



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI  
REPUBLIK INDONESIA**

**FINAL**  
**KNKT.16.10.10.03**

**Laporan Investigasi Kecelakaan Pelayaran**  
**Tenggelamnya *KM. Dharma Kencana VIII***  
**(IMO No. 8807428)**  
**Perairan Labuhan Bajo, Nusa Tenggara Timur**  
**Republik Indonesia**  
**14 Oktober 2016**



**2017**



*Keselamatan merupakan pertimbangan utama KNKT untuk mengusulkan rekomendasi keselamatan sebagai hasil suatu penyelidikan dan penelitian.  
KNKT menyadari bahwa dalam pengimplementasian suatu rekomendasi kasus yang terkait dapat menambah biaya operasional dan manajemen instansi/pihak terkait.  
Para pembaca sangat disarankan untuk menggunakan informasi laporan KNKT ini untuk meningkatkan dan mengembangkan keselamatan transportasi;  
Laporan KNKT tidak dapat digunakan sebagai dasar untuk menuntut dan menggugat di hadapan peradilan manapun.*

Laporan ini 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
3. Peraturan Presiden nomor 02 tahun 2012 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi
4. IMO Resolution A.849 (21) tentang investigasi kecelakaan pelayaran
5. IMO Resolution MSC.255 (84) tentang kode investigasi kecelakaan

ISBN: xxxx

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Perhubungan Lantai 3, Kementerian Perhubungan, Jln. Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta 10110, Indonesia, pada tahun 2017.



**DAFTAR ISI**

DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
SINOPSIS .....	ix
I. INFORMASI FAKTUAL .....	1
I.1. DATA KAPAL .....	1
I.1.1. Data Utama Kapal dan struktur bangunan kapal .....	1
I.1.2. Peralatan Navigasi dan Komunikasi.....	1
I.1.3. Sistem Penggerak Utama.....	2
I.1.4. Mesin bantu.....	2
I.2. RENCANA UMUM DAN STRUKTUR KAPAL.....	2
I.3. DATA MUATAN .....	4
I.4. PERALATAN KESELAMATAN .....	4
I.5. AWAK KAPAL.....	4
I.6. KONDISI CUACA.....	5
I.7. PERENCANAAN PELAYARAN ( <i>PASSAGE PLANNING</i> ) .....	5
I.8. KRONOLOGI KEJADIAN.....	6
I.9. AKIBAT KECELAKAAN .....	7
I.10. PROSES INVESTIGASI.....	8
I.11. HASIL PEMERIKSAAN BAWAH AIR .....	8
I.11.1. Profil kerusakan lambung kapal .....	9
I.11.2. Kerusakan pada karang .....	11
II. ANALISIS .....	13
II.1. PERUBAHAN HALUAN DAN PENYEBAB GETARAN KAPAL.....	13
II.1.1. Penyebab getaran.....	13
II.1.2. Perbedaan signifikan antara Peta 296 keluaran tahun 2007 dengan keluaran 2012 .....	14
II.2. PROSES TENGGELAMNYA KAPAL .....	15
II.3. OPERASIONAL PINTU KEDAP ANTAR RUANGAN DI KAMAR MESIN .....	17
II.4. PENGAWASAN PERGERAKAN KAPAL DAN <i>BRIDGE RESOURCE MANAGEMENT</i> ..	18
II.4.1. Perencanaan Pelayaraan .....	18
II.4.2. Kewaspadaan Situasi ( <i>situational awareness</i> ) .....	19

II.4.3. Identifikasi terhadap area yang beresiko terhadap pelayaran.....	19
III. KESIMPULAN.....	21
III.1. Faktor yang berkontribusi: .....	21
III.2. Faktor lain yang turut berkontribusi terhadap keselamatan .....	21
IV. REKOMENDASI.....	23
IV.1. DIREKTORAT KENAVIGASIAN – DITJEN HUBLA .....	23
IV.2. syahbandar labuhan bajo .....	23
IV.3. Operator Kapal/Perusahaan Pelayaran.....	23
SUMBER INFORMASI DAN REFERENSI TERKAIT .....	25
LAMPIRAN .....	27
IV.4. PERBEDAAN DATUM BESSEL 1841 DENGAN WGS 1984 .....	27
IV.5. PERHITUNGAN STABILITAS DAN DAYA APUNG KAPAL .....	28
IV.6. TANGKI-TANGKI DAN KOMPARTEMEN DI BAWAH GELADAK UTAMA .....	28
IV.7. STABILITAS AWAL KAPAL.....	28
IV.8. SIMULASI KEBOCORAN KAPAL .....	30
IV.8.1. Simulasi Kebocoran Loadcase 1 .....	31
IV.8.2. Simulasi Kebocoran Loadcase 2 .....	32
IV.8.3. Simulasi Kebocoran Loadcase 3 .....	34
IV.8.4. Simulasi Kebocoran Loadcase 4 .....	35
IV.8.5. Simulasi Kebocoran Loadcase 5 .....	36
IV.8.6. Simulasi Kebocoran Loadcase 6 .....	38

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I-1: KM. Dharma Kencana VIII (Foto didapatkan dari MarineTraffic.com).....	1
Gambar I-2: tampak samping KM. Dharma Kencana VIII.....	2
Gambar I-3: gambar rencana umum KM. Dharma Kencana VIII.....	3
Gambar I-4: Profil kompartemen di bawah garis air KM. Dharma Kencana VIII.....	3
Gambar I-5: Perencanaan garis haluan kapal untuk alur keluar masuk Labuhan Bajo dengan peta No 296 .....	6
Gambar I-6: Baling-baling dan kemudi KM. Dharma Kencana VIII yang ditemukan pada saat survey bawah air.....	9
Gambar I-7: Tampak sisi kiri dinding kapal.....	9
Gambar I-8: identifikasi terhadap profil kerusakan pada lambung kapal hasil pemeriksaan bawah air dengan ROV .....	10
Gambar I-9: profil kerusakan lambung kanan kapal hasil pemeriksaan bawah air di sekitar midship. Lingkaran biru merupakan marka garis air di tengah kapal .....	11
Gambar I-10: kerusakan pada karang area dangkal.....	12
Gambar II-1: rencana pelayaran yang dipasang pada peta 296 yang dikeluarkan pada tahun 2007 .....	13
Gambar II-2: garis Peta haluan KM. Dharma Kencana VIII yang dipasang pada peta 296 keluaran tahun 2012.....	14
Gambar II-3: Grafik perubahan displasemen kapal akibat kebocoran dibandingkan dengan displasemen kapal pada saat berangkat .....	17
Gambar II-4: garis haluan kapal yang berdekatan dengan area dangkal.....	20
Gambar 0-1: Ilustrasi bentuk bemi berikut indicator semi major axis dan semi minor axis untuk formulasi proyeksi.....	27
Gambar 0-2: kurva GZ kapal pada saat kapal berangkat.....	29
Gambar 0-3: Tampak Samping Loadcase 1 .....	31
Gambar 0-4: Tampak Samping Loadcase 2 .....	32
Gambar 0-5: Tampak Samping Loadcase 3 .....	34
Gambar 0-6: Tampak Samping Loadcase 4 .....	35
Gambar 0-7: Tampak Samping Loadcase 5 .....	37
Gambar 0-8: Tampak Samping Loadcase 6 .....	38





---

**DAFTAR TABEL**

---

Tabel I-1: Peralatan Keselamatan di atas kapal.....	4
Tabel II-1: Rekapitulasi simulasi kebocoran dan daya apung kapal .....	16
Tabel 0-1: profil berat dan displacement kapal pada saat berangkat.....	29
Tabel 0-2: hasil perhitungan stabilitas kapal pada saat berangkat.....	30
Tabel 0-3: Profil simulasi loadcase 1 .....	31
Tabel 0-4: hasil simulasi loadcase 1.....	31
Tabel 0-5: Profil loadcase 2 .....	32
Tabel 0-6: Hasil simulasi loadcase 2 .....	33
Tabel 0-7: Profil loadcase 3 .....	34
Tabel 0-8: Hasil simulasi loadcase 3 .....	34
Tabel 0-9: Profil loadcase 4 .....	35
Tabel 0-10: hasil simulasi loadcase 4.....	36
Tabel 0-11: Profil Loadcase 5.....	37
Tabel 0-12: Hasil simulasi loadcase 5 .....	37
Tabel 0-13: Profil loadcase 6 .....	39
Tabel 0-14: hasil simulasi loadcase 6.....	39



---

## SINOPSIS

---

Pada tanggal 14 Oktober 2016 pukul 1930 WITA, KM. Dharma Kencana berangkat dari dermaga pelabuhan Labuhan Bajo untuk menuju Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Kapal berlayar mengikuti rencana pelayaran yang sudah ditentukan sebelumnya. Pukul 1940 WITA, kapal melewati waypoint tengah dengan kecepatan sekitar 10 knot. Sekitar pukul 2000 WITA, seluruh kapal merasakan getaran. Sesaat berikutnya, awak kapal yang berada di kamar mesin menemukan adanya air laut yang mengalir deras di ruang pompa. Selanjutnya awak kapal menutup pintu kedap yang menghubungkan antara ruang pompa dengan kamar mesin. Pintu kedap dapat menahan air yang masuk. Namun demikian beberapa saat berikutnya muncul genangan air dari bawah kamar mesin. Awak kapal menyalakan pompa dan merubah aliran pendingin mesin untuk membantu mengurangi volume air yang masuk ke dalam kompartemen. Jumlah air yang masuk melebihi kapasitas pompa yang digunakan sehingga menyebabkan air yang masuk ke ruang mesin bantu bertambah dan menyebabkan kapal mengalami black out. Trim kapal terus bertambah dan selanjutnya Nakhoda menyatakan *abandon ship* pada pukul 2025 WITA.

Akibat masuknya air ke dalam kompartemen, daya apung kapal berkurang sehingga kapal tenggelam pada pukul 2300 WITA. Seluruh awak kapal dan penumpang berhasil dievakuasi oleh kapal-kapal yang datang memberikan bantuan.

Pemeriksaan bawah air terhadap kerangka KM. Dharma Kencana VIII menunjukkan terjadi kerusakan pada lambung kapal sisi kanan dengan panjang sekitar 30 jarak gading. Selain itu, pemeriksaan terhadap area dangkal di sekitar Pulau Kokotan yang berdekatan dengan garis haluan kapal menunjukkan adanya kerusakan yang diperkirakan sebagai akibat senggolan dengan KM. Dharma Kencana VIII.

KNKT menemukan bahwa kapal menggunakan peta laut no 296 keluaran tahun 2007 yang diperbarui tahun 2010 untuk digunakan dalam bernavigasi dan menyusun rencana pelayaran. Peta dimaksud memiliki beberapa kekurangan terutama pada posisi dan koordinat pulau dibandingkan dengan peta laut no 296 terbaru yang dikeluarkan pada tahun 2012. Perbedaan yang terjadi menimbulkan resiko tinggi terutama dengan perencanaan pelayaran yaitu pada posisi-posisi pulau dan area dangkal. Kurangnya rambu-rambu yang terkait dengan area dangkal juga teridentifikasi menurunkan kewaspadaan awak anjungan pada saat kejadian.

KNKT menyampaikan rekomendasi terkait dengan temuan-temuan di atas terutama kepada operator kapal untuk melakukan pemutakhiran peta-peta yang digunakan di kapalnye dengan menggunakan peta paling terkini/update. Selain itu, KNKT menyampaikan rekomendasi terkait penempatan rambu suar untuk penanda area dangkal untuk dapat meningkatkan kewaspadaan pelayaran terutama di alur pelabuhan Labuhan Bajo.



## I. INFORMASI FAKTUAL



Gambar I-1: KM. Dharma Kencana VIII (Foto didapatkan dari MarineTraffic.com)

### I.1. DATA KAPAL

#### I.1.1. Data Utama Kapal dan struktur bangunan kapal

KM. Dharma Kencana VIII ex MV. Car Ferry Rainbow (IMO 8807428) merupakan kapal ro-ro pengangkut penumpang dan kendaraan berbendera Indonesia. Kapal dibuat pada tahun 1988 di galangan *Hayashikane Dockyard Nagasaki Jepang*. Pada tahun 2012, PT. Dharma Lautan Utama membeli kapal tersebut dari *Carferry Rainbow Co. Ltd* Korea Selatan untuk selanjutnya dioperasikan di Indonesia. Kapal beroperasi di lintasan angkutan laut penumpang kendaraan dalam negeri. Kapal didaftarkan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dan diklasikan pada PT. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan notasi klas  $\pm$  A100 I P dan notasi mesin  $\pm$ SM.

Ukuran teknis kapal adalah sebagai berikut:

Panjang Keseluruhan ( <i>Length Over All</i> )	: 112.9 m
Panjang antar garis tegak	: 100.8 m
Lebar keseluruhan ( <i>Breadth</i> )	: 16.00 m
Tinggi ( <i>Height</i> )	: 5.7 m
Sarat Maksimum	: 4.5 m
Tonase Kotor (GT)	: 5257
Tonase Bersih (NT)	: 2374
Bobot Mati ( <i>deadweight</i> )	: 4058 Ton
Lambung timbul	: 1215 mm

#### I.1.2. Peralatan Navigasi dan Komunikasi

KM. Dharma Kencana VIII memiliki serangkaian peralatan navigasi sesuai ketentuan keselamatan kapal penumpang yang terdiri dari Kompas Magnet, Radar, 3 unit GPS receiver,

AIS receiver, *radio telecommunication* yang terdiri dari VHF dan two way radio serta peta kertas. Kapal juga memiliki perum gema (echosounder).

Kapal memiliki 3 unit GPS Receiver yang terpasang pada sisi kiri, tengah dan kanan anjungan kapal.

### I.1.3. Sistem Penggerak Utama

Sistem penggerak utama KM. Dharma Kencana VIII didukung oleh 2 unit mesin diesel 4 langkah merk Daihatsu model 6DLM40, kerja tunggal, 6 silinder segaris vertikal yang dibuat di Jepang pada tahun 1988. Masing-masing mesin dihubungkan dengan 1 unit baling-baling jenis *Fixed Pitch Propeller* (FPP). Pada putaran 515 RPM setiap mesin utama akan dapat menghasilkan daya sebesar 1,655 kW atau 2,250 hp. Dengan konfigurasi mesin pendorong dimaksud, kapal dapat bergerak dengan kecepatan dinas sebesar 20 knot.

Haluan kapal dilengkapi dengan mesin pendorong depan (*bow thruster*) untuk membantu proses oleh gerak kapal.

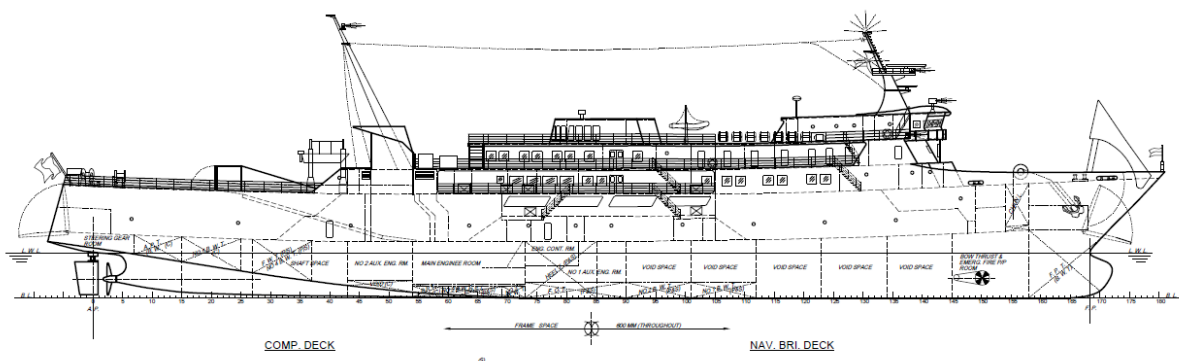
### I.1.4. Mesin bantu

Daya listrik kapal didukung dengan 3 unit mesin bantu jenis mesin diesel merk Daihatsu Model 6DL-19 yang masing-masing memberika daya sebesar 660 HP.

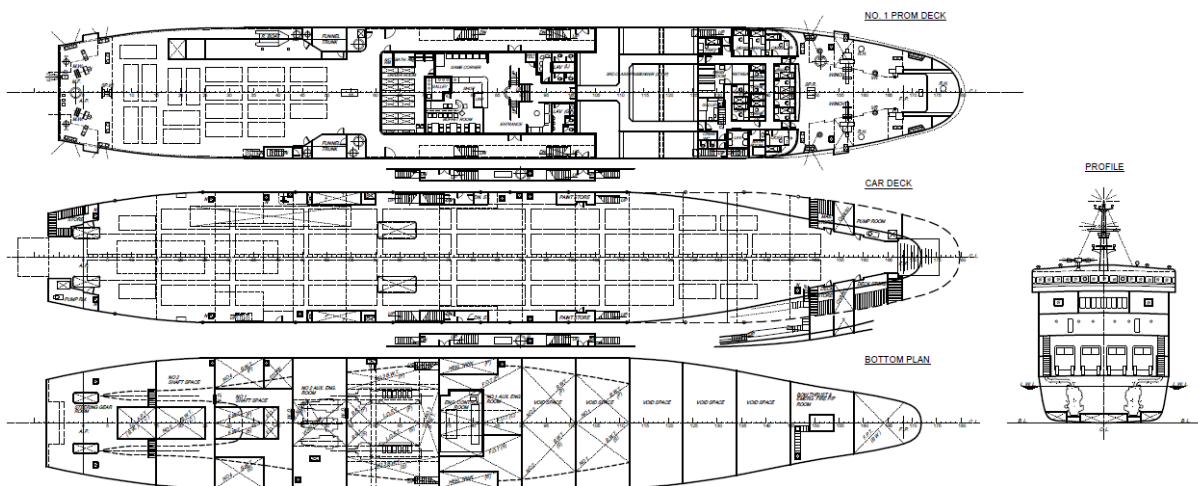
## I.2. RENCANA UMUM DAN STRUKTUR KAPAL

Kapal memiliki 5 geladak yang terdiri dari geladak utama yang berfungsi sebagai geladak muatan kendaraan, geladak akomodasi penumpang, geladak akomodasi awak kapal dan geladak navigasi tempat anjungan. Sesuai sertifikat keselamatan kapal, ruang akomodasi KM. Dharma Kencana VIII dapat mengangkut 450 penumpang berupa tempat duduk. Anjungan kapal berada di bagian depan kapal.

Geladak kendaraan memiliki 4 jalur dengan total panjang adalah 280 m. Dengan konfigurasi campuran, kapal didesain untuk dapat mengangkut 32 kendaraan. Pintu akses pemuatan kendaraan tersedia melalui pintu rampa haluan dan pintu rampa haluan melalui bow visor.

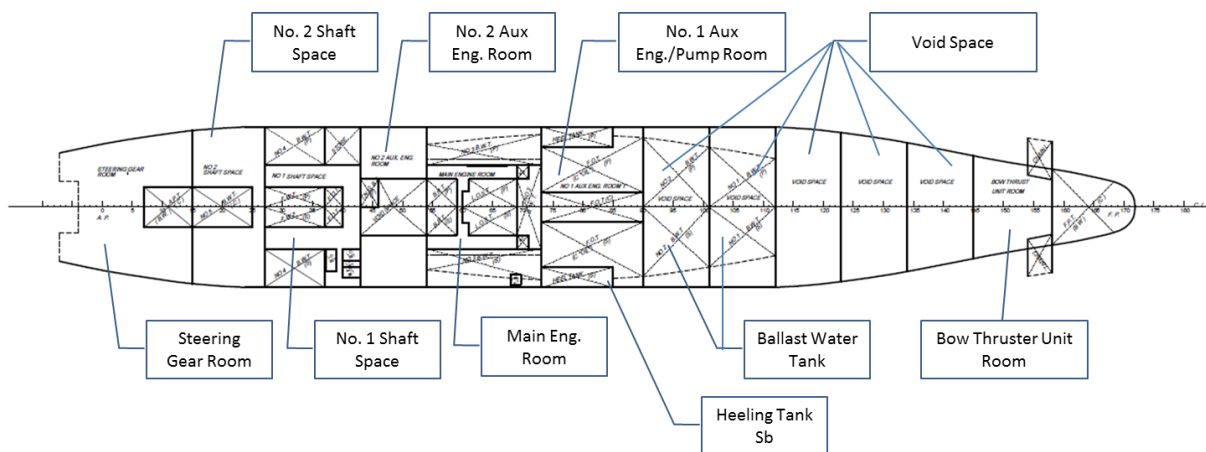


Gambar I-2: tampak samping KM. Dharma Kencana VIII



**Gambar I-3: gambar rencana umum KM. Dharma Kencana VIII**

Di bagian bawah geladak utama, kapal memiliki kompartemen-kompartemen yang terbagi menjadi ruangan, void dan tangki-tangki utama seperti halnya ruang mesin, ruang pompa, ruang mesin bantu, tangki ballast, tangki air tawar, tangki bahan bakar, ceruk haluan dan ceruk buritan.



**Gambar I-4: Profil kompartemen di bawah garis air KM. Dharma Kencana VIII**

Sesuai dengan desain dan khususnya untuk area permesinan, setiap kompartemen dihubungkan dengan pintu kedap yang dapat ditutup secara manual maupun auto mekanis pada saat kondisi darurat melalui tombol yang ada di geladak atas kamar mesin. Kecedapan pintu terakhir kali diperiksa pada Bulan Oktober 2016 oleh surveyor dari Klas pada saat kapal berada di Surabaya.

Struktur kapal menggunakan system konstruksi campuran yang menunjukkan system konstruksi melintang untuk bagian sisi kapal dan sistem konstruksi memanjang untuk dasar dan geladak. Jarak gading untuk ruangan kamar mesin dan ceruk haluan/buritan adalah 0.6 m.

### I.3. DATA MUATAN

Berdasarkan manifest penumpang dan kendaraan, *KM. Dharma Kencana VIII* membawa penumpang sebanyak 124 penumpang (7 orang berasal dari Labuhan Bajo dan 117 dari Maumere). Untuk angkutan kendaraan, kapal membawa 39 kendaraan dengan rincian:

- 30 unit truk besar
- 1 unit truk sedang
- 3 unit kendaraan kecil, dan
- 5 unit Sepeda Motor

### I.4. PERALATAN KESELAMATAN

*KM. Dharma Kencana VIII* memiliki serangkaian peralatan keselamatan yang sesuai dengan peraturan keselamatan kapal penumpang. Berikut adalah perlengkapan keselamatan di kapal:

*Tabel I-1: Peralatan Keselamatan di atas kapal*

Peralatan	Jumlah	Kapasitas
Lifebuoy	12	
Sekoci Penyelamat	2	
Rakit Penolong Kembang (ILR)	34	850
Jaket Penolong	Dewasa: 840 Anak-anak: 84	

### I.5. AWAK KAPAL

Pada saat kejadian *KM. Dharma Kencana VIII* diawaki oleh 24 orang dan 12 orang kadet.

Nakhoda ditugaskan memimpin *KM. Dharma Kencana VIII* pada tanggal 10 Oktober 2016 sewaktu kapal berada di pelabuhan Surabaya. Ia menggantikan nakhoda sebelumnya yang akan memperbarui sertifikat kompetensinya sesuai dengan STCW amandemen 2010. Nakhoda memiliki sertifikat kecakapan Ahli Nautika Tingkat (ANT) – I yang dikeluarkan pada November 2009. Memulai pengalaman bekerja di kapal sejak tahun 1978 dengan bergabung pada kapal-kapal lintasan dalam dan luar negeri. Pertama kali bergabung dengan PT. Dharma Lautan Utama (DLU) tahun 2002 sebagai nakhoda. Kemudian sempat bekerja di kapal perusahaan lain selama 1,5 tahun. Pada tahun 2007 ia kembali bekerja di kapal PT. Dharma Lautan Utama dan sejak saat itu nakhoda dipercaya memimpin beberapa kapal di bawah manajemen PT. DLU.

Mualim I memiliki sertifikat kecakapan kepelautan Ahli Nautika Tingkat (ANT) – II. Telah ditugaskan sebagai mualim I di beberapa kapal PT. DLU sejak dari September 2015. Sebelum



bergabung dengan PT. DLU, ia pernah bekerja di kapal tipe ferry penumpang dari September 2014 sampai April 2015 di dua perusahaan pelayaran yang berbeda.

Mualim II memiliki sertifikat kecakapan kepelautan Ahli Nautika Tingkat (ANT) – II yang dikeluarkan pada September 2014. Sejak dari Juli 2015 telah bekerja di KM. Dharma Kencana VIII yang merupakan kapal pertamanya begitu bergabung dengan PT. DLU dan pengalaman pertamanya bekerja di tipe kapal ferry penumpang.

Juru mudi yang berdinastis pada saat kejadian memiliki sertifikat kecakapan kepelautan Ahli Nautika Tingkat (ANT)-D yang dikeluarkan pada tahun 2010. Memulai pengalaman bekerja di kapal sejak bergabung dengan PT. DLU dari Maret 2011. Awal penugasan di kapal sebagai kelasi dan dua tahun kemudian dari Oktober 2013 ditugaskan sebagai juru mudi.

## **I.6. KONDISI CUACA**

Berdasarkan laporan prakiraan cuaca dari Stasiun Meteorologi Maritim, BMKG didapatkan keterangan informasi cuaca sebagai berikut:

- Berdasarkan analisis garis angin pada tanggal 14 Oktober 2016 pukul 08.00-20.00 WITA, kecepatan angin 7 – 10 km/jam (kategori lemah) dari arah timur – tenggara.
- Berdasarkan analisis model gelombang pada tanggal 14 Oktober 2016 pukul 08.00-20.00 WITA, tinggi gelombang di sekitar lokasi kecelakaan 0.25 – 0.5 meter (kategori rendah)
- Berdasarkan analisis citra satelit tanggal 14 Oktober 2016 pukul 19.00-20.00 WITA dapat diinformasikan bahwa di sekitar lokasi kejadian kecelakaan kapal kondisi cuaca cerah berawan.
- Arus laut ke arah utara.

## **I.7. PERENCANAAN PELAYARAN (*PASSAGE PLANNING*)**

Mualim II melakukan plotting rencana pelayaran pada peta yang ada di kapal untuk rencana pelayaran Labuhan Bajo – Tanjung Perak Surabaya dengan menggunakan peta no. 296 keluaran 2007. Perencanaan pelayaran ini disampaikan oleh Mualim II kepada Nakhoda dan selanjutnya disetujui untuk digunakan pada pelayaran Labuhan Bajo – Tanjung Perak, Surabaya. Secara umum, titik jalan (waypoint) untuk keluar dari alur Labuhan Bajo dibagi menjadi 3 waypoint:

- WP Salama (8°29'46.80"S/ 119°52'24.60"E)
- WP Kokot (8°29'45.00"S/ 119°50'51.60"E)
- WP Tenga (8°29'21.60"S/ 119°49'51.60"E)

Garis haluan dimaksud di atas juga digunakan sebagai rencana garis keluar masuk untuk Labuhan Bajo. Rencana garis haluan ini juga diinput pada *GPS receiver* untuk membantu perwira navigasi memantau posisi kapal pada saat berlayar.



Gambar I-5: Perencanaan garis haluan kapal untuk alur keluar masuk Labuhan Bajo dengan peta No 296

## I.8. KRONOLOGI KEJADIAN

Pada tanggal 14 Oktober 2016, KM. Dharma Kencana VIII berangkat dari Pelabuhan Labuhan Bajo untuk menuju Tanjung Perak Surabaya. Pukul 19.35 WITA, tali terakhir naik ke kapal dan kapal memulai perjalanannya. Di anjungan terdapat Nakhoda, KKM, Mualim I, Mualim II, Markonis dan Juru Mudi Jaga. Di ruang kendali mesin, masinis jaga dan oliman memantau kondisi permesinan. Lampu suar merah dan hijau di alur masuk Labuhan bajo juga dijadikan patokan untuk berolah gerak kapal.

Kapal bergerak mengikuti garis haluan yang sebelumnya sudah disiapkan oleh Mualim II dengan kecepatan bervariasi antara 9 - 10 knot. Pada sekitar pukul 19.40 WITA, kapal sampai pada waypoint 2, haluan kapal berubah menjadi 292. Nakhoda menanyakan tentang posisi kapal terkait dengan waypoint yang sudah ditetapkan di GPS receiver. Awak kapal yang memantau memastikan bahwa kapal masih berada di trek yang ditetapkan. Kecepatan kapal dipertahankan pada 14 knot.

Pukul 20.10 WITA, kapal berada pada posisi melintang pulau kokotan. Tiba-tiba kapal mengalami getaran dan selanjutnya kapal mulai oleng ke kanan. Pukul 20.13 WITA, Nakhoda memerintahkan untuk melakukan pemeriksaan terhadap seluruh bagian kapal. Dari laporan awak mesin diketahui bahwa terjadi kebocoran di ruang pompa kapal. Kebocoran yang terjadi segera menggenangi kamar mesin. Masinis Jaga dan Oliman Jaga segera menutup pintu kedap secara manual. Pada saat pintu kedap sudah hampir tertutup rapat, masinis jaga melihat permukaan air laut sudah setinggi kepala. Selanjutnya pintu kedap antara ruang mesin dengan ruang pompa dapat tertutup.

Di anjungan, Nakhoda memerintahkan mencari lokasi yang memungkinkan untuk mengkandaskan kapal. Putaran mesin dirubah ke maju pelan sekali.

Pukul 20.15 WITA, Masinis Jaga dan Oliman Jaga di kamar mesin selanjutnya mendapati air laut mulai terlihat di kamar mesin. Masinis Jaga memerintahkan untuk mengoperasikan

*pompa main engine Sea water cooling system* dan pompa alkon untuk mengurangi volume air yang masuk ke dalam ruang mesin. Namun demikian, volume air terus bertambah. Air laut juga mulai memasuki ruangan mesin bantu. Beberapa saat berikutnya, listrik kapal padam. Pompa kapal tidak dapat bekerja untuk mengeluarkan air dari dalam kamar mesin.

Kapal semakin trim buritan. Untuk mengurangi laju kebocoran, Nakhoda memerintahkan awak mesin untuk menutup seluruh pintu kedap di antara kompartemen-kompartemen yang ada di ruang mesin. Dalam kondisi kamar mesin yang gelap gulita, Masinis Jaga mengaktifkan pintu kedap yang menghubungkan ruang kamar mesin, ruang mesin bantu dan ruang poros dengan menekan tombol darurat yang ada di geladak atas kamar mesin. Selanjutnya masinis jaga dan oliman mengevakuasi diri keluar dari kamar mesin.

Trim kapal terus bertambah. Mesin kapal selanjutnya mati, kapal terus bergerak ke utara.

Pukul 20.20 WITA, berita marabahaya disampaikan oleh Markonis melalui channel 16. Nakhoda juga menyampaikan berita kepada tim reaksi cepat kantor pusat PT. Dharma Lautan Utama. Berita marabahaya ini juga diterima oleh Kantor Kesyahbandaran Labuhan Bajo dan Tim Basarnas. Syahbandar Labuhan Bajo memerintahkan kapal-kapal terdekat untuk memberikan bantuan.

Pukul 20.25 WITA, Nakhoda memerintahkan awak kapal untuk melakukan meninggalkan kapal (*abandon ship*). Seluruh awak kapal membantu para penumpang untuk menuju life raft yang sudah diturunkan dan dikembungkan. Para penumpang selanjutnya dievakuasi ke kapal-kapal penolong yang telah mendekati ke lokasi.

Kapal terus tenggelam dengan posisi buritan semakin terendam ke air dan kapal miring kanan. Awak kapal melakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk memastikan bahwa tidak terdapat lagi penumpang di atas kapal

Sekitar pukul 22.30 WITA, badan kapal menyisakan bagian haluan. Kapal Basarnas KN. Xxxx yang datang ke lokasi melakukan pencarian terhadap penumpang dan awak kapal yang mungkin masih tersisa. Beberapa awak kapal dibantu dengan tim basarnas kembali ke kapal karena Nakhoda masih berada di atas kapal. Nakhoda memastikan bahwa tidak ada lagi penumpang yang tersisa di dalam kapal dan selanjutnya bertahan di haluan. Tim SAR berhasil mengevakuasi Nakhoda ke atas KN. XXX.

Pukul 23.10 WITA, ujung haluan KM. Dharma Kencana VIII terakhir kali terlihat dan tenggelam perlahan pada posisi xxxx di kedalaman sekitar 65 m.

Masukkan screencapture dari GPS

## **I.9. AKIBAT KECELAKAAN**

Kebocoran pada ruangan-ruangan di bawah geladak utama terus terjadi sampai akhirnya kapal tenggelam sepenuhnya. Tidak ada muatan kendaraan maupun muatan milik penumpang yang dapat diselamatkan. Namun demikian, Seluruh penumpang dan awak kapal berhasil dievakuasi ke Labuhan Bajo. Tidak ada korban jiwa maupun korban luka berat dari kejadian tenggelamnya *KM. Dharma Kencana VIII*.

### **I.10. PROSES INVESTIGASI**

Pada tanggal 16 Oktober 2016, tim KNKT menuju ke Labuhan Bajo untuk memulai investigasi dan pemeriksaan lokasi kecelakaan. Pemeriksaan awal dilakukan dengan mewawancarai para awak kapal yang berada di anjungan termasuk Nakhoda, Mualim I, Mualim II, Juru Mudi Jaga, KKM. Wawancara juga dilakukan terhadap awak mesin yang sedang berjaga pada saat kejadian. Dari hasil wawancara dengan tim anjungan *KM. Dharma Kencana VIII*, KNKT mendapatkan rencana pelayaran dan garis haluan kapal pada saat kapal tiba dan berangkat dari pelabuhan Labuhan Bajo. Nakhoda berhasil menyelamatkan peta laut yang digunakan di atas kapal. Selanjutnya peta dimaksud dijadikan salah bahan untuk analisis penyebab terjadinya kejadian kecelakaan.

Pengumpulan informasi juga dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap tim Basarnas yang bertugas melakukan pencarian dan penyelamatan. Hasil wawancara dengan Tim Basarnas didapatkan proses evakuasi terakhir serta posisi kapal pada saat tenggelam.

Tim KNKT juga melakukan pemeriksaan lokasi kecelakaan dengan dibantu kapal patrol milik KSOP Labuhan Bajo. Pemeriksaan awal diarahkan ke lokasi dimana kapal terlihat terakhir kali. Selanjutnya pemeriksaan perairan dilanjutkan pada posisi ketika kapal mengalami getaran. Pemeriksaan pada peta laut yang ada menunjukkan adanya potensi tubrukan dengan kapal. KNKT menggunakan alat ukur kedalaman air dan GPS berikut peta kertas yang digunakan. Pemeriksaan di lokasi yang ditengarai mengalami getaran mendapatkan area karang dengan kedalaman bervariasi antara paling dangkal 7 - 20 m. Pengamatan juga dilakukan terhadap sarana bantu navigasi pelayaran yang terdapat di alur pintu masuk

Investigasi lanjutan dilakukan terhadap manajerial perusahaan terkait dukungan operasional kapal serta pola pengawasan operasi. Pada investigasi lanjutan dilakukan perhitungan teknis untuk mengetahui stabilitas kapal pada saat berangkat dan pada saat kejadian. Perhitungan ini ditujukan untuk mengetahui proses tenggelamnya kapal.

### **I.11. HASIL PEMERIKSAAN BAWAH AIR**

Perusahaan pemilik kapal melakukan pemeriksaan bawah air dengan bantuan dari Salvor. Tim Salvor yang ditunjuk melakukan pemeriksaan bawah air pada tanggal 01 – 05 November 2016. Peralatan yang digunakan oleh tim salvor adalah underwater ROV. Pemeriksaan bawah air ini dilaksanakan di dua area utama, posisi tenggelamnya kapal dan posisi dimana kapal merasakan getaran.

Hasil pemeriksaan bawah air menemukan kapal dalam kondisi tertelungkup pada kedalaman 65 meter.



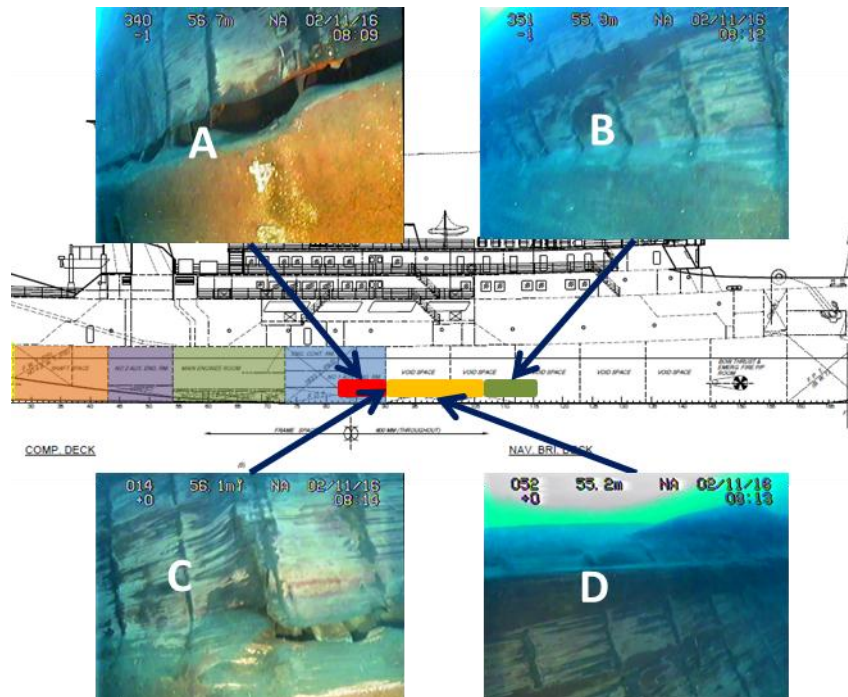
*Gambar I-6: Baling-baling dan kemudi KM. Dharma Kencana VIII yang ditemukan pada saat survey bawah air*



*Gambar I-7: Tampak sisi kiri dinding kapal*

#### **I.11.1. Profil kerusakan lambung kapal**

Hasil pemeriksaan bawah air mendapati bahwa terjadi kerusakan pada lambung kapal sisi kanan yang berupa goresan, lekukan dan robekan dengan panjang keseluruhan sekitar 30 jarak gading dengan lebar kerusakan bervariasi. Posisi kerusakan berada pada area dinding lambung sisi kanan di sekitar ruang pompa menerus hingga kamar mesin. Profil kerusakan menunjukkan pada awalnya terjadi Kerusakan diperkirakan terjadi pada area bawah air pada sisi lambung kanan pada draft 1-1.5 meter.



**Gambar I-8: identifikasi terhadap profil kerusakan pada lambung kapal hasil pemeriksaan bawah air dengan ROV**

Sesuai dengan gambar di bawah, lubang besar dan memanjang terdapat pada frame no. 82 – 90 atau daerah sekitar *midship* (gambar A) sampai dengan sekat antara ruang pompa dengan void (gambar C). Lekukan besar memanjang dimulai pada frame 90 sampai dengan frame 105 dengan profil kerusakan seperti yang terlihat pada gambar D. Selain pada gambar A, kerusakan berupa lekukan tanpa terdapat lubang yang dapat menjadi akses masuk air ke dalam kompartemen.

Secara lebih rinci, lebar lubang bervariasi dengan lebar maksimum sekitar 20-25 cm. Sesuai dengan gambar rencana umum lubang ini tepat berada di area dinding di sekitar ruang pompa.





*Gambar I-9: profil kerusakan lambung kanan kapal hasil pemeriksaan bawah air di sekitar midship.  
Lingkaran biru merupakan marka garis air di tengah kapal*

Pada gambar di atas, KNKT melakukan verifikasi dengan gambar teknis terkait. Hasil pemeriksaan terhadap posisi kerusakan tersebut menunjukkan bahwa lubang besar terjadi pada ruang pompa sepanjang 6 kali jarak gading.

#### **I.11.2. Kerusakan pada karang**

Pemeriksaan bawah air selanjutnya diarahkan ke daerah yang diduga terjadi getaran kapal. Hasil pemeriksaan terhadap terumbu karang di daerah dangkal di sisi selatan Pulau Kokotan menunjukkan adanya kerusakan yang diperkirakan bekas terhantam sesuatu.



*Gambar I-10: kerusakan pada karang area dangkal*

Tampak dalam dokumentasi pemeriksaan bawah air, tampak kerusakan yang cukup besar. Kerusakan tersebut besar kemungkinan terhantam oleh sesuatu benda yang keras.



## II. ANALISIS

Untuk analisis untuk penyebab kecelakaan dimaksud, KNKT menitik beratkan pada dua aspek utama yaitu perhitungan terhadap teknis tenggelamnya kapal dan perubahan haluan kapal pada saat terjadi getaran. Selain itu, KNKT juga akan mendalami tentang adanya perbedaan antara garis haluan kapal yang direncanakan dengan implementasinya.

### II.1. PERUBAHAN HALUAN DAN PENYEBAB GETARAN KAPAL

#### II.1.1. Penyebab getaran

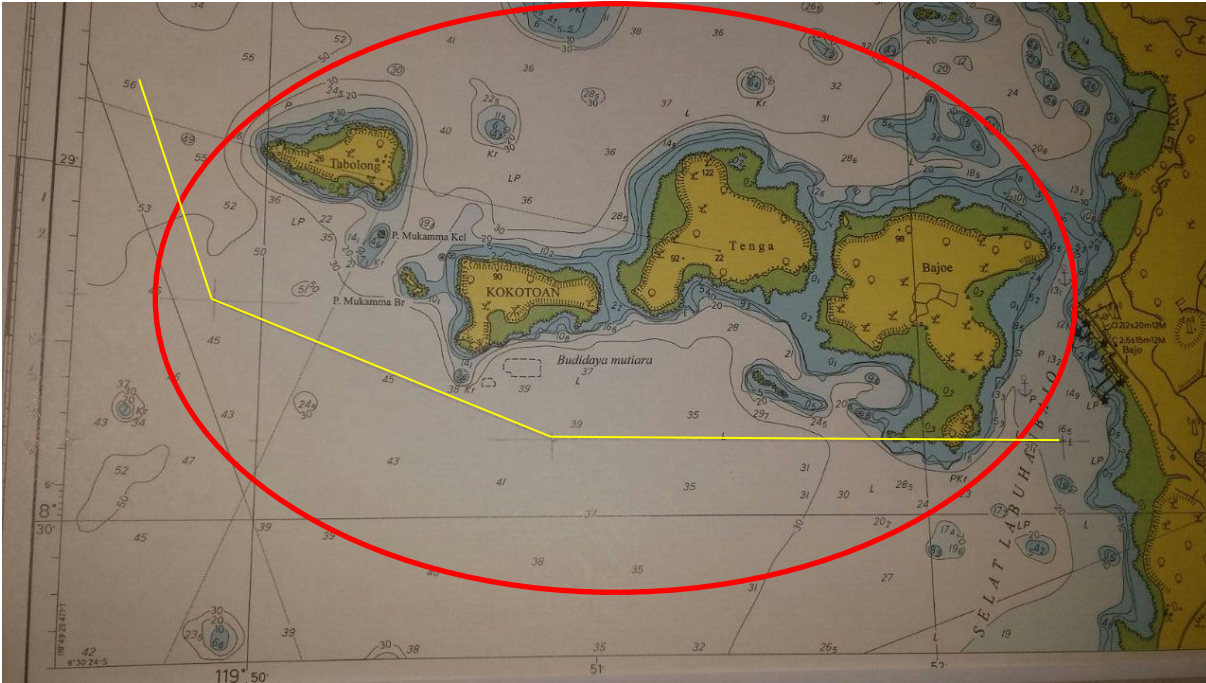
Analisis terhadap garis haluan pada peta yang digunakan di kapal menunjukkan adanya resiko kapal akan melalui area yang cukup dekat dengan daratan maupun perairan dangkal. Jarak terdekat dengan garis haluan sekitar 100 m. Diperkirakan pada saat kapal mengalami getaran, haluan kapal telah bergeser dari dari garis yang direncanakan.



**Gambar II-1: rencana pelayaran yang dipasang pada peta 296 yang dikeluarkan pada tahun 2007**

Pada gambar di atas, Mualim II membuat garis haluan dalam rencana pelayaran dengan posisi yang aman atau pada area yang jauh dari pulau-pulau di sekitar alur masuk Labuhan Bajo. Koordinat-koordinat waypoint dimaksud selanjutnya ditempatkan kembali dengan menempatkan pada peta yang keluaran terbaru.

KNKT melakukan simulasi posisi waypoint yang disampaikan oleh mualim II pada saat perencanaan pelayaran dengan ditempatkan pada peta tahun 2012.



Gambar II-2: garis Peta haluan KM. Dharma Kencana VIII yang dipasang pada peta 296 keluaran tahun 2012

Pada dua gambar peta di atas, terdapat perbedaan yang signifikan pada posisi pulau-pulau di sekitar alur keluar masuk Labuhan Bajo. Tampak dalam hasil pengulangan perencanaan pelayaran, garis haluan kapal berada di atas pulau Bajoe. Sebagai konsekuensi lainnya, posisi garis haluan menjadi lebih dekat dengan posisi pulau Kokotan dan area dangkal di sisi selatan Pulau Kokotan. Adanya foto bawah air berupa kerusakan karang yang ditemukan pada area dangkal selatan Pulau Kokotan mendukung kemungkinan KM. Dharma Kencana VIII telah menyenggol karang dimaksud.

**II.1.2. Perbedaan signifikan antara Peta 296 keluaran tahun 2007 dengan keluaran 2012**

Sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa perencanaan pelayaran KM. Dharma Kencana VIII untuk alur keluar masuk Labuhan Bajo menggunakan peta 296 keluaran tahun 2007 yang diperbarui 2010. Analisis dan simulasi terhadap garis haluan menemukan bahwa terjadi perbedaan pada digunakan peta 296 keluaran 2012 yang diperbarui tahun 2015. Peta dimaksud merupakan peta paling akhir untuk area labuhan bajo.

Namun demikian terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua peta dimaksud. Berikut adalah perbedaan signifikan pada peta laut no 296 yang diterbitkan pada tahun 2007 dibandingkan dengan peta yang sama dikeluarkan pada tahun 2012:

Peta no 296	Tahun 2007 Cetakan ke IV	Tahun 2012 - Cetakan ke I
<b>Proyeksi</b>	Mercator	Mercator
<b>Spheroida</b>	Derajah Penetapan Jakarta 106 48' 27.79" (baru)	World Geodetic System – 1984
<b>Sumber Data</b>	Kapal Pemeta Van Gogh tahun 1905 - 1906	Survei Komodo skala 1;10000 tahun 2012 Survei Labuhan Bajo Skala 1: 5000 tahun 2012

Peta no 296	Tahun 2007 Cetakan ke IV	Tahun 2012 - Cetakan ke I
		Survei Belanda tahun 1905 – 1906
<b>Diperbarui</b>	Jawatan Hidro-Oceanografi tahun 2007	Dinas Hidro-Oceanografi 2012
<b>Koreksi</b>	BPI No. 52 tahun 2010, 14 Januari 2010	

Perbedaan signifikan antara kedua peta beda keluaran di atas adalah pada spheroida yang digunakan dan sumber data untuk membuat peta.

Pada saat koordinat yang terpasang pada waypoint di peta, mualim II juga memasang nilai koordinat waypoint yang sama pada GPS Receiver yang ada di kapal. Permasalahan yang terjadi adalah Spheroida GPS Receiver menggunakan WGS 84 sedangkan penentuan waypoint peta kertas 296 keluaran 2007 menggunakan spheroida yang Derajah Penetapan Jakarta. Selanjutnya GPS mengenali input koordinat waypoint berdasarkan system WGS 84.

Kedua spheroida menggunakan formula yang sama untuk menentukan proyeksi koordinat. Namun demikian, masing-masing spheroid memiliki dasar pengukuran yang berbeda untuk menentukan ellipsoidal bumi yang ditunjukkan melalui sumbu axis mayor dan sumbu axis minor. Sebagai hasilnya, proyeksi koordinat lintang bujur yang dihasilkan akan juga berbeda. Tergantung pada daerah dan posisi koordinat lokasi, perbedaan dapat terjadi dalam satuan meter maupun ratusan meter. Pada saat waypoint pada peta kertas dimasukkan ke GPS Receiver, terjadi pergeseran titik serta garis cenderung ke utara dengan jarak sekitar 0.3 nautical miles. Sebagai hasilnya, garis haluan tampak melintas di atas pulau Bajoe.

Hal demikian tidak disadari oleh perwira kapal saat melakukan input koordinat waypoint ke GPS. Data posisi GPS yang dimasukkan tidak terlebih dahulu dilakukan konversi maupun pemeriksaan ulang terhadap spheroidal yang berkaitan. GPS Receiver dengan mentah menerima data dan menayangkan hasilnya di tampilan layar. Pada kenyataannya, posisi waypoint yang dimasukkan telah menempatkan garis haluan kapal pada posisi yang sangat beresiko kandas di Pulau Kokotan. Sekiranya setting Spheroida GPS dirubah menyesuaikan dengan kondisi yang di Peta, maka garis haluan kapal yang disusun akan sesuai dengan yang dibuat dalam perencanaan pelayaran. Demikian juga, sekiranya garis haluan yang dibuat didasarkan pada peta yang menggunakan WGS 1984 maka seharusnya kapal berada posisi yang aman. Dengan demikian, pemantauan terhadap pergerakan kapal akan dapat mengikuti garis haluan yang aman.

## II.2. PROSES TENGGELAMNYA KAPAL

KNKT melakukan simulasi berdasarkan informasi dan data yang didapatkan dari berbagai sumber terkait. Simulasi kebocoran kapal KM. Dharma Kencana VIII dibuat dengan menghitung sisa daya apung kapal yang menunjukkan adanya penambahan berat secara konsisten yang menyebabkan displacement kapal bertambah. Simulasi kebocoran kapal KM. Dharma Kencana VIII dimulai dari ruang pompa dilanjutkan ke kompartemen di bagian belakang ruang pompa yaitu Kamar mesin berikut ruangan yang ada di belakangnya termasuk ruang AE, ruang poros baling-baling karena diperkirakan turut terisi oleh air laut. Simulasi kebocoran kapal KM. Dharma Kencana VIII dibagi menjadi 6 kondisi kebocoran yang disusun secara berurutan yaitu:

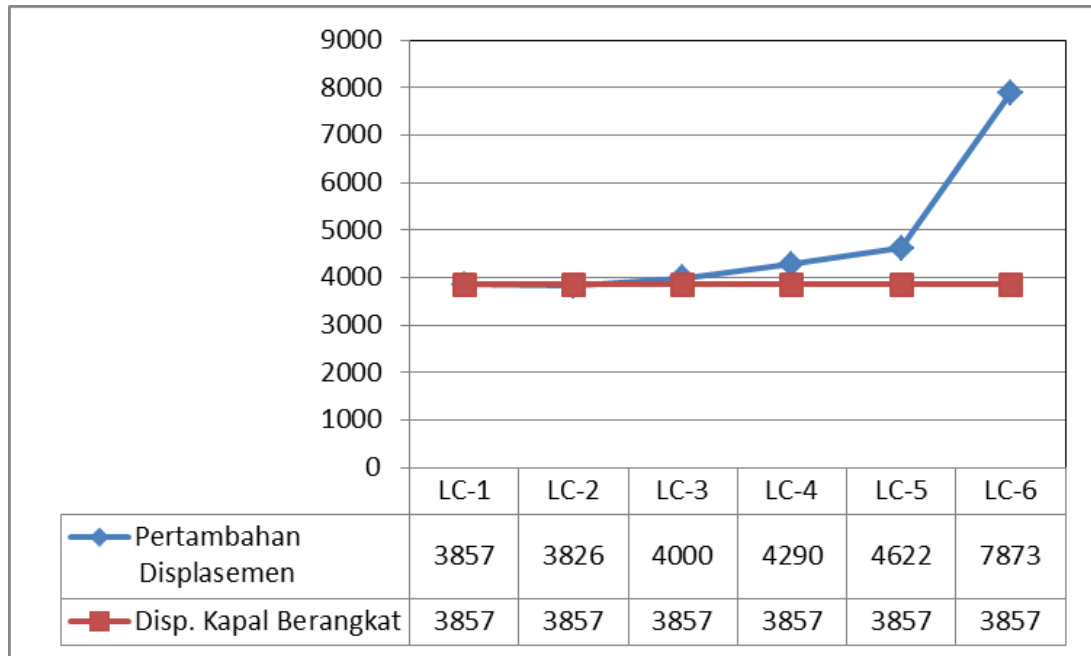
- .1. Loadcase 1 : Kebocoran pada ruang pompa
- .2. Loadcase 2 : Kebocoran pada ruang pompa dan kamar mesin
- .3. Loadcase 3 : Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, dan ruang AE
- .4. Loadcase 4 : Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, dan ruang poros baling-baling 1
- .5. Loadcase 5 : Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, ruang poros baling-baling no 1, dan ruang poros baling-baling no 2
- .6. Loadcase 6: Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, ruang poros baling-baling no 1, dan ruang poros baling-baling no 2 pada kondisi tenggelam.

Tabel II-1: Rekapitulasi simulasi kebocoran dan daya apung kapal

Equilibrium	Unit	LC-1	LC-2	LC-3	LC-4	LC-5	LC-6
Displacement	ton	3857.00	3826.00	4000.00	4290.00	4622.00	7873.00
Draft at FP	m	4.29	4.34	4.08	3.69	3.25	-167.86
Draft at AP	m	4.67	4.60	5.03	5.72	6.49	209.07
Draft at LCF	m	4.51	4.48	4.62	4.86	5.12	8.32
Trim	m	0.39	0.26	0.95	2.03	3.24	376.94
LCB from Amidsh.		-3.94	-3.67	-5.12	-7.28	-9.43	-20.37
LCF from Amidsh		-6.18	-6.05	-6.69	-7.74	-7.90	3.29
KB	m	2.63	2.61	2.70	2.87	3.08	6.14
KG fluid	m	6.63	6.65	6.61	6.55	6.48	6.14
BMt	m	5.97	5.98	5.92	5.74	5.38	0.26
BML	m	200.03	200.03	198.79	187.37	175.78	0.03
GMt corrected	m	1.97	1.94	2.02	2.07	1.98	0.43
GML corrected	m	196.03	196.00	194.88	183.69	172.38	0.21
KMt	m	8.60	8.59	8.63	8.62	8.46	6.21
KML	m	202.66	202.65	201.48	190.20	178.77	6.15
Immersion (TPc)	ton/cm	12.74	12.70	12.89	12.95	12.97	0.94
MTC	ton.m	74.86	74.26	77.17	78.02	78.89	0.16
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	ton.m	132.44	129.60	141.14	154.74	159.83	58.88
Max deck inclination deg	deg	0.22	0.15	0.54	1.15	1.84	75.00
Trim angle deg		0.22	0.15	0.54	1.15	1.84	75.00

Analisis terhadap sisa daya apung kapal menunjukkan bahwa terdapat penambahan berat secara konsisten yang menyebabkan displacement kapal bertambah. Penambahan berat ini disebabkan karena ruang pompa, kamar mesin berikut ruangan yang ada di belakangnya termasuk ruang AE, ruang poros baling-baling dan ruang kemudi (*steering gear room*) turut terisi oleh air laut.

Hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa akibat air masuk ke dalam kompartemen ruang pompa dan kamar mesin terjadi penurunan draft kapal dan trim kapal juga semakin melebar. Selanjutnya trim buritan dimaksud menyebabkan air laut mulai masuk ke geladak kendaraan sehingga turut menjadi beban tambahan. Dengan bertambahnya air di geladak kendaraan berikut masuknya air ke dalam kompartemen-kompartemen buritan di bawah geladak utama, maka trim kapal bertambah secara menerus.



**Gambar II-3: Grafik perubahan displasemen kapal akibat kebocoran dibandingkan dengan displasemen kapal pada saat berangkat**

Secara gradual, proses bertambahnya trim dan masuknya air ke geladak kendaraan terus terjadi hingga kapal mengalami trim yang ekstrim dan kapal tidak lagi mempunyai daya apung. Sebagai akibat dari tenggelam sepenuhnya seperti yang ditunjukkan pada Loadcase-6.

Perhitungan beban dan hasil simulasi lengkap dapat dilihat pada bab lampiran dalam laporan ini.

### II.3. OPERASIONAL PINTU KEDAP ANTAR RUANGAN DI KAMAR MESIN

Sesuai dengan konsep bangunan kapal bahwa kapal didesain sedemikian rupa untuk dapat terapung sesuai dengan beban yang direncanakannya. Hal ini disebut juga sebagai *floodable length*. Sesuai dengan konsep *floodable length*, kompartemen-kompartemen di dalam kapal dibagi panjangnya sedemikian rupa dan kemudian dipasang sekat-sekat yang mana jika terjadi kebocoran pada salah satu kompartemennya hingga pada garis batas atas (*margin line*) kapal masih dapat mengapung.

Fungsi dari pintu kedap adalah selain untuk memberikan akses terhadap ruangan juga menjadi penahan agar jika terjadi kebocoran air laut tidak masuk. Untuk itu, pintu kedap didesain untuk dapat berfungsi sebagai mana halnya sekat kedap air.

Peraturan Solas tentang mekanisme penutupan pintu kedap air (*Closure of Watertight Doors*) disebutkan dalam chapter II-1, watertight doors from regulation 14 to regulation 25 yang berisi:

1. *All the power operated doors must be capable of closing simultaneously from bridge and Ship Control Center (SCC) in not more than 60 seconds when the ship is in upright condition.*



2. *The door shall have an approximate uniform rate of closure under power. The closure time, from the time the door begins to close to the time it closes completely shall be in no case less than 20 seconds or more than 40 seconds with the ship in upright condition.*

3. *In case of hand operation of the door, during power failure, the door must be closed within 90 seconds.*

Sebelum meninggalkan area kamar mesin, awak kapal menyatakan bahwa pintu kedap antar ruangan di kamar mesin ditutup dengan menekan tombol darurat yang ada di geladak atas. Namun demikian, situasi pada saat itu adalah kapal sudah tidak mempunyai daya listrik. Di atas kapal juga tidak terdapat generator darurat untuk mendukung kinerja dari pintu darurat dimaksud. Awak mesin yang meninggalkan ruangan darurat juga tidak dapat memastikan apakah pintu darurat berfungsi atau tidak dikarenakan kondisi kamar mesin yang sudah gelap. Pintu kedap juga harus didukung dengan generator darurat untuk membantu pada saat terjadi kegagalan sumber listrik induk.

Dengan mengacu pada fakta bahwa kapal terus kehilangan daya apung dan selanjutnya tenggelam, dapat dipastikan bahwa pintu kedap tidak tertutup sehingga menyebabkan air masuk ke ruangan-ruangan yang ada di belakang kamar mesin. Jika ruangan-ruangan di bawah geladak dan di sekitar kamar mesin tertutup rapat, besar kemungkinan kapal masih dapat terapung.

Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala terhadap operasional pintu kedap terutama pada saat kapal menghadapi kondisi darurat atau tidak adanya sumber daya yang diperlukan oleh mekanisme pintu darurat dimaksud.

## **II.4. PENGAWASAN PERGERAKAN KAPAL DAN BRIDGE RESOURCE MANAGEMENT**

### **II.4.1. Perencanaan Pelayaran**

Pada saat perencanaan garis haluan kapal, mualim II menggunakan peta navigasi kapal yang keluaran tahun 2007 dengan pembaharuan tahun 2010. Pada peta yang dimaksud terdapat perbedaan dengan peta laut terbaru yang diterbitkan pada tahun 2012 yaitu adanya area dangkal yang posisinya berdekatan dengan dengan garis haluan.

Perencanaan garis haluan kapal dibuat sedemikian rupa dengan tujuan utama adalah pelayaran yang efisien dan aman. Sesuai dengan International Maritime Organization Resolution A.893 (21) tahapan utama dalam perencanaan pelayaran dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu penilaian (*appraisal*), perencanaan (*planning*), pelaksanaan (*excecution*) dan pemantauan (*monitoring*). Pada tahap penilaian, nakhoda berdiskusi dengan perwira terkait dengan bagaimana kapal akan dilayarkan untuk mencapai pelabuhan tujuan. Dalam melakukan penilaian perwira navigasi dapat menggunakan referensi terkait seperti halnya perintah nakhoda (*standing order*), peraturan perusahaan (*company policy*), informasi cuaca dan keterangan tentang wilayah yang akan dilayari serta faktor-faktor lain yang akan berpengaruh terhadap operasional kapal.

Pada saat mualim II menyusun rencana pelayaran pada peta 296 keluaran 2007, posisi garis haluan relatif aman dengan posisi garis yang berada pada area tidak berdekatan daratan, terhindar dari halangan pelayaran (*Obstacle*) dan juga berada pada kedalaman yang cukup

sesuai dengan sarat kapal. Permasalahan yang terjadi adalah titik tangkap yang ada di peta 296 keluaran 2007 tidak sesuai dengan keadaan di lapangan

#### **II.4.2. Kewaspadaan Situasi (*situational awareness*)**

Pada saat kapal berangkat, kapal mengikuti pola pelayaran dengan memantau posisi rambu-rambu yang terdapat di sekitar pelabuhan. Selanjutnya kapal diarahkan untuk mengikuti way point yang telah ditentukan baik di peta maupun di GPS.

Permasalahan yang terjadi adalah waypoint disusun dan ditempatkan pada peta nomor 296 keluaran tahun 2007. Pada waypoint yang dipasang tersebut garis haluan yang disusun tampak aman dan tidak terhalang oleh daerah dangkal maupun hambatan pelayaran lainnya. Pada saat kapal merubah haluan dari 220 ke 290, pemantauan pergerakan dilakukan terhadap GPS dan kompas. Tidak ada keterangan yang menyebutkan bahwa pengamatan terhadap radar kapal juga telah dilakukan. Absennya pengamatan melalui radar diperkirakan seluruh awak anjunga merasa percaya diri dengan alur yang akan dilewatinya dan juga didukung dengan kondisi cuaca yang baik.

Pada saat kapal menyenggol area dangkal di sisi selatan pulau kokotan, seluruh awak anjungan tidak mewaspadaai hal tersebut. Tidak ada perintah penghindaran maupun olah gerak untuk mencegah kejadian senggolan dengan obyek bawah air. Seluruh awak anjungan berkonsentrasi terhadap pemenuhan haluan untuk sesuai dengan waypoint yang telah ditentukan. BRM yang efektif adalah dengan membuat mental shared model yang sama terhadap seluruh unsur di anjungan. Setiap awak kapal sesuai dengan tugas pokoknya melaksanakan pemantauan secara efektif sehingga keselamatan berlayar tetap terjaga.

*Coastal navigation* adalah kegiatan navigasi kapal dengan mengandalkan pada visual look out, radar assisted look out, maupun *visual barring*. Pengamatan secara manual ini memungkinkan kapal untuk tetap berada pada daerah pelayaran yang aman. Pengamatan melalui radar juga akan sangat membantu perwira navigasi untuk berlayar dalam kondisi yang tidak tampak secara visual atau jarak pandang terbatas. Pada saat kapal berlayar di daerah pelayaran yang terbatas, sudah seyogyanya tidak hanya mengandalkan peralatan elektronik saja untuk bernavigasi.

Pengamatan secara langsung diperlukan untuk menjaga kapal tetap berada di area yang aman. Pada saat Nakhoda memerintahkan untuk selalu menjaga posisi kapal di garis haluan yang sudah ditetapkan, perwira navigasi yang lainnya melakukan pemantauan visual berdasarkan posisi kapal di GPS. Hal demikian yang menyebabkan resiko kecelakaan terhadap area dangkal semakin meningkat.

#### **II.4.3. Identifikasi terhadap area yang beresiko terhadap pelayaran**

Untuk mengurangi resiko kandasnya kapal dan memandu perwira kapal dalam bernavigasi yang aman, suatu alur atau area pelayaran dapat dipasang rambu. Pada alur masuk pelabuhan labuhan bajo terdapat 3 titik rambu suar. Rambu suar ini untuk memandu kapal yang akan sandar di dermaga labuhan bajo. Beberapa titik kedangkalan di alur masuk tidak terdapat rambu suar. Hal ini dapat meningkatkan resiko pelayaran terutama resiko terjadinya kapal kandas.



**Gambar II-4: garis haluan kapal yang berdekatan dengan area dangkal.**

Pulau kokotan merupakan pulau tanpa penghuni, sehingga pada malam hari pulau ini menjadi sangat gelap. Pada kapal yang tidak dilengkapi dengan peralatan navigasi yang kurang memadai atau terbatas, area dangkal dengan posisi  $8^{\circ}29'34.80''S/ 119^{\circ}50'35.40''E$  di sisi selatan dapat membahayakan operasi kapal. Untuk itu, untuk mengurangi resiko kecelakaan yang sama dengan KM. Dharma Kencana VIII, perlu untuk diberikan rambu-rambu penuntun ditempatkan pada area dangkal di sisi selatan pulau kokotan. Hal ini juga untuk mengantisipasi terhadap penambahan lalu lintas pelayaran yang akan pergi dan menuju daerah labuhan bajo terutama untuk menunjang sector pariwisata.



---

### III. KESIMPULAN

---

Tenggelamnya KM. Dharma Kencana VIII diawali dengan senggolan antara lambung kapal dengan karang bawah air. Senggolan ini menyebabkan rusaknya lambung kanan kapal pada area sekitar ruang pompa dan kamar mesin. Air laut yang masuk tidak dapat ditahan oleh pintu kedap sehingga memasuki kompartemen-kompartemen lain di buritan kapal bawah geladak utama. Masuknya air kedalam kompartemen di bagian buritan selanjutnya menyebabkan trim kapal yang terus bertambah seiring dengan masuknya air ke geladak kapal melalui pintu rampa buritan sehingga daya apung kapal hilang.

#### III.1. FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI:

- Peta yang digunakan oleh perwira kapal merupakan peta yang kurang mutakhir (up to date) dengan kondisi terkini. Pada peta terbaru menunjukkan bahwa garis haluan yang direncanakan relative terlalu dekat dengan area dangkal.
- Tidak mutakhirnya peta dengan kondisi terkini juga diperkirakan berpengaruh terhadap kewaspadaan awak anjungan. Awak kapal cukup percaya diri dengan rencana pelayaran dan waypoint yang ditentukan
- Bergesernya haluan kapal tidak diamati secara komprehensif dikarenakan kapal masih dalam posisi.
- Pintu kedap besar kemungkinan tidak tertutup rapat sehingga memberikan kesempatan untuk air laut masuk ke kompartemen-kompartemen di area buritan di bawah geladak utama. Hal demikian menyebabkan kapal semakin trim buritan dan berkurangnya daya apung kapal.
- Tidak adanya emergency generator untuk mendukung operasional pintu kedap sehingga pada saat kapal mengalami blackout, pintu kedap air tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

#### III.2. FAKTOR LAIN YANG TURUT BERKONTRIBUSI TERHADAP KESELAMATAN

- Tidak adanya rambu- rambu laut yang terpasang untuk daerah dangkal di sisi selatan pulau kokotan dapat meningkatkan resiko pelayaran terutama bagi kapal-kapal yang berlayar malam hari.
- Penggunaan peta laut yang buatan tahun 2007 untuk area alur keluar masuk labuhan bajo meningkatkan resiko pelayaran dikarenakan keterangannya sudah tidak termutakhirkan dengan kondisi terkini



---

## IV. REKOMENDASI

---

Dari temuan-temuan terhadap permasalahan keselamatan di atas dapat disampaikan rekomendasi segera sebagai berikut:

### IV.1. DIREKTORAT KENAVIGASIAN – DITJEN HUBLA

- Memasang rambu penanda pada posisi yang dapat membahayakan di alur pelayaran Labuhan Bajo 8°29'34.80"S/ 119°50'35.40"E
- Memberikan peringatan pelayaran kepada para operator untuk memperhatikan penggunaan peta yang masih menggunakan spheroid selain WGS 1984.

### IV.2. SYAHBANDAR LABUHAN BAJO

Melakukan pemeriksaan terhadap kapal-kapal yang masih menggunakan peta no 296 keluaran tahun 2007 dan memberikan peringatan tentang keterbatasan peta tersebut kepada operator pelayaran yang beroperasi di wilayah Labuhan Bajo

### IV.3. OPERATOR KAPAL/PERUSAHAAN PELAYARAN

- Memperbarui peta navigasi yang digunakan di armadanya dengan peta yang paling mutakhir.
- Meningkatkan kemampuan perwira terkait perencanaan navigasi dalam menggunakan peralatan navigasi elektronik
- Meningkatkan kemampuan awak kapal terhadap implementasi BRM
- Melakukan review terhadap operasional pintu kedap di armada kapalnya untuk memastikan bahwa pintu kedap dapat dioperasikan sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan.



---

## **SUMBER INFORMASI DAN REFERENSI TERKAIT**

---

Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Labuhan Bajo

Badan SAR Nasional

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

PT. Biro Klasifikasi Indonesia

PT. Dharma Lautan Utama

Referensi :

Biran, P. (n.d.). Ship Hydrostatic and Stability.

Darat, P. (2014). Perhubungan Darat Dalam Agka Edisi X Maret 2014. Perhubungan Darat.

Intact Stability Code. (2008). International Maritime Organization.

Kurniawan, M. A. (2012). Analisa Data Gelombang Acak Untuk Pemetaan Long-Term Sea State Dan Modifikasi Parameter Spektrum Dengan Fourier Transform Pada Perairan Indonesia. Tugas Akhir.

Schneekluth, B. (n.d.). Ship Design for Efficiency and Economy.

Semenov-Tian-Shankii. (n.d.). Theory of Bouyancy, Stability and Launching, Statics and Dynamics of the Ship.

SOLAS Chapter 2 Consolidated Edition. (2009). Safety Of Life At Sea.

Trasnportasi, K. N. (2012). Investigasi Kecelakaan Kapal Laut: Tenggelamnya KMP Windu Karsa Di Perairan Pulau Lambasina, Kolaka Sulawesi Tenggara. KNKT.

Wikipedia Bahasa Indonesia. (n.d.). Retrieved August 22, 2015, from [https://id.wikipedia.org/wiki/Skala\\_Beaufort](https://id.wikipedia.org/wiki/Skala_Beaufort).



#### IV.4. PERBEDAAN DATUM BESSEL 1841 DENGAN WGS 1984

The latitude and longitude of places on a chart or map depend on what mathematical shape is used to represent the earth (a roughly ellipsoidal, 3-dimension surface) on a chart or map (a flat, 2-dimensional surface)

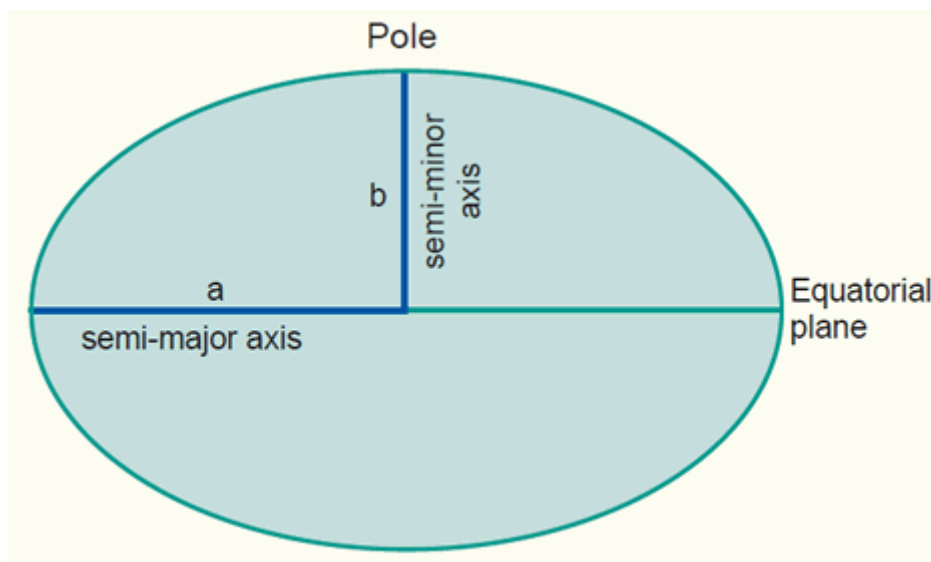
The two axes  $a$ ,  $b$  and the flattening  $f = (a - b)/a$ . For comparison, the data of the modern World Geodetic System WGS84 are shown, which is mainly used for modern surveys and the GPS system.

Bessel ellipsoid 1841 (defined by  $a$  and  $f$ ):

- $a = 6,377,397.155$  m
- $f = 1 / 299.1528153513233$  ( $0.003342\ 773154 \pm 0.000005$ )
- $b = 6,356,078.963$  m.

Earth ellipsoid WGS84 (defined directly by  $a$  and  $f$ ):

- $a = 6,378,137.0$  m
- $f = 1 / 298.257223563$
- $b = 6,356,752.30$  m.



*Gambar 0-1: Ilustrasi bentuk bumi berikut indicator semi major axis dan semi minor axis untuk formulasi proyeksi*

Datum Shift is the difference in co-ordinates between datums. The Datum Shift between two particular datums can vary from one place to another within one country or region, and can be anything from zero to hundreds of meters

**IV.5. PERHITUNGAN STABILITAS DAN DAYA APUNG KAPAL**

Sesuai dengan prinsip dinamika kapal, kejadian tenggelamnya kapal diartikan sebagai hilangnya daya apung kapal akibat adanya penambahan displasemen. Penambahan displasemen terjadi akibat adanya penambahan berat ke dalam kapal.

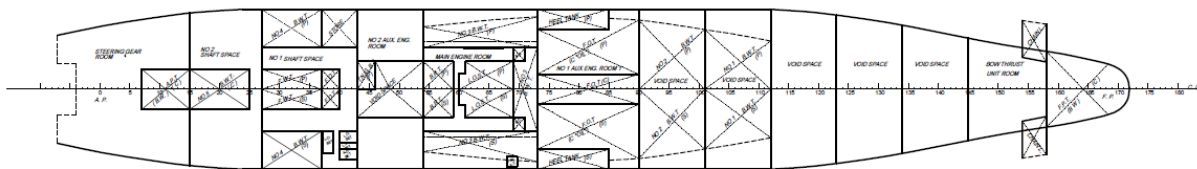
Sedangkan stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal untuk dapat kembali tegak ke posisi semula setelah mendapatkan gaya oleng dari luar. Stabilitas kapal ditentukan berdasarkan posisi tiga titik utama di kapal yaitu titik berat kapal (titik G), titik metasentra (Titik M) dan titik tekan benam/Bouyancy (titik B). Stabilitas kapal dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu,

Stabilitas positif: bilamana Titik G berada di bawah Titik M. Kondisi demikian akan memberikan momen pengembali yang cukup untuk mengembalikan kapal pada posisi tegak.

Stabilitas negatif: bilamana Titik G berada di atas Titik M. Kondisi demikian akan mengurangi momen pengembali sampai dengan nol sehingga pada saat terjadi olengan, kapal tidak akan dapat kembali tegak dari posisi miringnya dan selanjutnya rebah. Stabilitas Netral: bilamana Titik G berada pada posisi berimpit dengan Titik M. kondisi demikian dapat membahayakan stabilitas kapal karena akan sangat sensitif terhadap gaya yang bekerja pada badan kapal.

**IV.6. TANGKI-TANGKI DAN KOMPARTEMEN DI BAWAH GELADAK UTAMA**

Sesuai dengan rencana tangki, berikut disampaikan kapasitas masing-masing ruangan dan komperatemen yang terpasang di bawah geladak utama.



FUEL OIL TANK				
TANK NAME	FR. NO	CAPACITY	CG	K'G
		M <sup>3</sup>	(M)	(T)
F. O. T ("C" OIL) P	73 - 90	60,98	56,22 (A)	1,54
F. O. T ("C" OIL) S	73 - 90	58,37	53,82 (A)	1,60
F. O. T ("C" OIL) C	73 - 90	44,72	38,64 (A)	1,60
TOTAL		119,35	110,04	

FRESH WATER TANK				
TANK NAME	FR. NO	CAPACITY	CG	K'G
		M <sup>3</sup>	(M)	(T)
F. W. T	P 27 - 37	48,20	48,20 (A)	31,21
F. W. T	S 27 - 37	48,20	48,20 (A)	31,21
TOTAL		96,40	96,40	

BALLAST WATER TANK				
TANK NAME	FR. NO	CAPACITY	CG	K'G
		M <sup>3</sup>	(M)	(T)
F. W. T. (B.W.) C	159 - F. E	70,77	72,54 (A)	47,36
No. 1 B. W. T.	P 101 - 112	40,39	41,40 (A)	13,25
No. 1 B. W. T.	S 101 - 112	40,39	41,40 (A)	13,25
No. 2 B. W. T.	P 90 - 101	50,32	51,58 (A)	6,70
No. 2 B. W. T.	S 90 - 101	50,32	51,58 (A)	6,70
No. 3 B. W. T.	C 59 - 73	16,44	16,86 (A)	7,80
No. 3 B. W. T.	P 54 - 73	22,32	22,88 (A)	11,76
No. 3 B. W. T.	S 54 - 73	22,32	22,88 (A)	11,76
No. 4 B. W. T.	P 27 - 37	54,55	54,91 (A)	31,13
No. 4 B. W. T.	S 27 - 37	54,55	54,91 (A)	31,13
No. 5 B. W. T.	C 15 - 25	74,17	76,02 (A)	38,38
F. P. T. (B.W.) C	7 - 15	46,09	47,24 (A)	43,88
HEEL T	P 73 - 85	54,55	55,05 (A)	3,14
HEEL T	S 73 - 85	54,55	55,05 (A)	3,14
TOTAL		651,81	668,09	

LUB OIL TANK				
TANK NAME	FR. NO	CAPACITY	CG	K'G
		M <sup>3</sup>	(M)	(T)
L. O. S T	P 60 - 69	14,19	12,35 (A)	11,74
L. O. S T	S 60 - 69	14,19	12,35 (A)	11,74
TOTAL		28,38	24,70	

OTHER TANK				
TANK NAME	FR. NO	CAPACITY	CG	K'G
		M <sup>3</sup>	(M)	(T)
B. O. T	P 54 - 59	6,51	6,63 (A)	16,58
B. T.	P 54 - 59	6,51	6,63 (A)	16,58
THERMAL O. T.	P 43 - 48	4,11	4,11 (A)	23,76
F. W. EXP. T.	P 68 - 70	1,80	1,80 (A)	9,10
L. O. STR. T. (FOR ALUMI)	S 40 - 43	0,00	3,48 (A)	25,60
L. O. STR. T. (FOR ALUMI)	S 40 - 43	0,00	0,87 (A)	25,60
"A" OIL SERV. T.	S 40 - 43	0,00	1,80 (A)	25,60
F. O. SERV. T.	P 57 - 40	7,00	6,72 (A)	27,40
F. O. SETT. T.	S 57 - 40	7,00	6,72 (A)	27,40
L. O. SETT. T.	S 37 - 39	2,50	2,18 (A)	27,80
TOTAL		42,1	40,44	

**IV.7. STABILITAS AWAL KAPAL**

Sebelum menghitung dan melakukan simulasi kebocoran, analisis kapal ditujukan untuk mengetahui kondisi stabilitas kapal pada saat keberangkatan.

Stability Calculation - Model

Stability 20.00.01.59, build: 59



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Dharma Kencana VIII, Labuhan Bajo NTT, 14 Oktober 2016

Model file: F:\NTSC\Investigation\Ongoing\_Marine\_Investigation\2016-10. Dharma Kencana VIII\Model Analisis\Model (Medium precision, 66 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: MS; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0.01000(0.100); Trim%(LCG-TCG): 0.01000(0.100); Heel%(LCG-TCG): 0.01000(0.100)

**Loadcase - Loadcase 1**

**Damage Case - Intact**

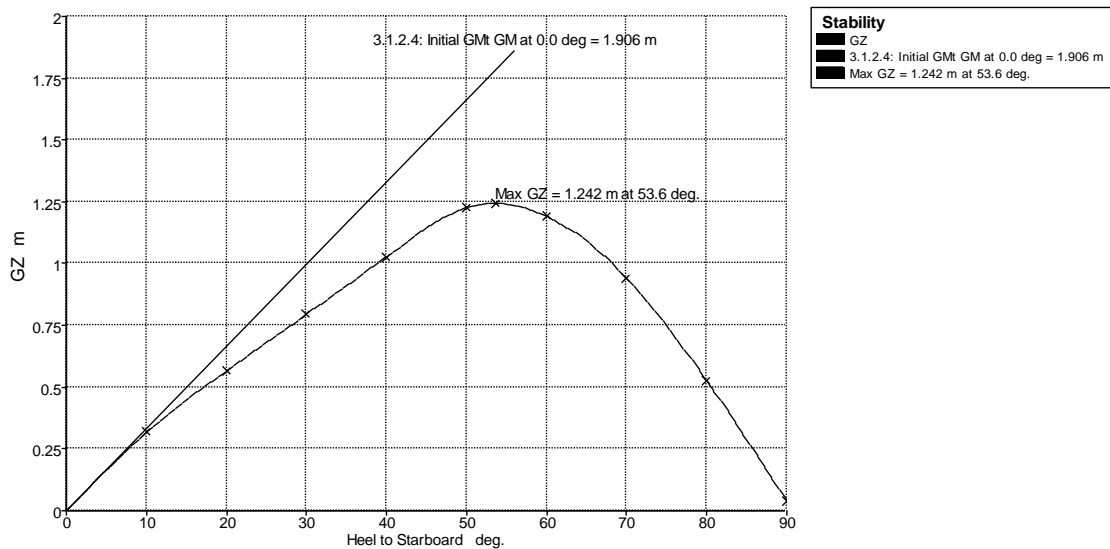
Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

**Tabel 0-1: profil berat dan displacement kapal pada saat berangkat**

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	2663.317	2663.317			-1.970	0.000	6.730	0.000	User Specified
Tanki+Muatasn	1	1107.683	1107.683			-6.089	0.000	6.500	0.000	User Specified
Air masuk buritan 1	0	866.727	0.000			-32.774	0.000	5.712	0.000	User Specified
Air masuk buritan 2	0	2012.587	0.000			-31.968	0.000	5.507	0.000	User Specified
Air masuk buritan 3	0	3767.913	0.000			-31.429	0.000	5.201	0.000	User Specified
NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	768.350	0.000	768.350	0.000	3.219	0.000	0.000	0.000	Maximum
MAIN ENGINEE ROOM	0%	722.167	0.000	722.167	0.000	-7.560	0.000	0.003	0.000	Maximum
NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	412.454	0.000	412.454	0.000	-18.137	0.000	0.020	0.000	Maximum
SHAFT SPACE 2	0%	446.039	0.000	446.039	0.000	-24.755	0.001	0.083	0.000	Maximum
SHAFT SPACE 1	0%	365.488	0.000	365.488	0.000	-34.341	0.000	0.345	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase</b>			<b>3771.000</b>	<b>2714.498</b>	<b>0.000</b>	<b>-3.180</b>	<b>0.000</b>	<b>6.662</b>	<b>0.000</b>	
<b>FS correction</b>								<b>0.000</b>		
<b>VCG fluid</b>								<b>6.662</b>		



**Gambar 0-2: kurva GZ kapal pada saat kapal berangkat**

Tabel 0-2: hasil perhitungan stabilitas kapal pada saat berangkat

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
GZ m	0.000	0.317	0.566	0.795	1.028	1.224	1.192	0.941	0.525	0.040
Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	1.6259	6.0830	12.8874	21.9906	33.3640	45.6529	56.4794	63.9122	66.7640
Displacement t	3771	3771	3771	3771	3771	3771	3771	3771	3771	3771
Draft at FP m	4.420	4.443	4.452	4.354	4.010	3.213	1.911	-0.497	-8.364	n/a
Draft at AP m	4.450	4.337	4.027	3.556	2.856	1.711	-0.132	-3.714	-13.498	n/a
WL Length m	105.585	105.568	105.561	105.688	107.037	107.999	107.893	109.054	109.816	110.453
Beam max extents on WL m	16.030	15.985	15.874	16.084	15.806	14.501	12.873	11.918	11.275	11.071
Wetted Area m <sup>2</sup>	2362.084	2343.571	2305.974	2247.966	2173.984	2125.544	2100.468	2002.760	1901.869	1809.968
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	1231.417	1203.751	1187.159	1200.259	1214.330	1209.662	1090.689	995.351	941.387	918.587
Prismatic coeff. (Cp)	0.560	0.566	0.577	0.590	0.598	0.606	0.620	0.626	0.638	0.653
Block coeff. (Cb)	0.487	0.428	0.388	0.363	0.361	0.405	0.473	0.506	0.551	0.598
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	-3.181	-3.176	-3.163	-3.150	-3.142	-3.134	-3.135	-3.128	-3.133	-3.150
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-5.772	-4.910	-4.114	-3.422	-2.365	-1.440	0.082	-0.607	-1.603	-1.504
Max deck inclination deg	0.0173	10.0002	20.0012	30.0023	40.0026	50.0022	60.0017	70.0012	80.0004	90.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0173	-0.0602	-0.2412	-0.4525	-0.6547	-0.8521	-1.1584	-1.8246	-2.9097	-90.0000

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	12.8874	Pass	+308.96
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	21.9906	Pass	+326.46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	9.1032	Pass	+429.60
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.242	Pass	+521.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	53.6	Pass	+114.54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT	0.150	m	1.906	Pass	+1170.67

Dari hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa KM. Dharma Kencana VIII mempunyai stabilitas yang baik pada saat berangkat.

#### IV.8. SIMULASI KEBOCORAN KAPAL

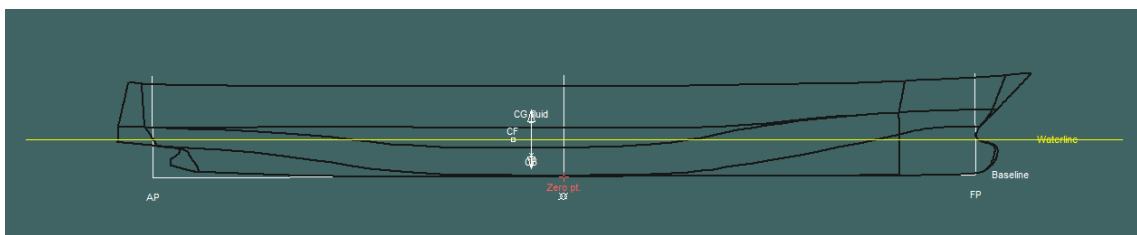
Simulasi kebocoran kapal KM. Dharma Kencana VIII dibuat berdasarkan proses tenggelamnya KM. Dharma Kencana VIII yang telah dilakukan oleh KNKT, yaitu menghitung sisa daya apung kapal yang menunjukkan adanya penambahan berat secara konsisten yang menyebabkan displacement kapal bertambah. Simulasi kebocoran kapal KM. Dharma Kencana VIII dimulai dari ruang pompa dilanjutkan ke kompartemen dibagian belakang ruang pompa yaitu Kamar mesin berikut ruangan yang ada di belakangnya termasuk ruang AE, ruang poros baling-baling karena diperkirakan turut terisi oleh air laut. Simulasi kebocoran kapal KM. Dharma Kencana VIII dibagi menjadi 6 kondisi kebocoran yaitu:

- .1. Loadcase 1 : Kebocoran pada ruang pompa
- .2. Loadcase 2 : Kebocoran pada ruang pompa dan kamar mesin
- .3. Loadcase 3 : Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, dan ruang AE

- .4. Loadcase 4 : Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, dan ruang poros baling-baling 1
- .5. Loadcase 5 : Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, ruang poros baling-baling no 1, dan ruang poros baling-baling no 2
- .6. Loadcase 6: Kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, ruang poros baling-baling no 1, dan ruang poros baling-baling no 2 pada kondisi tenggelam.

#### IV.8.1. Simulasi Kebocoran Loadcase 1

Hasil simulasi kebocoran pada ruang pompa kapal KM. Dharma Kencana VIII didapat nilai displacemen sebesar 3857 ton, sarat kapal 4.482 m, kapal mengalami trim haluan 0.385 m dengan sudut trim 0.218 deg.



Gambar 0-3: Tampak Samping Loadcase 1

Tabel 0-3: Profil simulasi loadcase 1

NO.	ITEM NAME	Qty	WEIGHT (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FS Mom (ton.m)
1	Lightship	1	2663.317	-1.97	0	6.73	0
2	Tanki+Muatan	1	1107.683	-6.089	0	6.5	0
3	Air masuk buritan	1	86.015	-36.424	0	5.134	0
4	NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	0	-7.438	0	0	0
5	MAIN ENGINE ROOM	0%	0	-18.04	0	0.003	0
6	NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	0	-24.663	0	0.02	0
7	SHAFT SPACE 2	0%	0	-34.245	0	0.083	0
8	SHAFT SPACE 1	0%	0	-41.459	0	0.345	0
<b>Total Loadcase</b>			<b>3857.015</b>	<b>-3.921</b>	<b>0</b>	<b>6.628</b>	<b>0</b>
<b>FS correction</b>						<b>0</b>	
<b>VCG fluid</b>						<b>6.628</b>	

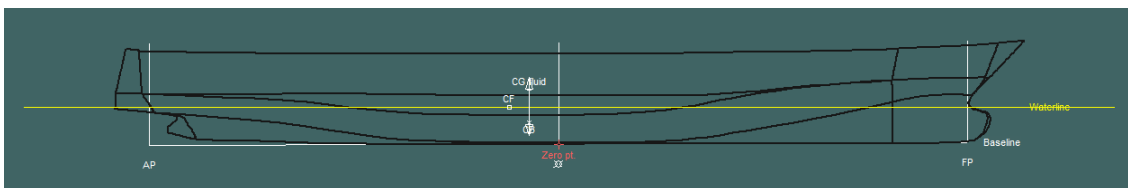
Tabel 0-4: hasil simulasi loadcase 1

<b>Equilibrium</b>	
>> Draft Amidsh ( T )	4.482 m
>> Displacement	3857 ton
>> Heel to Starboard	0 deg

>> Draft at FP	4.29	m
>> Draft at AP	4.674	m
>> Draft at LCF	4.506	m
>> Trim (+ve by stern)	0.385	m
>> WL Length	105.748	m
>> WL Beam	16.032	m
>> Wetted Area	2383.951	m <sup>2</sup>
>> Waterpl. Area	1242.847	m <sup>2</sup>
>> Prismatic Coeff.	0.565	
>> Block Coeff.	0.49	
>> Midship Area Coeff.	0.876	
>> Waterpl. Area Coeff.	0.733	
>> LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-3.937	
>> LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-6.182	
>> KB	2.628	m
>> KG fluid	6.628	m
>> BMT	5.968	m
>> BML	200.029	m
>> GMt corrected	1.967	m
>> GML corrected	196.029	m
>> KMt	8.596	m
>> KML	202.656	m
>> Immersion (TPc)	12.739	ton/cm
>> MTc	74.86	ton.m
>> RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	132.435	ton.m
>> Max deck inclination deg	0.2182	deg
>> Trim angle (+ve by stern) deg	0.2182	

**IV.8.2. Simulasi Kebocoran Loadcase 2**

Hasil simulasi kebocoran pada ruang pompa dan kamar mesin kapal KM. Dharma Kencana VIII didapat nilai displacemen sebesar 3826 ton, sarat kapal 4.465 m, kapal mengalami trim buritan 0.26 m dengan sudut trim 0.148 deg.



**Gambar 0-4: Tampak Samping Loadcase 2**

**Tabel 0-5: Profil loadcase 2**

NO.	ITEM NAME	Qty	WEIGHT (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FS Mom (ton.m)
-----	-----------	-----	-----------------	------------	------------	------------	-------------------

1	Lightship	1	2663.317	-1.97	0	6.73	0
2	Tanki+Muatan	1	1107.683	-6.089	0	6.5	0
3	Air masuk buritan	1	55.423	-36.435	0	5.545	0
4	NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	0	-7.438	0	0	0
5	MAIN ENGINE ROOM	0%	0	-15.39	0	0.003	0
6	NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	0	-18.226	0	0.02	0
7	SHAFT SPACE 2	0%	0	-24.755	0.001	0.083	0
8	SHAFT SPACE 1	0%	0	-34.341	0	0.345	0
<b>Total Loadcase</b>			<b>3826.423</b>	<b>-3.662</b>	<b>0</b>	<b>6.646</b>	<b>0</b>
<b>FS correction</b>						<b>0</b>	
<b>VCG fluid</b>						<b>6.646</b>	

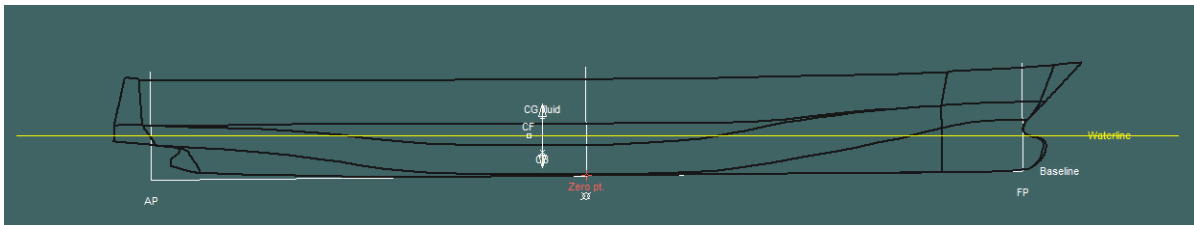
Tabel 0-6: Hasil simulasi loadcase 2

<b>Equilibrium</b>		
>>	Draft Amidsh ( T )	4.465 m
>>	Displacement	3826 ton
>>	Heel to Starboard	0 deg
>>	Draft at FP	4.335 m
>>	Draft at AP	4.595 m
>>	Draft at LCF	4.481 m
>>	Trim (+ve by stern)	0.26 m
>>	WL Length	105.675 m
>>	WL Beam	16.031 m
>>	Wetted Area	2376.556 m <sup>2</sup>
>>	Waterpl. Area	1239.05 m <sup>2</sup>
>>	Prismatic Coeff.	0.563
>>	Block Coeff.	0.49
>>	Midship Area Coeff.	0.876
>>	Waterpl. Area Coeff.	0.731
>>	LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-3.672
>>	LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-6.047
>>	KB	2.612 m
>>	KG fluid	6.646 m
>>	BMt	5.975 m
>>	BML	200.034 m
>>	GMt corrected	1.941 m
>>	GML corrected	196 m
>>	KMt	8.587 m
>>	KML	202.645 m
>>	Immersion (TPc)	12.7 ton/cm
>>	MTc	74.255 ton.m
>>	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	129.597 ton.m
>>	Max deck inclination deg	0.1476 deg

>> Trim angle (+ve by stern) deg 0.1476

**IV.8.3. Simulasi Kebocoran Loadcase 3**

Hasil simulasi kebocoran pada ruang pompa kamar mesin, dan ruang AE kapal KM. Dharma Kencana VIII didapat nilai displacemen sebesar 4000 ton, sarat kapal 4.557 m, kapal mengalami trim buritan 0.949 m dengan sudut trim 0.5386 deg.



**Gambar 0-5: Tampak Samping Loadcase 3**

**Tabel 0-7: Profil loadcase 3**

NO.	ITEM NAME	Qty	WEIGHT (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FS Mom (ton.m)
1	Lightship	1	2663.317	-1.97	0	6.73	0
2	Tanki+Muatan	1	1107.683	-6.089	0	6.5	0
3	Air masuk buritan	1	228.604	-36.491	0	5.679	0
4	NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	0	3.219	0	0	0
5	MAIN ENGINE ROOM	0%	0	-7.56	0	0.003	0
6	NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	0	-18.137	0	0.02	0
7	SHAFT SPACE 2	0%	0	-24.755	0.001	0.083	0
8	SHAFT SPACE 1	0%	0	-34.341	0	0.345	0
<b>Total Loadcase</b>			<b>3999.604</b>	<b>-5.084</b>	<b>0</b>	<b>6.606</b>	<b>0</b>
<b>FS correction</b>						<b>0</b>	
<b>VCG fluid</b>						<b>6.606</b>	

**Tabel 0-8: Hasil simulasi loadcase 3**

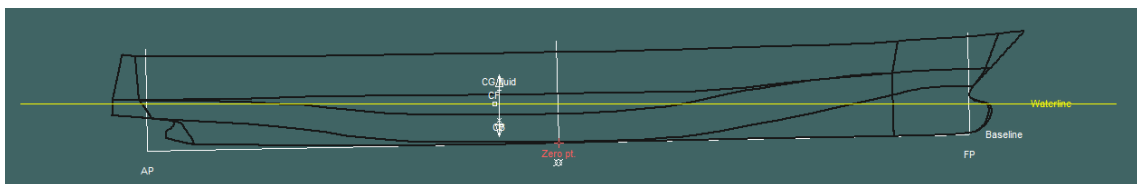
**Equilirium**

>> Draft Amidsh ( T )	4.557	m
>> Displacement	4000	ton
>> Heel to Starboard	0	deg
>> Draft at FP	4.083	m
>> Draft at AP	5.032	m
>> Draft at LCF	4.62	m
>> Trim (+ve by stern)	0.949	m
>> WL Length	106.257	m
>> WL Beam	16.035	m
>> Wetted Area	2415.392	m2

>> Waterpl. Area	1257.749	m2
>> Prismatic Coeff.	0.567	
>> Block Coeff.	0.485	
>> Midship Area Coeff.	0.873	
>> Waterpl. Area Coeff.	0.738	
>> LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-5.122	
>> LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-6.693	
>> KB	2.704	m
>> KG fluid	6.606	m
>> BMt	5.924	m
>> BML	198.786	m
>> GMt corrected	2.022	m
>> GML corrected	194.884	m
>> KMt	8.628	m
>> KML	201.482	m
>> Immersion (TPc)	12.892	ton/cm
>> MTc	77.174	ton.m
>> RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	141.141	tonne.m
>> Max deck inclination deg	0.5386	deg
>> Trim angle (+ve by stern) deg	0.5386	

#### IV.8.4. Simulasi Kebocoran Loadcase 4

Hasil simulasi kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, dan ruang poros baling-baling 1 kapal KM. Dharma Kencana VIII didapat nilai displacemen sebesar 4290 ton, sarat kapal 4.705 m, kapal mengalami trim buritan 2.031 m dengan sudut trim 1.152 deg.



Gambar 0-6: Tampak Samping Loadcase 4

Tabel 0-9: Profil loadcase 4

NO.	ITEM NAME	Qty	WEIGHT (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FS Mom (ton.m)
1	Lightship	1	2663.317	-1.97	0	6.73	0
2	Tanki+Muatan	1	1107.683	-6.089	0	6.5	0
3	Air masuk buritan	1	518.67	-36.511	0	5.719	0
4	NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	0	3.219	0	0	0
5	MAIN ENGINE ROOM	0%	0	-7.56	0	0.003	0
6	NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	0	-18.137	0	0.02	0
7	SHAFT SPACE 2	0%	0	-24.755	0.001	0.083	0
8	SHAFT SPACE 1	0%	0	-34.341	0	0.345	0
<b>Total Loadcase</b>			<b>4289.67</b>	<b>-7.21</b>	<b>0</b>	<b>6.548</b>	<b>0</b>

<b>FS correction</b>	<b>0</b>
<b>VCG fluid</b>	<b>6.548</b>

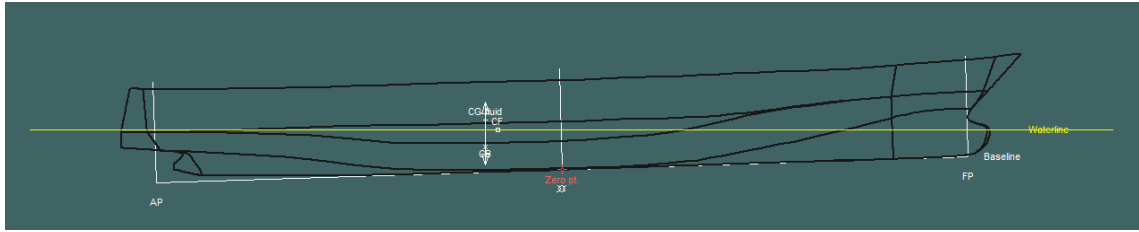
Tabel 0-10: hasil simulasi loadcase 4

<b><u>Equilibrium</u></b>		
>> Draft Amidsh ( T )	4.705	m
>> Displacement	4290	ton
>> Heel to Starboard	0	deg
>> Draft at FP	3.69	m
>> Draft at AP	5.721	m
>> Draft at LCF	4.861	m
>> Trim (+ve by stern)	2.031	m
>> WL Length	107.557	m
>> WL Beam	16.041	m
>> Wetted Area	2453.541	m <sup>2</sup>
>> Waterpl. Area	1263.653	m <sup>2</sup>
>> Prismatic Coeff.	0.566	
>> Block Coeff.	0.474	
>> Midship Area Coeff.	0.872	
>> Waterpl. Area Coeff.	0.732	
>> LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-7.28	
>> LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-7.744	
>> KB	2.872	m
>> KG fluid	6.548	m
>> BMt	5.744	m
>> BML	187.366	m
>> GMt corrected	2.067	m
>> GML corrected	183.689	m
>> KMt	8.615	m
>> KML	190.2	m
>> Immersion (TPc)	12.952	ton/cm
>> MTc	78.016	ton.m
>> RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	154.741	ton.m
>> Max deck inclination deg	1.1521	deg
>> Trim angle (+ve by stern) deg	1.1521	

#### IV.8.5. Simulasi Kebocoran Loadcase 5

Hasil simulasi kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, ruang poros baling-baling no 1, dan ruang poros baling-baling no 2 kapal KM. Dharma Kencana VIII didapat nilai displacemen sebesar 4622 ton, sarat kapal 4.867 m, kapal mengalami trim buritan 3.241 m dengan sudut trim 1.838 deg.





Gambar 0-7: Tampak Samping Loadcase 5

Tabel 0-11: Profil Loadcase 5

NO.	ITEM NAME	Qty	WEIGHT	LCG	TCG	VCG	FS Mom
			(ton)	(m)	(m)	(m)	(ton.m)
1	Lightship	1	2663.317	-1.97	0	6.73	0
2	Tanki+Muatan	1	1107.683	-6.089	0	6.5	0
3	Air masuk buritan	1	851.436	-36.517	0	5.654	0
4	NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	0	3.219	0	0	0
5	MAIN ENGINE ROOM	0%	0	-7.56	0	0.003	0
6	NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	0	-18.137	0	0.02	0
7	SHAFT SPACE 2	0%	0	-24.755	0.001	0.083	0
8	SHAFT SPACE 1	0%	0	-34.341	0	0.345	0
<b>Total Loadcase</b>			<b>4622.436</b>	<b>-9.32</b>	<b>0</b>	<b>6.477</b>	<b>0</b>
<b>FS correction</b>						<b>0</b>	
<b>VCG fluid</b>						<b>6.477</b>	

Tabel 0-12: Hasil simulasi loadcase 5

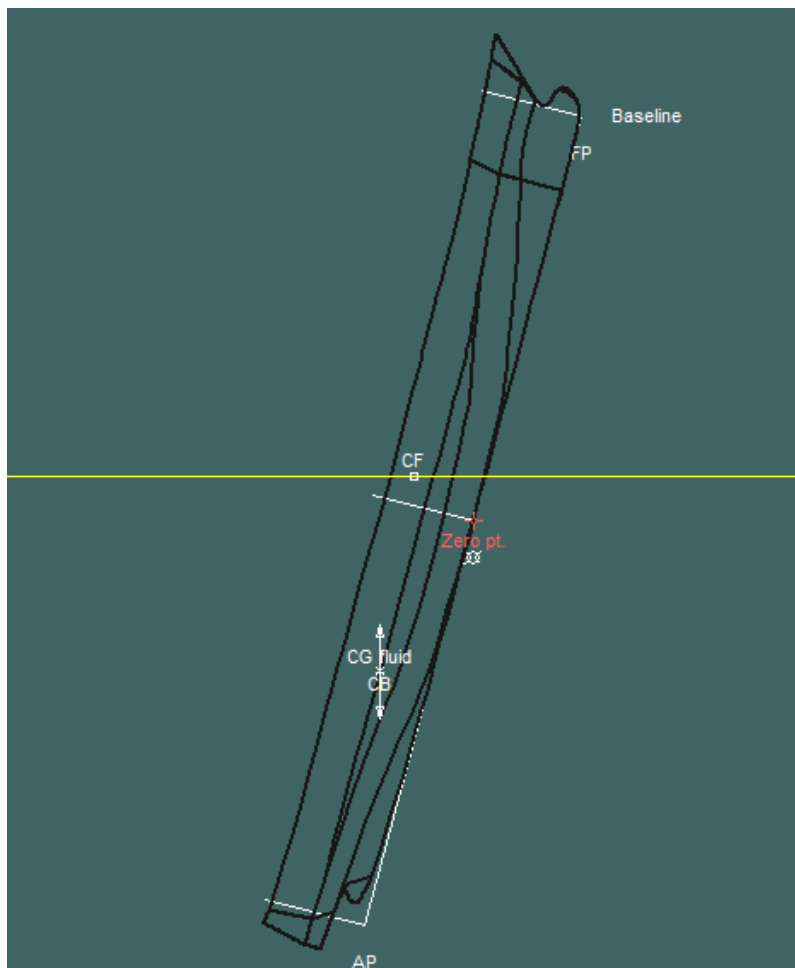
**Equilibrium**

>>	Draft Amidsh ( T )	4.867	m
>>	Displacement	4622	ton
>>	Heel to Starboard	0	deg
>>	Draft at FP	3.246	m
>>	Draft at AP	6.487	m
>>	Draft at LCF	5.12	m
>>	Trim (+ve by stern)	3.241	m
>>	WL Length	107.919	m
>>	WL Beam	16.048	m
>>	Wetted Area	2504.296	m2
>>	Waterpl. Area	1265.091	m2
>>	Prismatic Coeff.	0.565	
>>	Block Coeff.	0.463	
>>	Midship Area Coeff.	0.866	
>>	Waterpl. Area Coeff.	0.73	
>>	LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-9.429	
>>	LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-7.901	
>>	KB	3.08	m
>>	KG fluid	6.477	m

>> BMt	5.38	m
>> BML	175.78	m
>> GMt corrected	1.981	m
>> GML corrected	172.382	m
>> KMt	8.457	m
>> KML	178.77	m
>> Immersion (TPc)	12.967	ton/cm
>> MTc	78.893	ton.m
>> RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	159.826	ton.m
>> Max deck inclination deg	1.8379	deg
>> Trim angle (+ve by stern) deg	1.8379	

**IV.8.6. Simulasi Kebocoran Loadcase 6**

Hasil simulasi kebocoran pada ruang pompa, kamar mesin, ruang AE, ruang poros baling-baling no 1, dan ruang poros baling-baling no 2 pada kondisi tenggelam. didapat nilai displacemen sebesar 7873 ton, sarat kapal 20.606 m, kapal mengalami trim buritan 376.937 m dengan sudut trim 75 deg.



**Gambar 0-8: Tampak Samping Loadcase 6**

Tabel 0-13: Profil loadcase 6

NO.	ITEM NAME	Qty	WEIGHT (ton)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FS Mom (ton.m)
1	Lightship	1	2663.317	-1.97	0	6.73	0
2	Tanki+Muatan	1	1107.683	-6.089	0	6.5	0
3	Air masuk buritan 1	1	851.436	-36.517	0	5.654	0
4	Air masuk buritan 2	1	3250	-36.517	0	5.654	0
5	NO 1 AUX. ENG. RM.	0%	0	-7.438	0	0	0
6	MAIN ENGINE ROOM	0%	0	-18.04	0	0.003	0
7	NO 2 AUX. ENG. RM.	0%	0	-24.663	0	0.02	0
8	SHAFT SPACE 2	0%	0	-34.245	0	0.083	0
9	SHAFT SPACE 1	0%	0	-41.459	0	0.345	0
<b>Total Loadcase</b>			<b>7872.436</b>	<b>-20.548</b>	<b>0</b>	<b>6.137</b>	<b>0</b>
<b>FS correction</b>						<b>0</b>	
<b>VCG fluid</b>						<b>6.137</b>	

Tabel 0-14: hasil simulasi loadcase 6

<b>Equilibrium</b>		
>>	Draft Amidsh ( T )	20.606 m
>>	Displacement	7873 ton
>>	Heel to Starboard	0 deg
>>	Draft at FP	-167.863 m
>>	Draft at AP	209.074 m
>>	Draft at LCF	8.324 m
>>	Trim (+ve by stern)	376.937 m
>>	WL Length	101 m
>>	WL Beam	16.058 m
>>	Wetted Area	3168.705 m <sup>2</sup>
>>	Waterpl. Area	91.402 m <sup>2</sup>
>>	Prismatic Coeff.	0.45
>>	Block Coeff.	0.083
>>	Midship Area Coeff.	0.185
>>	Waterpl. Area Coeff.	0.056
>>	LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-20.37
>>	LCF from Amidsh. (+ve fwd)	3.291
>>	KB	6.14 m
>>	KG fluid	6.137 m
>>	BMt	0.256 m
>>	BML	0.032 m
>>	GMt corrected	0.429 m
>>	GML corrected	0.205 m
>>	KMt	6.207 m
>>	KML	6.149 m
>>	Immersion (TPc)	0.937 ton/cm

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

*KM. Dharma Kencana VIII*, Labuhan Bajo NTT, 14 Oktober 2016

---

>>	MTc	0.16	ton.m
>>	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	58.878	ton.m
>>	Max deck inclination deg	75	deg
>>	Trim angle (+ve by stern) deg	75	

**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](mailto:knkt@dephub.go.id)

ISBN  
BARCODE