

FINAL

KNKT-07-12-07-03

**KOMITE
NASIONAL
KESELAMATAN
TRANSPORTASI**

Laporan Investigasi Kecelakaan Kapal Laut

**Terbaliknya Mt. Kharisma Selatan
Dermaga Mirah, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya
18 Desember 2007**



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
DEPARTEMEN PERHUBUNGAN
REPUBLIK INDONESIA
2007**

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

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 hanya untuk meningkatkan dan mengembangkan keselamatan transportasi;

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

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Karya Lantai 7, Departemen Perhubungan, Jln. Medan Merdeka Barat No. 8, JKT 10110, Indonesia, pada tahun 2008.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
SINOPSIS	iv
I. INFORMASI FAKTUAL	1
I.1. Data Kapal.....	1
I.1.1. Data Utama Kapal.....	1
I.1.2. Data Mesin, Sistem kelistrikan dan Sistem Propulsi	2
I.1.3. Surat-surat dan Sertifikat Kapal.....	3
I.2. Awak Kapal	4
I.3. Data Kapasitas Tangki-Tangki Dan Data Muatan Terisi	4
I.4. Kronologis Kejadian.....	5
I.5. Lokasi Kejadian.....	10
I.6. Proses Evakuasi Dan Penanganan Tumpahan Muatan Minyak.....	10
I.7. Kerugian Dan Kerusakan	12
II. ANALISIS	13
II.1. Sejarah Kapal	13
II.2. Kondisi Sebelum Tenggelam.....	13
II.2.1. Prosedur dan Kondisi Pemuatan.....	13
II.2.2. Kondisi Draft Kapal Setelah Pemuatan.....	14
II.2.3. Sikap Manuver Kapal Setelah Proses Pemuatan	15
II.3. Faktor Kontribusi Untuk Miring Dan Rebahnya Kapal	15
II.3.1. Stabilitas Awal.....	15
II.3.2. Lengan dan Momen Pengembali	16
II.3.3. Efek Putaran Baling-Baling	17
II.4. Penyebab Miringnya Kapal.....	17
II.4.1. Distribusi Muatan	17
II.4.2. Momen Penegak (Uprighting Moment) Vs Momen Miring (Inclining Moment)	17
II.4.3. Stabilitas Awal Kapal.....	18
III. TEMUAN	19
IV. KESIMPULAN	20
IV.1. Miringnya Kapal.....	20
IV.2. Terbaliknya Kapal	20
IV.3. Faktor Kontribusi	20

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

V. REKOMENDASI	21
V.1. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut	21
V.2. Lokasi Pendaftaran Kapal	21
V.3. Biro Klasifikasi	21
V.4. Manajemen Keselamatan Perusahaan Pelayaran	21
V.5. Manajemen/Operator Kapal Tanker	22
V.6. Awak Kapal Tangker	22
LAMPIRAN	23
Gambar Rencana Umum	23
Penampang Melintang Kapal	24
Sistem Perpipaan Kapal	25
Gambar Rencana Tangki	26
Diagram Pohon Permasalahan	27
Runtutan Kronologi Kejadian	28
Perhitungan Kondisi Draft Kapal Setelah Pemuatan	29
Perhitungan kemiringan kapal	30
Perhitungan KG, moment pengembali dan momen miring kapal setelah pemuatan berdasarkan data/ blueprint kapal dan hasil wawancara	31

SINOPSIS

Pada tanggal 17 Desember 2007 pukul 15.00 WIB, MT. Kharisma Selatan yang disewa oleh PT. Bunker Service Indonesia (BSI) melakukan pemuatan minyak jenis MFO (Marine Fuel Oil) di KADE Benua (dermaga pengisian) milik PT. Pertamina (Persero) di daerah dermaga Mirah, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya. Muatan ini rencananya akan dikirim ke Kumai, Kalimantan Tengah. Jumlah muatan yang dikirim adalah sebesar 500 KL. Sebelum dilakukan pengisian di Kade PT. Pertamina, tangki 4 (kiri-kanan) telah terisi muatan yang sama sebesar 6 KL. Sehingga total muatan yang dibawa adalah 506 KL.

Posisi kapal ketika melakukan pengisian adalah tegak lurus dengan dermaga dan dalam keadaan sandar dengan kapal lain. Proses pengisian muatan ini selesai pada pukul 22.00 WIB. Selanjutnya surveyor muatan yang didampingi pemilik muatan dan mualim I melakukan pemeriksaan jumlah muatan terkirim pada masing-masing tangki muat dengan menggunakan sounding tape.

Kemudian pada tanggal 18 Desember 2007 pukul 00.00 WIB, Nakhoda memerintahkan KKM untuk menyalakan mesin induk dan melakukan persiapan manuver kapal.

Selanjutnya pada pukul 01.00 WIB, semua kru sudah berada di atas kapal dan kemudian nakhoda memerintahkan Mualim I untuk lepas tali. Pada pukul 01.30 WIB, nakhoda melakukan manuver mundur dengan kecepatan pelan sekali (*dead slow*). Kondisi kapal pada saat ini masih dalam keadaan tegak.

Pada pukul 01.45 WIB, Setelah kapal mencapai jarak ± 100 m, kapal tiba-tiba miring kanan hingga 20° . Nakhoda menelepon tower kepanduan untuk meminta bantuan tugboat.

Pada pukul 02.00 WIB, TB. Jayeng Rono bersama pandu 99 datang ke lokasi kejadian. Kondisi kapal pada saat itu telah miring hingga $\pm 45^\circ$ dan bagian haluan sudah tercelup air. Kemudian berdasarkan instruksi pandu kapal mulai ditarik untuk evakuasi kapal. Posisi penarikan kapal adalah pada bollard bagian buritan kiri.

Upaya penarikan kapal ini berlangsung hingga 45 menit. Kemiringan kapal terus bertambah dan tenggelam secara perlahan, dan pada pukul 02.45 WIB, kapal terbalik hingga tampak bagian lunas.

MT. Kharisma Selatan terbalik pada tanggal 18 Desember 2007, pukul 02.45 WIB di Dermaga Mirah, pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, pada koordinat $7^\circ 12' 11.80''$ LS dan $112^\circ 43' 52.00''$ BT.

Dari hasil analisis awal, berdasarkan data-data kapal yang didapat dari pemilik kapal dan hasil interview dengan para saksi, diketahui faktor-faktor yang turut berkontribusi dalam terjadinya kecelakaan kapal ini adalah faktor distribusi muatan, prosedur pengisian, dan kondisi kapal. Hasil analisis awal ini selanjutnya perlu dilakukan verifikasi dan validasi dengan melakukan pemeriksaan kondisi fisik kapal.

Investigasi ini juga telah memberikan beberapa rekomendasi keselamatan yang disampaikan kepada pihak-pihak yang terkait, sehingga kecelakaan yang sama agar tidak terjadi kembali.

I. INFORMASI FAKTUAL



Gambar I-1 MT. Kharisma Selatan setelah berhasil diapungkan

I.1. DATA KAPAL

I.1.1. Data Utama Kapal

Nama	: MT. KHARISMA SELATAN, ex. Ryuo
Call Sign	: P M A U
Tanda Selar	: GT.314.No.2138/Ka
Tipe	: Oil Tanker
Klasifikasi (<i>Classification Society</i>)	: PT. Biro Klasifikasi Indonesia (dalam tahap pendaftaran)
Panjang keseluruhan (<i>Length Over All</i>)	: 44.11 m
Panjang Antar Garis Tegak (LBP)	: 44 m
Lebar keseluruhan (<i>Breadth Moulded</i>)	: 8 m
Tinggi (height)	: 3.5 m
Sarat maximum (<i>Maximum Draught</i>)	: 3.3 m
Lambung timbul (<i>freeboard</i>)	: - mm (belum ada sertifikat)
Kecepatan operasional (Vs)	: 7 Kt
DWT	: 853 Ton
Isi Kotor (<i>Gross Tonnage</i>)	: 314 GT (Sesuai surat ukur no. 2138)

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

Tonase bersih (<i>Net Tonnage</i>)	: 149 NT (Sesuai surat ukur no. 2138)
Bahan Dasar Konstruksi	: Baja
Tempat pembuatan (<i>built at</i>)	: <i>Murakami Hide</i> Shipyard, Jepang
Tahun pembuatan (<i>year of built</i>)	: 1988
Jumlah Tangki Muat (<i>Number of tanks</i>):	4 Ps, 4 Sb
Jumlah Sekat melintang (<i>tranverse bulkhead</i>)	: 8
Pemilik (<i>Owner</i>)	: PT. Pelayaran Pasific Selatan
Pelabuhan pendaftaran	: Surabaya

I.1.2. Data Mesin, Sistem kelistrikan dan Sistem Propulsi

Mesin Utama (Main Engine)

Type	: Mesin Diesel
Merek / model	: Yanmar / MF 24-UT, 6 Cylinder dgn Turbocharger
Jumlah	: 1 Unit (Serie DL 12 44)
Daya (BHP)	: 800 Hp, 4 langkah kerja tunggal
RPM	: 420 Rpm
Turbocharger	: IHI - BBC, VTR 200

Mesin Bantu (Auxiliary Engine)

Tipe	: Mesin Diesel
Merek / Model	: Yanmar / 6 CHL - TN, 6 cylinder
Jumlah	: 1 Unit (Serie 0320)
Daya (BHP)	: 1x @100HP, 4 langkah kerja tunggal
Rpm	: 1800 Rpm

Generator Set

Type	: 3 Phases Brushless AC Gen. 60 Hz
Jumlah	: 2 Unit
Model	: TWY 25 C / TEW 3 28 D
Kapasitas/RPM	: 80KVA/1800Rpm & 60KVA/1200 Rpm
Volts	: 225 volts/60 Hz

Sistem Propulsi

Jenis Propulsi	: <i>Fix Pitch Propeller</i>
Jumlah	: 1 Unit

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI**MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. T.J. PERAK, SURABAYA****I.1.3. Surat-surat dan Sertifikat Kapal****Tabel I-1 Daftar surat-surat dan sertifikat MT. Kharisma Selatan**

No	NAMA SURAT (PENANDA TANGAN)	No. Surat	TANGGAL DI KELUARKAN	BERLAKU SAMPAI
1.	Pengoperasian Kapal Trampoer (Ditlala-Kasubdit Angkutan Laut Dalam Negeri)	AT 551/231/3/84/07	Jakarta, 29 oktober 2007	-
2.	Dok Kesesuaian Manajemen Keselamatan / DOC	019/IV/DOC-DKP/2006	Jakarta, 27 Februari 2006	07 Februari 2010
3.	Sertifikat Manajemen Keselamatan Sementara / SMC	0189-SMC/D1-S SB/2007	Jakarta, 8 November 2007	07 April 2008
4.	Surat Ukur Internasional (Ka.Bid. Laik Laut. Adpel Tj. Perak)	PK.671/26/2/DK.07	Surabaya, 24 Agustus 2007	-
5.	Surat Laut (Dir.Kappel)	No. PK.674/337/SL-PM/DK-07	Jakarta, 10 September 2007	-
6.	Sertifikat Keselamatan Kapal (PH. DirKappel)	No.: PK.650/516/KES-PM/DK-07	Jakarta, 26 Oktober 2007	29 Agustus 2008
7.	Surat Keterangan susunan perwira dek dan mesin	PK.683/576/XII/AD.SBA 2007	Surabaya, 14 Desember 2007	-
8.	Sertifikat Keselamatan Telepon Radio Kapal Barang	PK.651/163/GMDSS-PM/DK-07	Jakarta, 26 Oktober 2007	4 April 2008
9.	Sertifikat Internasional, Pencegahan Pencemaran Oleh minyak (termasuk suplemen)	PK.691/474/IOPP/DK-07	Jakarta, 05 November 2007	-
10.	Sertifikat Manajemen Keselamatan Sementara (PT. BKI Surabaya)	0189 - SMC/D1-S SB/2007	Surabaya, 08 November 2007	07 April 2008
11.	Setifikat Keselamatan	PK.650/516/KES-PM/DK-07	Jakarta, 26 Oktober 2007	29 Agustus 2007
12.	Sertipikat Pengangkutan Minyak Bumi (Kabid. Kelaiklautan Adpel Tj.Perak)	PK.650/651/12/AD.SBA.2007	17 Desember 2007	16 Juni 2008
13.	Surat Ijin Berlayar	-	-	-
14.	Surat Keterangan Telah Dilaksanakan Survey (PT. BKI Surabaya)	B.0597/SK/SB/KI-2007	Surabaya, 03 Oktober 2007	-
15.	Kesimpulan Hasil Inspeksi (PT. BKI Surabaya)	0144-SB/IP/2007	Surabaya, 30 Agustus 2007	-
16.	Laporan Survey	1052-SB/B1/2007-E	Surabaya 24 Agustus 2007	-
17.	Laporan Dock (PT. Perikanan Nusantara)	33/PN.Sb/D/VII/2007	Surabaya, 30 Agustus 2007	-
18.	Laporan surveyor (PT. Insurindo Inter Sevice)	-	17 Desember 2007	-
19.	Berita Acara Pergantian Bendera (Kedubes RI Bidang Perhubungan)	059/PHB/N/I/VII/07	17 Juli 2007	-
20.	Pendaftaran Kapal	3484	Surabaya, 29 Agustus 2007	-
21.	Surat Ijin berLayar Selama 3 Bulan (kabid Kelaiklautan Kapal)	PK.673/687/VIII/AD.SBA-2007	Surabaya, 15 Agustus 2007	14 November 2007
22.	Builder certificate	-	Japan, 05 Juli 2007	-

I.2. AWAK KAPAL

Dari hasil wawancara dan pencarian dokumen ditemukan data, jumlah Awak kapal di MT. Kharisma Selatan adalah 11 orang, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel I-2 Data Awak Kapal Yang Ikut di MT. Kharisma Selatan

No.	Posisi	Ijazah / Sertifikat	Tahun dikeluarkan
1.	<i>Nakhoda</i>	ANT IV	-
2.	<i>Mualim I</i>	ANT IV	-
3.	<i>Mualim II</i>	ANT V	-
4.	<i>KKM</i>	ATT V	-
5.	<i>Masinis I</i>	ATT IV	-
6.	<i>Masinis II</i>	ATT IV	-
7.	<i>Juru mudi</i>	ANT D	-
8.	<i>Juru mudi</i>	ANT D	-
9.	<i>Juru minyak</i>	ANT D	-
10.	<i>Juru minyak</i>	ATT D	-
11.	<i>Koki</i>	ATT D	-

I.3. DATA KAPASITAS TANGKI-TANGKI DAN DATA MUATAN TERISI

Berdasarkan Surat Ukur Internasional yang dikeluarkan oleh Ditjen Hubla, C.q Kabid. Kelaiklautan, Administrator Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya dengan didasarkan pada hasil pemeriksaan terakhir tertanggal 14 Agustus 2007, berikut adalah data-data kapasitas tangki yang terdapat di MT. Kharisma Selatan :

Tabel I-3 Data kapasitas tangki untuk pengukuran Gross Tonnage

No	Nama Tangki	Posisi	Panjang (m)	Kapasitas (m ³)
1.	<i>Bawah Geladak</i>	<i>Ap-Fp</i>	45.2	880.34
2.	<i>ForeCastle</i>	<i>Fr. 72 - Fore</i>	5.3	33.55
3.	<i>Poop</i>	<i>Fr. -2 - 22</i>	12.15	151.03
4.	<i>2nd Tier Deck House</i>	<i>Fr. 3 - 18</i>	7.95	83.26
5.	<i>3rd Tier Deck House</i>	<i>Fr. 11 - 18</i>	3.60	34.85
6.	<i>Funnel</i>	<i>Fr. 6 - 9</i>	1.45	3.76

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

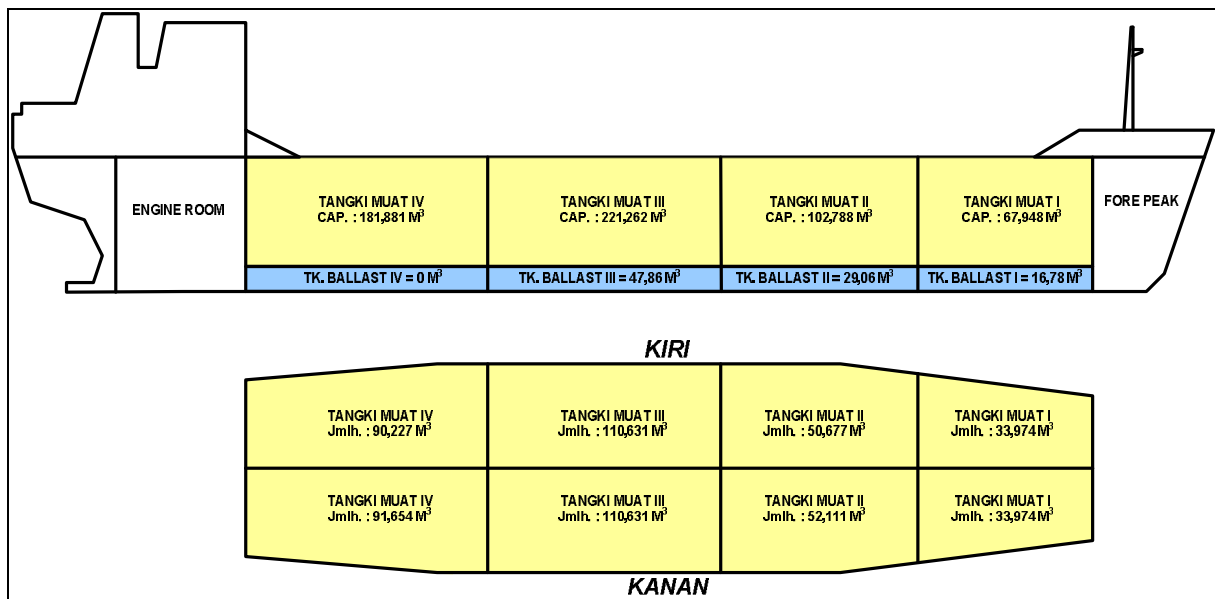
MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. T.J. PERAK, SURABAYA

No	Nama Tangki	Posisi	Panjang (m)	Kapasitas (m ³)
7.	Trunk	Fr. 22 - 72	27.50	16.49

Sedangkan data kapasitas tangki muat berdasarkan Sertipikat Pengangkutan Minyak Bumi No.: PK.650/651/12/AD.SBA.2007 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel I-4 Data kapasitas tangki untuk pengukuran NetTonnage

No	Nama Tangki	Posisi	Panjang (m)	Kapasitas (m ³)
1.	No. 1 Cargo Oil Tank	Fr. 64 - 72	4.4	66.75
2.	No. 2 Cargo Oil Tank	Fr. 55 - 64	4.95	102.33
3.	No. 3 Cargo Oil Tank	Fr. 37 - 55	9.9	217.53
4.	No. 4 Cargo Oil Tank	Fr. 22 - 37	8.25	83.26
5.	Trunk	Fr. 22 - 72	27.50	16.49



Gambar I-2 Kapasitas masing-masing tangki muat MT. Kharisma Selatan

I.4. KRONOLOGIS KEJADIAN

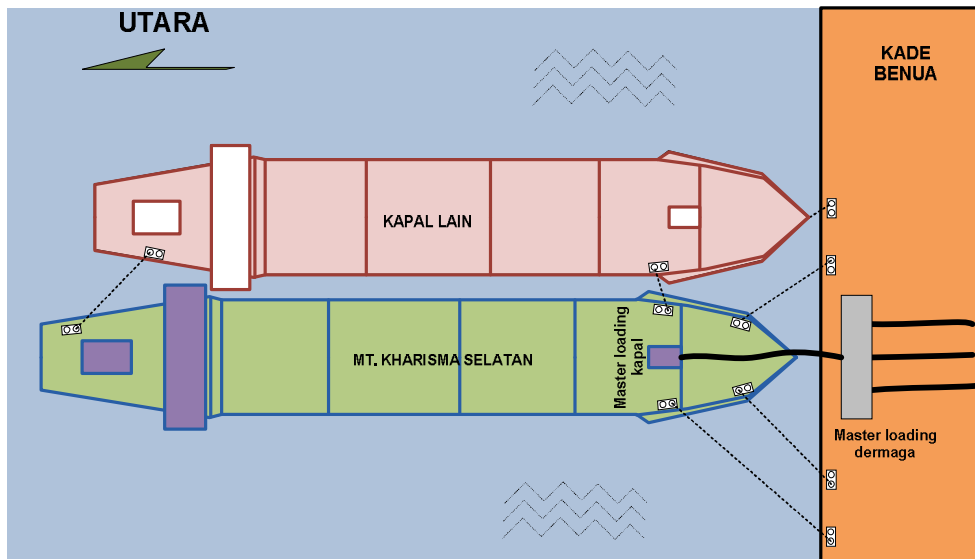
Pada tanggal 17 Desember 2007 pukul 15.00 WIB, MT. Kharisma Selatan yang disewa oleh PT. Bunker Service Indonesia (BSI) melakukan pemuatan minyak jenis MFO (*Marine Fuel Oil*) di KADE Benua (dermaga pengisian) milik PT. Pertamina (Persero) di daerah dermaga Mirah, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya. Muatan ini rencananya akan dikirim ke Kumai, Kalimantan Tengah. Berdasarkan bukti pengeluaran minyak dari PT. Pertamina, Jumlah muatan yang dikirim adalah sebesar 500 KL. Menurut keterangan awak kapal, sebelum dilakukan pengisian di Kade PT. Pertamina, tangki 4 (kiri-

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

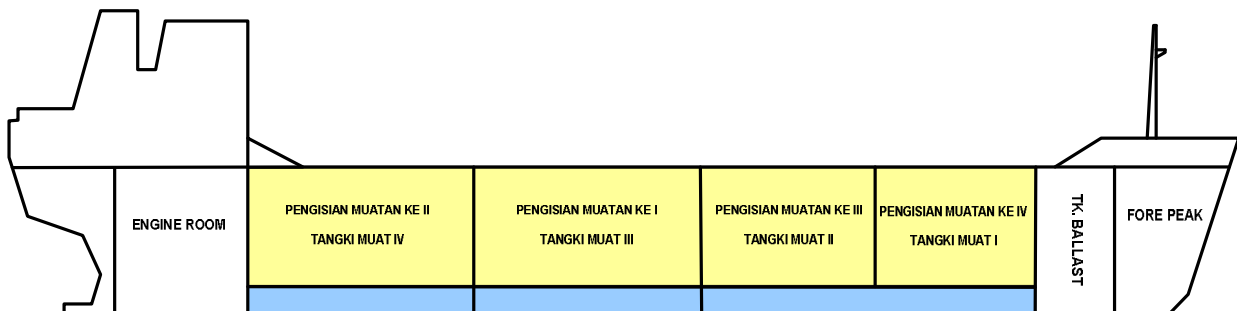
kanan) telah terisi muatan yang sama sebesar 6 KL yang berasal dari MT. Harmoni I. Sehingga total muatan yang dibawa adalah 506 KL. Proses pengisian ini juga diawasi oleh salah satu awak kapal (Mualim I) yang mengawasi flowmeter di dermaga.

Posisi kapal ketika melakukan pengisian adalah tegak lurus dengan dermaga dan dalam keadaan sandar dengan kapal lain, seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar I-3 Posisi sandar kapal ketika pengisian

Berdasarkan keterangan dari mualim I, urutan pengisian dilakukan mulai tangki III, kemudian tangki, IV, Tangki II dan terakhir Tangki I seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar I-4 Urutan Pengisian muatan

Proses pengisian muatan ini selesai pada pukul 22.00 WIB. Selanjutnya surveyor muatan yang didampingi pemilik muatan dan mualim I melakukan pemeriksaan jumlah muatan terkirim pada masing-masing tangki muat dengan menggunakan *sounding tape*. Berdasarkan pengamatan oleh awak kapal terhadap *flow meter*, jumlah muatan terkirim adalah sebesar 500 KL.

Berdasarkan data *time sheet* muatan yang dikeluarkan oleh pihak surveyor pemuatan, untuk *shore figure* adalah sebesar 461.291 *Metric ton*. Kemudian setelah ditransfer ke kapal dan dilakukan pengecekan dengan *sounding tape* diketahui jumlah total termuat adalah 459.494 *metric ton* (sebesar 505 KL). Rincian untuk masing-masing muatan yang termuat di

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

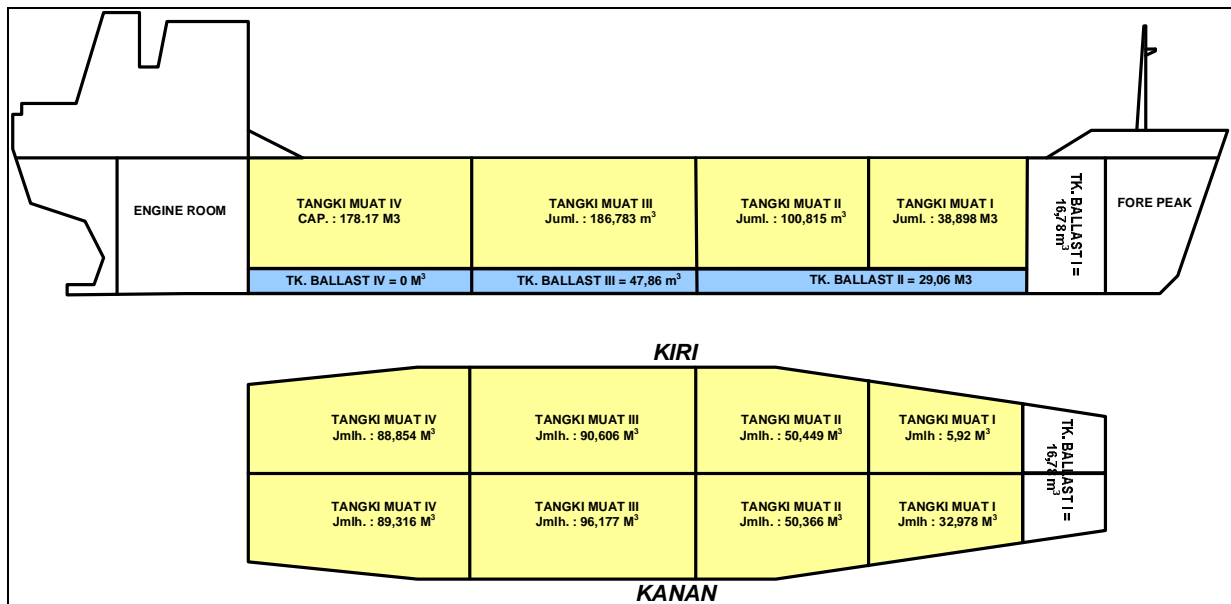
MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. T.J. PERAK, SURABAYA

tangki muat dengan dibandingkan kapasitas tangki muat dapat terlihat pada tabel berikut:

Tabel I-5 Manifes dan data muatan (Berdasarkan pada laporan pemeriksaan muatan oleh PT. Insurindo Inter Service)

Tank No	Ullage/Sounding (m)	Ullage Correction	Temp (°C)	Total Observed Volume (m ³)	Free Water Dip	Free Water Volume	Gross Observed Volume (m ³)	VCF ASTM Tab-54	Gross Std Volume @ 15 C (m ³)
1P	0,604	Nil	30	5,92	Empty	Nil	5,92	0,98947	5,858
1S	2,953	Nil	30	32,978	Empty	Nil	32,978	0,98947	5,858
2P	2,764	Nil	30	50,449	Empty	Nil	50,449	0,98947	5,858
2S	2,918	Nil	30	50,366	Empty	Nil	50,366	0,98947	5,858
3P	2,330	Nil	30	90,606	Empty	Nil	90,606	0,98947	5,858
3S	2,462	Nil	30	96,177	Empty	Nil	96,177	0,98947	5,858
4P	2,853	Nil	30	88,854	Empty	Nil	88,854	0,98947	5,858
4S	2,812	Nil	30	89,316	Empty	Nil	89,316	0,98947	5,858

Distribusi muatan untuk masing-masing tangki adalah sebagai berikut :



Gambar I-5 Distribusi muatan untuk masing-masing tangki muat

Selanjutnya seluruh *manhole* (lubang orang) berikut kran-kran pipa muat di masing-masing tangki muat dilakukan penyegelan.

Dari keterangan awak kapal dan laporan hasil survey muatan, kondisi sarat kapal setelah selesai dilakukan pemuatan adalah sebesar:

sarat depan (Th) = 3,2 m,

sarat belakang (Tb) = 3,6 m.

Berdasarkan hasil interview dengan KKM dan Mualim I diketahui bahwa tangki ballast I-III dalam kondisi terisi. Sedangkan jumlah consumables kapal (bahan bakar, air tawar, minyak pelumas) adalah sebagai berikut :

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

Tabel I-6 Data tangki Consumables

No	Jenis	Density (Ton/M3)	Jumlah (M3)	Berat (Ton)
1	BBM (HSD)			
	FUEL HSD			14
	DAILY TANK	0,9	0,75	0,675
2	FW	1	24	24
3	LUB	0,9	350	0,315
4	TANGKI BALLAST			
	TANGKI BALLAST. I	1,025	16,78	17,200
	TANGKI BALLAST. II	1,025	29,06	29,787
	TANGKI BALLAST. III	1,025	47,86	49,057
	TANGKI BALLAST. IV	1,025	0	0
			JUMLAH	135,0325

Kemudian pada tanggal 18 Desember pukul 00.00 WIB, Nakhoda memerintahkan KKM untuk menyalakan mesin induk dan melakukan persiapan manuver kapal.

Selanjutnya pada pukul 01.00 WIB, semua kru sudah berada di atas kapal dan kemudian nakhoda memerintahkan Mualim I untuk lepas tali.

Pada pukul 01.30 WIB, nakhoda melakukan manuver mundur dengan kecepatan pelan sekali (*dead slow*). Kondisi kapal pada saat ini masih dalam keadaan tegak.



Gambar I-6 Sketsa kronologi kejadian

Pada pukul 01.45 WIB, Setelah kapal mencapai jarak ± 100 m (lihat gambar), kapal tiba-tiba miring kanan hingga 20° . Melihat kondisi ini,

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

nakhoda berusaha melakukan manuver maju tetapi kondisi tidak memungkinkan. Nakhoda menyatakan kondisi darurat dan memerintahkan para awak kapal untuk bersiap-siap melakukan evakuasi. Pada saat yang bersamaan, datang kapal Lumba VII. Semua awak kapal yang telah berkumpul di bagian buritan kiri segera dievakuasi ke kapal tersebut. Kemiringan kapal telah mencapai 30° . Nakhoda dan KKM yang masih berada di Anjungan menelepon tower kepanduan untuk meminta bantuan tugboat.

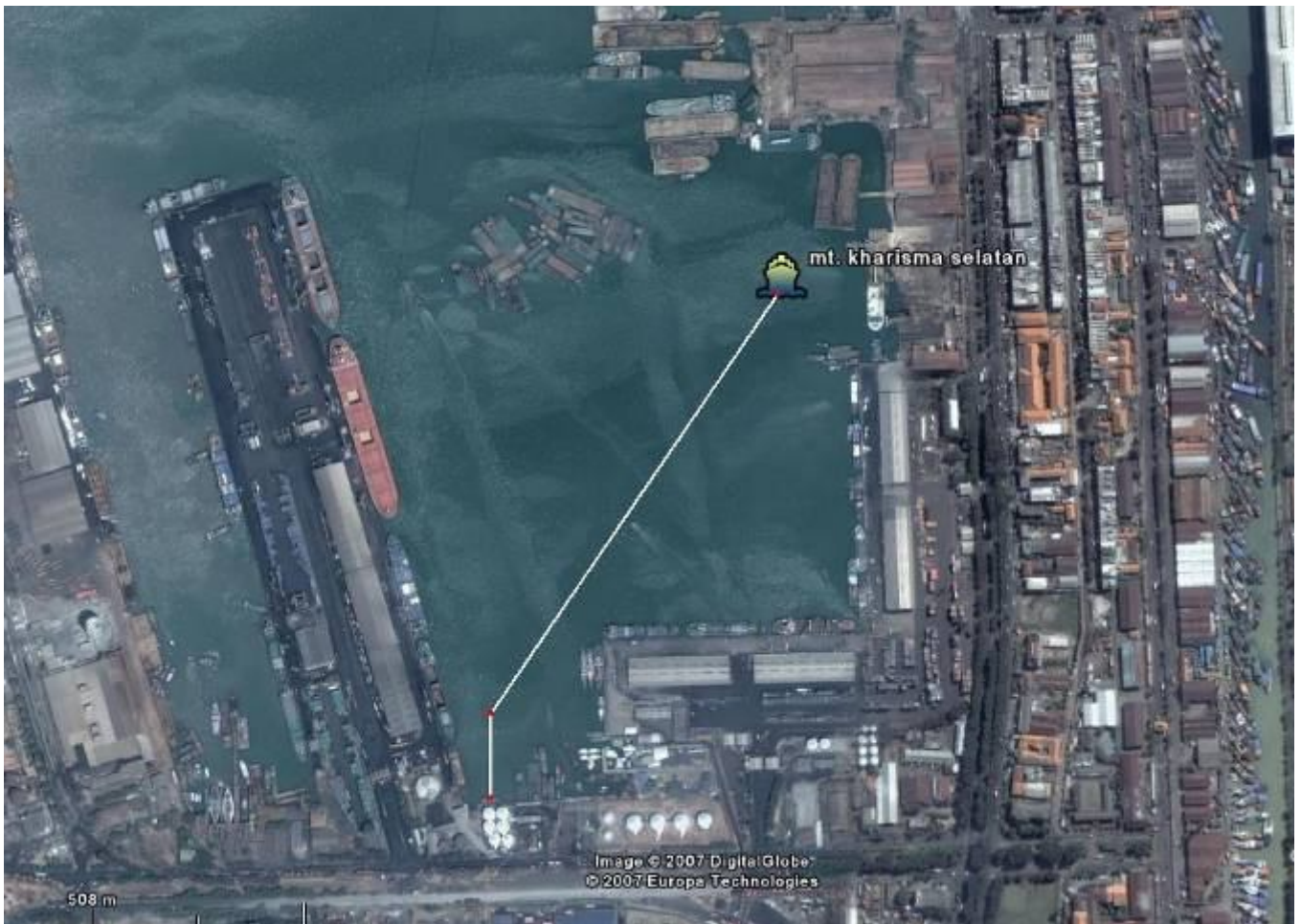
Pada pukul 02.00 WIB, TB. Jayeng Rono bersama pandu 99 datang ke lokasi kejadian. Kondisi kapal pada saat itu telah miring hingga $\pm 45^{\circ}$ dan bagian haluan sudah tercelup air. Seluruh awak kapal berikut Nakhoda MT. Kharisma Selatan kemudian dievakuasi kapal Lumba VII ke TB. Jayeng Rono. Nakhoda meminta Pandu dan Nakhoda TB. Jayeng rono untuk dapat menyandarkan kapal ke Kade terdekat. Namun pandu menyatakan bahwa kondisi kapal sudah tidak mungkin lagi untuk didorong. Kemudian berdasarkan instruksi pandu kapal mulai ditarik untuk evakuasi kapal. Posisi penarikan kapal adalah pada bollard bagian buritan kiri.

Oleh pandu, penarikan diarahkan ke daerah dermaga mirah dengan pertimbangan menyelamatkan alur pelayaran. TB. Jayeng rono (berkekuatan $2 \times @ 750 \text{ Hp}$) berhasil menarik kapal hingga sejauh $\pm 500 \text{ m}$ dari posisi kapal semula.

Upaya penarikan kapal ini berlangsung hingga 45 menit. Nakhoda TB. Jayeng rono kemudian menyatakan kapal tidak dapat ditarik lagi. Tali tunda kemudian dilepaskan.

Kemiringan kapal terus bertambah dan tenggelam secara perlahan, dan pada pukul 02.45 WIB, kapal terbalik hingga tampak bagian lunas.

I.5. LOKASI KEJADIAN



Gambar I-7 Peta Lokasi Terbaliknya MT. Kharisma Selatan

MT. Kharisma Selatan terbalik pada tanggal 18 Desember 2007, pukul 02.45 WIB di Dermaga Mirah, pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, pada koordinat $7^{\circ}12' 11.80''$ LS dan $112^{\circ}43' 52.00''$ BT.

I.6. PROSES EVAKUASI DAN PENANGANAN TUMPAHAN MUATAN MINYAK

Petugas jaga KPLP yang datang dan awak kapal segera melakukan upaya-upaya penanganan untuk mengantisipasi adanya tumpahan minyak dengan memasang Oil boom hingga 3 lapis (dari kapal, KPLP, PT. Pertamina) dan pada 3 hari berikutnya dipasang 3 unit *oil skimmer* (untuk memisahkan air dan minyak) yang didatangkan dari pihak PT. Pertamina dan perusahaan swasta.



Gambar I-8 Pemasangan oil skimmer di sekitar lokasi kejadian

Proses evakuasi muatan dilakukan oleh pihak pemilik kapal dengan mendatangkan tim Salvage. Tahap pertama evakuasi adalah berusaha menegakkan kapal dengan cara memompa muatan minyak di tangki muat dengan dibantu 3 unit crane apung (*Crane Surabaya Raya, Crane Balikpapan Raya, Crane Nabire Raya*).



Gambar I-9 penggunaan crane apung untuk menahan posisi kapal

Pada saat kapal masih tertelungkup, belum terdapat tumpahan muatan. Namun ketika kapal mulai ditegakkan, tumpahan minyak muncul dan menyebar disekitar lokasi. Diperkirakan tumpahan muatan ini berasal dari pipa hawa yang memang tidak dalam kondisi tertutup.

Meskipun telah dipasang oil boom, tumpahan minyak kemudian menyebar ke kolam dermaga Mirah. Untuk mengatasi hal ini, dari pemilik kapal

dilakukan penyemprotan dengan dispersant sehingga minyak dapat dinetralkan.



Gambar I-10 Jenis Dispersant yang digunakan



Gambar I-11 Penyemprotan tumpahan minyak dengan dispersant

Jenis dispersant yang digunakan adalah Type ARMI - OD 661/ *Oil Spill dispersant*. Berdasarkan hasil interview, untuk menangani tumpahan minyak yang terjadi, dispersant yang telah digunakan adalah sebanyak 250 drum.

I.7. KERUGIAN DAN KERUSAKAN

Pada tanggal 2 Januari 2008 pukul 23.00 WIB, kapal dapat diapungkan. Dari hasil pemeriksaan fisik, kapal mengalami kerusakan pada beberapa bagian konstruksi bangunan atas, kerusakan pada seluruh sistem permesinan, dan kelistrikan.

II. ANALISIS

II.1. SEJARAH KAPAL

MT. Kharisma Selatan menurut surat keterangan tentang hasil terjemahan sertifikat pembangun (*builder's certificate*) adalah kapal tangker buatan galangan Murakami Hide Shipyard-Jepang pada tahun 1988. berdasarkan *Vessel's Registration Certificate*, kapal mengalami beberapa kali konversi sehingga terjadi peningkatan kapasitas ruangan antara lain:

Tabel II-1 Daftar riwayat perubahan volume ruangan MT. Kharisma Selatan

RUANGAN	18 Juli 1988	24 April 1998	6 April 2004
	Pembuatan	Konversi I	Konversi II
Gross Tonnase (Ton)	199	199	200
Total Capacity Of Closed Spaces (m ³)	1249,112	1260,743	1269,685
Capacity of Upper Upper deck (m ³)	363,319	374,950	383,892
Capacity of Forecastle (m ³)	34,260	34,260	34,854
Capacity of Other Spaces (m ³)	21,503	33,134	41,108
Capacity of Deducted Capacity (m ³)	38,326	49,573	57,547
Capacity of Deck House (m ³)	38,326	37,942	37,942
Capacity of Other Spaces (m ³)	-	11,631	19,605

Pada bulan Juli 2007, MT. Kharisma Selatan kemudian dibeli oleh PT. Pelayaran Pasific Selatan. MT. Kharisma Selatan terakhir kali melakukan pengedokan pada bulan Agustus 2007 di Surabaya.

Berdasarkan sertifikat yang dikeluarkan oleh JG Class (*Japanese Government Class*), batasan wilayah perairan untuk operasi kapal adalah **smooth water area**.

Ketika kapal akan berangkat menuju Pelabuhan Kumai, status klasifikasi kapal adalah **dalam tahap proses penerimaan klas**, berdasarkan surat keterangan dari PT. Biro Klasifikasi Indonesia No. B.0597/SK/SB/KI-2007 MT. Kharisma Selatan juga belum mempunyai sertifikat lambung timbul.

Dalam kejadian ini, MT. Kharisma Selatan dalam pelayaran perdana.

II.2. KONDISI SEBELUM TENGGELAM

II.2.1. Prosedur dan Kondisi Pemuatan

Sertifikat garis muat adalah sertifikat yang dikeluarkan bagi kapal bertujuan untuk menentukan batas garis air pemuatan maksimum kapal. Untuk kasus tenggelamnya MT. Kharisma Selatan ini, tidak terdapat tanda lambung timbul sesuai dengan bendera kapal berikut sertifikat lambung timbul yang masih dalam tahap pemeriksaan. Kondisi ini menyebabkan

tidak adanya acuan garis muat bagi awak kapal untuk proses pemuatan kapal.

Dari hasil investigasi diketahui bahwa di atas kapal tidak terdapat buku petunjuk/manual/prosedur operasi kapal. Sedangkan data gambar dan data perhitungan kapal lainnya (termasuk manual perhitungan stabilitas kapal), masih tertulis dalam bahasa Jepang. Hal ini menyebabkan awak kapal tidak mampu untuk melakukan sistem operasi kapal secara benar.

Muatan yang dibawa adalah Marine fuel oil (MFO) yang mempunyai berat jenis $0,9357 \text{ ton/m}^3$. Jumlah total muatan yang dibawa 500 KL (467,85 ton).

II.2.2. Kondisi Draft Kapal Setelah Pemuatan

Untuk membuktikan kondisi draft kapal setelah pemuatan dilakukan perhitungan teoritis dengan didasarkan pada data-data temuan di lapangan dan hasil interview terhadap para saksi.

Perhitungan ini juga memasukkan kondisi hasil temuan di lapangan. Ketika kapal telah terapung, pada bagian haluan ditemukan adanya kebocoran yang tepatnya pada bagian sarat $T = \pm 2.8 \text{ m}$ seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar II-1 air keluar dari kebocoran pada lambung bagian haluan kapal

Akibat kebocoran ini kondisi tangki haluan dipenuhi air. Hal ini juga dimasukkan sebagai salah satu parameter dalam perhitungan draft kapal. Dengan asumsi besar lubang bocor adalah 2 cm (0,02 m) dengan kondisi lubang terbenam sedalam 40 cm (0,4 m) dan lama kapal terendam adalah 3,5 jam (dari jam 22.00 sampai dengan 01.30). Dengan demikian dapat diperkirakan jumlah total volume air yang masuk ke dalam ceruk haluan telah sama dengan sarat kapal ketika tenggelam.

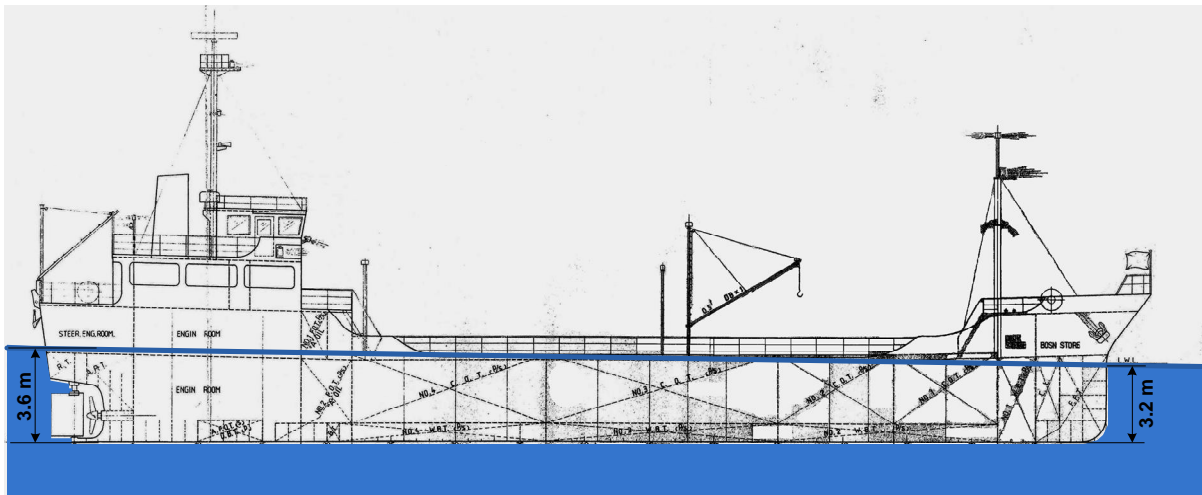
Untuk menentukan draft kapal setelah pemuatan, Parameter yang digunakan dalam perhitungan ini adalah data kapal yang berupa kondisi bobot mati kapal (*Deadweight ton/DWT*) dan bobot kapal ringan (*Lightweight ton/LWT*). Komponen bobot mati kapal berupa berat muatan kapal, berat consumable (bahan bakar, air tawar, minyak pelumas) dan berat kru berikut logistiknya. Sedangkan berat kapal ringan adalah seluruh berat konstruksi kapal kosong berikut instalasi-instalasi yang ada di dalamnya. Perhitungan draft kapal setelah pemuatan selengkapnya dapat

dilihat dalam lampiran perhitungan yang terdapat pada bagian akhir laporan ini.

Dari hasil perhitungan draft kapal setelah pemuatan, diketahui besarnya draft rata-rata kapal adalah **3,411 m**. Jika dibandingkan dengan data hasil pemeriksaan muatan, hal ini sesuai.

Jika dibandingkan dengan data desain kapal, akibat dari pemuatan, kapal telah melewati batas sarat maksimum yaitu sebesar 3,3 m (selisih sarat 0,111m/11,1cm). Dengan memperhatikan grafik pada capacity plan untuk data perhitungan TPC (*ton per centimeter immersion*) pada sarat 3,4 m, kapal telah membawa muatan lebih sebesar **32,58 ton**.

Dari hasil simulasi gambar dengan metode memasang kondisi sarat haluan (3,2 m) dan buritan (3,6 m), diketahui bahwa geladak utama pada tangki muat no. 4 telah terendam dalam air.



Gambar II-2 kondisi draft kapal setelah pemuatan

Adanya air di atas geladak ini menyebabkan kapal mendapatkan penambahan berat.

II.2.3. Sikap Manuver Kapal Setelah Proses Pemuatan

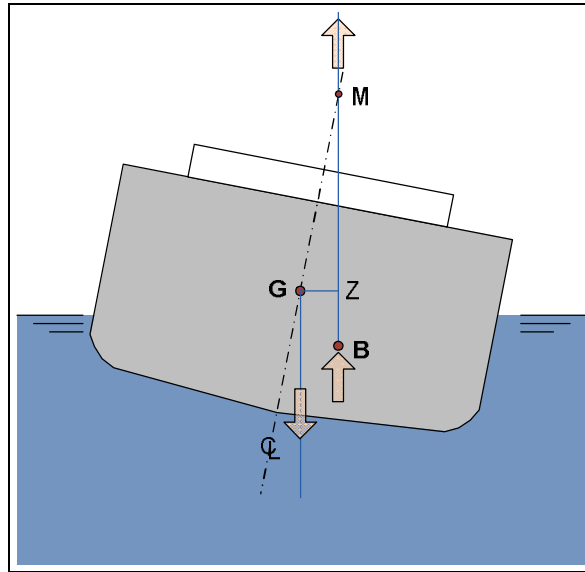
Ketika kapal akan berangkat, berdasarkan hasil wawancara dengan nakhoda dan KKM, kapal melakukan manuver mundur dengan kecepatan pelan sekali (*dead slow*). Jarak yang ditempuh untuk manuver mundur ini adalah sebesar ± 100 m.

II.3. FAKTOR KONTRIBUSI UNTUK MIRING DAN REBAHNYA KAPAL

II.3.1. Stabilitas awal

Secara umum, peristiwa terbaliknya kapal disebabkan oleh adanya gangguan pada stabilitas kapal. kondisi stabilitas kapal ditunjukkan dengan posisi 3 titik utama pada kapal, yaitu titik B (*bouyancy*= titik apung kapal), titik G (*gravity*= titik berat kapal), dan titik M (*metacentra*= titik perpotongan antara dua garis yaitu yang melalui pusat grafitasi ketika kapal mengalami kemiringan dan garis yang melalui titik pusat *bouyancy* mula-mula)

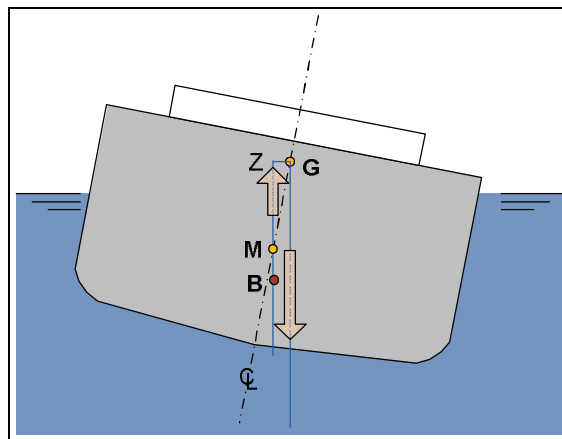
Kapal dikatakan stabil jika titik G masih berada di bawah titik M, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar II-3 Kondisi Stabilitas Positif

Pada stabilitas positif, resultan gaya yang terjadi akan menghasilkan momen pengembali yang dapat mengembalikan kapal ke posisi semula.

Sedangkan kapal dikatakan tidak stabil/stabilitas negatif adalah jika titik G berada di atas titik M. Kondisi ini mengakibatkan hilangnya energi pengembali kapal untuk mengembalikan kapal pada posisi semula.



Gambar II-4 Kondisi stabilitas negatif

II.3.2. Lengan dan Momen Pengembali

Kriteria lain untuk menentukan stabilitas kapal adalah perubahan lengan (GZ) dan momen Pengembalnya ($GZ \cdot \Delta$). Lengan GZ merupakan panjang perpindahan titik berat kapal yang berubah akibat kemiringan kapal (dari titik G ke G'). Sedangkan besarnya momen pengembali/*uprighting moment* yang berguna untuk mengembalikan kapal ke posisi semula, didapat dengan mengalikan panjang lengan (GZ) dengan besar displasemen kapal.

II.3.3. Efek Putaran Baling-Baling

MT. Kharisma Selatan merupakan kapal dengan baling-baling tunggal. Arah putaran baling-baling kapal untuk gerak maju kapal adalah searah jarum jam. Resultan gaya yang dihasilkan oleh arah putaran memberikan pengaruh terhadap kemampuan manuver kapal. Dalam kondisi kemudi nol derajat dan arah putaran baling-baling searah jarum jam, untuk manuver kapal lurus, haluan kapal akan cenderung ke arah kiri.

II.4. PENYEBAB MIRINGNYA KAPAL

II.4.1. Distribusi Muatan

Dari hasil investigasi, diketahui muatan minyak yang ada tidak terdistribusi secara merata. Seperti yang terlihat pada tabel manifest muatan di Bab I. Perbedaan muatan yang paling mencolok adalah pada kondisi tangki muat 1

Tabel II-2 Perbandingan distribusi muatan pada masing-masing tangki muat

No	Nama Tangki	Data Muatan (m3)		Selisih Ton
		P	S	
1	No. 1 Cargo Oil Tank	5,92	32,978	25,353
2	No. 2 Cargo Oil Tank	50,449	50,366	-0,078
3	No. 3 Cargo Oil Tank	90,606	96,177	5,220
4	No. 4 Cargo Oil Tank	88,854	89,316	0,433

Pada tangki muat 1, selisih muatan antara tangki muat 1 kiri dan tangki muat 1 kanan adalah sebesar 25,355 ton. Begitu juga pada tangki muat 3, selisihnya sebesar 5,22 ton.

Jika dibandingkan dengan urutan pemuatan (Tk.III - TK.IV - TK.II - TK. I) , besar kemungkinan proses pengisian yang terjadi adalah tanpa perencanaan pemuatan dan kurangnya pemahaman sistem pipa pengisian muatan, sehingga selisih muatan di tangki muat no.1 kiri dengan tangki muat no.1 kanan menjadi besar .

Akibat distribusi muatan ini, dengan berdasarkan perhitungan teoritis, diketahui terjadi momen miring (*inclining moment*) sebesar 98,361 Ton.m (*lihat lampiran perhitungan lengan dan momen pengembali*). Momen ini dapat menyebabkan kapal langsung miring ke arah kanan (*starboard side*) sebesar 3.9511° . Pada kasus ini, kondisi sandar MT. Kharisma Selatan yang sedang tender dengan kapal lain yang berada di sebelah kiri kapal, (Gambar I-3) menyebabkan kapal masih dalam kondisi tegak hingga kapal akan berangkat.

Kapal baru dirasakan miring kanan setelah kapal melakukan manuver mundur.

II.4.2. Momen Penegak (Uprighting Moment) Vs Momen Miring (Inclining Moment)

Dari hasil perhitungan momen miring dan momen pengembali, diketahui bahwa kondisi distribusi muatan yang dijelaskan pada sub-bab di atas menyebabkan besar momen miring kapal menjadi lebih besar dibandingkan

dengan momen penegak kapal. Kondisi ini, secara teoritis akan dapat menyebabkan kapal tidak dapat kembali tegak dan kemudian rebah. Dari hasil perhitungan juga diketahui bahwa pada kondisi kapal miring 15° , momen miring (*inclining moment*) sudah jauh lebih besar dari pada momen pengembali (*uprighting moment*). Terjadinya peningkatan momen miring ini diakibatkan oleh adanya pengaruh dari permukaan bebas dari muatan cair yang dibawa.

Rincian perhitungan besar momen miring dan momen kembali dapat dilihat pada lampiran di akhir laporan ini.

II.4.3. Stabilitas awal Kapal

Dari hasil perhitungan untuk kasus MT. Kharisma Selatan, ini diketahui stabilitas kapal setelah proses pemuatan adalah dalam secara teoritis dalam kondisi **stabil**. Hal ini ditunjukkan dengan masih beradanya titik M (*metacentra*) di atas titik G (*gravity*).

III. TEMUAN

Sebuah kapal tanker tidak mungkin terbalik walaupun dimuati dalam kondisi tangki penuh karena kapal tanker telah didesain sedemikian rupa sehingga kemungkinan terbalik sangat kecil kecuali kondisi kandas, terbakar ataupun patah.

Dari analisis perhitungan stabilitas untuk kondisi stabilitas awal dengan berdasarkan data-data blueprint dari *builder* dan data muatan yang diberikan dari operator kapal, seharusnya kapal secara teoritis tidak dapat terbalik dikarenakan masih mempunyai sisa GM (jarak Gravity-Metacentrik) **positif**.

Kapal MT. Kharisma Selatan telah melakukan operasi **sebelum diterbitkannya sertipikat lambung timbul dan sertipikat biro klasifikasi**, sehingga awak kapal tidak mempunyai patokan seberapa dalam sarat maksimum dan seberapa banyak muatan yang dapat dimuat.

Pengisian muatan tidak direncanakan sebelumnya, sehingga pemuatan melebihi kapasitas. Hal ini dibuktikan dengan adanya air laut yang sudah sampai di atas dek.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis, dapat disimpulkan penyebab terjadinya kecelakaan laut terbaliknya MT. Kharisma Selatan di Dermaga Mirah, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya pada tanggal 18 Desember 2007 adalah sebagai berikut:

IV.1. MIRINGNYA KAPAL

Distribusi muatan yang tidak merata dari prosedur pemuatan MT. Kharisma Selatan pada kemungkinan besar menyebabkan kapal miring ke kanan hingga 4° . Tetapi hal ini tidak langsung dirasakan dikarenakan kapal sedang dalam posisi tender.

IV.2. TERBALIKNYA KAPAL

Terbaliknya kapal diakibatkan adanya kelebihan muatan sehingga kemiringan kapal tidak dapat dikembalikan karena momen penegak kapal (*uprighting moment*) yang ada lebih kecil dibandingkan dengan momen miring kapal (*inclining moment*).

IV.3. FAKTOR KONTRIBUSI

Tidak adanya acuan pemuatan dikarenakan MT. Kharisma Selatan telah beroperasi sebelum diterbitkannya sertipikat lambung timbul dan sertipikat biro klasifikasi.

V. REKOMENDASI

V.1. DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT

- a. Dalam proses pendaftaran kapal-kapal bekas dari luar negeri perlu memperhatikan tipe kapal sesuai dengan *builder certificate* dan atau *deletion certificate* dan salinan sertifikat keselamatan kapal dari negara asal terakhir.
- b. Sebelum proses pembelian kapal yang akan didaftarkan di Indonesia, seyogyanya terlebih dahulu harus mendapat izin dari direktur jenderal perhubungan laut berkaitan dengan konstruksi dan kegunaan kapal.
- c. Peningkatan Pengawasan terhadap penerapan ISM-Code untuk semua perusahaan pelayaran.
- d. Kapal seyogyanya tidak boleh beroperasi sebelum dibuatkan SMS (*safety management system*) terutama untuk kapal penumpang dan kapal tanker.
- e. Perlu diadakan pengecekan kembali terhadap ijin pengoperasian kapal dari perusahaan pelayaran yang telah mengoperasikan kapalnya sebelum terbitnya sertifikat kapal (Sertifikat keselamatan dan lambung timbul).

V.2. LOKASI PENDAFTARAN KAPAL

- a. Administrator pelabuhan sebagai pejabat pendaftar kapal, dalam proses pendaftaran kapal-kapal bekas dari luar negeri perlu memperhatikan tipe kapal sesuai dengan *builder certificate* dan atau *deletion certificate* dan salinan sertifikat keselamatan kapal dari negara asal terakhir.
- b. Setiap pendaftaran kapal yang berasal dari negara yang mempunyai tulisan dan bahasa asing, disarankan agar seluruh data dan dokumen harus diterjemahkan dalam bahasa yang dimengerti oleh setiap orang/pejabat yang berkepentingan.

V.3. BIRO KLASIFIKASI

- a. Dalam proses penerimaan dan penerbitan sertifikat klas kapal bukan bangunan baru, harus dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap kondisi fisik yang ada untuk dicocokkan dengan gambar/data kapal yang diajukan.
- b. Dalam pemeriksaan kapal, menekankan aspek keselamatan kapal utamanya untuk kapal yang mengalami modifikasi.

V.4. MANAJEMEN KESELAMATAN PERUSAHAAN PELAYARAN

Memperhatikan ketentuan dan aturan keselamatan pelayaran seperti halnya tidak mengoperasikan/memuati kapal yang belum memiliki sertifikat lengkap (khususnya sertifikat garis muat).

V.5. MANAJEMEN/OPERATOR KAPAL TANKER

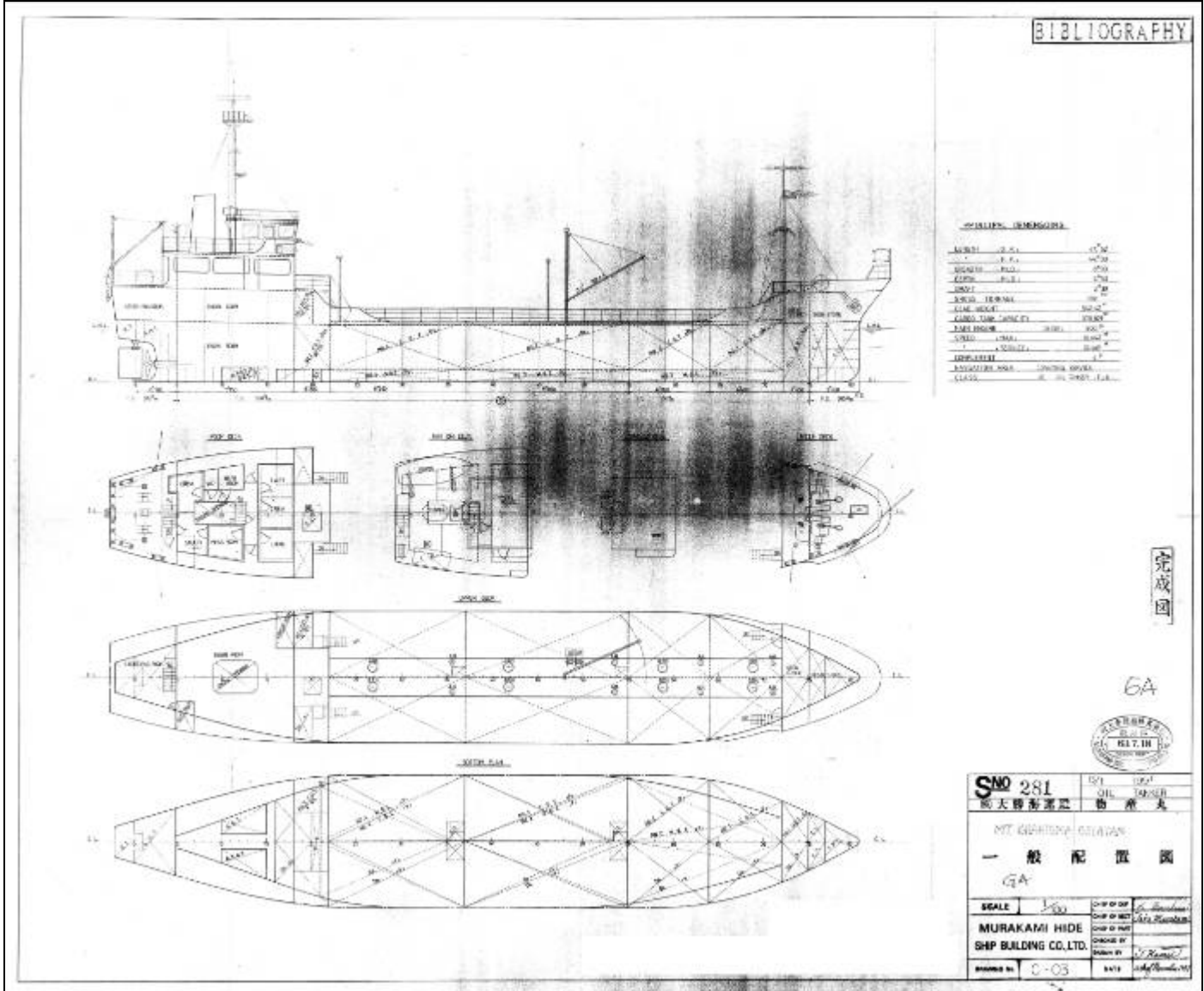
- a. Meningkatkan pemahaman dan implementasi ISM Code bagi awak kapal.
- b. Mengembangkan kualitas perawatan kapal (*Planned maintenance system*).

V.6. AWAK KAPAL TANGKER

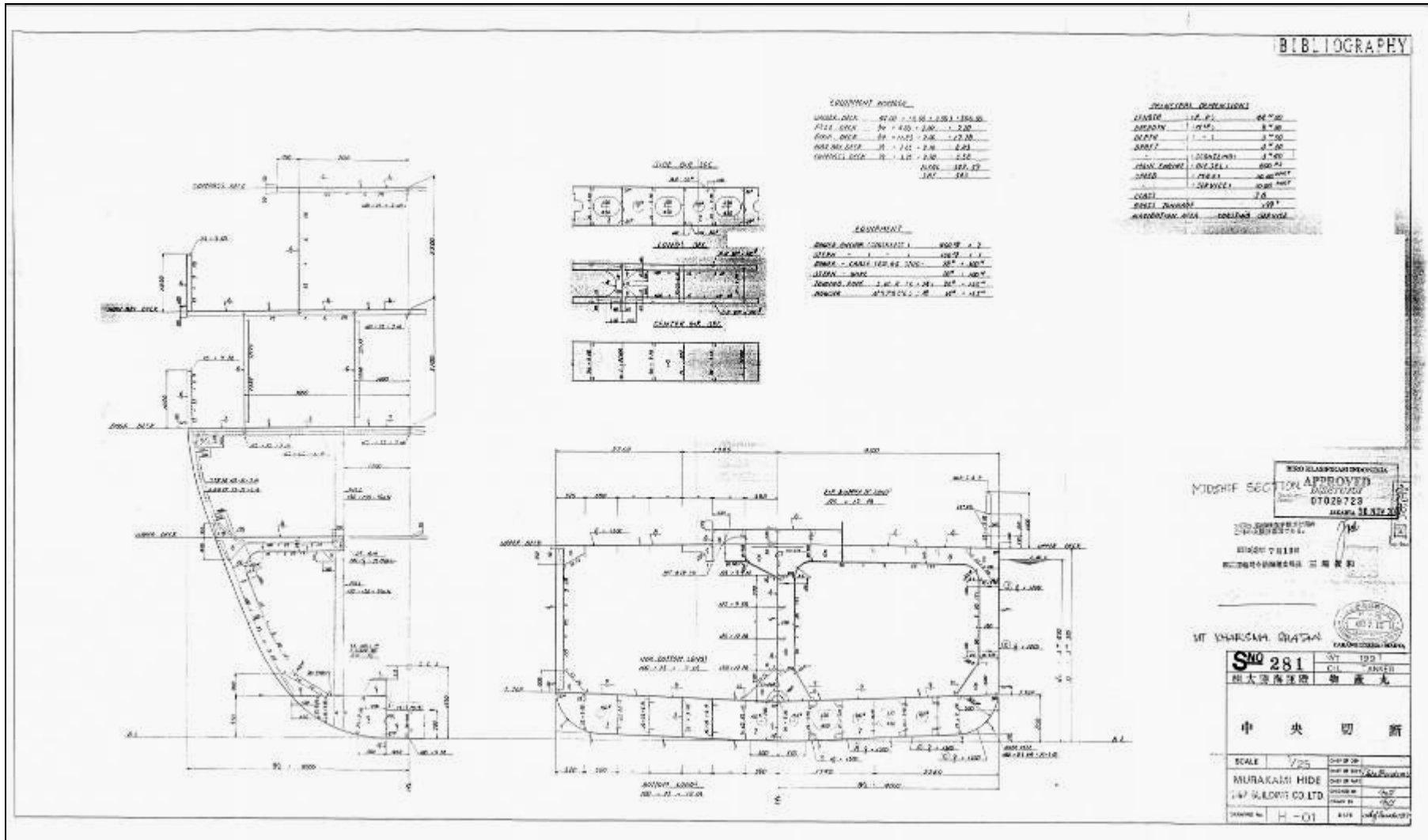
- a. Setiap awak kapal harus familiar dengan seluruh kondisi dan sistem operasi kapal.
- b. Pendidikan dan pelatihan awak kapal harus ditingkatkan dan diawasi terutama dalam aspek keselamatan.

LAMPIRAN

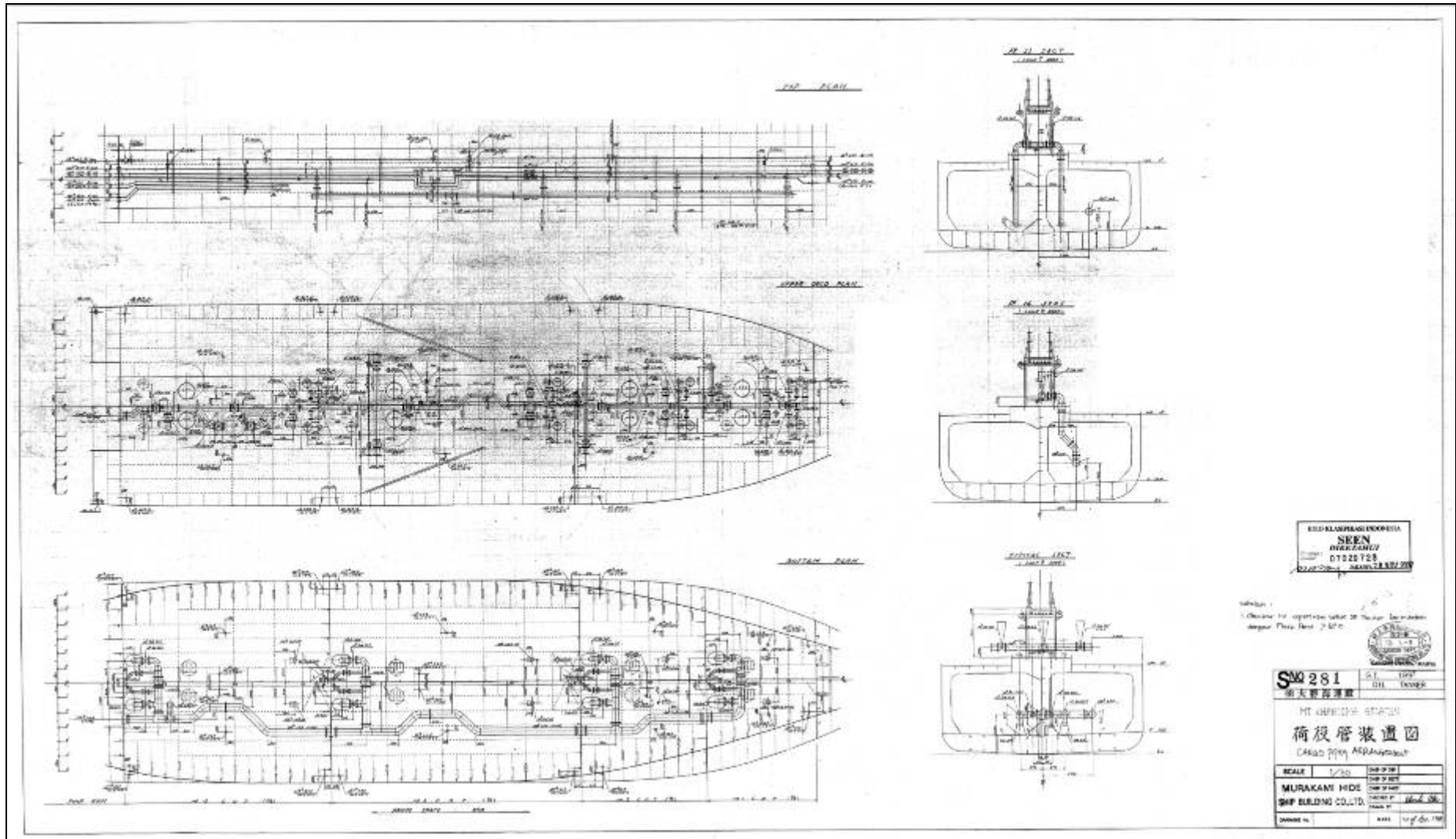
GAMBAR RENCANA UMUM



PENAMPANG MELINTANG KAPAL



SISTEM PERPIPAAN KAPAL



GAMBAR RENCANA TANGKI

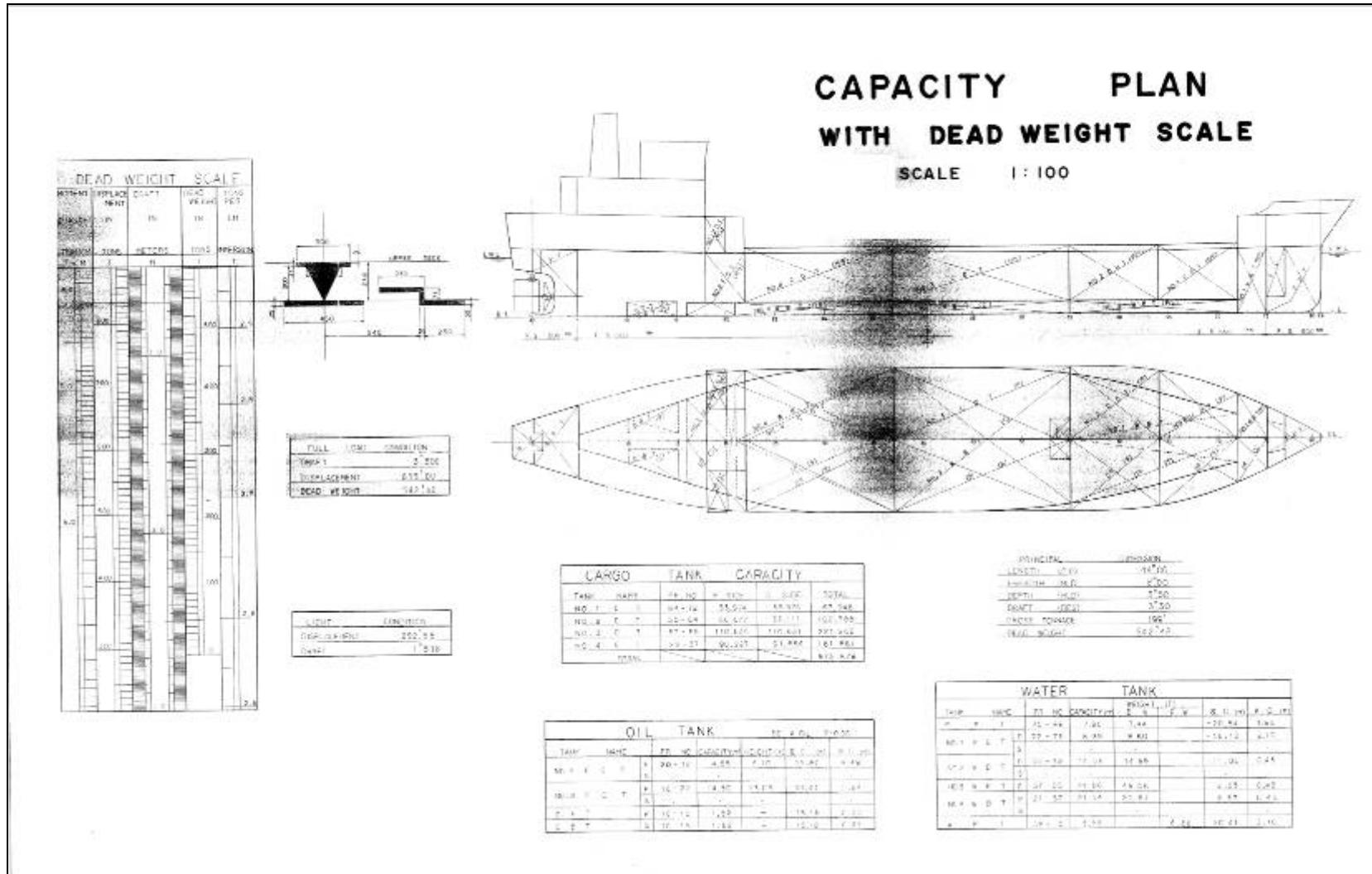
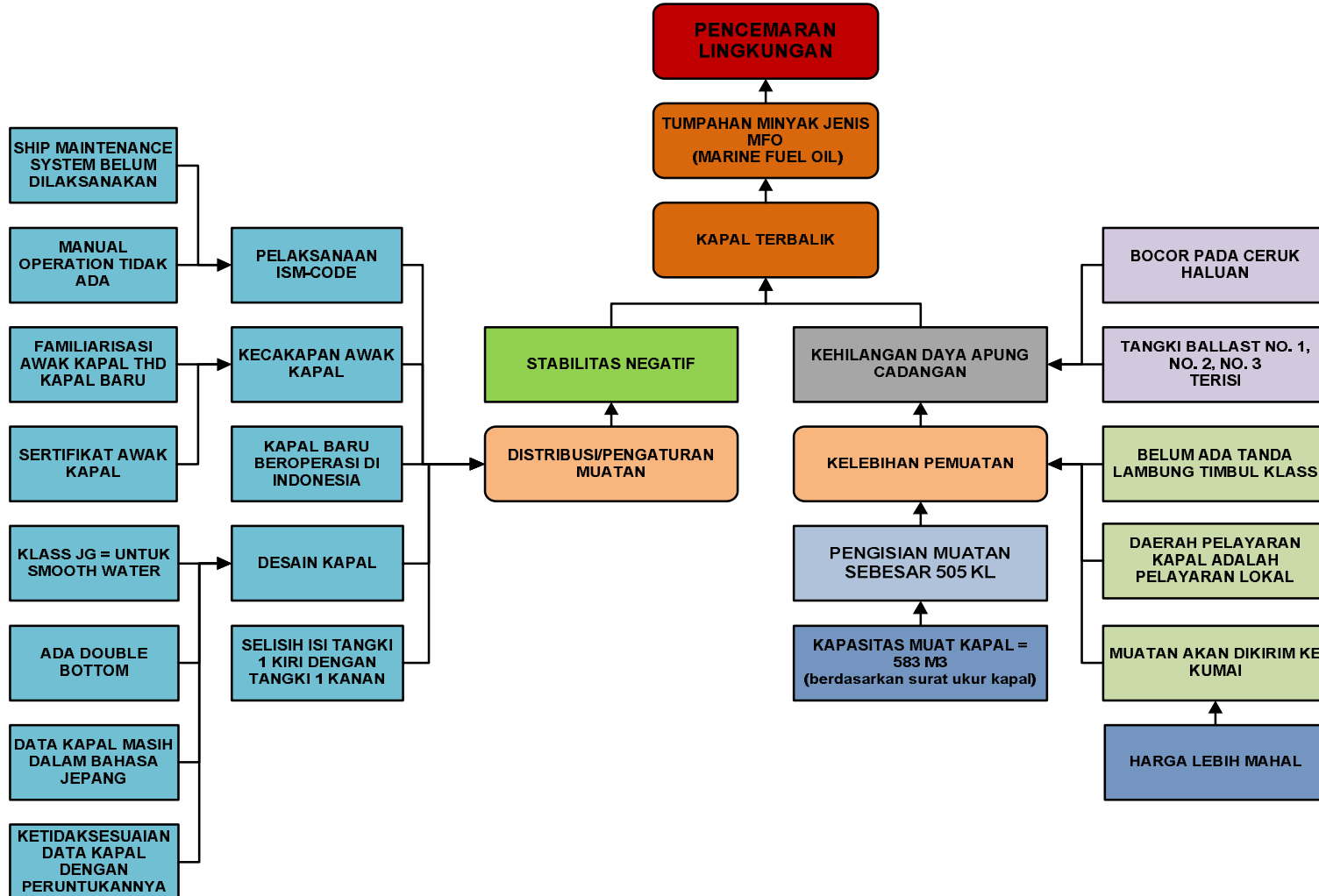
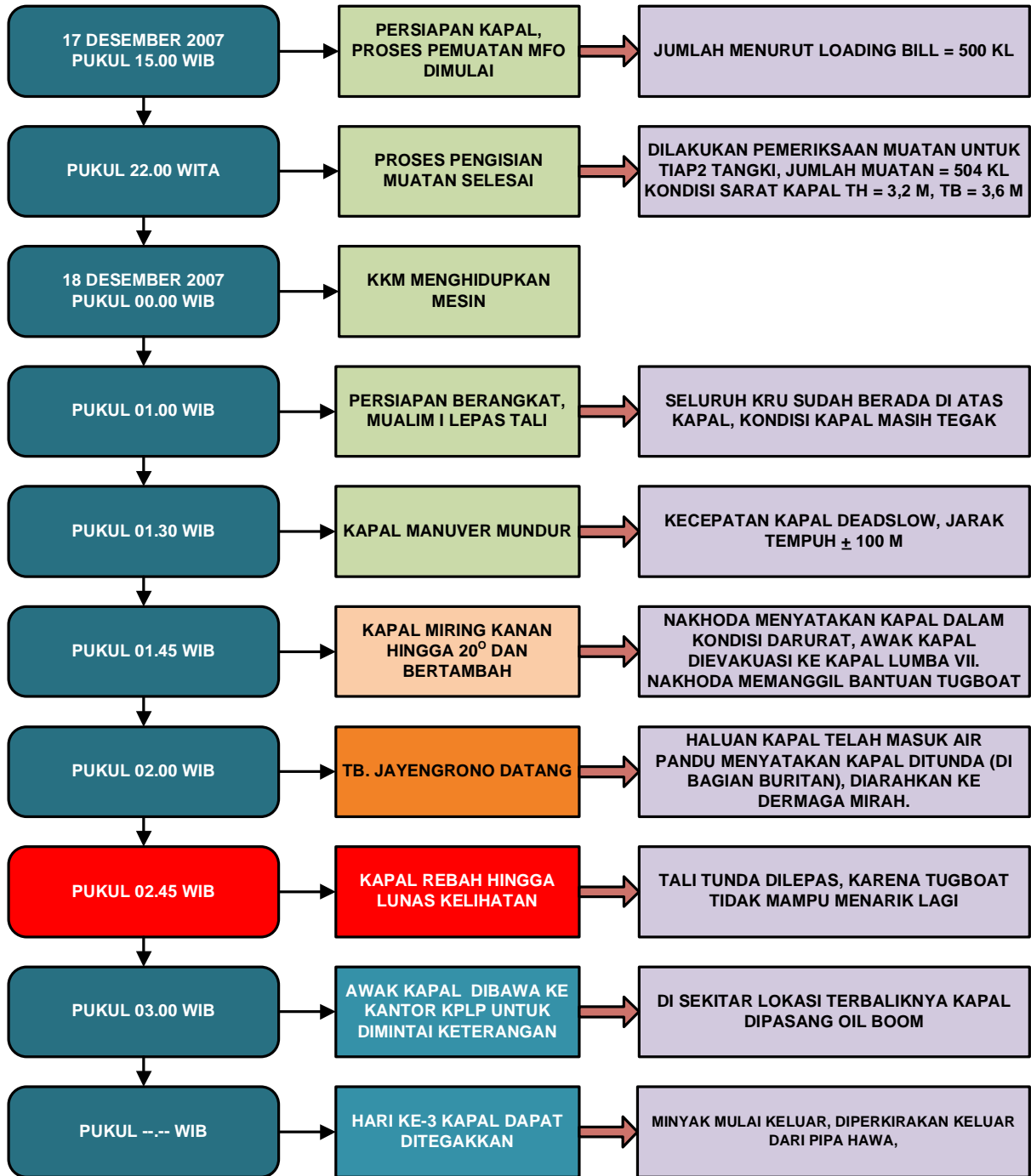


DIAGRAM POHON PERMASALAHAN



RUNTUTAN KRONOLOGI KEJADIAN



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. TJ. PERAK, SURABAYA

PERHITUNGAN KONDISI DRAFT KAPAL SETELAH PEMUATAN

DATA KAPAL

LPP	44 M		
LOA	M		
B	8 M		
H	3,5 M		
T	3,3 M		
CB	0,719		
GT	200 TON	<i>JG VERSION</i>	
	314 TON	<i>DITJEN HUBLA VERSION</i>	
DISPL	835 TON	<i>KONDISI SARAT MAKSIMUM</i>	
DWT	542,42 TON	<i>KONDISI SARAT MAKSIMUM</i>	
TPC	2,935 TON	<i>KONDISI SARAT MAKSIMUM</i>	
MTC	7,9 TON.M	<i>KONDISI SARAT MAKSIMUM</i>	
CREW	11 PRS		

TANK. CAP

CARGO	583,81 M3
TRUNK	16,49 M3

DATA CARGO

MFO	504,666 KL	DENSITY	0,9367 TON/M3
	472,7206 TON		

DATA TANGKI KAPAL

BBM			
FUEL HSD	14 TON		
DAILY TNK	750 LITER	DENSITY :	0,9 TON/M3
TOTAL	14,675 TON		
FW			
FW	24 TON		
LUB	350 LITER	DENSITY :	0,9 TON/M3
	0,315 TON		
BALLAST			
WBT. I	0 M3		
WBT. II	29,06 M3		
WBT. III	47,86 M3		
WBT. IV	0 M3		
TOTAL	76,92 M3	DENSITY :	1,025 TON/M3
	78,843 TON		

PERHITUNGAN LWT KAPAL

LWT = DISPL - DWT	
LWT :	292,58 TON

PERHITUNGAN DISPLACEMENT KAPAL YANG ADA

DISPL = DWT + LWT	
I. DWT = PAYLOAD	472,7206 TON
CONSUMABLES	
BALLAST	78,843 TON
FW	24 TON
LUB	0,315 TON
FUEL	14,675 TON
CREW	1,65 TON
TOTAL	592,204 TON

II. LWT =	292,58 TON
DISPL (I+II)	884,784 TON

PERHITUNGAN SARAT KAPAL YANG ADA

DISPL = L. B. T. CB. Y	
T = DISPL / (L. B. CB. Y)	
T =	3,411 M OVERDRAFT

PERHITUNGAN KEMIRINGAN KAPAL

No	Nama Tangki	Posisi	Kapasitas Tangki (m3)		Data Muatan (m3)		Data Muatan (ton)		Selisih ton (1)	jarak antar TB Tangki (KI-KA) (meter) [2]	momen tangki (w x 1/2 TB) (ton.m)
			P	S	P	S	P	S			1/2 x (1) x (2)
1	No. 1 Cargo Oil Tank	Fr. 64 - 72	33.974	33.974	5.920	32.978	5.545	30.890	25.353	3.00	38.03
2	No. 2 Cargo Oil Tank	Fr. 55 - 64	50.677	52.111	50.449	50.366	47.256	47.178	-0.078	4.00	-0.16
3	No. 3 Cargo Oil Tank	Fr. 37 - 55	110.631	110.631	90.606	96.177	84.871	90.089	5.220	4.00	10.44
4	No. 4 Cargo Oil Tank	Fr. 22 - 37	90.227	91.654	88.854	89.316	83.230	83.662	0.433	4.00	0.87
										Σ =	49.18

density 0.9367 ton/m3
w x d 49.180 Ton.m
GM 0.800 m
 Δ 888.361 Ton
tan φ = 0.069175 rad
 3.957114 derajat

$$\tan \varphi = \frac{w x d}{GM x \Delta}$$

PERHITUNGAN KG, MOMENT PENGEMBALI DAN MOMEN MIRING KAPAL SETELAH PEMUATAN BERDASARKAN DATA/ BLUEPRINT KAPAL DAN HASIL WAWANCARA

PERHITUNGAN DISPLACEMENT, KG, DAN GM KAPAL

No	Item	Kapasitas (M3)	Data Muatan (M3)	%	Density Ton/M3	Weight Ton (1)	KG M (2)	KG = Moment 1 x 2	Keterangan
1	Constant					6,7	4,24	28,408	
2	FPT	7,26	7,26	100%	1,025	7,44	1,96	14,59	
3	WBT - 1 P	8,39	8,39	100%	1	8,39	2,10	17,62	untuk fresh water
	WBT - 1 S	8,39	8,39	100%	1	8,39	2,10	17,62	untuk fresh water
	WBT - 2 P	14,53	14,53	80%	1,025	11,91	0,43	5,12	terisi air laut
	WBT - 2 S	14,53	14,53	80%	1,025	11,91	0,43	5,12	terisi air laut
	WBT - 3 C	47,86	47,86	80%	1,025	39,25	0,43	16,88	terisi air laut
	WBT - 4 P	21,14	-	0%	1,025	-	-	-	
	WBT - 4 S	21,14	-	0%	1,025	-	-	-	
4	No 1 FOT P	4,55	-	0%	0,9	-	-	-	HSD diisi di tangki FOT PS
	No 1 FOT S	4,55	-	0%	0,9	-	-	-	
	No 2 FOT P	14,5	7,3375	50,60%	0,9	6,60	0,95	6,27	
	No 2 FOT S	14,5	7,3375	50,60%	0,9	6,60	0,95	6,27	
5	APT	6,88	6,88	100%	1	6,88	3,10	21,33	untuk fresh water
6	No. 1 COT P	33,974	5,92	17,43%	0,937	5,55	1,08	5,83	
	No. 1 COT S	33,974	32,978	97,07%	0,937	30,89	2,27	70,19	
	No. 2 COT P	50,677	50,449	99,55%	0,937	47,26	2,22	105,07	
	No. 2 COT S	52,111	50,366	96,65%	0,937	47,18	2,18	102,90	
	No. 3 COT P	110,631	90,606	81,90%	0,937	84,87	1,93	164,02	
	No. 3 COT S	110,631	96,177	86,93%	0,937	90,09	2,01	180,66	
	No. 4 COT P	90,227	88,854	98,48%	0,937	83,23	2,17	180,78	
	No. 4 COT S	91,654	89,316	97,45%	0,937	83,66	2,16	180,47	
7	LWT	-		0%	-	292,58	3,08	901,1464	kondisi kapal kosong
					$\Sigma 1 =$	879,38	$\Sigma 2 =$	2.030,28	

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. KHARISMA SELATAN, 18 DESEMBER 2007, DERMAGA MIRAH, PELB. T.J. PERAK, SURABAYA

Displacement Kapal = $\Sigma 1$	879,38 Ton
Draft dari pembacaan kurva =	3,46 m
TKM pembacaan kurva =	3,3 m
KG = $\Sigma 2 / \Sigma 1$ =	2,31 m
GM = KM - KG	0,99 m
GZ pembacaan cross curve 15°	0,04 m

PERHITUNGAN PERBANDINGAN MOMEN PENGEMBALI (UPRIGHTING MOMENT) DAN MOMEN MIRING (INCLINE MOMENT)

Sudut Kemiringan (1)	Displacement (Ton) {1}	GZ (1a) m {2}	KG GZ curve	selisih (2) KG calc - KG gz curve	koreksi GZ (3) sin (1) x 2	GZ koreksi (1a) + (3)	Uprighting Moment Ton.m / (1x2)	Inclining Moment Ton.m	Selisih
0	888.361	0	2.60	0.31	0.000	0.000	0.000	49.180	-49.180
5	888.361	0.01	2.60	0.31	0.027	0.040	35.851	64.381	-28.531
15	888.361	0.04	2.60	0.31	0.080	0.120	106.822	90.033	16.789
30	888.361	0.05	2.60	0.31	0.155	0.205	182.136	151.900	30.235
45	888.361	0.04	2.60	0.31	0.219	0.259	230.296	212.704	17.593
60	888.361	0.00	2.60	0.31	0.269	0.269	238.534	218.233	20.300
75	888.361	-0.10	2.60	0.31	0.299	0.199	177.214	206.719	-29.505

catatan :

nilai GZ didapat dengan pembacaan grafik GZ curve yang dikeluarkan oleh pihak desain kapal
 besar nilai displacement kapal didapat berdasarkan data dan keterangan saksi

Untuk harga inclining momen pada perhitungan perbandingan momen pengembali dan momen miring, dilakukan koreksi *free surface* dengan menggunakan dasar perhitungan dari DNV (*Det norske veritas*).