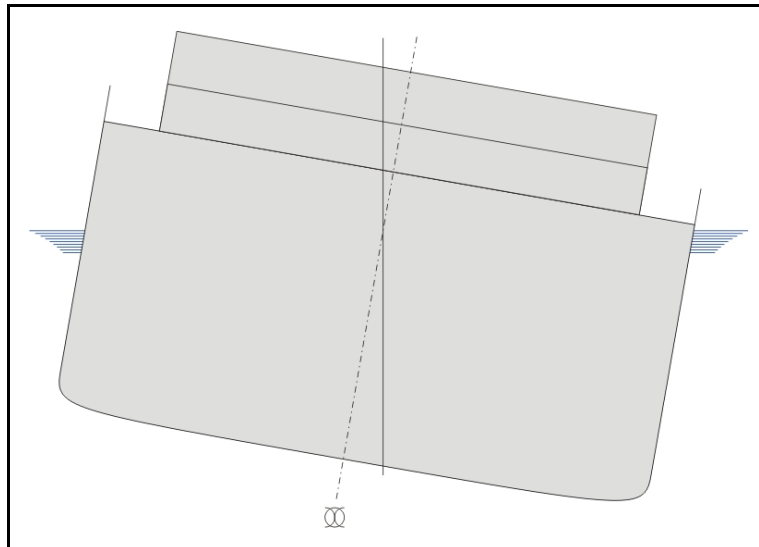
$$\text{Perubahan benaman} = \tan \theta \cdot \frac{B}{2} = 1,33 \text{ m}$$

Draft midship akibat kemiringan menjadi:

$$\text{Draft midship kanan akhir} = \text{Perubahan benaman} + \text{Draft midship awal} = 7,71 \text{ m}$$

$$\text{Draft midship kiri akhir} = \text{Perubahan benaman} - \text{Draft midship awal} = 5,05 \text{ m}$$

Sehingga kondisi kemiringan pada bagian midship seperti gambar berikut.



Gambar 0-3: kemiringan KM. Pemudi pada kondisi akibat tangki ballast no. 2 dan no. 3 dipenuhi air laut

IV.7.4. Perhitungan stabilitas pada kondisi ruang palka 2 terisi air laut dan geladak antara bulwark dan hatch coaming ada genangan air laut

Pada kondisi kemiringan $9,88^\circ$, gelombang air laut secara berkelanjutan masuk ke dalam ruang palka 2 (*cargo hold/CH 2*) hingga penuh. Selain itu, air yang tertahan bulwark tidak langsung keluar kembali ke laut, sehingga menambah gaya oleng. Diasumsikan setengah tinggi bulwark terisi air.

Tabel V-7: Perhitungan stabilitas ketika ruang palka 2 terisi air laut dan geladak antara bulwark dan hatch coaming ada genangan air laut

Jenis beban	% beban	Berat beban kiri	Berat beban kanan	VCG kiri	VCG kanan	Momen vertikal kiri	Momen vertikal kanan	Jenis beban
Light ship		2424,00	1212,00	1212,00	7,06	7,06	8556,72	8556,72
Constan		100,00	50,00	50,00	7,31	7,31	365,50	365,50
Provision		0,00	0,00	0,00	11,5	11,5	0,00	0,00
1 PS	100%	359,00	179,50	179,50	3,57	3,57	640,82	640,82
2 P	70%	166,00	166,00		0,68		112,88	
2 S	95%	225,29		225,29		0,68		153,19
3 P	54%	129,00	129,00		0,61		78,69	
3 S	75%	179,17		179,17		0,61		109,29
4 PS	100%	264,00	132,00	132,00	0,60	0,60	79,20	79,20
5 PS	100%	150,00	75,00	75,00	0,62	0,62	46,50	46,50
APT	100%	123,00	61,50	61,50	6,51	6,51	400,37	400,37

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemuda, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Jenis beban	% beban	Berat beban kiri	Berat beban kanan	VCG kiri	VCG kanan	Momen vertikal kiri	Momen vertikal kanan	Jenis beban
DOT 1		65,00	32,50	32,50	3,17	3,17	103,03	103,03
DOT 2P		30,00	15,00	15,00	0,8	0,8	12,00	12,00
DOT 2S		29,00	14,50	14,50	0,82	0,82	11,89	11,89
FOT PS		0,00	0,00	0,00	3,32	3,32	0,00	0,00
FWT 1C		80,00	40,00	40,00	0,59	0,59	23,60	23,60
FWT 2PS		36,00	18,00	18,00	7,02	7,02	126,36	126,36
Hold 1		1072,00	536,00	536,00	6,86	6,86	3676,96	3676,96
Hold 2		1665,00	832,50	832,50	5,25	5,25	4370,63	4370,63
On deck 1		102,00	51,00	51,00	13,77	13,77	702,27	702,27
On deck 2		650,00	325,00	325,00	13,82	13,82	4491,50	4491,50
Cargo hold 2	100%	543,40	271,70	271,70	3,50	3,50	950,95	950,95
Genangan air geladak S	100%	588,35	294,18	294,18	8,40	8,40	2471,07	2471,07
Total			8686,03				54512,75	

$$Momen\ vertikal = \Delta \cdot KG \Leftrightarrow KG = \frac{momen\ vertikal}{\Delta} = \frac{54512,75}{8686,03} = 6,28\ m$$

GM sebelum dikoreksi

$$KM = KG + GM_{awal} \Leftrightarrow GM_{awal} = KM - KG = 0,71\ m$$

Momen inersia pada celah antara tumpukan peti kemas dengan dinding sisi kanan dan kiri.

$$I_{palkah\ 2} = 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) = 2858,33\ m^4$$

Di mana:

b : lebar celah antara tumpukan peti kemas dengan sisi lambung

h : panjang ruang palka 2

Dimensi ruang palka 2 adalah sebagai berikut.

Dimensi	Ukuran (m)
Panjang	35,0
Lebar	15,3
Tinggi	6,6

$$V = \frac{\Delta}{1,025} = 8.118,12\ m^3$$

$$GM_{koreksi} = \frac{I_{palkah\ 2}}{V} = 0,35\ m$$

Koreksi GM karena free surface menjadi

$$GM_{akhir} = GM_{awal} - GM_{koreksi} = 0,70\ m$$

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemuda, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

Momen miring yang ada sebagai berikut.

Beban	Lengan dari midship	Jarak frame aktual (m)	Beban (ton)	Momen Transversal (ton.meter)
2 S	28,00	19,60	71,14	1394,40
3 S	10,00	7,00	108,89	762,22
Genangan di geladak S antara bulwark dan cargo hatch	15,00	10,50	25,11	2214,92
Total				4157,32

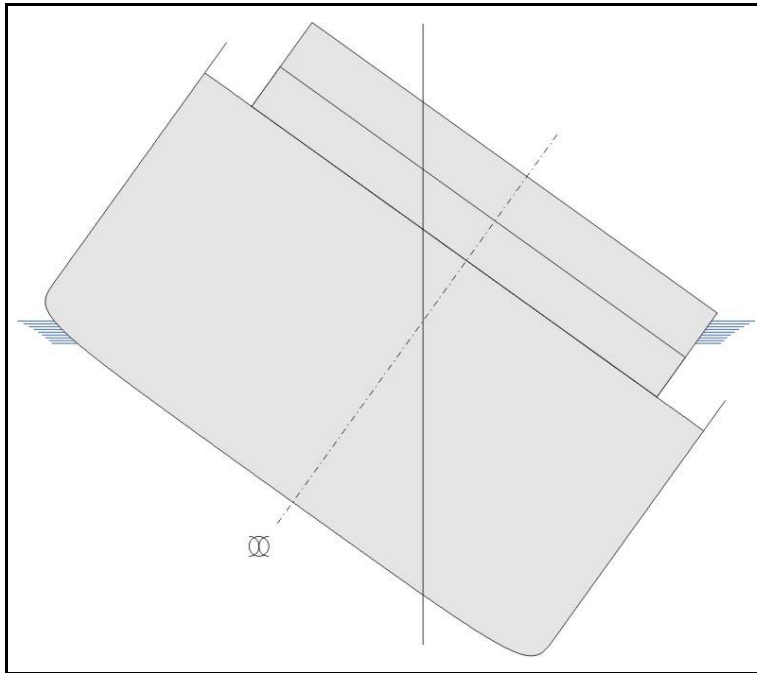
Menghitung sudut kemiringan

$$\text{momen miring} = \Delta \cdot GM \cdot \tan \theta$$

$$\Leftrightarrow \tan \theta = \frac{\text{momen miring}}{\Delta \cdot GM} = 0,72$$

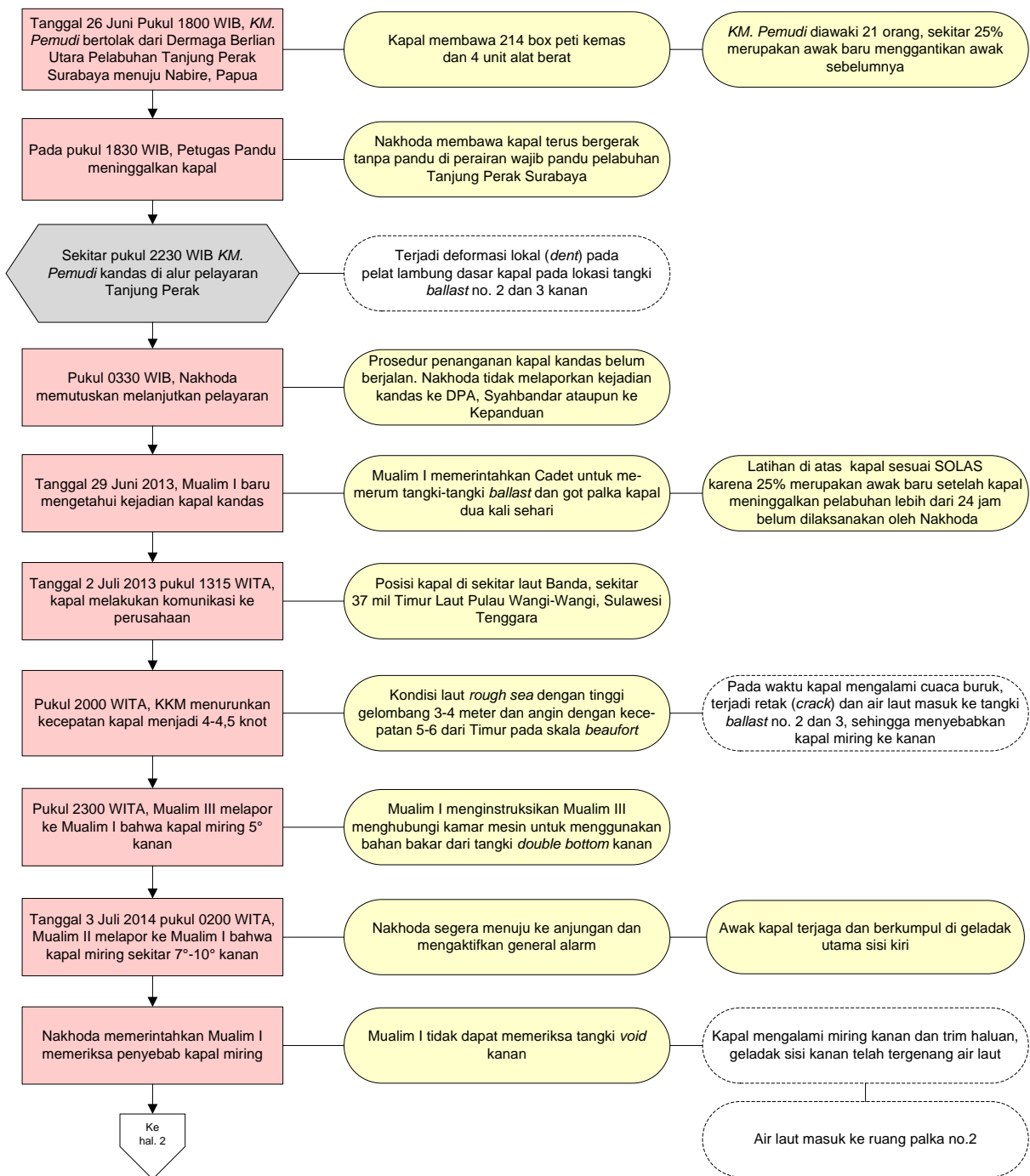
$$\theta = 35,69^\circ$$

Kondisi kemiringan tersebut sebagaimana dalam gambar berikut.



Kondisi tersebut kurang lebih sama dengan yang dilihat oleh Awak Kapal di mana ketinggian air laut sudah mencapai sekoci.

GARIS WAKTU KEJADIAN



Keterangan: Kejadian Kondisi Insiden Asumsi

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Pemudi, 3 Juli 2013, Perairan Laut Banda, 80 Nmil Barat Daya Pulau Buru, Maluku

