

KP 4230

TUGAS AKHIR

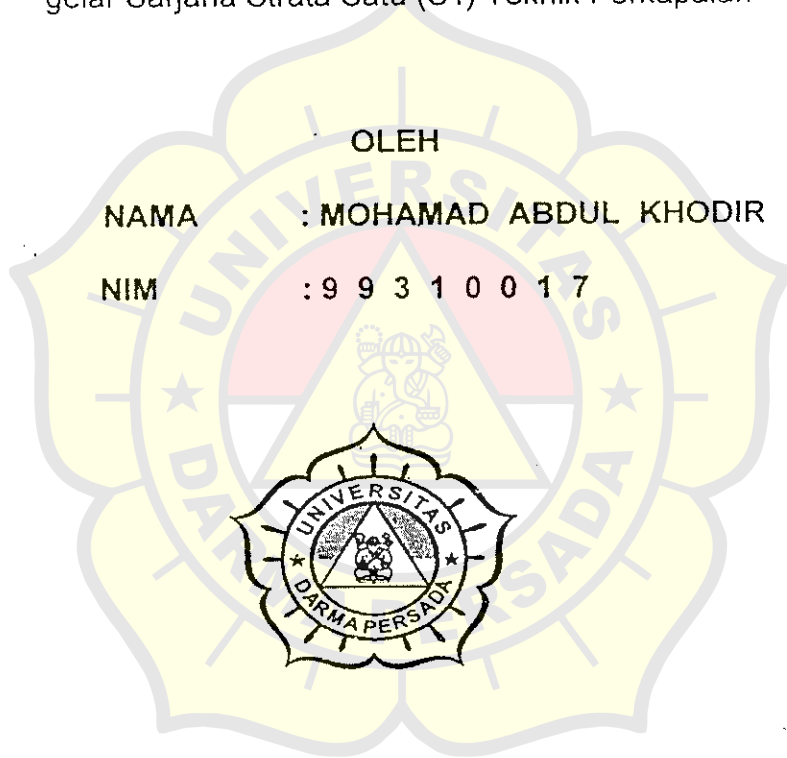
KAPAL LANDING CRAFT TANK (LCT) 500 GT

Diajukan untuk melengkapi tugas – tugas guna memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Perkapalan

OLEH

NAMA : MOHAMAD ABDUL KHODIR

NIM : 9 9 3 1 0 0 1 7



JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

JAKARTA

2004



UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa Jakarta Timur, 13450  
Telp. 8649051-57 Pes.2029

(Formulir Perbaikan)

**TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

Memperhatikan Ketentuan sidang Tugas Akhir/Skripsi pada tanggal, 29 Juni 2004 untuk mengadakan perbaikan sesuai daftar perbaikan terlampir :

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Nama : M. Abdul Khodir

Nim/Nirm : 99310017

Jurusan : Teknik Perkapalan

Judul Tugas Akhir/Skripsi :

“LANDING CRAFT TANK 500 GT”

Telah memperbaiki koreksi-koreksi yang disarankan Dosen Penguji waktu Ujian Tugas Akhir/Skripsi :

No.	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Paraf
1.	Jodonowarso P. ST, M.Sc	7/7-04	
2.	Ir. Danny Faturachman, MM	6-7-04	
3.	Ir. Satochid Sosrodiredjo, MM	7/704	
4.	Ir. Marthin J. Tamaela	14/7-04.	

Jakarta, 12 JULI '04.....

Mengetahui  
Dekan,

Ketua Jurusan  
Teknik Perkapalan,

(Dr. Ir. Abdul Hamid M, ENG)

(Ir. Augustinus P, MSc)



**UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**

Jl.Radin Inten II,Pondok Kelapa Jakarta Timur,13450  
Telp. 8649051-57 Pes.2029

**SURAT KETERANGAN  
PERMOHONAN UJIAN SIDANG  
TUGAS MERANCANG KAPAL**

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :


Nama : M.Abdul Khodir  
Nim : 99 31 00 17  
Jurusan : Teknik Perkapalan

Judul Tugas Merancang Kapal :


**LANDING CRAFT 500 GT**

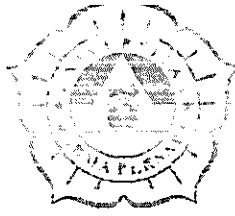
Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Merancang Kapal dan telah menyelesaikan Tugas Merancang Kapal.

Mengetahui,  
DEKAN FTK

  
( Dr.Ir.Abdul Hamid, M.Eng )

Jakarta, 10 Mei 2004  
Menyetujui,  
Kajur Teknik Perkapalan

  
( Ir.Augustinus Pusaka M.Sc)



**ASISTENSI  
 PRARANCANGAN KAPAL**

NAMA : AL ARIF HILMI  
 NIM : 100310017  
 KELAS : MANIPULASI PULAU (1)

lpm	: 53.74	m	Dwt	:	500	ton
l	: 10	m	GT	:	500	GT
l	: 3	m	Penumpang	:		Orang
l	: 2.30	m	Ballast Pui	:		Ton
l/s	: 10	Knot	Level Radius	:	915	Mill

No.	Tanggal	Materi	Paraf
01	04/03/03	Uraian Utama Kapal	[Signature]
02	06/03/03	- Ada beberapa kesalahan gambar - Gambar ins. Gambar detail to anal - diya balla ke bab - Melen saat di perancangan - kuali	[Signature]
03	10/10/03	- Beda 2 ton - Bony per seynapsi	[Signature]
04	23/10/03	- Perbaikan 2021 - Sinyal ke Harmonis Core	[Signature]
05	28/10/03	A.C + B.C - kura - kura (apukanis)	[Signature]
06	31/10/03	Sinyal B.C - kura - kura	[Signature]
07	01/11/03	Sinyal kura	[Signature]

Disetujui  
 [Signature]



UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa Jakarta Timur, 13450  
Telp. 8649051-57 Pes.2029

ASISTENSI  
PRARANCANGAN KAPAL

Nama : M. ABDUL KHODIR  
NIM : 99 31 00 17  
Judul : LANDING CRAFT 500 GT

Lpp : 53.74 m  
B : 10 m  
H : 3.1 m  
T : 2.50 m  
Vs : 10 knot

No	Tanggal	Materi	Paraf
08	6/14/03	Perencanaan per pc GA (dimungkinkan)	
09	13/11/03	gambar GA. Superstruktur: - tangga 3, amir, garis tepi GA	
10	11/2/04	- gambar kontainer Mastek 4 - gambar struktur - shell expansion detail - konstruksi profile detail	 
11.	27/4/04	Misalnya section pengalangan rehan, shell expansion juga	

Mengetahui  
Pembimbing

Ir. Augustinus Pusaka, M.Sc.



## KATA PENGANTAR

Segala Puji hanya untuk Allah SWT, yang telah memberikan begitu banyak nikmat serta diberikan kesempatannya kepada kita untuk beraktifitas di sisa-sisa umur hidup ini, dan atas Izin-NYA jua sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas merancang kapal ini yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Tugas merancang ini berisikan tentang perencanaan perhitungan merancang LANDING CRAFT 500 GT, dimana penyusunannya disesuaikan menurut bahan dan materi yang diisyaratkan dalam kurikulum Fakultas Teknologi Kelautan untuk Jurusan Teknik Perkapalan.

Dengan telah rampungnya tugas merancang kapal ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu serta meluangkan waktunya sehingga tugas merancang kapal ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu yang telah memberikan begitu besar perhatian dan bantuannya baik secara moril maupun materil kepada penulis.
2. Bapak Ir. Martin J. Tamaela selaku DEKAN Fakultas Teknologi Kelautan dan Pembimbing Akademis.
3. Bapak Ir. Augustinus Pusaka M.Sc selaku dosen pembimbing dan Kepala Jurusan Teknik Perkapalan.
4. Seluruh Dosen serta karyawan Fakultas Teknologi Kelautan.
5. Alumni FTK yang telah banyak membantu penulis khususnya Ir. Okto D, Ir. Kunkel Sitompul, Ir. Sayid Azhari, Ir. Ilhamsyah, Ir. Rudi Hartono.

6. Seluruh Rekan-rekan Mahasiswa FTK angkatan 1999. Jauhari, Eka, Suhadi, wawan K.P, Ibnu H ,Sutisna , Riswoyo, Tony J, Bambang Tirto , Agus Hermawan, Agung P,Yosie,dan rekan-rekan lainnya.
7. Seluruh Mahasiswa/i Fakultas Teknologi Kelautan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas merancang kapal ini,karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik sehingga dalam penulisan selanjutnya dapat lebih baik lagi.

Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca,khususnya rekan-rekan Jurusan Teknik Perkapalan.

Jakarta,03 APRIL 2004

Penulis





# DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b>		<b>i</b>
<b>Lembar Asistensi</b>		<b>ii</b>
<b>Lembar Pengesahan</b>		<b>iii</b>
<b>Daftar Isi</b>		<b>iv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>		
I.1.	Tinjauan Perancangan Kapal	1
I.2.	Biro Klasifikasi	1
I.3.	Bentuk Konstruksi Kapal	2
I.4.	Pemilihan Mesin Induk	2
I.5.	Peraturan Internasional	3
I.6.	Studi Pustaka	3
I.7.	Kasus – Kasus yang pernah terjadi	4
<b>BAB II. PERHITUNGAN PERENCANAAN KAPAL</b>		
II.1.	Pra Rancangan	26
II.1.1.	Prosedur penentuan ukuran utama	27
II.1.2.	Metode Perhitungan	27
II.1.3.	Estimasi sementara	28
II.1.4.	Perkiraan LWT,DWT,Displacement	34
II.1.5.	Estimasi Stabilitas awal dan periode oleng	40
II.1.6.	Estimasi Kurva stabilitas awal	42
II.1.7.	Pengecekan stabilitas awal	44
II.1.8.	Momen pengganggu Stabilitas	46
<b>II.2. Perencanaan utama</b>		
II.2.1.	Perhitungan kurva prismatic	50
II.2.2.	Pembuatan Body Plan	58
II.2.3.	Rencana Garis	64
II.2.4.	Perhitungan Hydrostatic kapal	67
II.2.5.	Perhitungan kurva Bonjean	67
<b>II.3. Perhitungan daya mesin &amp; Pemilihan alat propulsi kapal</b>		
II.3.1.	Hambatan kapal	82
II.3.2.	Penentuan ukuran utama Baling-baling	107
<b>II.4. Rencana umum</b>		
II.4.1.	Penentuan letak sekat	113
II.4.2.	Perlengkapan dan peralatan Deck	114
II.4.3.	Akomodasi	119
II.4.4.	Mesin kemudi dan instrument nautis	119
II.4.5.	Alat – alat keselamatan pelayaran	123
II.4.6.	Pemadam kebakaran	125
II.4.7.	Susunan Anak Buah Kapal	126

<b>II.5</b>	<b>TONNAGE DAN LAMBUNG TIMBUL</b>	
II.5.1.	Pengertian Tonnage	129
II.5.2.	Perhitungan Gross Tonnage (GRT)	131
II.5.3.	Perhitungan Nett Tonnage Kapal	135
II.5.4.	Perhitungan Lambung Timbul Kapal	136
<b>II.6.</b>	<b>PERHITUNGAN RUANG MUAT (CAPACITY PLAN)</b>	
II.6.1.	Kapasitas Ruang Muatan	145
II.6.1.1.	Perhitungan Kapasitas Tangki-Tangki	145
<b>II.7.</b>	<b>STABILITAS KAPAL DAN TRIM</b>	
II.7.1.	Perhitungan Kurva Stabilitas	152
II.7.2.	Langkah Pembuatan Kurva Silang	153
II.7.3.	Stabilitas Statis	179
II.7.4.	Perhitungan Trim	180
<b>II.8.</b>	<b>PEMERIKSAAN FLOODABLE LENGTH KAPAL</b>	<b>193</b>
<b>II.9.</b>	<b>KONSTRUKSI KAPAL</b>	<b>198</b>
<b>II.10.</b>	<b>KEKUATAN KAPAL</b>	
II.10.1.	Perhitungan Kekuatan Kapal	211
II.10.2.	Langkah Pengerjaan	212
II.10.2.1.	Bentuk Lengkung Trochoid	213
II.10.2.2.	Penentuan Tinggi Gelombang	218
II.10.3.	Kurva Berat Kapal	221
II.10.4.	Perhitungan Modulus Penampang	224
<b>BAB III.</b>	<b>Penutup</b>	<b>230</b>
	Daftar Pustaka	232
	Nomen Clature	233
	Lampiran	239

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. TINJAUAN PERANCANGAN KAPAL

Sesuai dengan tujuan perancangan kapal *Landing Craft Tank 500 GT* atau disingkat dengan *LCT 500 GT* dengan kecepatan service 10 knot adalah untuk mengangkut muatan kendaraan ( alat-alat berat ), bagi keperluan dalam negeri ( Nusantara ).

Kapal *Landing Craft Tank* ini direncanakan tanpa singgah di pelabuhan lainnya ( *Liners* ) dengan radius pelayaran 915 mil laut, di perairan Indonesia.



GAMBAR 1.1.1.

#### PETA INDONESIA

Kapal ini dilengkapi dengan pintu Rampa (*Ramp Door*) yang berfungsi untuk menaikkan kendaraan – kendaraan berat dari kapal ke perairan ataupun sebaliknya, untuk melayani hal tersebut maka kapal ini memerlukan Draft yang tidak terlalu besar.

Dengan analisa perhitungan dan perencanaan yang terinci diharapkan dalam pengoperasian kapal ini nantinya tidak akan mengalami gangguan.

### I.2. BIRO KLASIFIKASI

Bentuk dan konstruksi kapal *Landing Craft Tank* ini menggunakan klas *Nippon Kaiji Kyokai ( NK )*, maka dengan sendirinya semua perhitungan konstruksi yang menyangkut tentang kapal harus selalu mengacu kepada klas tersebut di atas.

Pertimbangan pemakaian klas ini adalah didasarkan pada pengembangan mahasiswa teknik perkapalan akan klas selain BKI, LR, ABS dan lain sebagainya, yang diharapkan berguna di lapangan pekerjaan nantinya.

### I.3. BENTUK KONSTRUKSI KAPAL

Pemilihan bentuk konstruksi kapal *Landing Craft Tank* ini direncanakan dengan konstruksi yang terdiri dari haluan (*bow*) yang berbentuk tinggi lurus (*upright stem*), pada lambung kapal (*hull*) terdapat *paralel middle body* dan pada buritan kapal (*stem*) dengan bentuk konstruksi cant part terpotong atau buritan transom (*transom stem*).

Untuk bangunan atas kapal (*Super Structure*) dipilih tipe *rised quarter ships*, yaitu konstruksi bangunan yang ditinggikan antara 1,80 - 2,40 m dengan pembagian *Poop Deck* terletak di bagian buritan dan *forecastle deck* di bagian haluan. Dan pada kapal yang dirancang ini menggunakan konstruksi alas ganda (*Double Bottom*) yang biasanya dipakai untuk menyimpan bahan bakar, ballast, minyak pelumas dan air tawar.

Sedangkan untuk jumlah sekat pemisah (*bulkhead*) antara ruangan pada kapal ini ditentukan menurut peraturan yang berlaku dan klas BKI, dimana sekat ini terbagi atas *after peak bulkhead*, *engine room bulkhead*, *cargo hold bulkhead*, *collision bulkhead*.

### I.4. PEMILIHAN MESIN INDUK

Pemilihan mesin induk ini dapat dilihat daripada kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan untuk kelancaran selama pelayaran, seperti tenaga dorong yang dihasilkan oleh mesin serta kebutuhan peralatan instalasi mesin lainnya, yaitu seperti generator untuk sistem kelistrikan di kapal, pompa-pompa dan lain sebagainya.

Penentuan tenaga dorong yang sesuai dengan kebutuhan dalam pelayaran dinasnya, maka pemilihan mesin induk ini harus mampu memenuhi kriteria persyaratan, seperti :

- Kemampuan mendorong kapal hingga bergerak sampai kecepatan maksimum.

- Ruang lingkup penempatan mesin dan instalasinya serta dengan memperhatikan dimensinya.
- Efisiensi dalam operasi dan ekonomis.
- Suku cadang tersedia dan mudah didapat.

### I.5. PERATURAN INTERNASIONAL

Peraturan internasional yang dipakai dalam perencanaan kapal ini adalah :

1. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974.
2. International Convention on Load Line (ILLC), 1966.
3. International Convention on Tonnage Measurement of Ships (Tonnage), 1969.

### I.6. STUDI PUSTAKA

Dalam studi pustaka ini perbedaan dari dimensi utama, ratio dan koefisien bentuk kapal dapat diketahui, perbedaan ratio yang terdapat pada kapal perbandingan dengan kapal yang akan dirancang pada umumnya tidak begitu besar sehingga sesuai dengan batasan-batasan yang diketahui untuk syarat sebuah kapal. Adapun dimensi utama kapal perbandingan yang digunakan sebagai estimasi perhitungan sementara, adalah sebagai berikut :

#### Data kapal Perbandingan

Nama Kapal	:	KM. GEBE JAYA - 8
Panjang Seluruh Kapal	:	56,15 m
Panjang Kapal (Lpp)	:	50,50 m
Lebar Kapal (B)	:	09,40 m
Tinggi Kapal (H)	:	2,85 m
Sarat Air Kapal (T)	:	2,40 m
Displacement (Δ)	:	962,870 ton
Gross Tonnage (GT)	:	450 ton
Kecepatan Kapal (Vs)	:	10 Knot
Main Engine	:	CAT 3408
Power	:	2 x 270 Hp

## I.7. KASUS – KASUS YANG PERNAH TERJADI

### I.7.1. Spesifikasi Kapal Landing Craft 500 GT

Jenis kapal Landing craft 500 GT yang sedang dirancang dengan menggunakan Ramp door yang mempunyai spesifikasi kapal sebagai berikut :

Panjang Seluruhnya (LOA)	: 59,76 m
Panjang antara garis tegak (Lpp)	: 53,74 m
Lebar (B)	: 10,00 m
Tinggi (H)	: 3,10 m
Sarat (T)	: 2,50 m
Coefesien Block (CB)	: 0,842
Coefesien midship (CM)	: 0,992
Data-data ramp door	
L ramp door	: 5,5 m
B ramp door	: 4,0 m
T Ramp door	: 8,0 mm

Ramp door direncanakan (dibuat) dibagian haluan kapal. Ramp door tersebut berfungsi sebagai jalan muatan kendaraan yang perlu diperhatikan pada saat pemasangan ramp door adalah system kekedapan terutama dibagian bawah ramp door, dimana terpasang engsel-engselnya untuk membuka kembali dengan menggunakan mesin windlass.

Dalam pengoperasiannya langkah pertama pesawat penggerak/winch diaktifkan. Selama pintu/jembatan bebas, koupling pengangkat dimasukan sampai pintu/jembatan pada kedudukan menutup diberi kunci pengaman. Koupling winch dilepas/bebas dan winch dimatikan.

Sebagai tambahan koupling hanya boleh dilepaskan kalau rem dalam keadaan mencengkram.

## 1.7.2. Kasus terbaliknya LCT di laut

### LCT MUARA KENCANA

Muara kencana memiliki dua buah baling-baling merupakan kapal jenis Landing Craft dengan bobot 244 GT dibangun disamarinda-Kalimantan pada tahun 1990 terbuat dari Baja. Kapal ini memiliki Klas BKI dengan karakter Lambung : + A 100 (I) P dan mesin : SM

Pada tanggal 3 juli 1998 pukul 20.00 WIB kapal tersebut meninggalkan Tj Priok dengan muatan barang 148,6 ton (seperti peralatan pengeboran, trietilene glycol di dalam palet, dan lain-lain). Dengan pelabuhan tujuan Satui Kota baru, Kalimantan. Muatan Cargo diatas Deck terikat dengan rapih dan kondisi tangki dibawah Deck sebagai berikut :

- No. 1 PS & Stb : Empty
- No. 2 PS & Stb : Empty
- No. 3 PS & Stb (WBT with capacity of 30 m kubic in total) : filled with @ 0,50 ton
- No. 4 PS & Stb (FOT with capacity of 60 meter kubic in total : Empty
- No.5 PS & Stb (FOT of 26 m Kubic capacity in total : Empty
- No. 6 PS & Stb (FOT of 14 meter kubik capacity total : respectively, Filled With 4,5 ton solar

Kondisi Draft saat keberangkatan diketahui 1,6 m dibagian haluan dan 1,8 m pada buritan, Berlayar dengan kecepatan penuh  $\pm$  6 knot. Kapal tersebut dilengkapi dengan sertifikat garis muat, sarat musim panas diperbolehkan 1,58 m dan kapal tersebut ternyata melebihi sarat garis air muat.

Pada tanggal 7 juli 1998 kapal tersebut meninggalkan karimun pulau jawa dengan kondisi laut pada saat itu sedang buruk dan di hari berikutnya kondisi laut lebih buruk lagi, angin kencang datang dari timur laut dan gelombang setinggi 3 m menghantam lambung kanan kapal, yang mengakibatkan kapal tersebut oleng dengan kecepatan tidak lebih dari 2 knot.

Pada tanggal 9 juli 1998 kapal tersebut melewati kondisi laut yang buruk sehingga mengalami oleng sangat hebat dan terdengar dari sisi kapal

gelombang laut menghantam pintu rampa serta pada lambung kanan kapal sudah tergenang oleh air laut. Menurut laporan bahwa ikatan muatan berat yang terikat di atas deck bergeser ke sisi kiri kapal.

Tepat pukul 06.25 WIB kapal terbalik dan dengan cepat tenggelam, kejadian ini mengakibatkan kapal beserta muatannya lenyap serta seorang crew ditemukan tewas sedang 3 lainnya tidak ditemukan.

Kelebihan sarat kapal dan banyaknya air laut yang masuk kedalam deck mengakibatkan muatan berat bergeser ke kiri sehingga stabilitas kapal terganggu pada saat berlayar pada kondisi laut yang buruk.

#### LCT MANUMBAR – X

Manubar – X dengan berbaling-baling ganda terbuat dari baja dengan bobot 371 GT dibangun di Banjarmasin Kalimantan pada tahun 1994 terbuat dari baja. Kapal tersebut memiliki klas BKI dengan karakter lambung :  $\pm A 100 (I) P$  mesin : SM

11 oktober 1998 Manubar – X mengangkut muatan sebesar  $\pm 400$  ton meninggalkan pelabuhan di Makasar menuju Amurang – Sulawesi dengan kecepatan penuh 6 knot. Muatan yang diangkut adalah pipa besi, electric cable in rolls, satu unit Truck dan 2 Forklifts, dll. Muatan diikat dengan baik di atas Deck. Sarat keberangkatan kapal di bagian haluan 1,60 m dan 2,0 m di bagian buritan. Draft rata-rata 1,80 m tidak melebihi dari yang diizinkan sarat musim panas 2,18 m. Kondisi tanki dibawah deck sbb:

- No.1 PS & Stb : filled with fresh water of  $\pm 20$  tons in total (not full)
- No.2 PS & Stb : filled with fuel oil of  $\pm 56$  tons in total (not full)
- No.3 PS & Stb : filled with sea water ballast of  $\pm 70$  tons in total (full)
- No.4 PS & Stb : Empty
- No.5 PS & Stb : Empty

Kondisi tangki AP dengan kapasitas tangki  $\pm 20$  ton air tawar ( not full ) dan tangki FP dalam kondisi kosong.



Informasi stabilitas kapal tidak tercantum di papan dan chief officer maupun kapten kapal tidak melengkapi kalkulasi GM kapal.

Tgl 15 November 1998, pukul 03.30 WITA cuaca dalam kondisi buruk, hujan lebat, serta angin bertiup dengan kencang dari arah barat daya, saat itu gelombang berhasil menghantam sisi kiri kapal yang menyebabkan kecepatan kapal berkurang hingga 3-4 knot.

Pukul 04.00 WITA terdengar gulgungan ombak mengenai lambung kiri kapal.

Pukul 05.30 WITA ketika posisi kapal kira-kira 11 mil disisi lambung sebelah barat dari muara sungai Irian, kondisi laut sudah sangat buruk.

Dengan tiba-tiba tepat pukul 05.40 WITA kapal terbalik dengan cepat pada saat itu juga dan tenggelam. Dilaporkan bahwa muatan terikat dengan baik dan tidak terjadi pergeseran muatan tetapi air laut yang menggenangi Deck sudah banyak.

Terbaliknya kapal diperkirakan karena kondisi laut yang sangat buruk. Kapal berlayar secara relatif mengalami Trim Buritan dan akumulasi air laut yang masuk ke deck mengganggu stabilitas kapal. Kecelakaan ini mengakibatkan seorang awak meninggal dunia.

#### LCT SEJATI ex PELAWAN

10 desember 1998 SEJATI berlayar dari Bula, pulau Seram menuju Saliki, Samarinda tenggelam di laut kira-kira 12 mil sisi barat laut dari pulau Manado tua, propinsi Sulawesi Utara.

Kejadian ini mengakibatkan Kapal beserta muatan lenyap seluruhnya. Kapal dengan berbaling-baling ganda memiliki bobot 440 GT dibangun di Samarinda tahun 1979. Kapal tersebut memiliki Klas BKI dengan karakter lambung : + A 100 (II) P "Kapal Pendarat" mesin : + SM

Tanggal 29 november 1998 tepat pukul 16.00 WITA, SEJATI meninggalkan Pelabuhan Bula, Pulau Seram dengan tujuan Saliki Kalimantan. Berlayar dengan mengangkut peralatan-peralatan berat seperti : excavators (Penggali), Dump Truck, Bulldozers, Mobile Crane, dll. dengan total berat 251 ton. Muatan

diletakkan diatas Deck dan diikat kuat dengan tali kawat baja.Pada saat keberangkatan sarat kapal tidak melebihi sarat maximum musim panas yang diizinkan 2,46 m.Dilaporkan tidak lama setelah keberangkatan ,kapal berhasil melewati cuaca buruk dan kecepatan kapal tidak lebih dari 4,5 knot.

9 desember 1998,pukul 24.00 WITA kondisi laut sangat buruk.Pada saat yang sama mesin penggerak baling-baling kapal tidak berfungsi dan menyebabkan kecepatan kapal berkurang 2-1,5 knot.

10 desember 1998 sebelum pagi tiba,Ombak besar menerjang bagian buritan kapal.Air laut menggenangi buritan kapal dan masuk kedalam ruang mesin.Kapal miring kekanan dan berhenti seketika itu juga.

Tepat pukul 08.15 WIB kapal terbalik dengan cepat dan tenggelam.Stasiun Meteorologi Bitung,sulawesi Utara melaporkan bahwa pada saat kejadian dilokasi tenggelamnya kapal,hempasan angin dari utara menuju Barat laut dengan kecepatan 25-38 knot dan tinggi gelombang mencapai 1,0-3,5 meter.

Kecelakaan ini terjadi akibat cuaca buruk dan mesin penggerak kapal tidak berfungsi dengan baik.

### **I.7.3. Penyebab kecelakaan di laut**

Salah satu tugas utama dari direktorat jendral perhubungan laut adalah mencegah/mengurangi terjadinya kecelakaan di laut.untuk dapat melaksanakan fungsinya dengan baik maka perlu mengetahui sebab-sebab terjadinya kecelakaan dilaut.

Pada umumnya penyebab kecelakaan di laut dapat dibagi sbb:

- Kesalahan perancang (basic design),misalnya Stabilitas dan sub divison tidak cukup,Kapal tidak laik laut untuk daerah yang diinginkan.
- Kesalahan konstruksi (Struktural),misalnya konstruksi yang dipakai tidak cukup kuat menahan beban atu terkena hempasan Ombak sehingga mudah mengalami retak ( Low fatigue life)
- Kesalahan Produksi,misal bahan yang tidak memenuhi syarat,cara pengerjaan yang tidak benar dan pemeliharaan yang sering

terlambat, pemakaian bahan/bagian melebihi umur yang telah ditentukan, peralatan keselamatan dan komunikasi yang tidak lagi memenuhi syarat.

- Kesalahan Operasional, misalnya banyak muatan yang melebihi kapasitas kapalnya, pengaturan muatan yang tidak benar, tidak membuka/menutup lubang bukaan sesuai dengan ketentuan.
- Kesalahan (kecakapan) ABK termasuk nahkoda mengambil keputusan yang tidak benar, keahlian/kecakapan yang tidak memadai.

Selain itu keadaan sekitar, misalnya badai yang bergerak cepat dan gelombang sangat besar dapat juga mengakibatkan terjadi kecelakaan di laut yang berada di luar kontrol manusia. Dalam tabel 1. diberikan daftar kesalahan dan pihak-pihak yang bertanggung jawab.

Kesalahan	Perancang	Biro Klasifikasi	Galangan	Pemilik/operator	Syah bandar	ABK
Perancangan	☐					
Konstruksi	☐	☐	☐			
Produksi		☐	☐	☐	☐	
Perbaikan/ Pemeliharaan		☐	☐	☐	☐	☐
Operasional				☐	☐	☐
ABK(Kecakapan)				☐	☐	☐

Dari tabel diatas terlihat bahwa peran Pemilik/operator dan syahbandar sangat besar dalam menjaga/menjamin keselamatan kapal dilaut.

Petunjuk dan prosedur operasional harus tersedia dan benar-benar dilaksanakan dan hal ini adlah tanggung jawab operator kapal. Dengan dasar pemikiran ini maka pada bulan oktober 1989 IMO menerima resolusi 647 (16) : Guidelines for management of safe ship operation and pollution prevention. Dengan demikian maka keselamatan kapal dan penumpangnya

bukan lagi menjadi tanggung jawab Nahkoda dan anak buahnya saja, tetapi menjadi tanggung jawab perusahaan operator kapal, negara tempat registrasi kapal, dan syahbandar secara bersama-sama.

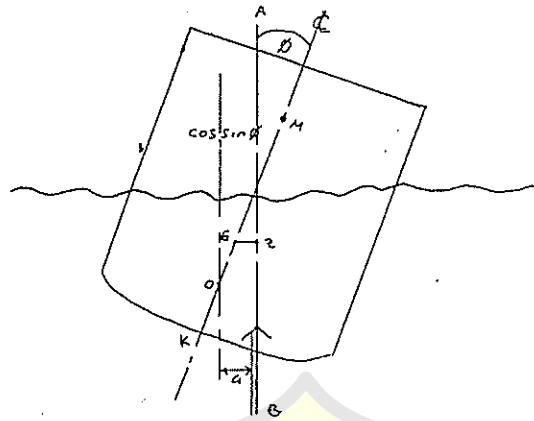
Jika terjadi suatu kecelakaan, untuk mencari penyebabnya dan pihak yang bertanggung jawab, selain keterangan ABK dan Logbook kapal, diperlukan juga data kapal dan keadaan alam sekitar pada saat terjadinya kecelakaan. Keterangan ABK dan logbook kapal diberikan dalam mahkamah pelayaran, data kapal didapat dari pemilik, biro klasifikasi, dan Syahbandar. Data alam sekitar selain dari keterangan ABK, juga diketahui statistiknya.

Untuk mengetahui seberapa jauh masing-masing pihak sudah menjalankan tanggung jawabnya dengan baik, perlu adanya sistem monitoring yang baik pula dan sanksi hukum yang sesuai. Pemilik harus mempunyai semua data perijinan dan sertifikat yang diisyaratkan, sedangkan biro klasifikasi dan syahbandar menyimpan kopi dari semua surat izin dan sertifikat yang dikeluarkannya beserta pendukungnya. Di kapal harus ada Logbook yang diisi dengan lengkap dan akurat.

#### **I.7.4. STABILITAS**

##### **I.7.4.1. Stabilitas Kurva Silang**

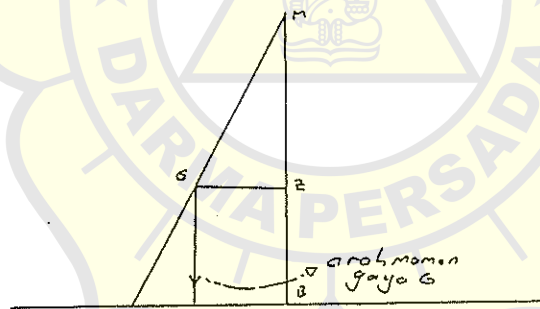
Untuk mengetahui momen berat dan gaya apung guna mengembalikan posisi kapal pada "Up right" (tegak) perlu diketahui jarak antara pusat gravitasi kapal ke garis atau bidang tegak yang memotong kapal secara memanjang dari haluan ke buritan kapal. Lihat gambar 1. diilustrasikan garis AB).



### Transverse righting-arm

Gambar 1.

Panjang jarak tersebut adalah bidang tegak GZ terhadap bidang tegak AB yang melalui pusat gaya apung (B)=righting arm. dari gambar diatas lebih jelasnya posisi G,M,B digambarkan seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2.

Momen tegak (righting moment) hanya dijumpai apabila kapal dalam kondisi stabil, Maka :

$$\begin{aligned} \text{Righting Moment} &= GZ \times G \\ &= GZ \times B = \Delta \times GZ \end{aligned}$$

Perhatikan  $\Delta$  GMZ

$$\sin \phi = \frac{GZ}{GM} \rightarrow GZ = GM \times \sin \phi$$

Sedangkan :

$$GM = KM - KG \rightarrow GZ = (KM - KG) \times \sin\phi$$

Dengan demikian :

$$\text{Rightingmoment} = \Delta x (KM - KG) \times \sin\phi$$

Nilai KM untuk kapal yang sudah dibangun dapat di[eroleh dari daftar kapal yang disebut "Deadweight Scale"(untuk berbagai Displacement Kapal)atau didapat dari grafik metacenter.

Nilai KG dapat dicari dari Moment transversal,yaitu  $G \times KG$  (dimana referensi garis yang dipakai adalah Lunas Kapal (Keel Line = Base Line) dengan rumus sbb :

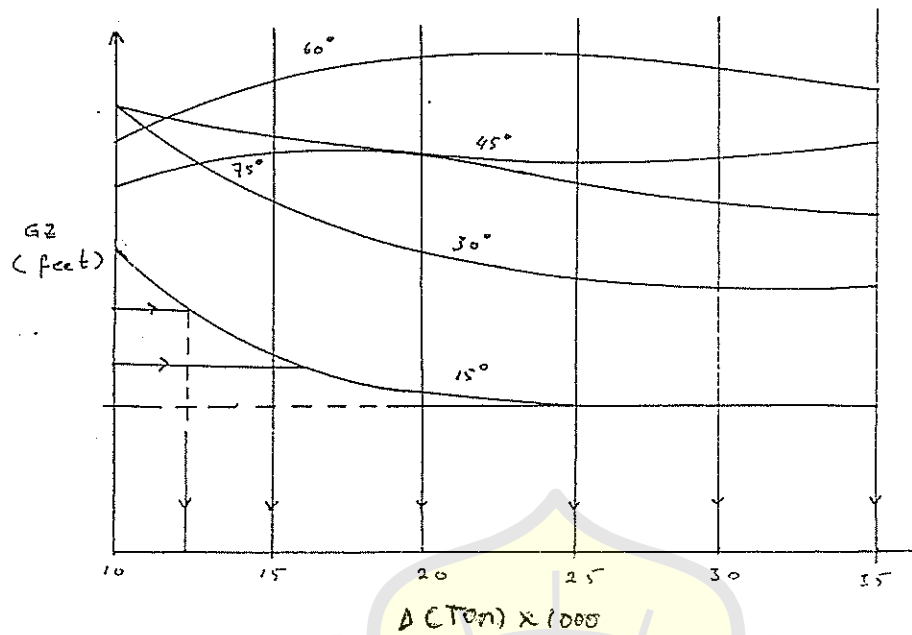
$$\begin{aligned} \Delta x KG &= \sum GxKG \\ &= \sum \text{Moment Transversal} \\ KG &= \frac{\sum GxKG}{\Delta} = \frac{\sum \text{Moment transversal}}{\Delta} \end{aligned}$$

Atau

KG sama dengan jumlah momen transversal dibagi dengan Displacement

Cross Curves Stability atau stabilitas kurva silang adalah sebuah himpunan kurva-kurva yang menunjukkan hubungan antara "Righting arm = Righting Lever (GZ) dengan berbagai macam-kondisi Displacement kapal yang miring pada sudut Konstan.

Sebuah alat yang biasa disebut Integrator biasanya dipakai untuk menghitung Volume Displacement pada posisi garis air yang berbeda-beda dengan sudut kemiringan dari 15,30,45,60,75,dan 90 derajat.sebagaimana dilukiskan pada gambar 3 dibawah ini.



(Asumsi KG = 20 feet)

Cross Curves Stability

Gambar 3.

Karena bentuk Cross Curves Stability tsb Curvanya didasarkan atas "G" yang berubah-ubah maka tidak perlu menghitung GZ yang sebenarnya.

Untuk itu ditentukan titik "O" sebagai ganti Titik "G" yang variable disepanjang garis tengah.

Titik "O" bias berada diatas atau dibawah "G" dan bias juga di Base Line (K) atau bias juga tepat pada pusat Gravitasi (G)

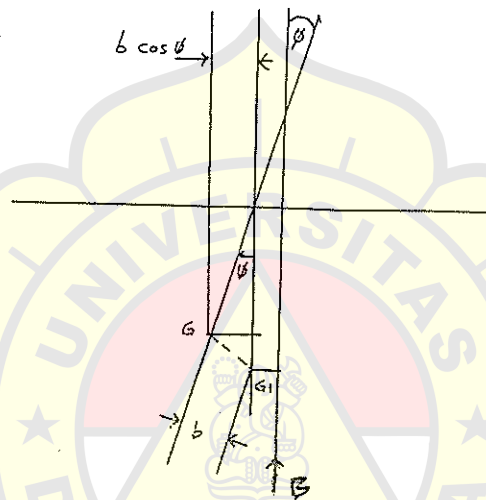
Jarak "a" diatas menentukan jarak GZ pada posisi bermacam-macam kondisi kedalaman dan sudut kemiringan kapal. Titik-titik yang menggambarkan GZ pada kondisi diatas (draft & sudut yang bervariasi ) didapat kurva (misal pada posisi 15 derajat)

Apabila Pusat gravitasi G diatas O, maka nilai sesungguhnya dari Righting arm dapat dihitung dari pengurangan nilai a dengan  $OG \sin \phi$  atau  
 $(a = OG \sin \phi)$

Jika G dibawah O, nilai " $OG \sin \phi$ " ditambah dengan "a", Atau  
 $(OG \sin \phi + a)$

Apabila O pada Base Line (K), maka nilai  $KG \sin \phi$  a selalu harus  
dikurangkan "a"

Pada kondisi tertentu posisi G bergeser lokasinya, misal ( $G_1$ ) Lihat Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4.

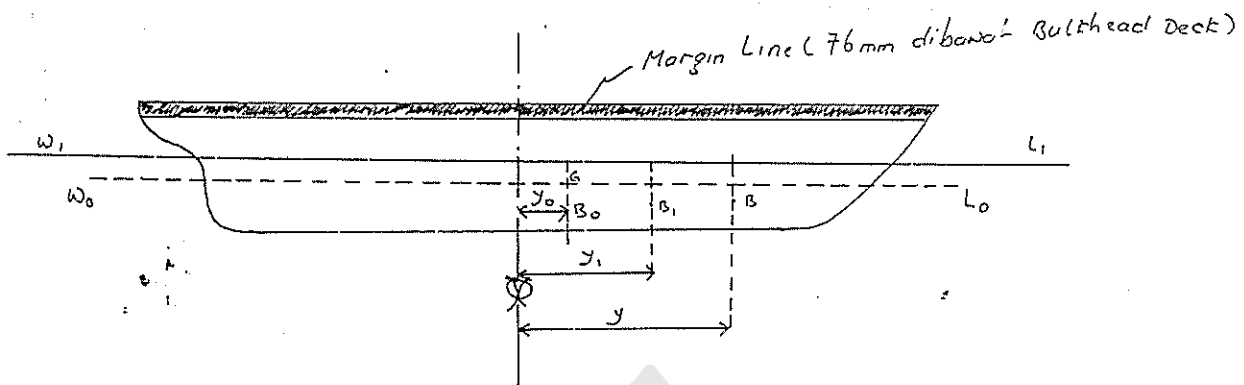
Maka nilai atau panjang righting arm nya berkurang ( $b \cos \phi$ ) apabila kapal miring kesalah satu sisinya, namun nilainya akan bertambah dengan porsi yang sama ( $b \cos \phi$ ) apabila miring kesebelah sisi lainnya.

#### I.7.4.2. FLOODING AND WATERTIGHT SUBDIVISION

##### *Lost Buoyancy*

Pada kondisi kapal bocor dan air masuk kebagian kapal seperti pada gambar 5 dibawah ini, Permukaan air laut dari  $WoLo$  menjadi  $W1L1$  (External Force).





Gambar 5.

- WoLo – Waterline awal
- W1L1 – Waterline menyinggung margin line
- Wo,Bo – Displacement dan pusat gaya apung (sebelum kapal bocor)
- W1,B1 – Displacement dan pusat gaya apung (kapal bocor/rusak)
- B – Pusat gaya apung yang hilang (berkurang)
- G – Pusat gaya berat awal dan dalam kondisi trim

Perubahan garis air tersebut merubah besaran displacement sebesar  $w$  yang menyebabkan garis air berubah ke W1L1 tanpa ada gaya dari luar.

$$\text{Maka : } w = \bar{W}_1 - \bar{W}_0 \quad (\text{Tonnes})$$

Dihitung moment terhadap midship menjadi :

$$W_y = W_1 Y_1 - W_0 Y_0$$

$$Y = \frac{W_1 Y_1 - W_0 Y_0}{w}$$

Cara perhitungan ini disebut dengan "Methode Lost Bouyancy" (air laut yang masuk ke kapal masih dianggap sebagai bagian dari laut dan buoyancy yang

berada di dalam ruangan yang bocor dianggap sebagai bagian buoyancy yang hilang).

Dalam hal terjadinya kondisi "Lost of Buoyancy" tsb kapal terjadi perubahan pada garis airnya, Displacement dan LCB pada bagian Intact tetap sama dengan awalnya. Buat LCG kapal akan tetap dan pusat gaya apung dan pusat gaya beratnya harus tetap sama pada garis vertical agar tetap seimbang, namun pusat gaya apungnya berpindah keatas saja (Posisi berubah).

Cara lain untuk perhitungan diatas dikenal dengan istilah "Added Mass Method" Air yang masuk kekapal dianggap sebagai bagian dari berat kapal (Tambahan) Displacement kapal bertambah sesuai dengan berat air yang masuk kedalam kapal (Dianggap sebagai bagian dari berat kapal) dan pusat gaya gravitasi dan gaya apungnya bergerak vertical dan juga kearah horizontal.

Perlu diingat karena adanya tambahan air laut yang masuk, maka kemungkinan "Free Surface" akan timbul sebagai akibat dari perubahan tersebut nilai GM akan berbeda perhitungannya. Namun nilai  $W \times GM$  dan juga nilai dari righting moment  $W \times GM \sin \phi$  akan tetap sama.

Karena dengan cara "Lost of Buoyancy" nilai displacementnya tetap dan tinggi metacenter (GM) adalah merupakan hitungan murni dari stabilitas awal (Dalam kondisi bocor).

Dengan cara "Added Mass" apabila daerah bocornya hanya terisi sebagian saja oleh air laut dan garis air dalam kompartemen tersebut lebih rendah dari garis air luar maka perhitungan GM nya akan lebih akurat.

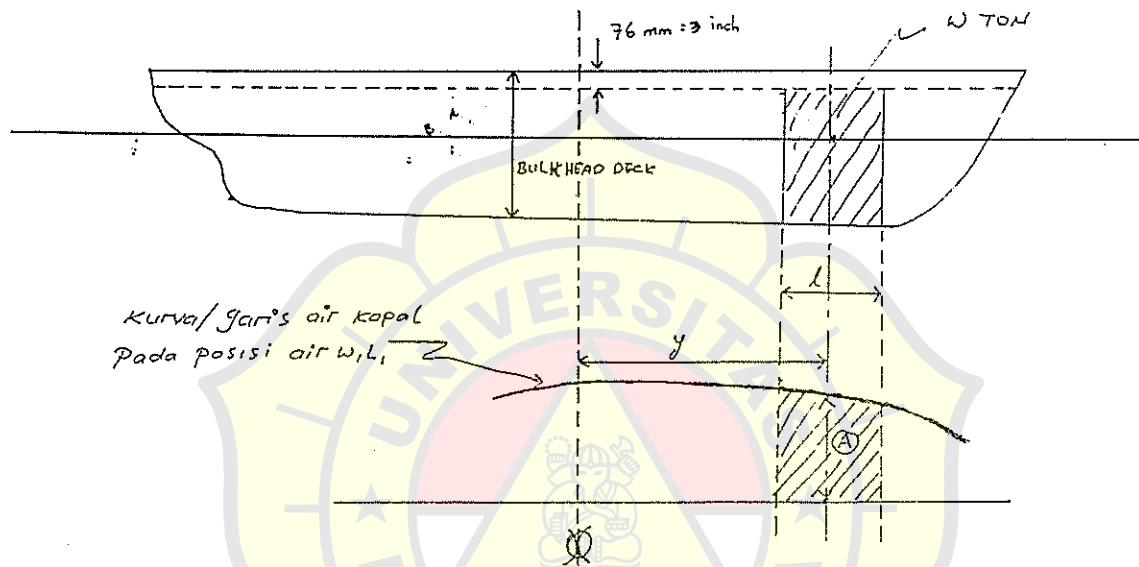
#### **1.7.5. Menentukan Floodable length**

Floodable length adalah panjang maximum yang diizinkan. (Suatu kompartemen) yang dapat kemasukan air laut yang disebabkan oleh keretakan atau bocor kapal untuk dapat mengambang pada garis airnya mempunyai sudut kemiringan terhadap margin line.

Dgn Rumus

$$Y = \frac{W_1 Y_1 - W_0 Y_0}{w}$$

(Jarak midship s/d kompartemen yang terisi air laut)



Gambar 6.

Apabila :

A = rata-rata potongan ruangan dari kompartemen yang terisi air Laut sampai batas W1L1

$$g = \text{Lost of buoyancy (Volume)} = wx \frac{1}{1,025}$$

$\mu$  = % Permeability

$$l = \text{Panjang di kompartemen} = \frac{g}{A} \text{ (apabila } \mu = 100\%) \text{ atau } l = \frac{gx100}{\mu x A}$$

(untuk nilai sembarang  $\mu$ )

Dari kurva bidang potong, maka nilai  $I$  tersebut hanya nilai perkiraan saja apabila nilai  $A$  tidak konstan.

Berikut adalah cara pencarian nilai  $I$  :

- Buat bidang dgn batasan  $L/2$  SP dan QR terhadap AT (perkiraan)
- Tarik garis PQ
- Rata-rata ordinat PQRS awalnya ditentukan AT
- Buat A1,T diman  $AA_1 = \frac{AB}{3}$  jadi perubahan  $I_1 = \frac{g}{A_1}$
- Buat  $\frac{I_1}{2}$  dimasing-masing sisi kiri-kanan A1T  $\rightarrow P_1Q_1R_1S_1$  dan A1T garis tengahnya. A1T tidak tepat di center (centroid) yang diperkirakan berada dibelakang A1T, maka seluruh kompartemen bergerak kedepan.
- Tarik garis Q1C// Base line
- Buat titik D =  $1/3$  TS1 dan tarik garis A1D  $\rightarrow EF = d$

Dengan posisi ordinat baru didapat nilai  $g$  dan posisi pusatnya dapat di check.

Dengan perubahan lokasi T  $\rightarrow$  T1 sejauh  $d$ , Maka dapat dihitung

Floodable length (F) =  $\frac{I_1}{L}$  dimana  $L$  = panjang kompartemen.

#### **I.7.6. Pemeriksaan secara berkala pada Badan Klasifikasi**

Tugas Biro Klasifikasi Kapal adalah pengawasan teknis dibidang pemeriksaan gambar, survey pembangunan kapal, instalasi mesin dan perlengkapan kapal, termasuk instalasi listrik. Demikian pula bahan yang digunakan dalam pembangunan kapal termasuk pengujian, bahkan kwalifikasi dan tenaga pekerja terutama tukang las. Pengawasan teknis tersebut di lakukan sewaktu kapal berlayar ataupun kapal sedang di bangun sehingga kapal tersebut dalam kondisi laik laut. Seperti pada kapal LCT yang tenggelam diatas memiliki Klas Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) yang memiliki :

- Tanda kelas dan Notasi Kelas

Misal :

+ A 100 : Kapal yang seluruh bagiannya memenuhi aturan BKI, atau peraturan yang setaraf dengan itu.

II : Kapal dan perlengkapannya yaitu mesin jangkar, rantai jangkar, dan tali temali tidak memenuhi aturan BKI

P : Pelayaran Pantai ( Jarak pelabuhan terdekat dan jarak dari pantai tidak melebihi 200 mil

SM : Mesin, instalasi listrik dan seluruh perlengkapan mesin yang tercakup pada klasifikasi, sesuai dengan peraturan konstruksi BKI.

- Jenis-jenis survey kapal

Jenis-jenis survey yang dilakukan BKI adalah :

1. Survey penerimaan kelas
  - Survey penerimaan kelas bangunan baru
  - Survey Penerimaan kelas bukan bangunan baru
2. Survey mempertahankan kelas
  - Annual Survey
  - Intermedite survey
3. Special survey ( Survey pembaharuan kelas)
  - Survey pembaharuan klas I (Umur kapal dibawah 5 tahun)
  - Survey pembaharuan klas II ( Umur kapal 5 s/d 10 Tahun)
  - Survey pembaharuan klas III ( Umur kapal > 10 thn)
4. Extention Survey (Survey perpanjangan Kelas)
5. Docking survey
6. In Water Survey (Survey didalam air)
7. Survey Khusus

Manfaat Jasa Klasifikasi

1. Pemilik Kapal :
  - Terjaminnya kondisi kapalnya sejak dalam pembangunan dan perawatan selama beroperasinya kapal
  - Memperpanjang manfaat umur kapal

- Meyakinkan terhadap pemilik muatan serta pihak-pihak lain yang berkepentingan
- Efisiensi terhadap biaya perawatan
  - 2. Awak Kapal dan Penumpang :
- Keselamatan Jiwa dilaut
  - 3. Galangan Kapal/Dok :
- Adanya Standar untuk pembangunan suatu perbaikan kapal dan standar kualitas pelaksanaannya
- Ikut menjamin Kualitas product dari galangan kapal tersebut
- Secara tidak langsung membina keterampilan kepada karyawan Galangan kapal/dok
  - 4. Industri :
- Menjamin kualitas product yang dihasilkan untuk material komponen maupun mesin-mesin kapal sesuai standar yang diisyaratkan
  - 5. Asuransi :
- Berkepentingan dengan adanya pegangan objektif atas kondisi/teknis suatu kapal sebagai dasar untuk peraturan premi asuransi dan bila terjadi suatu klaim dari pemilik kapal
  - 6. Pemerintah :
- Ikut menjamin atas keselamatan pelayaran
- Ikut membina pelayaran dari segi penerapan peraturan pemerintah yang berkaitan dan konvensi internasional yang telah diratifikasi
- Memberikan data-data kapal berbendera Indonesia yang dipublikasikan secara tahunan melalui buku Register
- Ikut berpartisipasi sebagai tenaga teknis atau expert dalam delegasi pemerintah dalam sidang-sidang IMO dan ILO
- Meringankan beban pemerintah dalam hal penyediaan sumber daya manusia dan pendanaan untuk pemeriksaan atau sertifikasi statutoria seperti lambung timbul, alat angkat angkut, dan konstruksi lepas pantai

- Melaksanakan pelimpahan statutoria yang diberikan oleh pemerintah misalnya dalam hal lambung timbul, Alat angkut angkut, Bejana tekan, Keselamatan konstruksi, Marpol, ISM, dll.

### I.7.7. PERHITUNGAN RAMP DOOR

#### I.7.7.1. Perhitungan Beban Ramp Door

##### Beban Akibat Kendaraan

Berat kosong Truck untuk roda 6 ban	=	6.00	Ton
Berat Muatan yang dapat diangkut	=	3.00	Ton
Total....	=	9.00	Ton

Jadi diestimasikan berat kendaraan 9 Ton

$$\text{Berat Kendaraan (G1)} = 9 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Poros depan} &= 1/3 \times G1 \\ &= 1/3 \times 9 \\ &= 3 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Poros belakang} &= 2/3 \times G1 \\ &= 2/3 \times 9 \\ &= 2.1 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Beban yang terjadi pada roda : (KI.78, vol.II/119)

$$\begin{aligned} \text{- P. Belakang} &= 0.35 \times \text{beban Poros} \\ &= 0.35 \times 6 \\ &= 2.1 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- P. Depan} &= 0.5 \times \text{beban Poros} \\ &= 0.5 \times 6 \\ &= 1.5 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Maka beban titik yang di ambil adalah

$$P = 2.1 \text{ Ton}$$

##### Beban akibat berat pelat

- Panjang Ramp door = 5.5 meter
- Lebar Ramp door = 4.0 meter





I.7.7.2. Perhitungan tegangan tali dan engsel ditinjau dari berbagai macam kondisi.

Perhitungan tegangan tali atau wire rope ditinjau dari berbagai macam kondisi yaitu dengan memperhatikan berat ramp door dan berat beban/kendaraan yang maximal dimana tegangan yang diperoleh adalah 53.4 Ton.

Gaya tegangan tali yang didapat dengan mengalikan sudut  $\cos \theta$ .

Gaya tegangan Tali/Wire rope	$0^{\circ}$	=	53.4 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$10^{\circ}$	=	52.58 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$20^{\circ}$	=	50.179T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$30^{\circ}$	=	46.25 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$40^{\circ}$	=	40.91 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$50^{\circ}$	=	34.32 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$60^{\circ}$	=	26.70 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$70^{\circ}$	=	18.26 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$80^{\circ}$	=	9.27 T
Gaya tegangan Tali/Wire rope	$90^{\circ}$	=	0.00 T

Sedangkan gaya yang diperoleh untuk engsel sama halnya dengan cara diatas dengan mengalikan sudut  $\cos \theta$ .

Untuk Tegangan engsel didapat 47.6 Ton

Tegangan engsel untuk $0^{\circ}$ adalah	47.60 T
Tegangan engsel untuk $10^{\circ}$ adalah	46.88 T
Tegangan engsel untuk $20^{\circ}$ adalah	44.73 T
Tegangan engsel untuk $30^{\circ}$ adalah	41.22 T
Tegangan engsel untuk $40^{\circ}$ adalah	36.46 T
Tegangan engsel untuk $50^{\circ}$ adalah	30.60 T
Tegangan engsel untuk $60^{\circ}$ adalah	23.80 T
Tegangan engsel untuk $70^{\circ}$ adalah	16.28 T
Tegangan engsel untuk $80^{\circ}$ adalah	8.27 T
Tegangan engsel untuk $90^{\circ}$ adalah	0 T

### I.7.7.3. Penentuan diameter ukuran tali dan engsel

Gaya tarik yang bekerja pada tali/engsel untuk beban maximum adalah 53.4 T. Tegangan bahan dari tali didapat dari tabel 37 wire ropes buku GL untuk tegangan  $T = 53.4$  adalah 10 mm, sedangkan untuk shackles pada tabel 44 buku GL dari tegangan 47.6 T didapat nominal size 50 dan  $b_1 = 140$  mm.

### I.7.7.4. Tenaga winch yang dibutuhkan

Tegangan Tali

$$PW = P + Q \quad \text{dimana} \quad P = 53.4 \text{ T}$$

$$Q = (0.0028 \times 53.4) \\ = 0.14952$$

$$PW = 53.4 + 0.14952 \text{ T}$$

Tenaga yang dibutuhkan

$$N = (PW \times VP \times 1000) / (60 \times 75) \quad \text{Dimana : } VP = 10 \text{ m/det}$$

$$N = (53.4 \times 10 \times 1000) / (60 \times 75)$$

$$N = 118 \text{ HP}$$

Randemen Winch 65% - 75% dari buku Auxiliary machiners and systems oleh M.Khetagurov.

Jadi tenaga winch yang didapat  $65\% \times 118 \text{ HP} = 77 \text{ HP}$ , Karena terdapat Gesekan pada pule, tali, dll.

### I.7.8. Penutup Studi Kasus

Kecelakaan LANDING CRAFT di laut umumnya disebabkan pengaruh :

- A. Kesalahan dalam perancangan
- B. Kesalahan Konsruksi
- C. Kesalahan Produksi
- D. Kesalahan Operasional
- E. Kecakapan Nahkoda atau ABK yang tidak memadai

Maka untuk dapat mengurangi angka kecelakaan LCT di laut seperti terjadi pada beberapa kasus di Bab sebelumnya. Perlu adanya sebuah pencegahan awal sehingga terjaminnya keselamatan Muatan dan Penumpang yang antara lain :

1. Proses perancangan yang disesuaikan dengan Klasifikasi baik ukuran, bahan, maupun ketebalan yang diisyaratkan
2. Kecakapan dari ABK maupun Nahkoda dalam mengambil keputusan ataupun sertifikat yang harus dipenuhi oleh Pelaut
3. Pengecekan Stabilitas sebelum dan sesudah keberangkatan , sehingga kapal tidak dalam kondisi melebihi sarat yang ditetapkan
4. Survey berkala, setiap kapal ditetapkan untuk naik DOK
5. Alat keselamatan, komunikasi yang memenuhi persyaratan
6. Keterangan yang lengkap mengenai kondisi alur pelayaran yang akan di lalui oleh kapal

Dengan adanya Prosedur Pencegahan Kapal LCT di Laut, Makaseringnya terjadi kecelakaan LCT di laut dapat di kurangi.