



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA

DRAF LAPORAN AKHIR

KNKT.21.02.05.03

Laporan Investigasi Kecelakaan Pelayaran

Terbaliknya *BILI*
(IMO 8994556)

Dermaga Tebas Seberang - Sambas, Kalimantan Barat

Republik Indonesia

20 Februari 2021

2025

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

*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 pengadilan mana pun.*

Laporan ini disusun didasarkan pada:

1. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, Pasal 256 dan 257 berikut penjelasannya
2. Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi
3. Peraturan Presiden Nomor 102 Tahun 2022 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi
4. IMO Resolution MSC.255 (84) tentang Kode Investigasi Kecelakaan

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Perhubungan Lantai 3, Kementerian Perhubungan, Jalan Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta 10110, Indonesia, pada tahun 2025.

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
SINOPSIS.....	vii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	ix
I. INFORMASI FAKTUAL.....	1
1.1 KRONOLOGI KEJADIAN.....	1
1.2 AKIBAT KECELAKAAN.....	3
1.3 AWAK KAPAL DAN DINAS JAGA.....	4
1.4 DATA KAPAL.....	4
1.4.1 Data Utama Kapal.....	4
1.4. 2 Rencana Umum Kapal.....	5
1.4.3 Peralatan Keselamatan Kapal.....	6
1.4.4 Penerbitan Surat-Surat dan Sertifikat Kapal.....	7
1.4.5 Organisasi dan Informasi Perusahaan.....	7
1.5 INFORMASI CUACA.....	7
1.6 INFORMASI MUATAN.....	7
1.7 INFORMASI PELABUHAN.....	8
1.8 INFORMASI TAMBAHAN.....	9
1.8.1 Lubang Pembebasan Air (Freeing Port).....	9
1.8.2 Stabilitas Kapal.....	10
1.8.3 Kriteria Stabilitas (Intact Stability Criteria).....	11
1.8.4 Kapal Model Bili dengan Side Casing Tengah Hilang.....	11
1.8.5 Pemeriksaan Kapal Di Galangan Paska Terbalik.....	13
1.8.6 Riwayat Penedokan Kapal.....	14
II. ANALISIS.....	15
2.1 PENYEBAB TERBALIKNYA BILI.....	15
2.2 DESAIN FREEING PORT.....	16
2.3 PERHITUNGAN STABILITAS KAPAL EXISTING.....	17
2.4 ANALISIS STABILITAS KAPAL.....	20
2.4.1 Perhitungan Stabilitas Kapal Berangkat (Simulasi I).....	20
2.4.2 Kondisi Stabilitas Kapal Simulasi II.....	22
2.4.3 Perhitungan Stabilitas Kapal Simulasi III.....	24
2.4.4 Perhitungan Stabilitas Kapal Simulasi IV.....	27
2.4.5 Resume Perhitungan Simulasi Stabilitas Kapal.....	29
2.5 MODIFIKASI RUANG MUAT DARI SUDUT KESELAMATAN BERLAYAR.....	35
III. KESIMPULAN.....	33
3.1 TEMUAN.....	33
3.2 FAKTOR KONTRIBUSI.....	33
IV. TINDAKAN KESELAMATAN.....	35
V. REKOMENDASI.....	37
5.1. PT BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (Persero).....	37

KOMITE NASIONAL KESELAMTAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

5.2. PT ASDP INDONESIA FERRY (Persero)	38
SUMBER INFORMASI.....	39
LAMPIRAN	52

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1: Lintas Kuala Tebas-Kuala Seberang (sumber: Google Earth)	1
Gambar I-2: Haluan <i>Bili</i> mendekat di Dermaga Tebas Seberang (sumber: video amatir)	2
Gambar I-3: Orang-orang berusaha menurunkan motor yang ada di haluan	3
Gambar I-4: Kondisi <i>Bili</i> sesaat sebelum terbalik	3
Gambar I-5: Kapal Motor Penyeberangan <i>Bili</i>	4
Gambar I-6: Gambar Rencana Umum	5
Gambar I-7: Susunan muatan kendaraan di geladak kendaraan	8
Gambar I-8: Stabilitas benda terapung	10
Gambar I-9: Kriteria stabilitas.....	11
Gambar I-10: Pemodelan lambung <i>Bili</i> tampak prespektif – Side casing tengah hilang ..	12
Gambar I-11: Posisi tangki <i>Bili</i> tampak prespektif	12
Gambar I-12: <i>Bili</i> tampak samping	12
Gambar I-13: Pemodelan 3D <i>Bili</i> tampak prespektif.....	13
Gambar I-14: Pemodelan 3D tampak samping	13
Gambar I-15: Kondisi <i>Bili</i> di atas dok pasca terbalik.....	14
Gambar I-15: Lokasi penggantian pelat saat docking.....	14
Gambar II-1: Suasana geladak kendaraan <i>Bili</i> (sumber: video amatir penumpang)	15
Gambar II-2: Posisi <i>Bili</i> saat terbalik (sumber: Video Drone Syarif Kurniasandi)	15
Gambar II-3: Lubang pembebasan (<i>freeng port</i>) yang ditutup saat docking	16
Gambar II-4: Posisi <i>freeing port</i> <i>Bili</i>	17
Gambar II-5: Pemodelan lambung <i>bili</i> tampak prespektif dengan side casing.....	18
Gambar II-6: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas existing.....	19
Gambar II-7: Grafik stabilitas – Perhitungan simulasi I.....	22
Gambar II-8: Kondisi stabilitas kapal miring 1.5°	23
Gambar II-9: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi II	23
Gambar II-10: Posisi <i>Bili</i> saat miring akibat kemasukan air	25
Gambar II-11: Sketsa melintang <i>Bili</i> saat kemasukan air	26
Gambar II-12: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi III	26
Gambar II-13: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi IV.....	28
Gambar II-14: Grafik resume stabilitas – Resume perhitungan stabilitas <i>Bili</i>	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1: Daftar Tangki	6
Tabel 2: Perlengkapan keselamatan Bili	6
Tabel 3: Perincian Muatan Bili.....	8
Tabel 4: Perhitungan Freeing Port Actual	17
Tabel 5: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Freeing Port	17
Tabel 6: Kondisi Stabilitas Existing Saat Berangkat	18
Tabel 7: Equilibrium Calculation Existing	19
Tabel 8: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Stabilitas Existing	20
Tabel 9: Kondisi Stabilitas Saat Kapal Berangkat.....	21
Tabel 10: Equilibrium Calculation Simulasi I.....	22
Tabel 11: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Simulasi III	24
Tabel 12: Kondisi Stabilitas Kapal Simulasi III.....	25
Tabel 13: Equilibrium Calculation Simulasi III.....	25
Tabel 14: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Simulasi III	27
Tabel 15: Kondisi Stabilitas Kapal Simulasi IV	27
Tabel 16: Equilibrium Calculation Simulasi IV	28
Tabel 17: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Simulasi IV.....	29
Tabel 18: Intact Stability Code 2008 – Resume Perhitungan Nilai Lengan GZ	30

SINOPSIS

Pada tanggal 20 Februari 2021 sekitar pukul 10.21 WIB, *Bili* beroperasi melayani penyeberangan lintas Tebas Kuala - Tebas Seberang, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat, dengan panjang lintasan sekitar 670 meter.

Sekitar pukul 13.40 WIB, proses pemuatan di Dermaga Tebas Kuala dimulai. Ini merupakan pelayaran kelima pada hari tersebut. Kondisi cuaca saat itu cerah berawan, dengan arus sungai surut dan angin kencang dari arah utara–timur laut.

Bili mengangkut 11 truk, 2 mobil pribadi, 40 sepeda motor, serta 12 penumpang pejalan kaki yang menempati ruang akomodasi penumpang. Saat kapal bertolak, kapal miring ke kanan sekitar $1,5^{\circ}$, sementara pintu rampa haluan tidak tertutup rapat. Tak lama kemudian, air masuk ke geladak kendaraan melalui celah pada pintu rampa sisi kanan. Juru Mudi yang melihat hal tersebut segera melaporkan kepada Mualim I di anjungan. Di geladak kendaraan, air tampak mulai menggenang di sisi kanan.

Sekitar pukul 13.55 WIB, ketika haluan kapal mendekati Dermaga Tebas Seberang, dan tali haluan diikat ke dermaga. Kemiringan kapal terus bertambah hingga 6° , sehingga Nakhoda memerintahkan seluruh penumpang untuk meninggalkan kapal. Beberapa saat kemudian, *Bili* terbalik, dengan separuh badan kapal terendam di kedalaman sekitar 5 meter.

Tidak ada korban jiwa dalam peristiwa ini, namun sekitar 18 orang penumpang mengalami luka ringan. Seluruh truk, mobil, dan sepeda motor tenggelam, dan hanya enam unit sepeda motor yang berhasil diselamatkan sebelum kapal terbalik.

Hasil investigasi menunjukkan bahwa air masuk ke geladak kendaraan melalui pintu rampa haluan yang tidak tertutup rapat dan tidak segera keluar melalui lubang pembebasan air (*freeing port*). Akumulasi air tersebut menyebabkan beban tambahan dan efek permukaan bebas (*free surface effect*). Kondisi ini diperburuk oleh pergeseran muatan kendaraan, yang akhirnya mengurangi kemampuan momen penegak (*righting moment*) untuk mengembalikan kapal ke posisi tegak, sehingga kapal kehilangan stabilitas dan terbalik.

Sebagai tindak lanjut atas kejadian ini, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) menerbitkan rekomendasi keselamatan kepada pihak-pihak terkait, yaitu PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero) dan PT ASDP Indonesia Ferry (Persero).

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Faktor yang berkontribusi adalah adalah setiap tindakan, kelalaian, peristiwa dan/atau kondisi, yang apabila dihilangkan, dihindari atau dikurangi, akan mengurangi kemungkinan kecelakaan atau kejadian terkait, atau mengurangi konsekuensi dari dampak kecelakaan atau kejadian, dimana identifikasi faktor pendukung tidak menunjukkan adanya kesalahan atau tanggung jawab administratif, sipil atau kriminal.

Kapal Angkutan Penyeberangan adalah Kapal Motor Penyeberangan (KMP) yang merupakan kendaraan air yang digerakkan tenaga mekanik, berfungsi sebagai jembatan bergerak untuk mengangkut penumpang dan kendaraan beserta muatannya yang masuk dan ke luar melalui pintu rampa (*ramp door*) yang berbeda, memiliki konstruksi lambung dasar ganda (*double bottom*) serta memiliki paling sedikit 2 (dua) mesin induk.

Investigasi adalah kegiatan penelitian terhadap penyebab kecelakaan transportasi dengan cara pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data secara sistematis dan objektif agar tidak terjadi kecelakaan transportasi dengan penyebab yang sama.

Rekomendasi Keselamatan adalah suatu usulan dari lembaga investigasi kecelakaan berdasarkan informasi yang diperoleh selama proses investigasi, dengan tujuan untuk mencegah kecelakaan atau kejadian dan tanpa bermaksud untuk menciptakan tuduhan atau pertanggungjawaban atas sebuah kecelakaan atau kejadian. Selain berasal dari proses investigasi kecelakaan dan kejadian, rekomendasi keselamatan juga dapat dihasilkan dari berbagai sumber lain termasuk studi keselamatan.

Tindakan Keselamatan adalah tindakan yang dilakukan atau direncanakan untuk dilakukan oleh organisasi yang terlibat di kecelakaan pada saat penyelesaian laporan akhir yang bertujuan untuk memperbaiki suatu kondisi.

WIB adalah Waktu Indonesia Barat

Rpm (*Revolution Per Minute*) adalah angka yang menunjukkan putaran poros engkol atau crankshaft mesin yang dihitung dalam hitungan satu menit.

Hp (*Horsepower*) merupakan satuan yang digunakan untuk menggambarkan tenaga mesin.

kVA (*kiloVolt-Ampere*) adalah satuan yang digunakan untuk mengukur daya dalam rangkaian listrik.

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

I. INFORMASI FAKTUAL

1.1 KRONOLOGI KEJADIAN

Pada tanggal 20 Februari 2021 sekitar pukul 06.00 WIB¹, Mualim I *Bili* dibantu beberapa awak kapal mulai melakukan pembersihan geladak kendaraan kapal. Saat itu *Bili* tengah sandar di Dermaga Tebas Kuala. Kapal sementara melakukan perbaikan engsel pintu rampa belakang. Kepala Kamar Mesin (KKM) bersama personil bagian teknik manajemen PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak mengawasi pengelasan engsel pintu rampa belakang yang patah sehari sebelumnya.

Sekitar pukul 09.00 WIB, pembersihan geladak kendaraan selesai. Beberapa pengguna jasa yang ada di dermaga menanyakan jadwal operasi kapal hari itu. Perbaikan sementara pintu rampa belakang selesai, tetapi pintu belum dapat digunakan dan operasi kapal dilakukan menggunakan satu pintu rampa di haluan.

Pukul 10.21 WIB, *Bili* kembali beroperasi hari itu melayani penyeberangan lintas Tebas Kuala - Tebas Seberang yang memiliki panjang lintasan sekitar 670 meter, dengan waktu tempuh *Bili* sekitar 5 menit dan waktu bongkar muat sekitar 20 - 30 menit.



Sekitar pukul 13.40 WIB, proses pemuatan di Dermaga Tebas Kuala dimulai. Ini merupakan pemberangkatan ke-lima di hari itu. Pada saat itu kondisi di perairan Sungai Sambas terjadi angin kencang dan sungai bergelombang dengan kondisi air surut.

Gambar I-1: Lintas Kuala Tebas-Kuala Seberang (sumber: Google Earth)

Perahu-perahu tradisional di lintas Tebas Kuala - Tebas Seberang yang sehari-hari mengangkut penumpang dan sepeda motor berhenti beroperasi siang itu. Petugas Tiket PT ASDP menyampaikan kepada Mualim I dapat menaikkan 12 truk, tetapi Mualim I hanya menyetujui 11 truk yang akan dimuat ke atas kapal. Selain 11 truk, muatan *Bili* siang itu adalah 2 mobil dan 40 sepeda motor serta 12 penumpang pejalan kaki. Mualim I mengawasi dari anjungan dengan CCTV dan radio *handy talkie*. Juru Mudi Jaga mulai mengatur kendaraan yang naik ke kapal. Dua unit mobil masuk ke geladak kendaraan, disusul truk dan sepeda motor. Petugas tiket sempat membatasi jumlah motor yang naik ke kapal, tetapi para pemotor memaksa tetap naik. Petugas tiket saat itu belum menyelesaikan proses pemungutan tiket dari penumpang dan melanjutkan proses pemungutan di geladak kendaraan.

¹ Waktu Indonesia bagian Barat (UTC +7)

Pukul 13.50 WIB, *Bili* bertolak dari Dermaga Tebas Kuala menuju Dermaga Tebas Seberang. Pintu rampa haluan dinaikkan, tetapi tidak rapat dan sebagian dibiarkan terbuka separuh. Pada saat bertolak, di anjungan terdapat Nakhoda, Mualim I dan KKM. Mualim I memegang kemudi, sementara Nakhoda mengawasi di sisi kanan anjungan. Sebagian besar penumpang tetap berada di kendaraan mereka, sebagian kecil lainnya naik ke tempat penumpang di geladak atas. Pada saat bertolak, kondisi kapal dalam keadaan stabil. Mualim I memerintahkan Juru Mudi Jaga untuk berada di geladak kendaraan dan mengawasi pintu rampa haluan yang tidak tertutup rapat.

Saat itu arus sungai surut dan angin kencang dari utara-timur laut menerpa lambung kapal. Mualim I bermanuver dengan memerintahkan KKM untuk mesin kanan maju sementara mesin kiri mundur untuk membuka haluan. Selanjutnya Mualim I terus membawa kapal ke arah ke utara dengan perintah kedua mesin maju pada putaran 700 rpm dengan kecepatan sekitar 5 knot. Saat bertolak, *Bili* miring ke kanan sekitar 1,5 derajat.

Tidak lama kemudian air terlihat masuk dari pintu rampa haluan di sisi kanan yang tidak tertutup rapat. Beberapa penumpang masih tetap bertahan di motor mereka di sekitar geladak kendaraan haluan kanan. Juru Mudi yang melihat air masuk dari pintu rampa haluan melaporkan ke Mualim I di anjungan. Mendapat laporan tersebut Mualim I menurunkan putaran mesin menjadi 600 rpm



Gambar I-2: Haluan *Bili* mendekat di Dermaga Tebas Seberang (sumber: video amatir)

Sekitar pukul 13.55 WIB, *Bili* mulai mendekati Dermaga Tebas Seberang. Pintu rampa haluan diturunkan sedikit oleh awak kapal. Saat haluan kapal mendekati dermaga, tali haluan kapal diikat ke dermaga. Penumpang yang berada di pintu rampa melompat ke dermaga. Sebanyak enam unit sepeda motor yang berada di bagian haluan berhasil diturunkan. Sebagian penumpang turun melalui pintu rampa haluan dan bukaan kiri kapal saat lambung kiri merapat ke dermaga.

Kemiringan kapal perlahan-lahan terus bertambah hingga 6 derajat. Nakhoda memerintahkan penumpang untuk meninggalkan kapal. Beberapa penumpang turun dari tangga kiri dan penumpang yang masih di kendaraannya diingatkan untuk segera meninggalkan kapal.

Setelah sebagian besar penumpang telah turun dari kapal. Nakhoda dan KKM telah bersiap melompat ke dermaga dari sisi kiri kapal. Sementara itu, Mualim I dan personil bagian teknik masih berada di atas kapal. Saat kemiringan kapal terus bertambah, Nakhoda, dan KKM melompat ke dermaga. Beberapa detik kemudian kapal terbalik 90 derajat ke kanan. Beberapa

penumpang masih berada di dalam kapal termasuk Mualim I yang pada saat itu ikut terbalik dan berusaha keluar dari anjungan.



Gambar I-3: Orang-orang berusaha menurunkan motor yang ada di haluan



Gambar I-4: Kondisi Bili sesaat sebelum terbalik

Pada saat terbalik, beberapa orang di dermaga berusaha mengevakuasi orang-orang yang masih ada di dalam kapal. Perahu-perahu tradisional terus mendekat di buritan kapal untuk menolong penumpang. Kondisi *Bili* saat itu terbalik 90 derajat, separuh badan kapal berada di dalam air di kedalaman 5 meter. Perahu-perahu tradisional membantu menyelamatkan penumpang yang turun dari buritan dan haluan kapal.

Sekitar pukul 14.00 WIB, Nakhoda dibantu awak kapal berusaha mencari penumpang yang mungkin masih terjebak di dalam kapal. Setelah dilakukan penyisiran ke sekeliling kapal, tidak ditemukan penumpang yang masih tertinggal. Penumpang yang selamat selanjutnya didata dan yang mengalami luka dibawa ke puskesmas. Awak kapal, kemudian mengikat *Bili* ke dermaga untuk mencegah kapal bergeser.

1.2 AKIBAT KECELAKAAN

Tidak ada korban jiwa dalam kejadian ini, tetapi terdapat sekitar 18 orang penumpang yang mengalami luka ringan. *Bili* terbalik dengan lambung kanan di dasar sungai dengan kedalaman 5 meter. Separuh atau bagian kapal sisi kiri berada di atas air. Seluruh truk, mobil dan motor tenggelam. Hanya sekitar enam unit motor berhasil dikeluarkan sesaat sebelum kapal terbalik.

1.3 AWAK KAPAL DAN DINAS JAGA

Pada saat kejadian, *Bili* diawaki 15 orang awak kapal yang terdiri dari Nakhoda, 7 orang perwira, dan 8 orang rating. Seluruhnya berkebangsaan Indonesia.

Nakhoda memiliki sertifikat Ahli Nautika Tingkat (ANT) - IV yang diperoleh tahun 2005 di Jakarta. Yang bersangkutan bergabung di PT ASDP Indonesia ferry (Persero) sejak tahun 1993 dan memulai karier sebagai kelasi. Yang bersangkutan ditempatkan di *Bili* sejak tahun 2011 dan memiliki pengalaman sebagai nakhoda selama 12 tahun.

Kepala Kamar Mesin (KKM) memiliki sertifikat kompetensi Ahli Teknik Tingkat (ATT) - IV yang diterbitkan pada tahun 2017 di Jakarta. Yang bersangkutan bergabung di PT ASDP

Indonesia Ferry (Persero) sejak tahun 2018 sebagai KKM di *Bili* dan yang bersangkutan telah memiliki pengalaman sebagai KKM selama 8 tahun.

Mualim I memiliki sertifikat ANT - IV yang diperoleh tahun 2016 di Jakarta. Yang bersangkutan bergabung di PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) sejak tahun 2015 sebagai mualim I. Yang bersangkutan ditempatkan di *Bili* pada tahun 2018 sebagai mualim I dan telah memiliki pengalaman sebagai mualim I selama 7 tahun.

Dinas jaga awak kapal *Bili* menyesuaikan jadwal operasi harian kapal dengan komposisi satu perwira dan satu rating. Setiap grup jaga berdinis selama 5 - 6 jam dengan jadwal yaitu 06.00 - 11.00, 11.00 - 17.00, dan 17.00 - 23.00. Grup yang berdinis pada waktu 17.00 - 23.00 akan menjadi grup yang berdinis pukul 06.00 esok hari.

Selama beroperasi di Sambas, Nakhoda selalu mendampingi Mualim II dan III karena masih belum familiar dengan mengemudikan kapal. Sedangkan Mualim I dianggap Nakhoda sudah cakap mengemudikan kapal, sehingga Nakhoda tidak selalu mendampingi.

1.4 DATA KAPAL

1.4.1 Data Utama Kapal



Gambar I-5: KMP. Bili

Bili dengan IMO No. 8994556 dan tanda panggil YB4280 merupakan sebuah kapal Ro-Ro penumpang berbendera Indonesia yang dibangun pada tahun 1990 di galangan Najatim, Surabaya dengan bahan dasar baja. Kapal ini didaftarkan di Jakarta dan diklasikan pada Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan notasi lambung **✠A100** ① P dan notasi mesin **✠SM**.

Kapal memiliki ukuran pokok adalah sebagai berikut:

▪ Panjang Keseluruhan (<i>Length Overall</i>)	:	38,50 m
▪ Panjang (<i>Length Between Perpendicular</i>)	:	33,50 m
▪ Lebar Keseluruhan (<i>Breadth</i>)	:	10,50 m
▪ Tinggi Geladak (<i>Depth</i>)	:	2,20 m
▪ Tinggi Lambung Timbul (LT)	:	434 mm
▪ Tonase Kotor (GT)	:	247 GT
▪ Tonase Bersih (NT)	:	75 NT
▪ Berat Kapal Kosong (LWT)	:	321.56 Ton
▪ Bobot Mati Kapal (DWT)	:	197.56 Ton

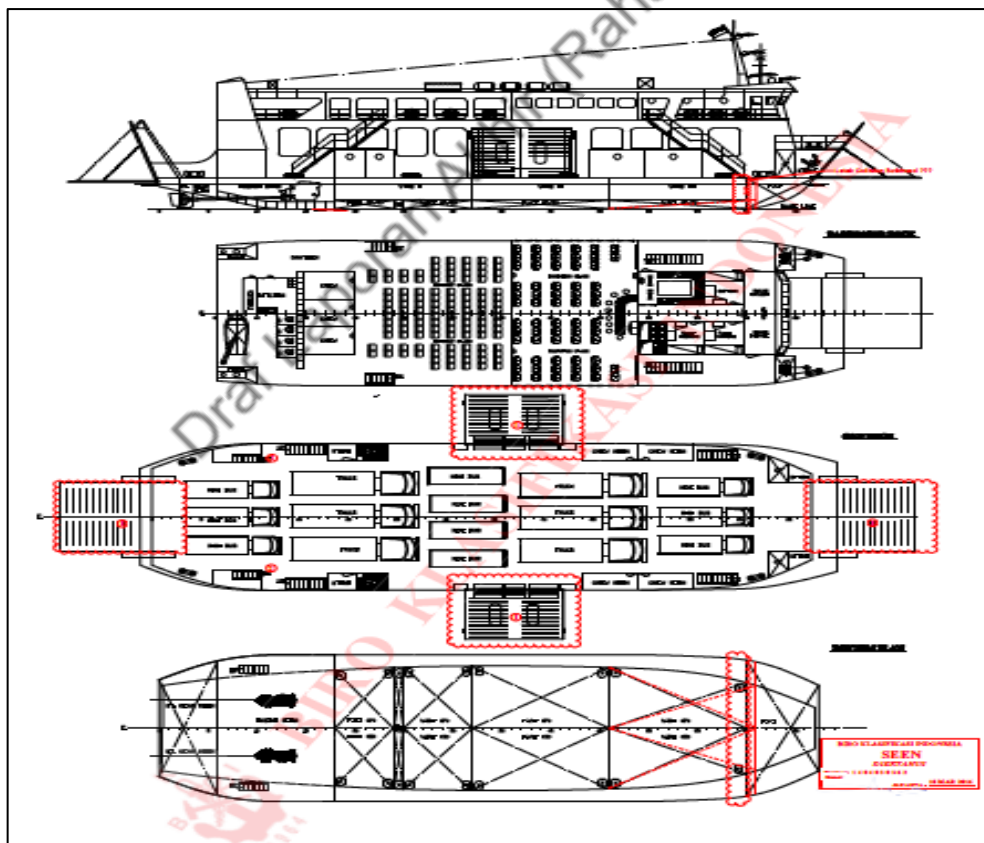
Bili dilengkapi dengan seperangkat perlengkapan navigasi dan fasilitas radioa berupa sebuah magnit standar, *gyro compass*, peta laut, publikasi nautika, GPS, Radar 9 GHz, *echo sounding device*, dan AIS. Kapal juga dilengkapi instalasi radio VHF dan EPIRB.

Bili digerakkan dengan dua unit mesin induk berupa mesin diesel 4 tak kerja tunggal berbahan bakar solar merek Yanmar model 8LAA-UTE. Pada putaran maksimum 1.800 Rpm tenaga efektif yang dihasilkan masing-masing 650 Hp untuk memutar 2 unit baling-baling jenis kisaran tetap (*fixed pitch propeller*), menghasilkan kecepatan kapal sebesar 7 knot.

Kelistrikan *Bili* disediakan oleh 2 unit generator listrik yang masing-masing digerakkan oleh motor diesel 4 tak merek Yanmar model 6-CHL-TN dengan daya masing-masing sebesar 74 Hp. Pada putaran 1.500 Rpm, daya listrik yang dihasilkan sebesar 2 x 60 kVA, pada tegangan 400 Volt. Terdapat juga 1 unit generator darurat merek Denyo AC Generator model FA-10 DF yang digerakkan oleh motor diesel 4 tak merek Yanmar model TF-155R menghasilkan daya listrik 10 kVA. Sistem Kemudi *Bili* digerakkan secara elektro hidrolik yang dikontrol dari anjungan kapal.

1.4.2 Rencana Umum Kapal

Rencana umum kapal adalah gambar atau dokumen teknis utama yang menunjukkan tata letak keseluruhan kapal secara lengkap, baik di geladak, ruang muat, kamar mesin, akomodasi, maupun ruang-ruang lainnya.



Gambar I-6: Gambar Rencana Umum

Bili merupakan kapal *ro-ro* penumpang yang didesain dengan dua geladak yaitu geladak kendaraan dan geladak atas. Geladak atas terdapat ruang kemudi, tempat penumpang dan kabin awak kapal. Akses ke geladak atas melalui satu tangga di kir haluan dan dua tangga

kanan/kiri tengah kapal. Kamar mesin terletak di bawah geladak kendaraan. Akses kamar mesin melalui dua tangga kanan kiri di buritan geladak kendaraan.

Kapasitas penumpang sebanyak 300 orang dan kendaraan yangizinkan untuk diangkut sesuai buku stabilitas kapal yaitu sebanyak 16 unit kendaraan dengan perincian 6 unit truck dengan total berat 72 ton dan 6 unit bus dengan berat total 18 ton serta 4 unit mini bus dengan total berat 8 ton.

Bili didesain memiliki dua tangki balas (WBT) masing-masing di kiri-kanan, satu tangki air tawar (FWT) kiri-kanan, dan satu tangki bahan bakar (FOT) kiri-kanan serta tangki void yang terletak di dasar ganda kapal (*double bottom tank*). *Bili* juga memiliki tangki ceruk haluan (*forepeak tank*).

Tabel 1: Daftar Tangki

No	Nama Tangki	Isi	Satuan	Posisi tangki
1	Balas+Void+forepeak	Kosong		-
2	FOT Kanan	3,559	Ton	Double bottom
3	FOT Kiri	3,416	Ton	Double bottom
4	FO Service Tank	1,417	Ton	Kamar mesin
5	LO tank kanan	200	Liter	Kamar mesin
6	LO tank kiri	200	Liter	Kamar mesin
7	Air tawar	33	Ton	Double bottom

Berdasarkan gambar rencana umum yang diperoleh KNKT diketahui terdapat ruangan-ruangan di geladak kendaraan haluan. Namun, pada saat kejadian ruangan di kanan kiri haluan geladak kendaraan telah dihilangkan untuk memperluas area geladak kendaraan. Geladak kendaraan *Bili* juga didesain memiliki lubang-lubang pembebasan air (*freeing port*) kanan dan kiri masing-masing berjumlah 5 titik yang berfungsi sebagai jalur keluar air yang ada di geladak kendaraan. Namun, pada saat kejadian hanya terdapat masing-masing 2 titik *freeing port* kanan dan kiri dengan ukuran 1280 mm x 170 mm.

1.4.3 Peralatan Keselamatan Kapal

Berdasarkan *Catatan Perlengkapan Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang* yang dikeluarkan oleh KSOP Pontianak pada tanggal 13 Oktober 2020, perlengkapan keselamatan *Bili* untuk jumlah total pelayar sebanyak 100 orang adalah sebagai berikut:

Tabel 2: Perlengkapan Keselamatan Bili

Peralatan	Jumlah	Kapasitas
Sekoci Penyelamat	1	6 orang
Liferaft	8	200 orang
Lifebuoy	6	-
Lifejacket Dewasa	250	250 orang
Lifejacket Anak-anak	50	50 orang

1.4.4 Penerbitan Surat-Surat Dan Sertifikat Kapal

Bili telah dilengkapi sertifikat statutori dan klasifikasi yang kesemuanya sertifikat tersebut masih berlaku seperti halnya sertifikat Klasifikasi, sertifikat Garis Muat, sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang, sertifikat pencemaran dan pengawakan minimum. *Bili* juga telah memiliki Sertifikat Sistem Manajemen Keselamatan (*Safety Management Certificate - SMC*) dan telah diverifikasi serta memenuhi ketentuan Kode Manajemen Internasional untuk Keselamatan Pengoperasian Kapal dan Pencegahan Pencemaran (*ISM Code*) yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut di Jakarta pada tanggal 24 April 2020 dan berlaku sampai tanggal 26 Desember 2024.

1.4.5 Organisasi Dan Informasi Perusahaan

Pada saat kejadian, *Bili* dioperasikan oleh PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero), dimana perusahaan ini telah memiliki Dokumen Penyesuaian Manajemen Keselamatan (DOC) yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan di Jakarta pada tanggal 06 Juli 2017 dan berlaku sampai tanggal 04 Desember 2022. Sistem Manajemen Keselamatan perusahaan telah diaudit dan memenuhi ketentuan Kode Manajemen Internasional untuk Keselamatan Pengoperasian Kapal dan Pencegahan Pencemaran (*ISM Code*) dari ISM-Code untuk kapal penumpang.

PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) telah memiliki instruksi kerja persiapan berlayar dokumen No. OP-103.01, dimana berlaku efektif tanggal 04 September 2019. Prosedur tersebut telah mengatur hal-hal yang harus dilakukan oleh awak kapal bagian dek sebelum berlayar dibawah pengawasan dan tanggung jawab mualim I. Pada instruksi kerja persiapan berlayar telah mengatur pintu rampa selalu dalam keadaan aman (terkunci) dan tertutup rapat saat berlayar dan awak kapal memastikan stopper (penahan) selalu pada posisinya.

1.5 INFORMASI CUACA

Berdasarkan keterangan awak kapal, kondisi cuaca pada saat kejadian cerah berawan dan arus surut. Tidak diketahui kecepatan angin pada saat kejadian, tetapi keterangan saksi-saksi menyebutkan angin cukup kencang saat itu. Kondisi cuaca saat itu membuat perahu-perahu tradisional yang biasa mengangkut penumpang dan motor berhenti beroperasi. Kondisi angin kencang dan arus surut kerap terjadi di lintas penyeberangan Tebas Kuala—Tebas Seberang, berdasarkan informasi saksi-saksi, hal kondisi tersebut dapat terjadi setiap bulan.

Berdasarkan data analisis Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika yang diterbitkan tanggal 22 Februari 2021 diketahui bahwa pola angin pada tanggal 20 Februari 2021 dari pukul 07.00—19.00 WIB angin berhembus dari utara-timur dengan kecepatan 7—17 knot untuk wilayah Tebas Kuala. Berdasarkan citra satelit diketahui cuaca di lokasi kejadian dalam kondisi berawan dengan tinggi gelombang berkisar antara 0.5—1.25 meter.

1.6 INFORMASI MUATAN

Berdasarkan manifes, terdapat 12 penumpang pejalan kaki. Sopir dan pengendara motor tidak dihitung sebagai penumpang sehingga tidak diketahui pasti jumlah penumpang di atas kapal. Namun dari hasil pendataan setelah kejadian, total penumpang termasuk sopir sebanyak 72 orang. Truk dan kendaraan kecil diparkir mengarah ke buritan dan haluan. Sedangkan motor

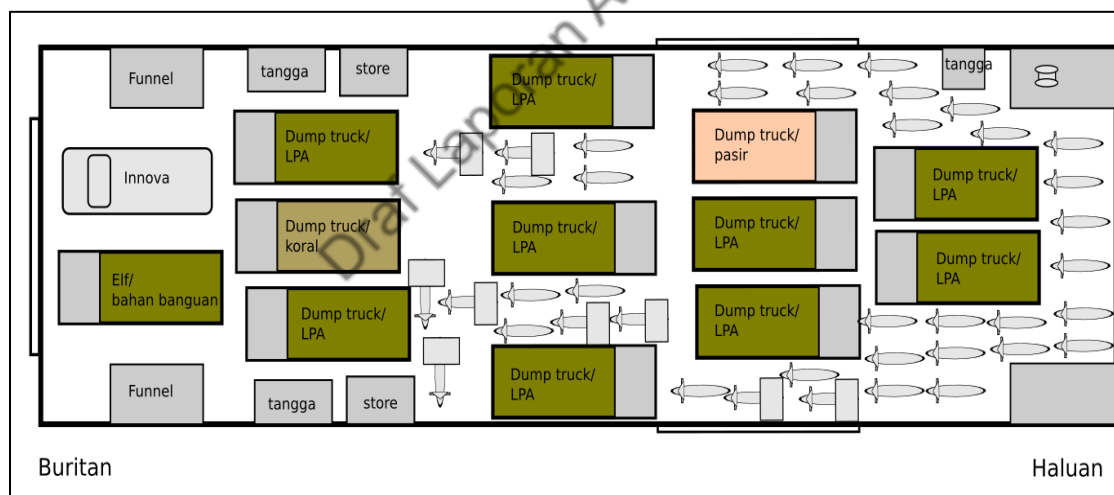
Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Tabel 3: Perincian Muatan Bili

[illegible]

***) Lapis pondasi agregat kelas A

Berdasarkan keterangan awak kapal dan rekaman video amatir yang diperoleh Tim Investigasi, tata letak kendaraan di *Bili* pada saat kejadian sebagai berikut:



Gambar I-7: Sketsa susunan muatan kendaraan di geladak kendaraan

Lokasi kejadian berada di lintas penyeberangan Tebas Kuala—Tebas Seberang, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat yang memiliki panjang lintasan sekitar 670 meter. Dermaga Tebas Kuala dan Tebas Seberang dimiliki oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Sambas Kalimantan Barat. Di dekat dermaga juga terdapat dermaga perahu penyeberangan tradisional untuk mengangkut penumpang dan motor.

Bili mulai beroperasi di lintas Tebas Kuala, Tebas Seberang pada tanggal 13 Februari 2021 atau sekitar 8 hari sebelum kejadian. Sebelum beroperasi di lintas ini, *Bili* melayani penyeberangan lintas penyeberangan di Kota Pontianak. *Bili* menggantikan kapal sebelumnya yang ukurannya sedikit lebih kecil. Penggantian kapal dilakukan karena tingginya lalu lintas penyeberangan kendaraan. *Bili* beroperasi sejak pukul 06.00—23.00 WIB setiap hari dan selalu memulai pelayaran pertama dari Dermaga Tebas Seberang. Meskipun begitu, *Bili* terkadang beroperasi lebih akhir dari jadwalnya tergantung banyaknya antrian kendaraan di kedua dermaga atau misalnya terdapat mobil ambulan yang harus segera menyeberang. Waktu tempuh *Bili* dari Tebas Kuala ke Tebas Seberang sekitar 5 menit dengan kecepatan 5 knot. Sedangkan waktu bongkar muat yang diperlukan bervariasi mengikuti jumlah muatannya yaitu berkisar 20—30 menit.

Tidak terdapat fasilitas jembatan timbang di pelabuhan. Petugas Tiket hanya memperkirakan truk dengan muatan dicatat dengan berat 3 ton. Jembatan timbang terdekat dengan lintasan ini adalah di Unit Pelaksana Penimbangan Kendaraan Bermotor (UUPKB) Siantan, Kalimantan Barat atau sekitar 192 km dari Tebas Kuala. Setiap kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang masuk ke pelabuhan untuk menyeberang membayar retribusi kendaraan ke Petugas Dinas Perhubungan (Dishub) Kabupaten Sambas.

Antrian kendaraan di area parkir yang akan naik ke kapal diatur oleh seorang Petugas Dishub. Sementara itu, seorang Petugas tiket PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) bertugas menagih tiket penumpang atau kendaraan saat akan naik ke kapal. Berdasarkan data operasi *Bili* selama 8 hari, rata-rata dalam sehari terdapat 30 perjalanan. Pada tanggal 19 dan 20 Februari 2021, jumlah perjalanan *Bili* berkurang karena terdapat kerusakan dan perbaikan pintu rampa belakang.

Muatan *Bili* dari Dermaga Tebas Kuala didominasi truk pengangkut material pasir, koral, dan LPA. Material LPA digunakan untuk keperluan lapisan pondasi proyek pembangunan jalan di Parigi Piai berupa campuran material batu dan pasir. Kapasitas angkut truk yang naik ke *Bili* pada saat kejadian relatif sama sekitar 5—6 kubik. Sedangkan untuk muatan dari Dermaga Tebas Seberang didominasi truk kosong atau muatan tandan sawit.

1.8 INFORMASI TAMBAHAN

1.8.1 Lubang Pembebasan Air

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 39 Tahun 2016 tentang Garis Muat dan Pemuatan, setiap kapal yang memiliki geladak terbuka terhadap cuaca harus dilengkapi lubang pembebasan air (*freeing port*). Lubang ini berfungsi untuk membuang air di geladak dengan cepat, agar tidak terjadi genangan yang dapat mengganggu stabilitas kapal.

Luas minimum lubang pembebasan ditentukan berdasarkan panjang kubu-kubu (ℓ). Untuk panjang 20 meter atau kurang, luasnya dihitung dengan rumus $A = 0,7 + 0,035\ell$ (m^2). Jika panjangnya lebih dari 20 meter, digunakan rumus $A = 0,07\ell$ (m^2). Nilai ℓ tidak perlu diambil lebih dari 0,7L (70% dari panjang kapal).

Kapal dengan lengkung memanjang (*sheer*) yang cukup dapat menggunakan setengah dari luas minimum tersebut, sedangkan kapal tanpa lengkung harus menambah 50% dari hasil

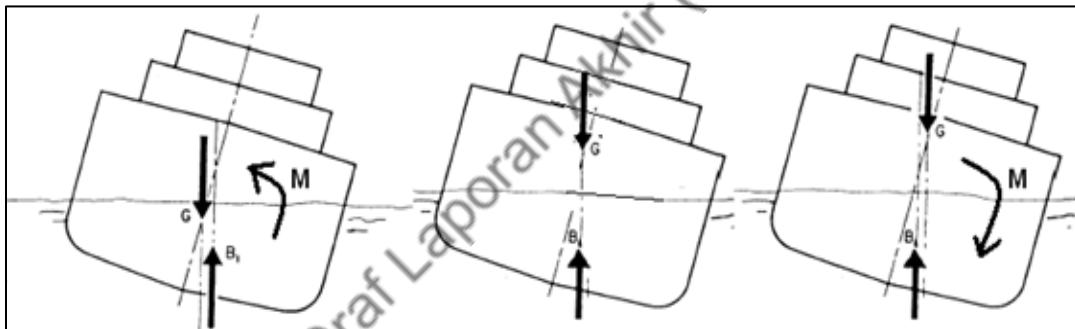
perhitungan standar. Bila tinggi kubu-kubu lebih dari 1,2 meter, luas lubang perlu ditambah sedikit, dan jika kurang dari 0,9 meter, luasnya boleh dikurangi sesuai ketentuan.

Pada kapal yang memiliki trunk atau lubang palka besar, luas lubang pembebasan dihitung berdasarkan lebar trunk terhadap lebar kapal. Jika lebar trunk $\leq 40\%$ lebar kapal, maka luasnya 20% dari luas kubu-kubu, sedangkan bila $\geq 75\%$, cukup 10% dari luas kubu-kubu. Nilai di antara dua kondisi tersebut dihitung secara interpolasi linier.

Lubang pembebasan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan geladak dan diatur agar air dapat keluar dari titik terendah geladak. Lubang pembebasan ini juga harus dilengkapi jeruji pelindung dengan jarak antarbatang 230 mm, serta penutup dan engsel yang tahan karat. Jika dipasang alat pengunci, konstruksinya harus sesuai dengan standar kapal.

1.8.2 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal (*intact stability*) merupakan salah satu persyaratan mutlak yang harus dipenuhi oleh suatu kapal ketika akan berlayar. IMO mengatur persyaratan stabilitas kapal dalam *Intact stability Code* (2008) yang diadopsi melalui Resolusi IMO MSC.267(85). Sesuai dengan hukum Archimedes pada saat kapal mengapung di air tenang maka gaya berat kapal yang arahnya kebawah sama dengan gaya *buoyancy* (B) yang arahnya keatas. Selain itu ketika kapal berlayar akan mengalami salah satu dari tiga kondisi stabilitas yang ilustrasinya dapat dilihat pada di bawah ini



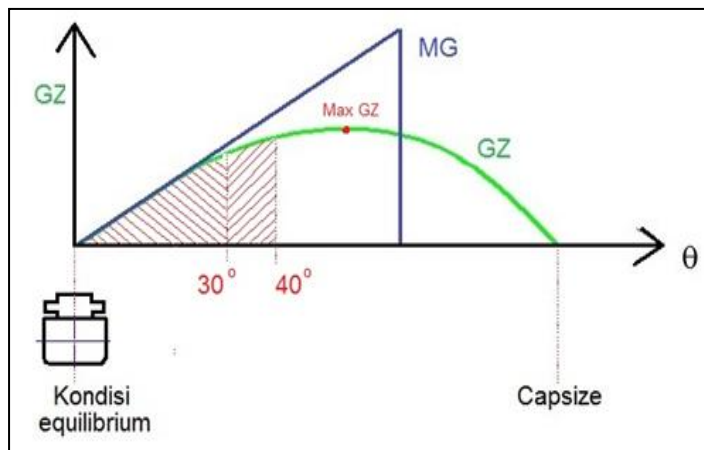
Gambar I-8: Stabilitas benda terapung

Ketika kapal terekspose oleh suatu gaya dari luar maka kapal akan oleng dan setelah gaya tersebut hilang akan menimbulkan momen kopel yang menyebabkan kapal kembali ke kedudukan semula, tetap diam atau terbalik. Pada saat kapal oleng gaya G dan gaya B tidak sejajar, letak titik G tidak berubah sedangkan titik B berpindah. Gaya berat G berada disebelah kiri gaya angkat B sehingga terjadilah momen kopel berlawanan jarum jam sehingga kapal kembali keposisi semula disebut pula sebagai stabil.

Sedangkan pada gambar tengah terlihat ketika kapal oleng gaya berat G sejajar dengan gaya angkat B dimana kapal tidak mempunyai momen kopel pengembali inilah yang dinamakan *indefern*. Gambar sebelah kanan menunjukkan bahwa gaya G berada dibelah kanan gaya B sehingga menimbulkan momen kopel searah jarum jam akibatnya kapal akan oleng searah jarum jam, inilah yang dinamakan labil. Pada saat kapal mengalami oleng maka besarnya gaya apung awal dan akhir sama.

1.8.3 Kriteria Stabilitas Kapal

Dengan menggunakan lengan stabilitas bentuk/ tinggi *metasenter ke bouyancy* (MB) lambung kapal dibawah garis air dan tinggi keel ke pusat gravity (KG) maka didapatkan lengan stabilitas penegak kapal (GZ), lengan ini dapat dihitung tiap sudut yang dapat dihubungkan menjadi kurva hijau seperti gambar berikut:



Gambar 1-9: Kriteria Stabilitas

Kapal dikatakan stabil tidak hanya mempunyai lengan stabilitas positif, akan tetapi harus dibandingkan dengan Kriteria Stabilitas IMO (*Intact Stability Criteria*) sebagai berikut:

1. Luas kurva lengan penegak GZ tidak boleh kurang dari 0.055 meter.radian sampai sudut oleng $\theta = 30^\circ$, tidak kurang dari 0.09 meter.radian sampai sudut oleng $\theta = 40^\circ$ atau sudut air masuk θ_f jika sudut ini kurang dari 40° .
2. Selain itu luas kurva lengan penegak GZ antara sudut oleng 30° dan 40° atau sudut air masuk θ_f jika sudut ini kurang dari 40° , tidak boleh kurang dari 0.03 meter.radian.
3. Tinggi lengan penegak GZ harus paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih
4. Lengan penegak maksimum terjadi pada sudut oleng tidak kurang dari 25° . Jika ini tidak praktis, kriteria lain berdasarkan tingkat keselamat yang setara boleh diterapkan dengan persetujuan Administration
5. Tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

1.8.4 Kapal Model Bili dengan Side Casing Tengah Hilang

Dalam perhitungan stabilitas kapal, permodelan (*modeling*) merupakan tahap awal yang sangat penting untuk menggambarkan bentuk dan karakteristik geometris kapal secara akurat. Melalui permodelan ini, bentuk lambung, distribusi volume, serta tata letak ruang-ruang di kapal direpresentasikan dalam bentuk model matematis atau digital yang dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak hidrostatik dan stabilitas.

Permodelan dilakukan berdasarkan rencana garis (*lines plan*) dan rencana umum kapal (*general arrangement*). Data utama seperti panjang, lebar, tinggi, sarat air, serta posisi sekat dan ruang tangki dimasukkan untuk membentuk geometri 3D kapal.





Gambar I-7: Pemodelan 3D tampak prespektif



Gambar I-8: Pemodelan 3D tampak samping

1.8.5 Pemeriksaan Kapal Di Galangan Paska Terbalik

Pada foto, memperlihatkan kondisi *Bili* setelah dilakukan pengangkatan dan penempatan di atas dok. Tim Investigasi KNKT melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap kondisi kapal pascakejadian di galangan PT Dok Oriental Kapuas, Pontianak, pada tanggal 1 April 2021.

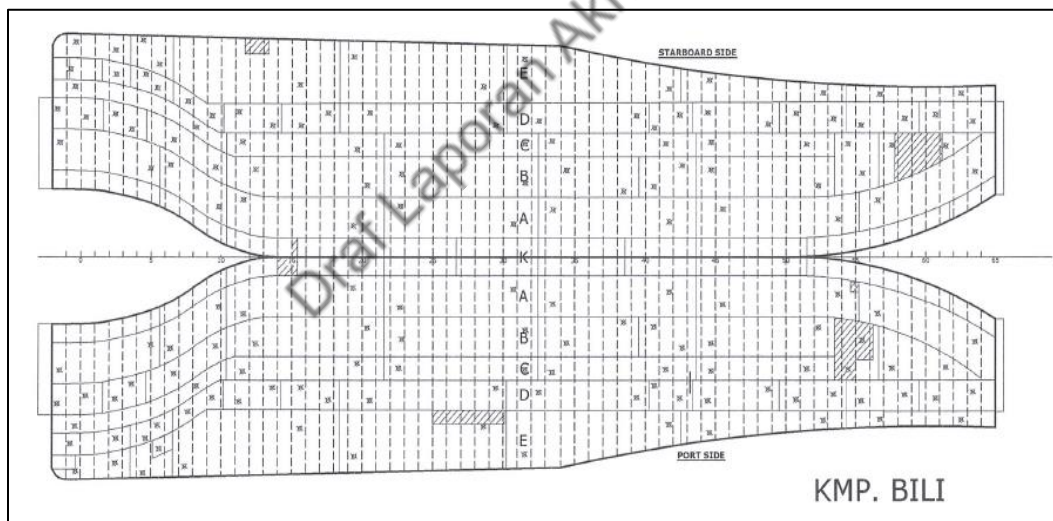
Pemeriksaan ini bertujuan untuk menilai tingkat kerusakan struktur, sistem, dan perlengkapan kapal yang diakibatkan oleh peristiwa terbaliknya kapal, serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang mungkin berkontribusi terhadap kecelakaan tersebut.



Gambar I-9: Kondisi Bili di atas dok pasca terbalik.

1.8.6 Riwayat Pengedokan Kapal

Pada bulan September hingga Oktober 2020, KMP Bili menjalani dok tahunan di Galangan PT Delta Oriental Kapuas, Pontianak. Selama proses tersebut, dilakukan pemeriksaan terhadap bagian-bagian kapal yang berada di bawah permukaan air serta penggantian beberapa pelat lunas sebagai bagian dari pekerjaan perawatan. Kapal mulai masuk dok pada 17 September 2020 dan turun dok (*undocking*) pada 2 Oktober 2020.



Gambar I-16: Lokasi penggantian pelat saat docking

II. ANALISIS

2.1. PENYEBAB TERBALIKNYA BILI

Saat *Bili* bertolak dari Dermaga Tebas Kuala menuju Dermaga Tebas Seberang, pintu rampa haluan dibiarkan terbuka separuh. Kapal miring ke kanan sekitar 1,5 derajat, sehingga air dapat mudah masuk ke dalam kapal melalui pintu rampa yang tidak tertutup rapat. Saat air masuk dari pintu rampa haluan di sisi kanan, Juru Mudi melaporkan ke Mualim I yang berada di anjungan.



Gambar II-1: Suasana geladak kendaraan Bili (sumber: video amatir penumpang)

Saat *Bili* mendekati Dermaga Tebas Seberang dan tali haluan kapal diikat ke dermaga, penumpang yang berada di pintu rampa melompat ke dermaga. Pada saat itu kemiringan kapal perlahan-lahan terus bertambah hingga 6 derajat.



Gambar II-2: Posisi Bili saat terbalik (sumber: Video Drone Syarif Kurniasandi)

Masuknya sejumlah air ke geladak kendaraan dalam jumlah yang signifikan melalui pintu rampa haluan yang terbuka, namun air yang masuk tidak langsung terbuang melalui lubang-lubang pembebasan air (*freeing port*) dan *scupper* sehingga terakumulasi di geladak

kendaraan kanan. Akumulasi air di geladak kendaraan kanan memberikan beban tambahan dan menimbulkan efek permukaan bebas (*free surface effect*). Saat mesin kapal merubah putarannya, sehingga menyebabkan laju kemiringan kapal bertambah dan menyebabkan muatan kendaraan yang tidak diikat (*lashing*) bergeser.

Terjadinya efek permukaan bebas dan muatan kendaraan yang bergeser berkontribusi terhadap ketidak mampuan momen penegak (*righting moment*) untuk mengembalikan posisi kapal, sehingga mengakibatkan kapal terbalik. *Bili* terbalik 90 derajat, separuh badan kapal berada di dalam air di kedalaman 5 meter.

2.2. DESAIN FREEING PORT

Secara teknis, masuknya air laut ke dalam geladak kendaraan sebagai beban tambahan yang perlu ditangani secepatnya sehingga stabilitas kapal tidak terganggu. Mekanisme pembuangan air laut di geladak dapat berupa lubang kemarau (*scupper*) dan lubang pembebasan (*freeing port*). *Bili* telah terpasang sejumlah lubang kemarau pada sisi kanan dan kiri geladak utama, yang mana ukuran dari lubang kemarau dimaksudkan untuk membuang air laut yang masuk dalam jumlah yang relative sedikit, sedangkan untuk membuang air laut yang lebih banyak diperlukan *freeing port*.

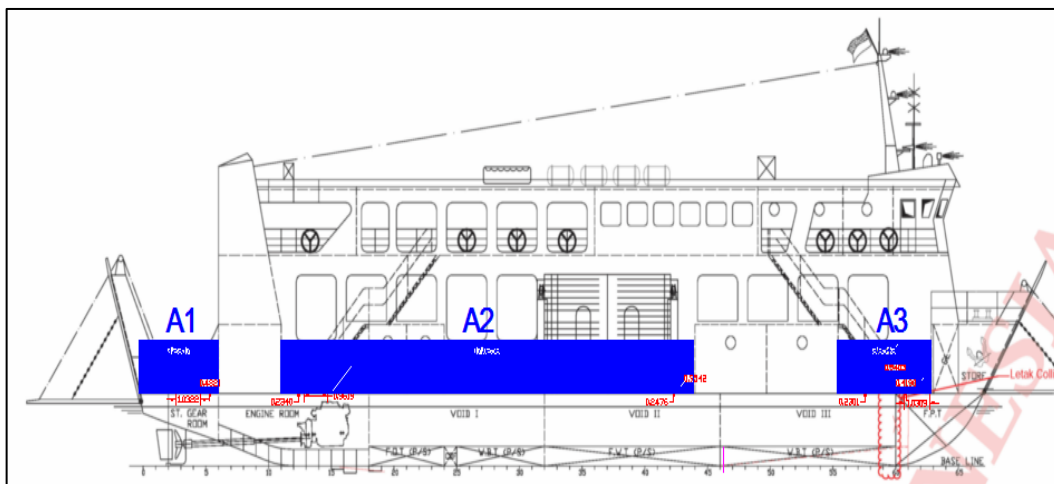
Besarnya bukaan *freeing port* harus dapat mengeluarkan air yang masuk ke geladak dengan segera mungkin. *Freeing port* sangat besar pengaruhnya pada stabilitas kapal, terutama saat kapal menghadapi gelombang, sehingga air laut tidak terperangkap di dalam kapal.

Pada tahun 2016, *Bili* melakukan perombakan dengan menambahkan pintu rampa (*ramp door*) kiri dan kanan pada lambung kapal, namun sistem pembuangan air pada daerah pintu rampa tidak terpasang sesuai Gambar Rencana Umum kapal yang telah di buat. Pada gambar tersebut juga telah disetujui adanya *freeing port* di area bagian depan, namun saat kapal melakukan pendedokan tahun 2020 *freeing port* tersebut ditutup.



Gambar II-3: Lubang pembebasan (*freeng port*) yang ditutup saat docking

Sesuai dengan peraturan PM 39 tahun 2016 tentang garis muat dan pemuatan juga telah mengatur ukuran dari *freing port* kapal. Hasil perhitungan untuk *freing port Bili* dapat dilihat pada tabel berikut, sedangkan perhitungan *freeing port Bili* dapat dilihat pada lampiran.



Gambar II-4: Posisi freeing port Bili

Tabel 4: Perhitungan Freeing Port Actual

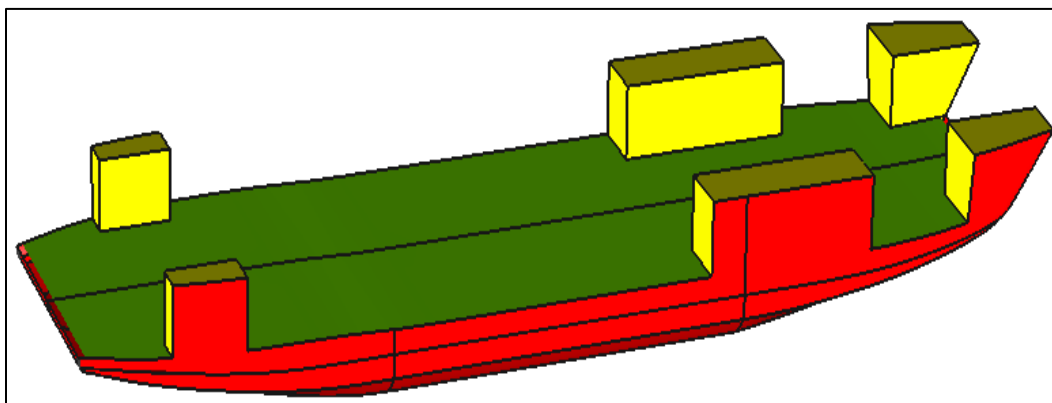
Item		Freeing Port Actual (m)		Luas Actual (m ²)
Actual Freeing Port				
A1 :	tinggi	0.45		0.495
	panjang	1.1		
A2 :	tinggi	0.24	x 4	0.96
	panjang	1		
A3 :	tinggi	0.45	+ 0.24	0.735
	panjang	1.1	+ 1	

Tabel 5: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Freeing Port

Area	Minimum			Actual	Kondisi
	Freeing Port			Freeing Port	Freeing Port
A1 =	1.220	m ²	≤	0.495 m ²	Fail
A2 =	1.944	m ²	≤	0.960 m ²	Fail
A3 =	1.252	m ²	≤	0.735 m ²	Fail

2.3. PERHITUNGAN STABILITAS KAPAL EXISTING

Perhitungan stabilitas kapal existing adalah kondisi stabilitas berangkat berdasarkan kondisi pemuatan pada stability booklet Bili, yaitu:



Gambar II-5: Pemodelan lambung bili tampak prespektif dengan side casing

Tabel 6: Kondisi Stabilitas *Existing* Saat Berangkat

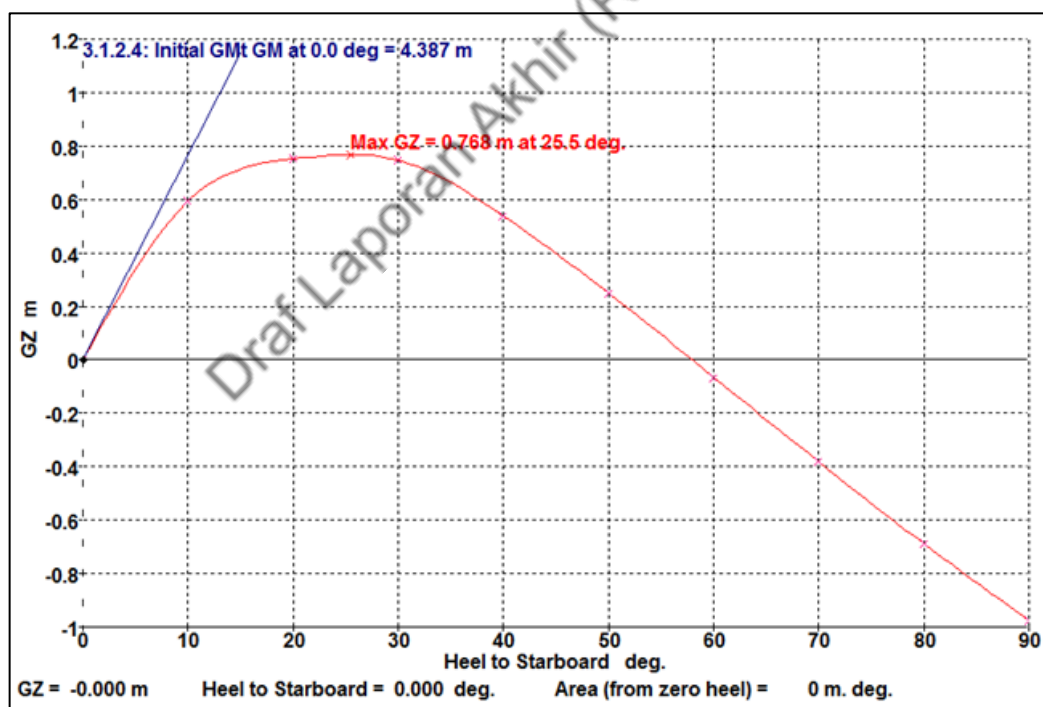
Item Name	Qty	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	321.563	321.563	15.968	0.000	1.925	0.000	User Specified
Crew at Main Deck	12	0.100	1.200	26.000	0.000	5.400	0.000	User Specified
Crew at Nav. Deck	3	0.100	0.300	24.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Provision	1	1.000	1.000	4.000	0.000	5.000	0.000	User Specified
Wire	1	0.400	0.400	18.000	0.000	3.000	0.000	User Specified
Other	1	1.000	1.000	18.000	0.000	2.800	0.000	User Specified
Passenger	300	0.100	30.000	16.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Truck	6	12.000	72.000	15.500	0.000	3.700	0.000	User Specified
Mini bus	6	3.000	18.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Mini bus	4	2.000	8.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
F.P.T	0%	30.940	0.000	30.552	0.000	0.181	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (S)	0%	20.436	0.000	24.539	0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (P)	0%	20.436	0.000	24.539	-0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (S)	0%	12.705	0.000	14.250	2.239	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (P)	0%	12.705	0.000	14.250	-2.239	0.000	0.000	Maximum
F.W.T. (S)	100%	24.784	24.784	19.499	2.446	0.380	0.000	Maximum
F.W.T. (P)	100%	24.784	24.784	19.499	-2.446	0.380	0.000	Maximum
F.O.T. (S)	98%	8.717	8.542	10.502	2.418	0.327	0.000	Maximum
F.O.T. (P)	98%	8.717	8.542	10.502	-2.418	0.327	0.000	Maximum
Total Loadcase			520.115	15.999	0.000	2.382	0.000	
FS correction						0.000		
VCG fluid						2.382		

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Tabel 7: Equilibrium Calculation Existing

Equilibrium Calculation Existing		Equilibrium Calculation Existing	
Draft Amidships m	1.795	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.988
Displacement t	520.1	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	15.770
Heel deg	0.0	KB m	0.994
Draft at FP m	1.666	KG fluid m	2.382
Draft at AP m	1.924	BMt m	5.775
Draft at LCF m	1.803	BML m	58.011
Trim (+ve by stern) m	0.258	GMt corrected m	4.387
WL Length m	34.157	GML m	56.623
Beam max extents on WL m	10.454	KMt m	6.769
Wetted Area m ²	420.424	KML m	59.003
Waterpl. Area m ²	335.972	Immersion (TPc) tonne/cm	3.444
Prismatic coeff. (Cp)	0.790	MTc tonne.m	10.333
Block coeff. (Cb)	0.763	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	34.667
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.973	Max deck inclination deg	0.1811
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.941	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.1811



Gambar II-6: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas existing

Tabel 8: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Stabilitas Existing

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	17.8612	Pass	+466.79
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	24.4170	Pass	+373.51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	6.5558	Pass	+281.39
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	M	0.746	Pass	+273.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	Deg	25.5	Pass	+1.82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	M	4.387	Pass	+2824.67

Existing kapal menunjukkan karakteristik stabilitas yang sangat baik. Nilai GM awal (*initial* GMt) sebesar 4,387 m, menandakan kapal memiliki stabilitas awal yang tinggi pada posisi tegak. Kurva GZ menunjukkan nilai maksimum (Max GZ) sebesar 0,768 m pada sudut oleng 25,5°, yang sesuai dengan ketentuan kriteria Stabilitas IMO.

Selain itu, luas area di bawah kurva GZ dari 0°-30°, 0°-40°, dan 30°-40° semuanya melebihi nilai minimum yang disyaratkan, dengan margin kelulusan antara +281% hingga +466%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kapal untuk memulihkan posisi tegak setelah oleng sangat baik. Secara keseluruhan, kondisi existing kapal memenuhi seluruh kriteria stabilitas IMO dengan margin keamanan yang besar. Kapal dalam kondisi ini tergolong stabil dan aman berlayar, tanpa indikasi risiko kehilangan stabilitas pada kondisi pemuatan normal.

2.4. ANALISIS STABILITAS KAPAL

Stabilitas kapal merupakan salah satu persyaratan mutlak yang harus dipenuhi oleh suatu kapal ketika akan berlayar. IMO mengatur persyaratan stabilitas kapal dalam *Intact stability Code* (2008) yang diadopsi melalui resolusi IMO MSC. 267(85). Berdasarkan kronologi terbaliknya *Bili* dan kondisi real kapal tidak ada *side casing* di tengah pada ruang muat kendaraan. Di buat simulasi perhitungan stabilitas kapal sesuai dengan *stability booklet* kapal tersebut, berupa :

1. Kondisi stabilitas kapal berangkat
2. Kondisi stabilitas kapal miring 1.5°
3. Kondisi stabilitas kapal miring 6°
4. Kondisi kapal terbalik (capsize).

2.4.1 Perhitungan Stabilitas Kapal Berangkat (Simulasi I)

Simulasi I adalah kondisi stabilitas berangkat berdasarkan kondisi pemuatan. Berikut kondisi pemuatan Simulasi I.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

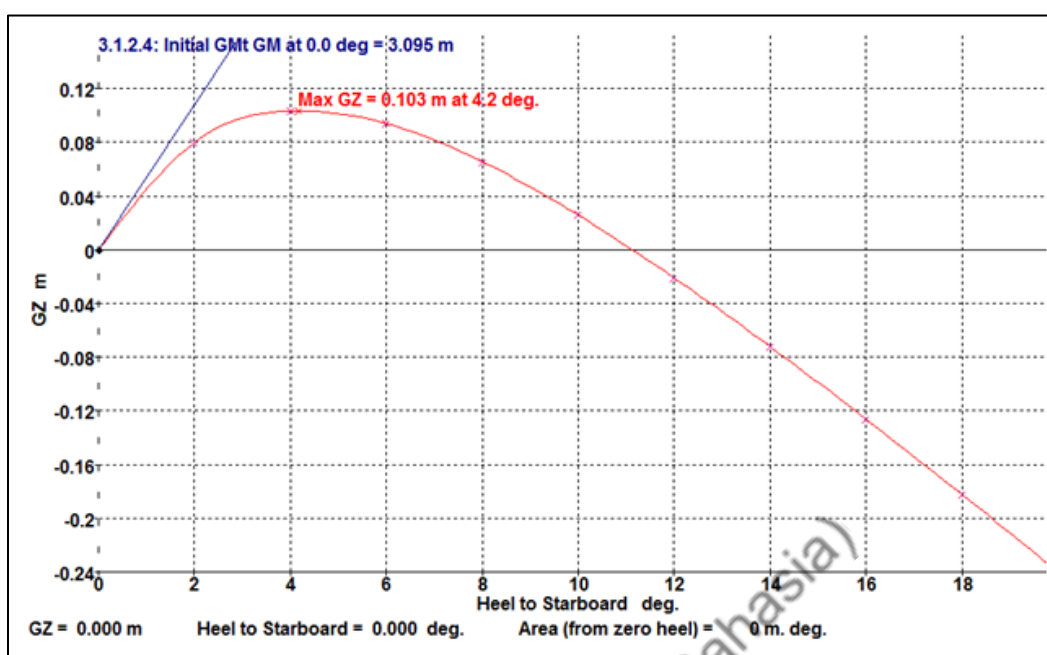
Tabel 9: Kondisi Stabilitas Saat Kapal Berangkat

Item Name	Qty	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	321.563	321.563	15.968	0.000	1.925	0.000	User Specified
Crew at Main Deck	12	0.100	1.200	26.000	0.000	5.400	0.000	User Specified
Crew at Nav. Deck	3	0.100	0.300	24.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Provision	1	1.000	1.000	4.000	0.000	5.000	0.000	User Specified
Wire	1	0.400	0.400	18.000	0.000	3.000	0.000	User Specified
Other	1	1.000	1.000	18.000	0.000	2.800	0.000	User Specified
Passenger	72	0.100	7.200	16.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Truck	11	12.000	132.000	17.500	0.000	3.700	0.000	User Specified
Minibus	0	3.000	0.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Mobil	2	2.000	4.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Speda Motor	40	0.110	4.400	14.500	0.000	2.900	0.000	User Specified
F.P.T	0%	30.940	0.000	30.552	0.000	0.181	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (S)	0%	20.436	0.000	24.539	0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (P)	0%	20.436	0.000	24.539	-0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (S)	0%	12.705	0.000	14.250	2.239	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (P)	0%	12.705	0.000	14.250	-2.239	0.000	0.000	Maximum
F.W.T. (S)	70%	24.784	17.349	19.499	2.392	0.270	83.297	Maximum
F.W.T. (P)	70%	24.784	17.349	19.499	-2.392	0.270	83.297	Maximum
F.O.T. (S)	70%	8.717	6.102	10.503	2.372	0.237	32.245	Maximum
F.O.T. (P)	70%	8.717	6.102	10.503	-2.372	0.237	32.245	Maximum
Total Loadcase			519.965	16.451	0.000	2.342	231.084	
FS correction						0.444		
VCG fluid						2.786		

Tabel 10: Equilibrium Calculation Simulasi I

Equilibrium Simulasi I		Equilibrium Simulasi I	
Draft Amidships m	1.802	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	16.452
Displacement t	520.0	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	15.847
Heel deg	0.0	KB m	0.992
Draft at FP m	1.807	KG fluid m	2.786
Draft at AP m	1.797	BMt m	5.780
Draft at LCF m	1.802	BML m	57.993
Trim (+ve by stern) m	-0.010	GMt corrected m	3.986
WL Length m	34.172	GML m	56.199
Beam max extents on WL m	10.454	KMt m	6.772
Wetted Area m ²	421.642	KML m	58.985
Waterpl. Area m ²	335.847	Immersion (TPc) tonne/cm	3.442
Prismatic coeff. (Cp)	0.809	MTc tonne.m	8.723
Block coeff. (Cb)	0.787	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	36.169
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.973	Max deck inclination deg	0.0163
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.940	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.0163

Kapal kondisi trim haluan sesuai kejadian, air pertama kali masuk melalui pintu rampa haluan. Asumsi perubahan titik berat kendaraan bertambah kedepan haluan dari rencana pemuatan.



Gambar II-7: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi I

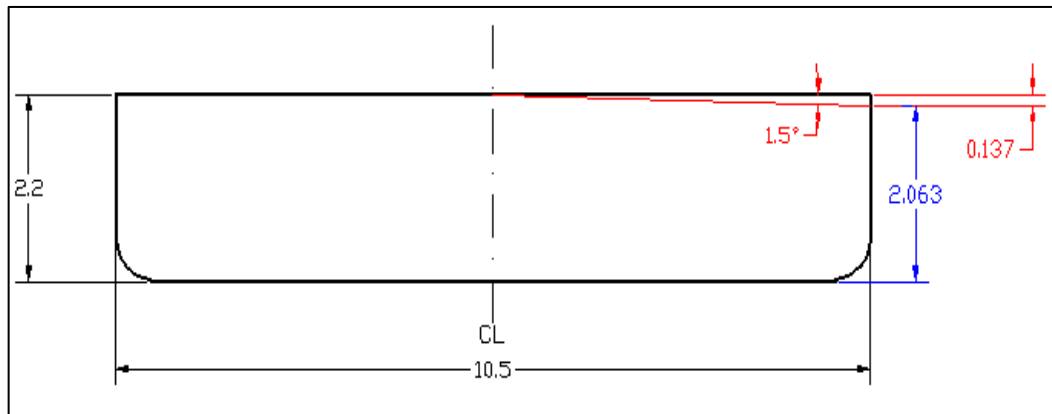
Tabel 9: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Simulasi I

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	11.3572	Pass	+260.40
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	12.7467	Pass	+147.19
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.3894	Fail	-19.17
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.280	Pass	+40.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	13.6	Fail	-45.46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	3.986	Pass	+2557.33

Luas kurva GZ pada sudut 30°- 40° lebih kecil dari batas yang ditetapkan, yaitu gagal (*fail*) sebesar 19,17%, yang berarti kemampuan kapal untuk kembali tegak pada sudut oleng besar berkurang. Sudut maksimum GZ juga hanya 13,6°, sedangkan standar minimalnya 25°, sehingga puncak stabilitas kapal muncul pada sudut oleng yang terlalu kecil.

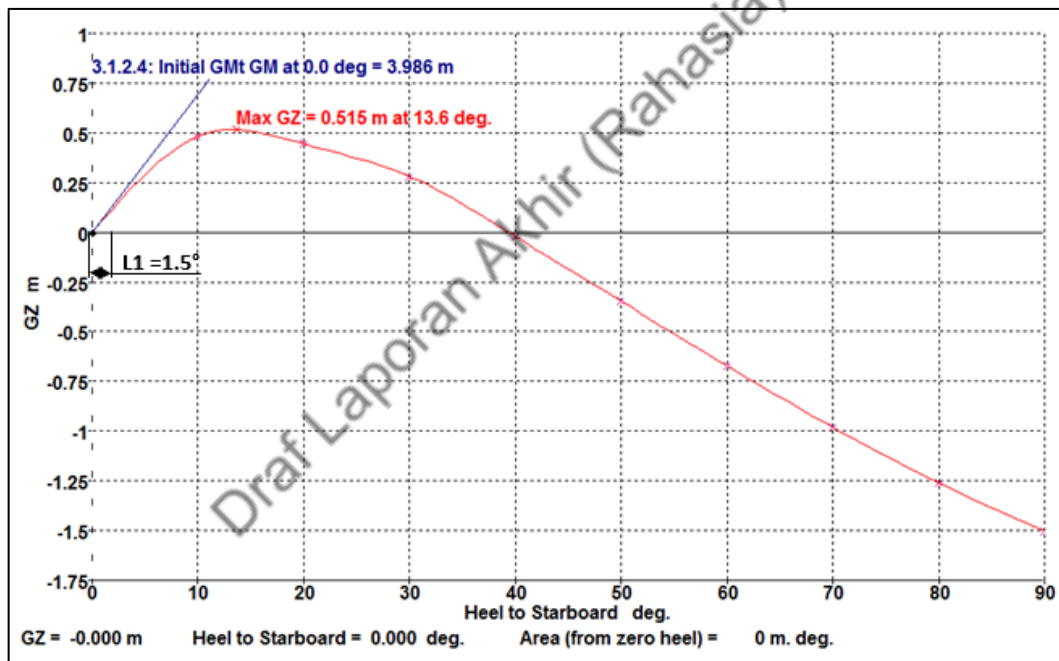
2.4.2 Kondisi Stabilitas Kapal Simulasi II

Simulasi II adalah kondisi stabilitas kapal miring 1.5° berdasarkan kronologi kejadian. Penampang melintang kapal pada posisi sudut 1.5° menghasilkan jarak masuk air 0.137 m dari geladak utama lihat gambar berikut.



Gambar II-8: Kondisi stabilitas kapal miring 1.5°

Saat *Bili* bertolak dari Dermaga Tebas Kuala, pintu rampa haluan terbuka sehingga air masuk, dan saat mendekati dermaga, kapal mulai miring ke kanan sekitar 1,5 derajat.



Gambar II-9: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi II

Dari grafik diatas kondisi stabilitas saat kapal miring 1.5° dengan (L1) adalah lengan GZ 0.065 m masih baik karena nilai lengan GZ maksimal adalah 0.515 m pada sudut 13.6°. Pada kondisi oleng sebesar 1,5°, kapal memiliki nilai lengan penegak (GZ) sebesar 0,065 meter, yang menunjukkan bahwa stabilitas awal kapal berada dalam kondisi baik. Nilai ini menandakan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak masih memadai pada sudut oleng kecil.

Nilai GZ maksimum sebesar 0,515 meter dicapai pada sudut 13,6°, yang berarti kapal memiliki puncak stabilitas yang cukup tinggi, namun terjadi terlalu dini dibandingkan dengan ketentuan IMO, yaitu seharusnya pada sudut lebih dari 25°. Kondisi ini menggambarkan bahwa kapal

memiliki stabilitas awal yang kuat, tetapi kemampuan pemulihan pada sudut oleng besar menurun lebih cepat.

2.4.3 Perhitungan Stabilitas Kapal Simulasi III

Simulasi III adalah kondisi stabilitas kapal miring 6.0° berdasarkan kronologi kejadian, dengan penambahan air di atas geladak utama. Berikut kondisi pemuatan Simulasi III.

Tabel 10: Kondisi Stabilitas Kapal Simulasi III

Item Name	Qty	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm M	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	321.563	321.563	15.968	0.000	1.925	0.000	User Specified
Crew at Main Deck	12	0.100	1.200	26.000	0.000	5.400	0.000	User Specified
Crew at Nav. Deck	3	0.100	0.300	24.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Provision	1	1.000	1.000	4.000	0.000	5.000	0.000	User Specified
Wire	1	0.400	0.400	18.000	0.000	3.000	0.000	User Specified
Other	1	1.000	1.000	18.000	0.000	2.800	0.000	User Specified
Passenger	72	0.100	7.200	16.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Truck	11	12.000	132.000	17.500	0.000	3.700	0.000	User Specified
Mini bus	0	3.000	0.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Mobil	2	2.000	4.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Speda Motor	40	0.110	4.400	14.500	0.000	2.900	0.000	User Specified
Penambahan Air	1	46.700	46.700	17.750	3.500	2.384	0.000	User Specified
F.P.T	0%	30.940	0.000	30.552	0.000	0.181	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (S)	0%	20.436	0.000	24.539	0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (P)	0%	20.436	0.000	24.539	-0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (S)	0%	12.705	0.000	14.250	2.239	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (P)	0%	12.705	0.000	14.250	-2.239	0.000	0.000	Maximum
F.W.T. (S)	70%	24.784	17.349	19.499	2.392	0.270	83.297	Maximum
F.W.T. (P)	70%	24.784	17.349	19.499	-2.392	0.270	83.297	Maximum
F.O.T. (S)	70%	8.717	6.102	10.503	2.372	0.237	32.245	Maximum
F.O.T. (P)	70%	8.717	6.102	10.503	-2.372	0.237	32.245	Maximum
Total Loadcase			566.665	16.558	0.288	2.345	231.084	
FS correction						0.408		
VCG fluid						2.753		

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

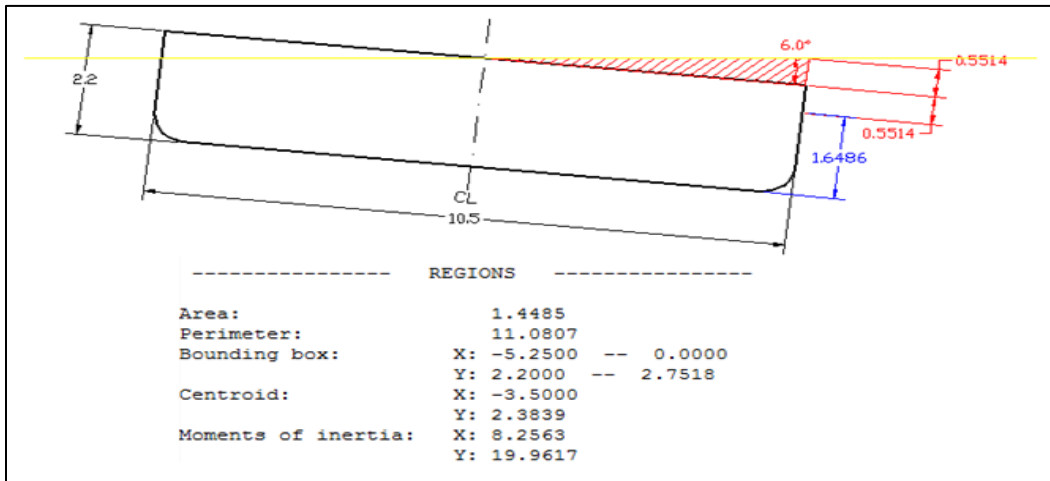
Tabel 11: Equilibrium Calculation Simulasi III

Equilibrium Simulasi III		Equilibrium Simulasi III	
Draft Amidships m	1.979	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	16.567
Displacement t	566.6	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.928
Heel deg	6.0	KB m	1.086
Draft at FP m	2.070	KG fluid m	2.753
Draft at AP m	1.888	BMT m	2.633
Draft at LCF m	1.969	BML m	42.713
Trim (+ve by stern) m	-0.182	GMt corrected m	0.957
WL Length m	34.778	GML m	41.037
Beam max extents on WL m	10.230	KMt m	3.704
Wetted Area m ²	512.091	KML m	43.563
Waterpl. Area m ²	254.622	Immersion (TPc) tonne/cm	2.610
Prismatic coeff. (Cp)	0.800	MTc tonne.m	6.941
Block coeff. (Cb)	0.630	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9.459
Max Sect. area coeff. (Cm)	1.137	Max deck inclination deg	6.0192
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.716	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.3106

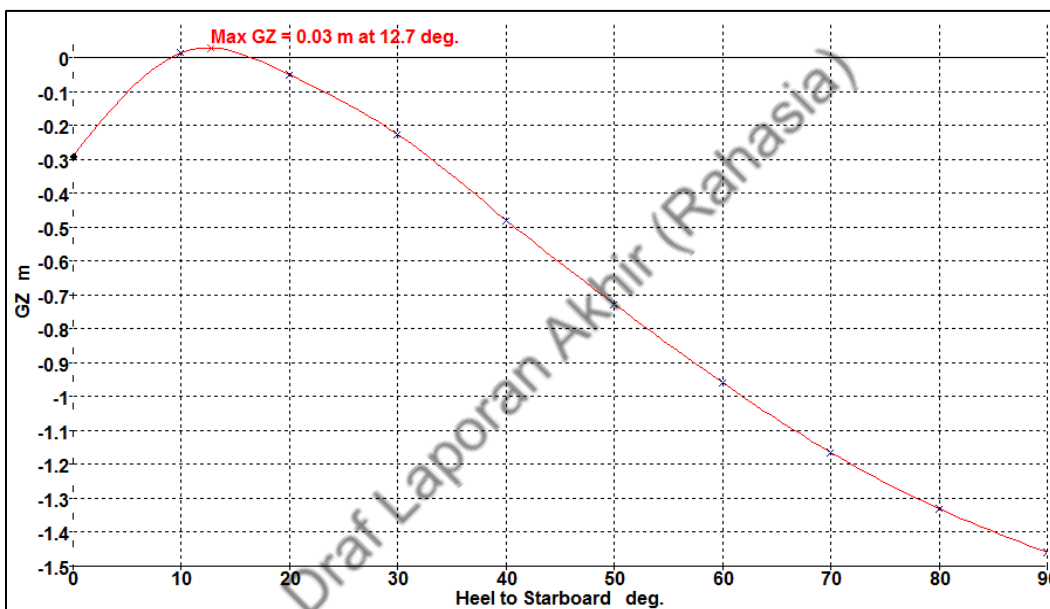
Simulasi III adalah kondisi stabilitas kapal miring 6° berdasarkan kronologi kejadian. Penampang melintang kapal pada posisi sudut 6° menghasilkan jarak masuk air 0.5514 m dari geladak utama lihat gambar berikut.



Gambar II-10: Posisi Bili saat miring akibat kemasukan air



Gambar II-11: Sketsa melintang Bili saat kemasukan air



Gambar II-12: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi III

Hasil simulasi menunjukkan bahwa hampir semua kriteria stabilitas tidak terpenuhi, hanya tinggi metasetrik awal (GMt) yang masih memenuhi standar dengan nilai 3,651 m. Nilai GMt yang besar ini menandakan kapal sangat stabil pada oleng kecil.

Dari grafik terlihat bahwa nilai GZ maksimum hanya 0,03 m pada sudut 12,7°, padahal standar IMO mensyaratkan minimal 0,2 m pada sudut 30° atau lebih. Luas kurva GZ untuk rentang 0°–30° dan 0°–40° juga bernilai negatif, yang berarti kapal tidak memiliki gaya pemulih positif pada sebagian besar sudut oleng.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Tabel 12: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Simulasi III

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	-0.9869	Fail	-131.32
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	-0.9869	Fail	-119.14
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.4137	Fail	-17.76
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	-0.226	Fail	-213.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	12.7	Fail	-49.09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	3.651	Pass	+2334.00

2.4.4 Perhitungan Stabilitas Kapal Simulasi IV

Simulasi IV adalah kondisi kapal terbalik (capsize), dengan akumulasi penambahan air diatas geladak utama sampai terbalik. Berikut kondisi pemuatan Simulasi IV.

Tabel 13: Kondisi Stabilitas Kapal Simulasi IV

Item Name	Qty	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	321.563	321.563	15.968	0.000	1.925	0.000	User Specified
Crew at Main Deck	12	0.100	1.200	26.000	0.000	5.400	0.000	User Specified
Crew at Nav. Deck	3	0.100	0.300	24.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Provision	1	1.000	1.000	4.000	0.000	5.000	0.000	User Specified
Wire	1	0.400	0.400	18.000	0.000	3.000	0.000	User Specified
Other	1	1.000	1.000	18.000	0.000	2.800	0.000	User Specified
Passenger	72	0.100	7.200	16.000	0.000	7.600	0.000	User Specified
Truck	11	12.000	132.000	17.500	0.000	3.700	0.000	User Specified
Mini bus	0	3.000	0.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Mobil	2	2.000	4.000	14.500	0.000	3.200	0.000	User Specified
Speda Motor	40	0.110	4.400	14.500	0.000	2.900	0.000	User Specified
Penambahan Air	1	49.650	49.650	17.750	3.500	2.384	0.000	User Specified
F.P.T	0%	30.940	0.000	30.552	0.000	0.181	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (S)	0%	20.436	0.000	24.539	0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 1 (P)	0%	20.436	0.000	24.539	-0.278	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (S)	0%	12.705	0.000	14.250	2.239	0.000	0.000	Maximum
W.B.T. No. 2 (P)	0%	12.705	0.000	14.250	-2.239	0.000	0.000	Maximum
F.W.T. (S)	70%	24.784	17.349	19.499	2.392	0.270	83.297	Maximum
F.W.T. (P)	70%	24.784	17.349	19.499	-2.392	0.270	83.297	Maximum

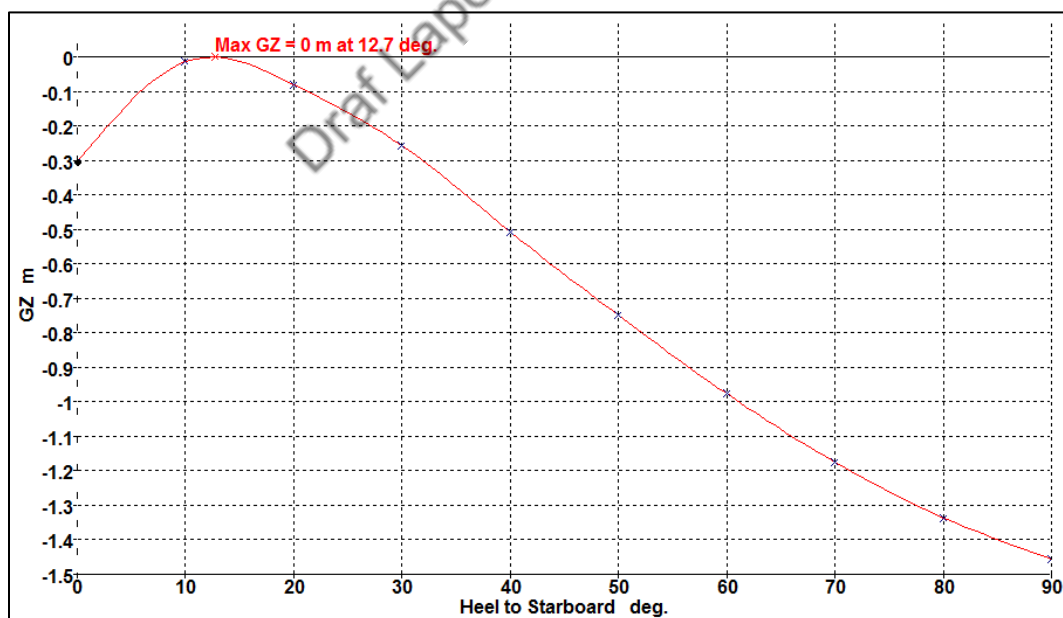
KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Item Name	Qty	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
F.O.T. (S)	70%	8.717	6.102	10.503	2.372	0.237	32.245	Maximum
F.O.T. (P)	70%	8.717	6.102	10.503	-2.372	0.237	32.245	Maximum
Total Loadcase			569.615	16.564	0.305	2.346	231.084	
FS correction						0.406		
VCG fluid						2.751		

Tabel 14: Equilibrium Calculation Simulasi IV

Equilibrium Simulasi IV		Equilibrium Simulasi IV	
Draft Amidships m	-0.149	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4.711
Displacement t	29.878	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	29.800
Heel deg	10.077	KB m	-1.950
Draft at FP m	597.401	KG fluid m	-26.988
Draft at AP m	262.911	BMt m	2.695
Draft at LCF m	0.866	BML m	5.067
Trim (+ve by stern) m	0.431	GMt corrected m	46.828
WL Length m	0.690	GML m	176.3604
Beam max extents on WL m	0.873	KMt m	-0.2540
Wetted Area m ²	16.560	KML m	-0.149
Waterpl. Area m ²	16.396	Immersion (TPc) tonne/cm	29.878
Prismatic coeff. (Cp)	1.559	MTC tonne.m	10.077
Block coeff. (Cb)	2.751	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	597.401
Max Sect. area coeff. (Cm)	3.516	Max deck inclination deg	262.911
Waterpl. area coeff. (Cwp)	28.605	Trim angle (+ve by stern) deg	0.866



Gambar II-13: Grafik stabilitas – Perhitungan stabilitas simulasi IV

Tabel 17: Intact Stability Code 2008 – Perhitungan Simulasi IV

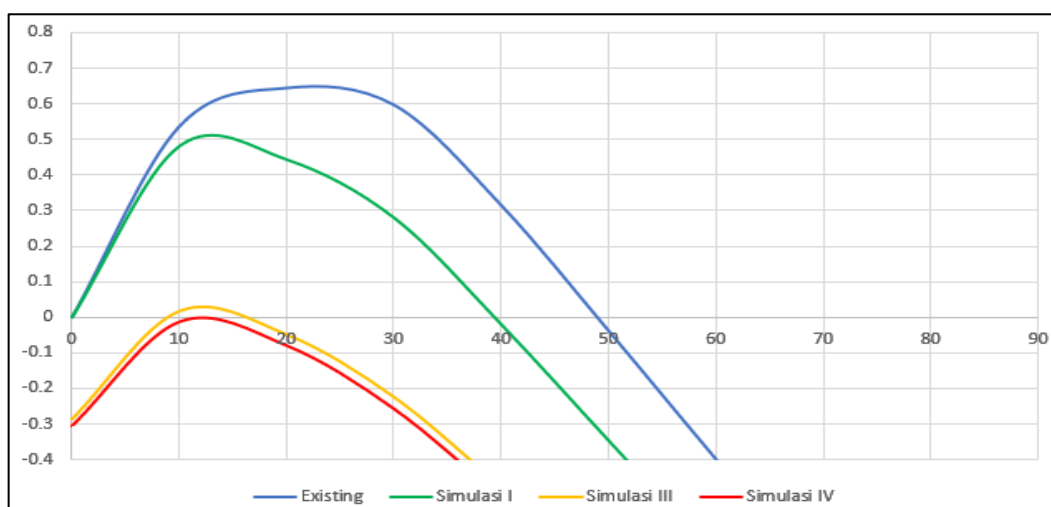
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	-1.3722	Fail	-143.54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	-1.3722	Fail	-126.61
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.8592	Fail	+8.16
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	-0.257	Fail	-228.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	12.7	Fail	-49.09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	3.632	Pass	+2321.33

Grafik menunjukkan bahwa nilai maksimum GZ adalah 0 m pada sudut 12,7°, yang berarti kapal tidak memiliki gaya pemulih positif. Kondisi ini menandakan bahwa kapal berada pada batas keseimbangan netral, setiap kemiringan kecil tidak menghasilkan gaya yang mampu mengembalikan kapal ke posisi tegak.

Hasil perhitungan juga memperkuat kondisi tersebut: semua kriteria IMO dinyatakan gagal, kecuali tinggi metasentrik awal (GMt = 3,632 m) yang masih memenuhi. Nilai GMt yang besar menandakan stabilitas awal sangat tinggi, namun tidak seimbang dengan bentuk kurva GZ yang negatif, sehingga kapal menjadi kaku tetapi tidak memiliki kemampuan pemulihan saat oleng. Selain itu, luas kurva GZ antara 0°- 30° dan 0°- 40° bernilai negatif, menunjukkan tidak adanya area gaya pemulih pada sudut kecil maupun sedang. Hanya area antara 30°- 40° yang sedikit positif, namun tidak cukup untuk memenuhi standar kriteria stabilitas IMO.

2.4.5 Resume Perhitungan Simulasi Stabilitas Kapal

Berikut resume perhitungan simulasi stabilitas kapal KMP. Bili.



Gambar II-5: Grafik resume stabilitas – Resume perhitungan stabilitas Bili

Keterangan :

1. Existing : Kondisi stabilitas kapal berangkat berdasarkan pemuatan stability booklet
2. Simulasi I : Kondisi stabilitas kapal berangkat berdasarkan pemuatan saat kejadian
3. Simulasi III : Kondisi stabilitas kapal miring 6.0° dan tambahan air di geladak utama
4. Simulasi IV : Kondisi stabilitas kapal terbalik (capsize)

Tabel 18: Intact Stability Code 2008 – Resume Perhitungan Nilai Lengan GZ

Item	Criteria	Actual	Units	Status
Existing	Maximum GZ	0.768	m	Survive
Simulasi I	Maximum GZ	0.515	m	Survive
Simulasi III	Maximum GZ	0.03	m	Survive
Simulasi IV	Maximum GZ	0.000	m	Capsize

Grafik menunjukkan perubahan kurva GZ pada empat kondisi berbeda, yaitu Existing, Simulasi I, Simulasi III, dan Simulasi IV.

1. Kondisi existing, yaitu kurva memiliki nilai GZ maksimum tertinggi dengan sudut oleng sekitar 25° – 30° . Ini menunjukkan bahwa kapal dalam kondisi sangat stabil, karena gaya penegak cukup besar dan mampu mengembalikan kapal ke posisi tegak saat mengalami kemiringan.
2. Simulasi I, yaitu nilai GZ maksimum turun menjadi sekitar 0,5 m, dengan area di bawah kurva yang masih cukup luas. Kondisi ini masih stabil, tetapi stabilitasnya lebih rendah dibandingkan kondisi existing. Artinya distribusi berat kapal saat kejadian sudah mulai memengaruhi keseimbangan kapal.
3. Simulasi III, yaitu kurva GZ menjadi negatif pada awal kemiringan, kemudian naik sedikit positif sebelum kembali negatif setelah mencapai sudut sekitar 15° – 20° . Kondisi ini menandakan kapal mulai kehilangan kemampuan momen penegak akibat air masuk ke geladak kendaraan dan pergeseran berat.
4. Simulasi IV, yaitu kurva seluruhnya berada di bawah nol (negatif), dengan nilai maksimum hanya sekitar 0 m pada sudut 12° – 13° . Kondisi ini berarti kapal sudah tidak memiliki momen penegak sama sekali dan berada dalam keadaan terbalik (capsize).

2.5 MODIFIKASI RUANG MUAT DARI SUDUT KESELAMATAN BERLAYAR

Setiap modifikasi terhadap ruang muat kendaraan pada kapal, membawa implikasi langsung terhadap aspek keselamatan berlayar, terutama pada stabilitas dan gaya apung cadangan kapal. Dalam sistem stabilitas kapal, setiap perubahan berat, distribusi muatan, atau bentuk ruang akan memengaruhi letak titik berat (*center of gravity*) dan titik apung (*center of buoyancy*), yang pada akhirnya menentukan kemampuan kapal untuk kembali tegak setelah miring oleh pengaruh gaya luar atau pergeseran muatan.

Apabila modifikasi menyebabkan perubahan *displacement* kapal lebih dari 2%, maka kondisi stabilitas kapal tidak lagi dapat diandalkan berdasarkan data lama. Prinsipnya, jika modifikasi struktur atau penambahan perlengkapan menyebabkan perubahan berat kapal lebih dari 2% dari berat kapal kosong (*displacement lightship*), atau perubahan distribusi berat yang signifikan, maka hasil *stability booklet* sebelumnya tidak lagi valid. Dalam kasus tersebut, *inclining test* wajib dilakukan kembali untuk memperoleh data stabilitas yang akurat. Hasil uji ini menjadi dasar pembaruan *stability booklet*, agar perhitungan keseimbangan, *trim*, dan *freeboard* kapal mencerminkan kondisi aktual setelah modifikasi. Tanpa pembaruan ini, kapal berisiko beroperasi di luar batas aman stabilitas yang ditetapkan.²

Selain stabilitas, perubahan konfigurasi ruang muat juga dapat memengaruhi gaya apung cadangan (*reserve buoyancy*). Gaya apung cadangan merupakan volume ruang tertutup di atas garis air yang berfungsi menjaga kapal tetap mengapung saat sebagian ruang bawah terisi air akibat kebocoran. Ini berarti kapal kehilangan kemampuan bertahan lebih lama ketika mengalami kebocoran atau kondisi darurat lainnya.

Bili melakukan modifikasi pada ruang muat kendaraan dan menutup beberapa *freeing port* (lubang pembebasan air) yang berdampak signifikan terhadap keselamatan berlayar. Pengurangan jumlah *freeing port* dapat memperlambat aliran air keluar dari geladak kendaraan saat terjadi genangan akibat gelombang atau hujan lebat. Akibatnya, berat air yang tertahan di geladak dapat menambah beban permukaan dan menurunkan stabilitas kapal. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko *free surface effect* dan memperkecil kemampuan kapal untuk kembali tegak setelah miring.

Setiap modifikasi yang berdampak pada struktur, tata letak ruang, atau berat total kapal wajib mendapatkan izin dari otoritas terkait, seperti Direktorat Jenderal Perhubungan Laut atau Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Proses ini mencakup evaluasi teknis terhadap stabilitas, kekuatan struktur, dan sistem keselamatan. Tanpa persetujuan resmi, hasil modifikasi dapat dianggap tidak memenuhi standar kelaiklautan kapal.

Modifikasi ruang muat kendaraan harus dipandang sebagai proses rekayasa yang berdampak langsung pada keselamatan berlayar, bukan sekadar perubahan desain atau peningkatan kapasitas. Analisis stabilitas, gaya apung, serta evaluasi teknis oleh pihak berwenang menjadi langkah penting untuk memastikan kapal tetap aman, stabil, dan layak operasi setelah modifikasi dilakukan.

² BKI, *Guidelines for Intact Stability*, Volume 3, 2025, p.7-1

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

III. KESIMPULAN

3.1. TEMUAN-TEMUAN

Temuan yang didapat selama proses investigasi bukan dimaksudkan untuk menyalahkan terhadap organisasi atau individu. Temuan yang disusun dalam laporan ini adalah merupakan hal-hal yang signifikan yang bersifat positif maupun negative yang didapatkan selama proses investigasi. Adapun temuan selama proses investigasi adalah sebagai berikut:

1. Pada tahun 2016, dilakukan modifikasi *Bili* dengan penambahan pintu rampa (*ramp door*) samping (kiri/kanan) pada geladak kendaraan dan juga dilakukan memperluas geladak kendaraan.
2. Modifikasi ini juga menghilangkan empat ruangan ABK di geladak kendaraan, yang mana merupakan bagian dari gaya apung cadangan kapal.
3. Dari gambar rencana umum kapal terdapat lubang-lubang pembebasan air (*freeing port*) sebanyak 5 titik di masing-masing sisi geladak kendaraan, tetapi faktanya ditemukan jumlah lubang-lubang pembebasan air di masing-masing sisi geladak kendaraan hanya 2 titik dengan ukuran 1280 mm x 170 mm.
4. Pada saat kapal bertolak, kondisi arus di perairan Sungai Sambas surut dan terjadi angin kencang serta sungai bergelombang.
5. Berdasarkan keterangan awak kapal maupun petugas pelabuhan, draft kapal saat bertolak dari dermaga Tebas Kuala tidak diperiksa, namun dari Video yang dimiliki masyarakat, terlihat kondisi kapal trim haluan dan pintu rampa haluan tidak ditutup.
6. Tidak terdapat manifes jumlah penumpang saat kapal berangkat
7. Kendaraan saat berangkat tidak diikat (*lashing*).

3.2. FAKTOR KONTRIBUSI

Faktor kontribusi adalah sesuatu yang mungkin menjadi penyebab kejadian. Dalam hal ini semua tindakan, kelalaian, kondisi atau keadaan yang jika dihilangkan atau dihindari maka kejadian dapat dicegah atau dampaknya dapat dikurangi.

Berdasarkan analisis terhadap data dan informasi yang ada, faktor yang berkontribusi menjadi penyebab terbaliknya *Bili* yaitu :

1. Kapal bertolak dari Dermaga Tebas Kuala menuju Dermaga Tebas Seberang dengan kondisi trim Haluan, menyebabkan masuknya sejumlah air ke geladak kendaraan melalui pintu rampa haluan yang terbuka dan tidak langsung terbuang melalui lubang-lubang pembebasan air (*freeing port*).
2. Air tersebut terakumulasi di geladak kendaraan sehingga memberikan beban tambahan dan menimbulkan efek permukaan bebas (*free surface effect*).
3. Muatan kendaraan bergeser berkontribusi pada ketidak mampuan momen penegak (*righting moment*) untuk mengembalikan posisi kapal ke kondisi tegak.

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

IV. TINDAKAN KESELAMATAN

Selama proses penyusunan laporan ini, Manajemen PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak, telah melakukan langkah-langkah perbaikan dan melaksanakan tindakan keselamatan sesuai surat Nomor OP.005/0001/IV/ASDP-PTK/2021 perihal keselamatan pelayaran dan keselamatan operasional yang ditujukan kepada Supervisi dan Nakhoda, sehubungan dengan terbaliknya *Bili* di Dermaga Tebas Seberang, Sambas, sebagai berikut:

1. Secara prosedural Manajemen PT. ASDP telah mengatur masalah pengawasan dan implementasi pemenuhan aturan pemeriksaan draft kapal dan penutupan pintu rampa sebelum bertolak. Aturan tersebut sesuai Prosedur OP.103-103.01.01 Instruksi Kerja Persiapan Berlayar. Pencatatan dan pemeriksaan draft dilakukan setelah selesai pemuatan sebelum kapal berlayar.
2. Telah memastikan lubang-lubang pembebasan air (*freeing port*) yang ada di kapal sesuai dengan aturan yang berlaku. Saat ini telah dibuat lubang-lubang pembebasan air (*freeing port*) pada lambung (P/S) di atas pisang-pisang.
3. Manajemen PT. ASDP telah mengajukan surat permohonan kepada BKI, untuk menyusutkan gambar *general arrangement Bili*, sesuai dengan kondisi saat ini dan menghitung ulang *stabilitas Booklet Bili* yang baru.
4. Pipa udara untuk tangki balas dan tangki void dasar ganda telah dibuat dan terpasang, saat *KMP. Bili* melakukan perbaikan di galangan kapal, Pontianak.
5. Telah memastikan bahwa manifest penumpang tersedia sebelum kapal berangkat. Secara prosedural, manajemen PT ASDP telah menetapkan ketentuan tersebut dan memberlakukannya untuk seluruh armada milik PT ASDP.
6. PT ASDP telah mengeluarkan surat himbauan kepada setiap cabang agar dalam mengoperasikan semua armadanya harus mengikuti ketentuan dan peraturan yang ditetapkan Pemerintah sesuai dengan PM 30 tahun 2016 tentang kewajiban pengikatan kendaraan pada kapal angkutan penyeberangan.
7. Manajemen PT. ASDP telah melakukan sosialisasi melalui General Manager agar dilakukan *safety meeting* di kapal atau dengan melakukan *briefing* sebelum bertugas.
8. Nakhoda dan awak kapal secara rutin memeriksa kembali alat-alat keselamatan, alat navigasi peralatan dan perlengkapan serta permesinan kapal dan memeriksa kembali muatan kapal agar sesuai payload kapal sehingga tidak terjadi *overdraft* dan kemiringan pada kapal;
9. Sebelum pelayaran Nakhoda harus memastikan kapal dalam posisi siapa berlayar antara lain memeriksa garis air terhadap *plimsol mark*, mencatat sarat haluan dan buritan kapal, memastikan *clinometer* pada posisi tidak mengalami kemiringan serta rampdoor dengan rapat pada saat selama pelayaran.

10. Nakhoda dan awak kapal senantiasa memantau perkembangan cuaca dari laporan BMKG maritim setempat.

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

V. REKOMENDASI

Berdasarkan temuan dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan terbaliknya *Bili*, maka Komite Nasional Keselamatan Transportasi merekomendasikan hal-hal berikut ini, kepada pihak-pihak terkait untuk selanjutnya dapat diterapkan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang serupa di masa mendatang. Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2013 Pasal 47 ayat (1) dan (2) menyatakan bahwa:

- (1) *Operator, pabrikan sarana transportasi, dan pihak terkait lainnya wajib menindaklanjuti rekomendasi keselamatan yang tercantum dalam laporan akhir Investigasi Kecelakaan Transportasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 44 ayat (3).*
- (2) *Operator, pabrikan sarana transportasi, dan pihak terkait lainnya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib melaporkan perkembangan tindak lanjut rekomendasi kepada Ketua Komite Nasional Keselamatan Transportasi*

5.1 PT BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (Persero)

1. Dalam melaksanakan pemeriksaan dan pengawasan garis muat yang telah dilimpahkan oleh pemerintah, agar memastikan telah mengacu pada PM No. 39 Tahun 2016 tentang Garis Muat Kapal dan Pemuatan serta membatalkan sertifikat garis muat kapal jika ditemukan perubahan yang tidak dilaporkan atau tidak sesuai dengan PM No. 39 Tahun 2016.
2. Meningkatkan pengawasan lapangan saat *annual survey* dan *docking survey* untuk memastikan tidak ada modifikasi konstruksi yang mengubah kondisi stabilitas kapal tanpa otorisasi.

5.2 PT ASDP INDONESIA FERRY (Persero)

1. Memastikan kendaraan yang dimuat di atas kapal, diikat (*lashing*) sesuai ketentuan PM 30 Tahun 2016 tentang Kewajiban Pengikatan Kendaraan Pada Kapal Angkutan Penyeberangan
2. Melaporkan setiap perubahan konstruksi kapal kepada pihak otoritas atau BKI, untuk mendapatkan persetujuan sebelum kapal kembali dioperasikan.

SUMBER INFORMASI

Balai Pengelola Transportas Darat Wilayah XIV Kalimantan Barat;

Dinas Perhubungan Kabupaten Sambas;

KSOP Sintete;

PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero);

PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak;

Awak kapal *Bili*.

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

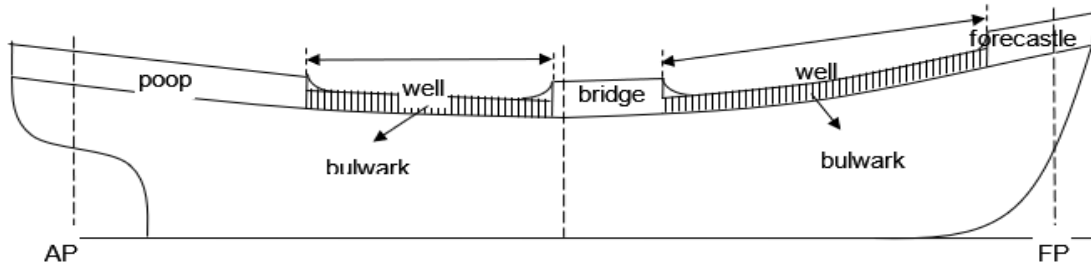
Draf Laporan Akhir (Rahasia)

LAMPIRAN

PERHITUNGAN FREEING PORT BILI

Dasar Teori

- (1) . Regulation 24 Freeing ports : International Convention on Load Lines 1966 and protocol of 1988



- (a) Jika bulwark pada bagian terbuka geladak freeboard atau geladak bangunan atas membentuk well, harus disediakan cara untuk membebaskan dek dari air dan membuangnya.

Luas lubang pengering

Regulation 24-1

Luas lubang pengering dihitung 3 kali:

➤ **berdasarkan panjang well:**

- (b) luas lubang pengering (freeing port)
- pada satu sisi kapal
 - untuk tiap well pada geladak freeboard
 - untuk kapal dengan sheer standard atau lebih besar:

maka

- jika panjang well $\ell \leq 20$ meter:
 $A = 0.7 + 0.035 \ell \text{ [m}^2\text{]}$
- jika panjang well $\ell > 20$ meter:
 $A = 0.07 \ell \text{ [m}^2\text{]}$
dengan $\ell \leq 0.7L$.

- (iv) jika **tinggi rata-rata bulwark ≥ 1.2 meter**, luas lubang pengering harus **ditambah** dengan

$$\Delta A = 0.004 \ell (h_b - 1.2\text{m}) / 0.1 \text{ [m}^2\text{]}$$

- jika **tinggi rata-rata bulwark ≤ 0.9 meter**, luas lubang pengering boleh **dikurangi** dengan

$$\Delta A = 0.004 \ell (0.9 - h_b) / 0.1 \text{ [m}^2\text{]}$$

Regulation 24-2

- (c) Jika kapal tidak mempunyai sheer, rumus dalam paragraf (b) harus ditambah dengan 50 %. Jika sheer kapal kurang dari standard, penambahan didapat dari interpolasi linier.
- (d) Pada flush deck ship dengan
 - o rumah geladak di tengah dan lebarnya ≥ 80 % lebar kapal
 - o lebar jalan di sampingnya ≤ 1.5 m,
 maka kapal tersebut mempunyai 2 well. Masing-masing well harus diberi lubang pengering berdasarkan panjang well.
- (e) Jika suatu sekat tirai (screen bulkhead) dipasang selebar kapal pada ujung depan rumah geladak di tengah kapal, maka geladak terbuka terbagi menjadi 2 well dan tidak ada batasan lebar rumah geladak
- (f) Well pada geladak penggal diperlakukan seperti pada geladak lambung timbul
- (g) Pembatas got yang tingginya ≥ 300 mm yang dipasang pada tanker sekitar cargo manifold dan pipa muat dianggap sebagai bulwark. Maka harus ada lubang pengering menurut ketentuan di atas. Penutup yang dipasang selama proses bongkar-muat harus dibuat sedemikian rupa hingga tidak mungkin macet selama di laut

Regulation 24-3

➤ **berdasarkan lebar lubang palkah:**

- (2) Jika
 - o kapal dengan trunk tidak memenuhi Regulation 36(1)(e) (yaitu memakai open rail) atau
 - o sisi ambang palkah dibuat menerus atau sebagian besar menerus di antara 2 bangunan atas,

luas minimum freeing port dihitung sebagai berikut:

B_H/B	F_2/A_B
≤ 40 %	20 %
≥ 75 %	10 %

dengan

B_H = lebar lubang palkah atau lebar trunk

B = lebar kapal

F_2 = luas minimum freeing port

A_B = luas bulwark = panjang well * tinggi bulwark sebenarnya

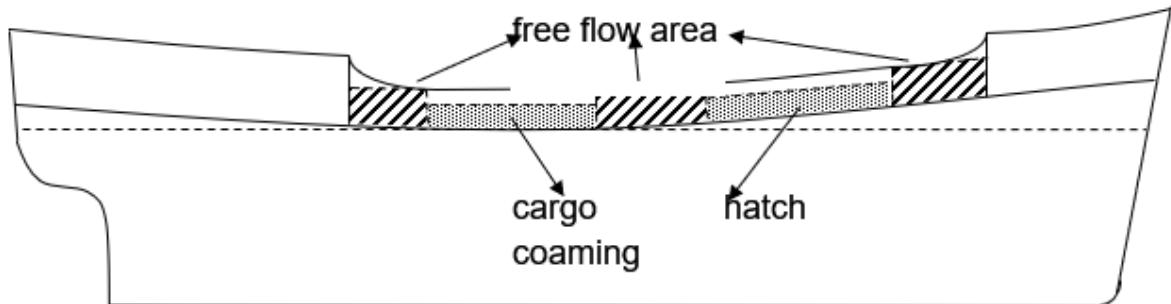
Untuk harga B_H di antaranya dihitung dengan interpolasi linier.

BB56

➤ **berdasarkan luas penampang aliran bebas**

(3) Efektivitas lubang pengering yang disyaratkan dalam paragraph (1) tergantung pada luas penampang aliran bebas menyeberang geladak kapal.

- Luas penampang aliran bebas (free flow area) menyeberang geladak kapal adalah
 - Jumlah lebar bersih sela antara lubang palkah
 - Jumlah lebar antara lubang palkah dengan bangunan atas dan rumah geladak dikalikan tinggi sebenarnya dari bulwark.



- Lubang pengering pada bulwark harus dibandingkan terhadap luas penampang aliran bebas sebagai berikut:

Luas lubang pengering menurut paragraph (1) kita sebut F_1 , luas lubang pengering menurut paragraph (2) kita sebut F_2 dan luas penampang aliran bebas kita sebut f_p

- (a) Jika $f_p \geq F_2$, maka yang dipakai F_1
- (b) Jika $f_p \leq F_1$, maka yang dipakai F_2
- (c) Jika $F_1 < f_p < F_2$ maka luas lubang pengering pada bulwark dihitung menurut rumus berikut:

$$F = F_1 + F_2 - f_p \text{ [m}^2\text{]}$$

(4) Pada kapal yang mempunyai bangunan atas yang terbuka (ada bukaan tak berpenutup) pada geladak freeboard atau pada geladak bangunan atas, pada salah satu atau kedua ujungnya ke well yang dibentuk oleh bulwark pada geladak terbuka, harus disediakan lubang pengering yang cukup untuk bagian terbuka bangunan atas tersebut.

- Luas lubang pengering minimum pada tiap sisi kapal untuk bangunan atas terbuka (A_s) dan untuk well (A_w) dihitung sebagai berikut:
 - (a) Hitung panjang total well ℓ_T yaitu jumlah panjang geladak terbuka yang dipagari oleh bulwark ℓ_w dan panjang terbuka dalam bangunan atas terbuka ℓ_s
 - (b) Menghitung A_s
 - (ii) Hitunglah luas lubang pengering A dengan panjang total well ℓ_T dan tinggi bulwark standard menurut paragraph (1)
 - (iii) Kalikan dengan 1.5 jika kapal tidak mempunyai sheer, menurut paragraph (1)(c)
 - (iv) Kalikan dengan factor (b_0/ℓ_T) untuk koreksi b_0 = lebar bukaan pada sekat ujung bangunan atas terbuka
 - (v) Kalikan dengan factor $1 - (\ell_w/\ell_T)^2$ untuk koreksi panjang bangunan atas terbuka
 - (vi) Kalikan dengan factor $0.5(h_s/h_w)$ untuk koreksi tinggi geladak well di atas geladak freeboard

dengan

- h_s = tinggi standard bangunan atas
- h_w = tinggi geladak well di atas geladak freeboard

(c) Menghitung A_w

- (i) Hitunglah luas nominal lubang pengering A' dengan panjang well ℓ_w , lalu lakukan koreksi untuk tinggi bulwark sebenarnya h_B :
- Untuk tinggi bulwark > 1.2 meter: A' ditambah dengan

$$A_C = \ell_w(h_B - 1.2)/(0.10 \times 0.004) \text{ [m}^2\text{]}$$
 - Untuk tinggi bulwark < 0.9 meter: A' dikurangi dengan

$$A_C = \ell_w(0.9 - h_B)/(0.10 \times 0.004) \text{ [m}^2\text{]}$$
 - Untuk tinggi bulwark $0.9 \text{ m} \leq h_B \leq 1.2 \text{ m}$, tidak ada koreksi, $A_C = 0$
- (ii) luas lubang pengering yang sudah dikoreksi $A_w = A'$
- Kalikan dengan 1.5 jika kapal tidak mempunyai sheer, menurut paragraph (1)(c)
 - Kalikan dengan factor $0.5(h_s/h_w)$ untuk koreksi tinggi geladak well di atas geladak freeboard
- d) Hasil perhitungan lubang buang untuk bangunan atas terbuka A_s dan untuk well A_w harus diberikan pada tiap sisi bangunan atas terbuka dan tiap sisi well yang terkait
- e) Ringkasan:
- Jika $\ell_T > 20$ meter,
 - luas lubang pengering untuk well adalah

$$A_w = (0.07 \ell_w + A_C)(\text{koreksi sheer})(0.5h_s/h_w)$$
 - luas lubang pengering untuk bangunan atas terbuka adalah

$$A_s = (0.07 \ell_T) \times \text{koreksi sheer} \times (b_0/\ell_T)(1 - (\ell_w/\ell_T)^2)(0.5h_s/h_w)$$
 - Jika $\ell_T \leq 20$ meter,

$$A = 0.7 + 0.035 \ell_T$$
- (5) Sisi bawah freeing port harus sedekat mungkin dengan geladak.
- Dua per tiga ($\frac{2}{3}$) luas lubang pengering yang disyaratkan harus terletak dalam $\frac{1}{2}$ panjang well yang terdekat dengan titik terendah garis sheer
 - Sepertiga sisanya harus tersebar merata pada sisa panjang well
 - Pada geladak lambung timbul terbuka tanpa atau dengan sedikit sheer, luas lubang pengering harus tersebar merata sepanjang well.
- (6) Semua bukaan untuk lubang pengering harus dilindungi oleh batang-batang yang berjarak sekitar 230 mm.
- Jika penutup dipasang pada freeing port, harus diberikan clearance yang banyak untuk menghindari macet.
 - Engsel harus mempunyai poros atau bantalan dari bahan tak berkarat
 - Penutup tidak boleh diberi pengunci

Maka :

$\ell_1 =$	3.236	m
$A_1 =$	$0.7 + 0.035 \ell$	$[\text{m}^2]$
$=$	0.813	m^2

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

$\ell_2 =$	17.026	m
$A_2 =$	$\frac{0.7 + 0.035}{\ell}$	$[m^2]$
$=$	1.296	m^2
$\ell_3 =$	3.854	m
$A_3 =$	$\frac{0.7 + 0.035}{\ell}$	$[m^2]$
$=$	0.835	m^2

Jika kapal tidak mempunyai sheer, rumus dalam paragraf (b) harus ditambah dengan 50 %.

Jika sheer kapal kurang dari standard, penambahan didapat dari interpolasi linier.

$A_1 =$	0.813	$\times 1.5$
$=$	1.220	m^2
$A_2 =$	1.296	$\times 1.5$
$=$	1.944	m^2
$A_3 =$	0.835	$\times 1.5$
$=$	1.252	m^2

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Lampiran : Stability Booklet KMP Bili

Loadcase - Full Cargo Pass At Departure

Damage Case - Intact

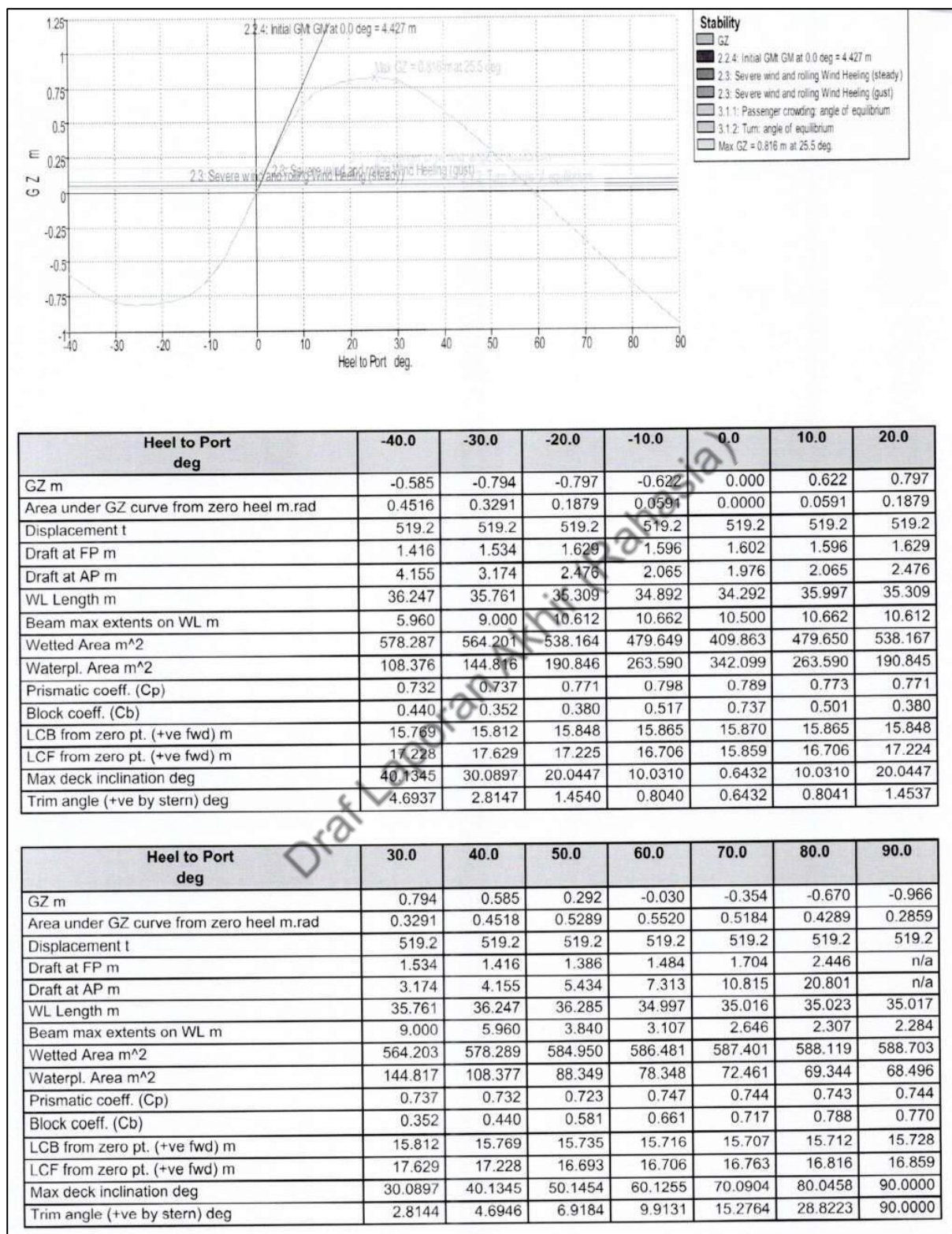
Free to Trim

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
Lightship	1	321.563	321.563			15.968	0.000	1.925	0.000
Crew at Main deck	12	0.100	1.200			26.000	0.000	5.400	0.000
Crew at Nav deck	3	0.100	0.300			24.000	0.000	7.600	0.000
Provision	1	1.000	1.000			4.000	0.000	5.000	0.000
Wire	1	0.400	0.400			18.000	0.000	3.000	0.000
Other	1	1.000	1.000			18.000	0.000	2.800	0.000
Total			325.463			15.984	0.000	1.957	0.000
Passenger	300	0.100	30.000			16.000	0.000	7.600	0.000
Truck	6	12.000	72.000			15.500	0.000	3.700	0.000
Mini bus	6	3.000	18.000			14.500	0.000	3.200	0.000
Mini bus	4	2.000	8.000			14.500	0.000	3.200	0.000
Total			128.000			15.414	0.000	4.513	0.000
F.P.T	0%	41.784	0.000	40.766	0.000	29.559	0.000	0.000	0.000
W.B.T No.1 (S)	0%	22.653	0.000	22.101	0.000	24.391	0.988	0.000	0.000
W.B.T No.1 (P)	0%	22.653	0.000	22.101	0.000	24.391	-0.988	0.000	0.000
W.B.T No.2 (S)	0%	12.676	0.000	12.367	0.000	13.960	1.633	0.000	0.000
W.B.T No.2 (P)	0%	12.676	0.000	12.367	0.000	13.960	-1.633	0.000	0.000
Total	0%	112.442	0.000	109.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F.W.T (S)	100%	24.850	24.850	24.850	24.850	18.500	2.453	0.380	0.000
F.W.T (P)	100%	24.850	24.850	24.850	24.850	18.500	-2.453	0.380	0.000
F.O.T (S)	98%	8.186	8.022	9.631	9.438	9.539	2.303	0.395	0.000
F.O.T (P)	98%	8.186	8.022	9.631	9.438	9.539	-2.303	0.395	0.000
Total	99.5%	66.073	65.745	68.962	68.577	16.313	0.000	0.384	0.000
Total Loadcase			519.208	178.662	68.577	15.885	0.000	2.387	0.000
FS correction								0.000	
VCG fluid								2.387	

Lampiran - Stability Booklet KMP Bili



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Lampiran : Data Cuaca Dari BMKG

		BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA Jl. Angkasa 1 No. 2, Kemayoran, Jakarta 10720, Telp. : (021) 4246321 Fax. : (021) 4246703 P.O. Box 3540 Jkt, Website : http://www.bmkg.go.id Email : info@bmkg.go.id	
Nomor	: ME.01.02/004/DM/II/2021	Jakarta, 22 Februari 2021	
Sifat	: Segera		
Lampiran	: 1 (satu) berkas		
Hal	: Informasi Cuaca Terkait Kecelakaan Kapal KMP Bili Terbalik di Pelabuhan Perigi Piai Kabupaten Sambas		
Yth.	Direktur Jenderal Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan Republik Indonesia di <u>Jakarta</u>		
Sehubungan dengan kejadian terbaliknya KMP Bili di Pelabuhan Perigi Piai, Sambas, Kalimantan Barat pada tanggal 20 Februari 2021 sekitar pukul 14.00 WIB terlampir kami sampaikan analisis kondisi cuaca untuk kejadian tersebut, sebagai berikut: a. Berdasarkan analisis pola angin lapisan 3000 feet, pada tanggal 20 Februari 2021 pukul 07.00 WIB angin berhembus dari arah Utara - Timur Laut, (Lampiran II); b. Berdasarkan analisis citra satelit pada tanggal 20 Februari 2021 pukul 14.00 WIB hingga 14.30 WIB, dapat diinformasikan bahwa di sekitar lokasi kejadian kondisi cuaca Berawan, (Lampiran III); c. Langkah - langkah yang dilakukan BMKG : • Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak telah mendiseminasikan Prakiraan Cuaca Pelabuhan yang berlaku tanggal 20 Februari 2021 pukul 07.00 WIB – 19.00 WIB melalui website maritim.bmkg.go.id, aplikasi <i>whatsapp group</i>, <i>telegram</i> dan <i>e-mail</i> (Lampiran IV); • Berkoordinasi dengan BASARNAS untuk mendukung evakuasi korban. Demikian disampaikan, Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.  Deputi Bidang Meteorologi, Guswanto			
Tembusan:			
1. Menteri Perhubungan Republik Indonesia;			
2. Kepala BMKG;			
3. Kepala Badan SAR Nasional;			
4. Ketua KNKT.			

Lampiran I Surat Deputi Bidang Meteorologi
Nomor : ME.01.02/004/DM/II/2021
Tanggal : 22 Februari 2021

Gambar 1. Lokasi Kejadian

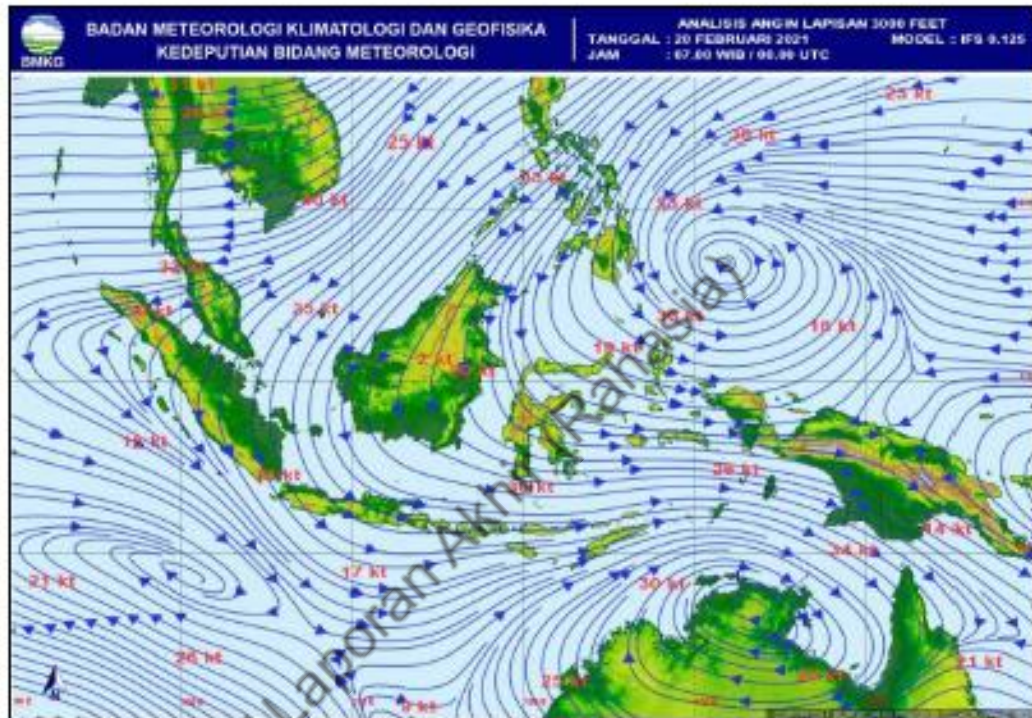


Lokasi Kejadian

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

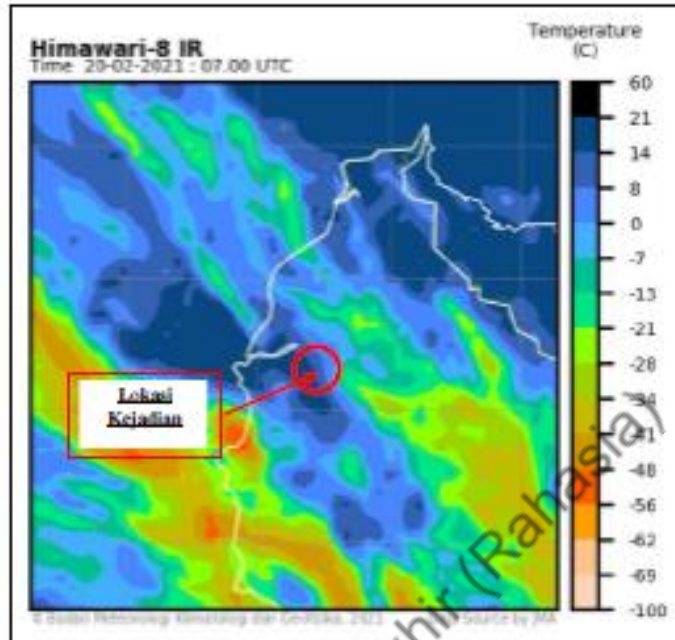
Lampiran II Surat Deputi Bidang Meteorologi
Nomor : ME.01.02/004/DM/II/2021
Tanggal : 22 Februari 2021

Gambar 2. Peta Analisis Angin Lapisan 3000 Feet Tanggal 20 Februari 2021 Pukul 07.00 WIB

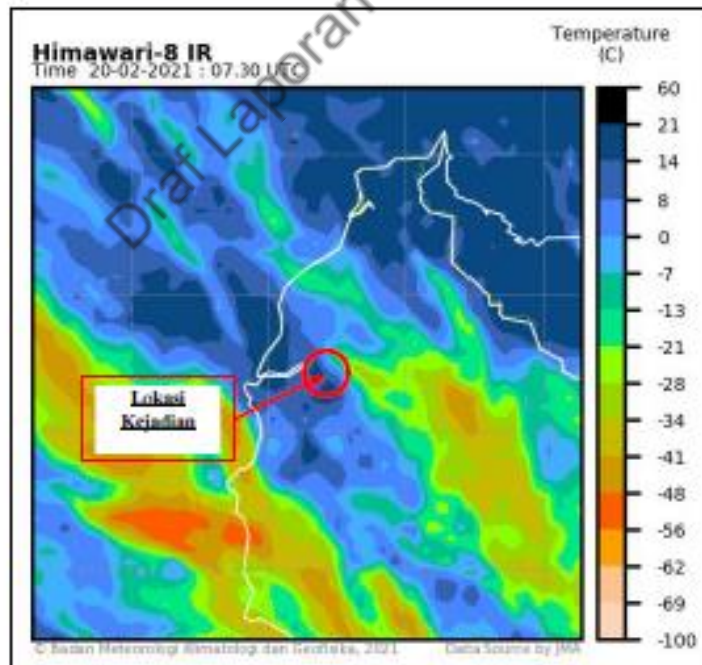


Lampiran III Surat Deputi Bidang Meteorologi
 Nomor : ME.01.02/004/DM/II/2021
 Tanggal : 22 Februari 2021

Gambar 3. Citra Satelit Tanggal 20 Februari 2021 Pukul 14.00 WIB



Gambar 4. Citra Satelit Tanggal 20 Februari 2021 Pukul 14.30 WIB



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Bili, Dermaga Tebas Seberang, 20 Februari 2021

Lampiran IV Surat Deputi Bidang Meteorologi
Nomor : ME.01.02/004/DM/II/2021
Tanggal : 22 Februari 2021

Gambar 5. Hasil Prakiraan Cuaca Pelabuhan Laut Tanggal 20 Februari 2021



STASIUN METEOROLOGI MARITIM PONTIANAK
Alamat : Jl. Pelabuhan Laut, Pontianak 78112
Telp : 0561-759906
Email : stamar.pontianak@bmkg.go.id

PRAKIRAAN CUACA PELABUHAN LAUT

Bertaku 20 Februari 2021 pukul 07:00 WIB - 20 Februari 2021 pukul 19:00 WIB
Nomor : ME.01.02/INFORMET050/KPTK/02021

Skala Tinggi Gelombang

Gelombang	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi
	0.0 - 0.5 m	0.5 - 1.25 m	1.25 - 2.5 m	2.5 - 4 m	4 - 6 m	6 - 8 m

NO	Nama Pelabuhan	Cuaca	Angin		Gelombang	Visiblity (km)
			Arah	Kec.(kt)		
1	Tanjung	Hujan Ringan	Utara - Timur	11 - 12	Sedang	?
2	Selat	Berawan	Utara - Timur	9 - 13	Berawan	30
3	Selat	Berawan	Utara - Utara	9 - 13	Berawan	30
4	Selat	Berawan	Utara - Utara	7 - 17	Berawan	30
5	W. Perang	Berawan	Utara - Timur	11 - 15	Berawan	30
6	W. Perang	Berawan	Barat Laut - Timur Laut	3 - 6	Tinggi	30
7	W. Perang	Hujan Ringan	Barat Laut - Timur Laut	2 - 13	Berawan	?
8	Tabas Kudu	Hujan Ringan	Utara - Timur	7 - 17	Berawan	?
9	Perang	Hujan Ringan	Utara - Timur	11 - 15	Sedang	?
10	Selat	Hujan Ringan	Utara - Timur	11 - 12	Sedang	?
11	Kuala Wera	Hujan Ringan	Utara - Timur	11 - 12	Sedang	?
12	Paku Laut	Hujan Ringan	Utara - Timur	14 - 14	Tinggi	?
13	Selat	Hujan Ringan	Utara - Timur	11 - 15	Sedang	?
14	Paku Tiga	Hujan Ringan	Utara - Timur	11 - 12	Sedang	?
15	Wera	Hujan Ringan	Utara - Timur	14 - 15	Sedang	?
16	Selat	Hujan Ringan	Utara - Timur	14 - 13	Sedang	?
17	Selat	Hujan Ringan	Utara - Timur	14 - 12	Berawan	?
18	Selat	Berawan	Barat Laut - Timur Laut	2 - 10	Tinggi	?
19	Paku Tiga	Hujan Ringan	Barat Laut - Timur Laut	4 - 12	Berawan	?

Catatan : Gelombang maksimum dapat mencapai dua kali tinggi gelombang yang tertera diatas.
Dibuat pada : 20 Februari 2021 05:12:13 WIB

Pontianak, 20 Februari 2021
Prakiraan,

LAMPIRAN : SURAT ASDP



PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)
Pontianak

Nomor : OP.005/0001/III/ASDP-PTK/2021
Perihal : Keselamatan Pelayaran dan Keselamatan Operasional

Pontianak, 04 Maret 2021
Kepada
Yth. 1. Para Supervisor
2. Para Nahkoda

Di-
Tempat

1. Mendasari dan menindaklanjuti:

- Surat General Manager PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Pontianak nomor: OP.005/0005/II/ASDP-PTK/2021 tanggal 09 Januari 2021 perihal CCTV Kapal, Monitoring, Evaluasi dan Pengawasan Kinerja Lintasan;
- Musibah terbaliknya KMP. Bili di Tebas Seberang (Perigi Piai) 20 Februari 2021.

2. Terkait dengan butir 1 (satu) tersebut di atas, bersama ini kami sampaikan kepada Para Nahkoda dan Para Supervisor untuk bersama-sama menjaga keselamatan pelayaran dan keselamatan operasional di lintasan masing-masing dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Nahkoda & Supervisor meninjau dan memastikan kembali tugas pokok dan fungsi sesuai aturan yang berlaku;
- Nahkoda & Crew secara rutin memeriksa kembali alat-alat keselamatan, alat navigasi, peralatan dan perlengkapan serta pemrosesan kapal;
- Nahkoda & crew memeriksa kembali muatan kapal agar sesuai *payload* kapal sehingga tidak terjadi *overdraft* dan kemiringan pada kapal;
- Sebelum pelayaran Nahkoda harus memastikan kapal dalam posisi siap berlayar antara lain dengan: memeriksa garis air terhadap *plimsol mark*, mencatat sarat haluan dan buritan kapal, memastikan *ellinometer* pada posisi tidak mengalami kemiringan serta menutup *rampdoor* dengan rapat pada saat pelayaran;
- Nahkoda & Crew senantiasa memantau perkembangan cuaca dari laporan marine BMKG setempat.

3. Demikian kami sampaikan untuk dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

GENERAL MANAGER PONTIANAK



we bridge the nation
 "Bangga Menyajikan Nusantara"

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

Draf Laporan Akhir (Rahasia)

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 Call Center : 0812 12 655 155

website 1 : <http://knkt.dephub.go.id/webknkt/> website 2 : <http://knkt.dephub.go.id/knkt/>

email : knkt@dephub.go.id

ISBN
BARCODE