



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERHITUNGAN FLOODABLE LENGTH PADA KAPAL
MODEL**

SKRIPSI

**ANDREAS
0405080025**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
DESEMBER 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERHITUNGAN FLOODABLE LENGTH PADA KAPAL
MODEL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ANDREAS
0405080025**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
KEKHUSUSAN TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Andreas

NPM : 0405080025

Tanda Tangan :

Tanggal :

UNIVERSITAS INDONESIA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Andreas
NPM : 0405080025
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Perhitungan Floodable Length pada Kapal Model

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. M.A. Talahatu, MT ()

Penguji : Ir. Hadi Tresna Wibowo ()

Penguji : Dr. Ir. Sunaryo ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng, M.Sc ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : Desember 2009

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa serta Trinabi Agung karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perkapalan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Bapak Ir. M.A. Talahatu, MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Bapak Ir. Hadi Tresna Wibowo, Bapak Dr. Ir. Sunaryo, dan Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng, M.Sc, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran pada skripsi ini;
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material, moral, dan doa;
- (4) Alfian Februario, adik saya yang telah banyak membantu dan mendukung selama ini, baik secara material dan moral;
- (5) Andre Yohanes dan HILMI, selaku teman seperjuangan yang telah membantu penulis mencari, mengumpulkan, dan mengolah data, serta membantu proses penyusunan skripsi ini;
- (6) Teman-teman teknik mesin angkatan 2005, khususnya teman-teman satu program studi teknik perkapalan;
- (7) Teman-teman Pemuda Vihara Dharma Sagara Bekasi yang telah mewarnai hari-hari penulis dengan banyak kegiatan menarik, terutama kegiatan rohani; dan
- (8) Semua teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

UNIVERSITAS INDONESIA

Depok, Desember 2009

Andreas

NPM : 0405080025



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andreas
NPM : 0405080025
Program Studi : Teknik Perkapalan
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PERHITUNGAN FLOODABLE LENGTH PADA KAPAL MODEL

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Desember 2009

Yang menyatakan,

(Andreas)

UNIVERSITAS INDONESIA

ABSTRAK

Nama : Andreas
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul : Perhitungan Floodable Length Pada Kapal Model

Ada banyak hal yang mempengaruhi keselamatan kapal, salah satu faktornya adalah kebocoran pada lambung yang ada di bawah garis air. Bila kapal mengalami kebocoran, maka air akan masuk keseluruh ruangan dan kapal akan tenggelam, karena kapal tidak mempunyai daya apung cadangan lagi. Supaya kapal tidak tenggelam, maka air yang masuk kedalam ruangan harus dicegah oleh sekat-sekat melintang yang kedap air dan menerus sampai geladak sekat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan apakah sekat-sekat pada kapal model milik Teknik Perkapalan DTM FT UI telah benar atau tidak. Proses yang dilakukan adalah dengan melakukan simulasi floodable length dan juga perhitungan dengan menggunakan metode Webster. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa penempatan sekat-sekat pada kapal model telah benar.

Kata kunci :

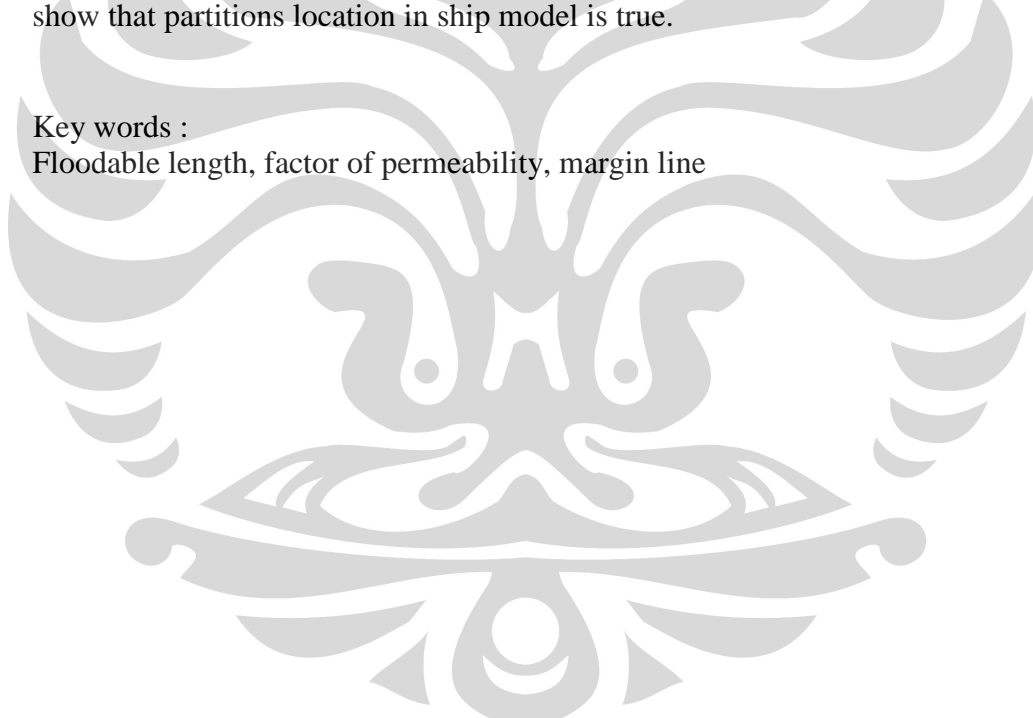
Panjang ketidaktenggelaman, faktor permeabilitas, garis batas tenggelam

ABSTRACT

Name : Andreas
Study Program : Naval Architecture
Title : Calculation of Floodable Length at Ship Model

There are many things that influence the safety of ship, one of the factor is leakage in hull that exist in under waterline. When does ship experience leakage, so water will enter to entire room and ship will sink, because ship doesn't has reservist buoyancy again. So that ship doesn't sink, so water that enter to into room must be prevented by partitions block waterproof and until bulkhead deck. This experiment has aimed to determine to what bulkhead in property model ship Naval Architecture DTM FT UI true or not. Process that with do simulation floodable length and also calculation by using method Webster. Result that got to show that partitions location in ship model is true.

Key words :
Floodable length, factor of permeability, margin line



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
1.	PEN
DAHULUAN	1
1.1	Latar
Belakang	1
1.2	Tujua
n Penelitian	2
1.3	Manf
aat Penelitian	2
1.4	Batas
an Penelitian	2
1.5	Meto
de Penelitian	2
1.6	Siste
matika Penulisan	3
2.	LAN
DASAN TEORI	4
2.1	Pemb
agian Sekat Kedap Air (Water Tight Bulkhead)	4
2.2	Daya
Apung (Buoyancy)	5
2.3	Teori
Bocoran	7
2.4	Flood
able Length Curve (Kurva Panjang Genangan)	9
2.5	Sekat
Ceruk Buritan dan Sekat Ceruk Haluan	10
2.6	Peng
ertian Angka Pembagian Sekat	14
2.7	Leng
kungan Sekat Kedap Air	15
3.	P
ROSES PERCOBAAN DAN HASIL	17
3.1	Mem
buat Rencana Garis Dari Kapal Model	17
3.1.1 Mengukur Dimensi Utama Kapal Model	17

3.1.2	Membuat Garis-Garis Bantu	17
3.1.3	Membuat <i>Off Set Table Lines Plan</i>	18
3.1.4	Membuat <i>Lines Plan</i> pada AUTO CAD dan Maxsurf 11.03	22
3.2	.....	Set
	Up Alat Untuk Simulasi Floodable Length	26
3.3	.....	Hasil
	Percobaan	28
4	.....	PEN
	GOLAHAN DATA DAN ANALISIS	29
4.1	Cara Menghitung Volume Kompartemen	29
4.2	Cara Membuat Kurva Genangan	30
4.3	Mengecek Letak Sekat-Sekat Kapal Model	37
4.4	Analisa Grafik	39
4.5	Analisa Hasil Percobaan	40
5	.....	PEN
	UTUP	41
5.1	.....	Kesi
	mpulan	41
5.2	.....	Saran
	.....	41
	DAFTAR REFERENSI	43

DAFTAR TABEL

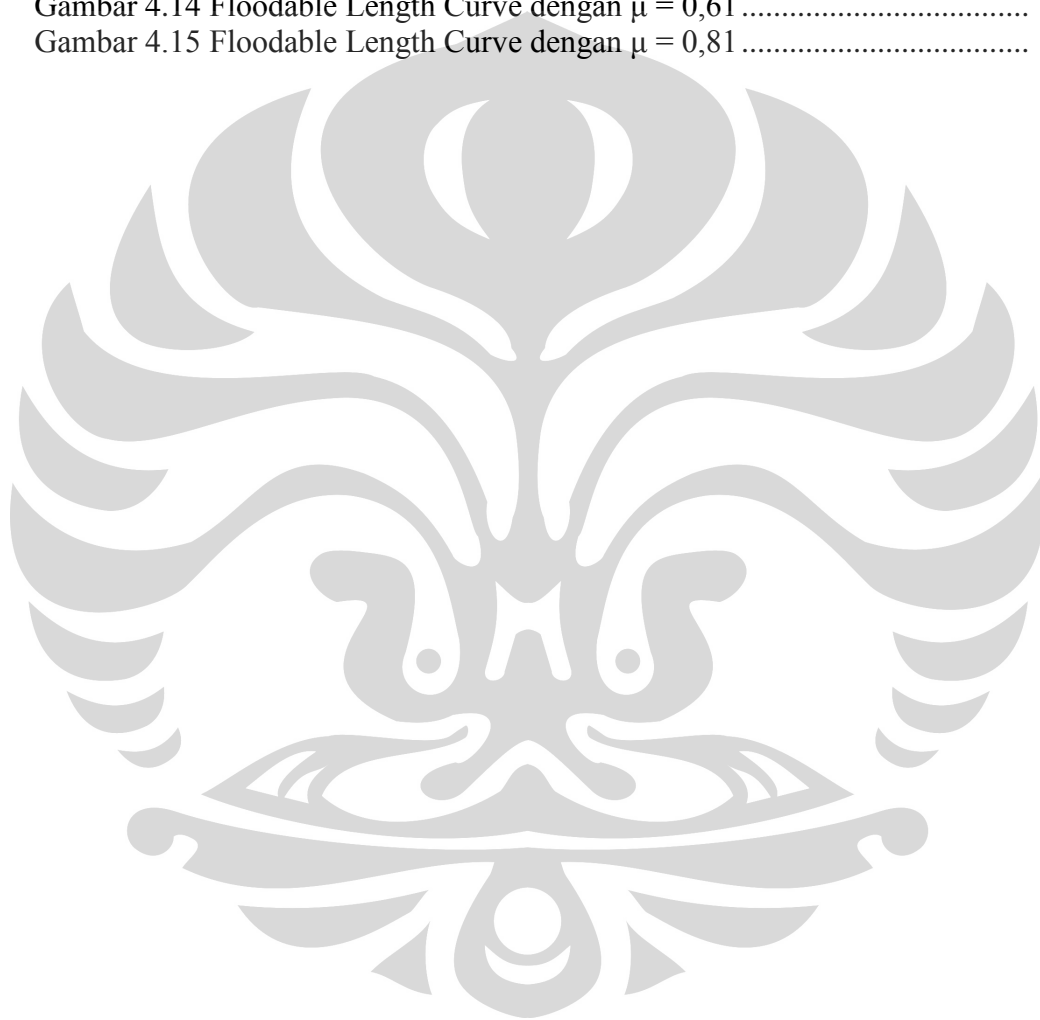
Tabel 2.1	Faktor Permeabilitas untuk tiap ruangan	7
Tabel 3.1	Off set table untuk lines plan kapal model	20
Tabel 4.1	menentukan nilai m dan a	31
Tabel 4.2	nilai m dan a pada tiap gading 1	31
Tabel 4.3	panjang genangan pada engine room	32
Tabel 4.4	panjang genangan pada kompartemen 1	32
Tabel 4.5	panjang genangan pada kompartemen 2	33
Tabel 4.6	panjang genangan pada kompartemen 3	34
Tabel 4.7	panjang genangan pada kompartemen 4	34
Tabel 4.8	panjang genangan pada kompartemen 5	35
Tabel 4.9	panjang genangan pada kompartemen 6	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Sekat pada Kapal.....	4
Gambar 2.2 Margin Line	5
Gambar 2.3 Jumlah Sekat berdasarkan penempatan Engine room	5
Gambar 2.4 Sketsa awal kapal sebelum terjadi kebocoran	6
Gambar 2.5 Sketsa kapal ketika terjadi kebocoran	8
Gambar 2.6 Diagram V-Z	9
Gambar 2.7 Diagram V, V_{μ} , dan Z.....	10
Gambar 2.8 Sekat Ceruk Buritan	11
Gambar 2.9 Sekat Ceruk Haluan.....	12
Gambar 2.10 Panjang Genangan pada tiap kondisi μ	13
Gambar 3.1 Gading-gading bantu	18
Gambar 3.2 Garis-garis water line	18
Gambar 3.3 Garis-garis lengkungan Half bread kapal model.....	19
Gambar 3.4 Rencana garis kapal model 2D pada Auto CAD	22
Gambar 3.5 Rencana garis kapal model 3D pada Auto CAD	23
Gambar 3.6 Rencana garis kapal model pada Maxsurf.....	24
Gambar 3.7. Hidrostatic data kapal model pada Maxsurf.....	25
Gambar 3.8 Tangki percobaan yang telah diisi air.....	26
Gambar 3.9 Meletakkan kapal model pada tangki percobaan	27
Gambar 4.1 Penghitungan volume menggunakan software Maxsurf	29
Gambar 4.2 Grafik panjang genangan pada engine room.....	32
Gambar 4.3 Grafik panjang genangan pada kompartemen 1	33

Gambar 4.4 Grafik panjang genangan pada kompartemen 2	33
Gambar 4.5 Grafik panjang genangan pada kompartemen 3	34
Gambar 4.6 Grafik panjang genangan pada kompartemen 4	35
Gambar 4.7 Grafik panjang genangan pada kompartemen 5	35
Gambar 4.8 Grafik panjang genangan pada kompartemen 6	36
Gambar 4.9 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,43$	37
Gambar 4.10 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,55$	37
Gambar 4.11 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,49$	38
Gambar 4.12 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,58$	38
Gambar 4.13 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,59$	38
Gambar 4.14 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,61$	39
Gambar 4.15 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,81$	39



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk merancang / merencanakan suatu kapal perlu diperhatikan faktor keselamatan atau keamanan dari kapal. Ada banyak hal yang mempengaruhi keselamatan kapal, salah satu faktornya adalah kebocoran pada lambung yang ada di bawah garis air. Bila kapal mengalami kebocoran, maka air akan masuk keseluruhan ruangan dan kapal akan tenggelam, karena kapal tidak mempunyai daya apung cadangan lagi. Supaya kapal tidak tenggelam, maka air yang masuk kedalam ruangan harus dicegah oleh sekat-sekat melintang yang kedap air dan menerus sampai geladak sekat. Untuk menentukan letak dan jarak maksimal dalam arah memanjang kapal dari masing-masing sekat melintang yang kedap ini dan kapal masih dapat terapung diperlukan grafik atau lengkungan panjang ketidaktenggelaman, sehingga kapal tersebut aman bila ruangan antara dua sekat kedap melintangnya mengalami kebocoran pada lambungnya.

Bagaimana RMS Titanic tenggelam, selama perjalanan perdananya memunculkan pertanyaan bagi banyak pihak apakah kapal-kapal modern dapat pula mengalami kecelakaan tragis seperti itu di laut. Semua kapal bisa saja berpotensi mengalami kecelakaan di laut dan adalah tanggung jawab arsitek kapal untuk mendesain kapal yang stabil dan tidak mudah tenggelam jika lambungnya bocor akibat tabrakan dengan pulau es, dengan kapal lain atau karena ledakan.

Arsitek kapal ketika merancang kapal tahu bahwa mereka harus membagi kapal menjadi sejumlah kompartemen yang kecil-kecil sebagai tindakan pencegahan untuk melindungi kapal agar tidak mudah tenggelam bilamana kapal itu mengalami kebocoran fatal selama pelayarannya. Sebagai sebuah standard, akan selalu ada tangki forepeak yang dipasang sekat tabrakan (collision bulkhead) dan tangki afterpeak, dan alas ganda (double bottom) di kapal. Untuk memberi lebih banyak perlindungan ke kapal, arsitek kapal akan menambah beberapa sekat kedap air, menurut peraturan yang diwajibkan oleh biro-biro klasifikasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan dan mengecek letak sekat-sekat kapal model yang dimiliki oleh Teknik Perkapalan DTM FT UI. Sehingga diharapkan hasil penelitian dan penulisan ini bisa menjadi masukan dan bahan rujukan dalam membuat kapal sesungguhnya. Selain itu, juga untuk menunjang program Doktor Ir. M. A. Talahatu, MT.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat diadakannya penelitian ini adalah bertujuan untuk penyediaan *data base* dari kapal model milik Teknik Perkapalan DTM FT UI khususnya berupa *lines plan* (dengan bantuan *software AutoCad* dan *MaxsurfPro 11.03*), *hidrostatic curve* (*HidromaxPro 11.03*), *cross curve* (*HidromaxPro 11.03*), *Floodable Length Curve* (*Webster*), yang mana *data base* ini diharapkan bisa membantu mahasiswa lainnya untuk percobaan di laboratorium nantinya.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam melakukan percobaan ini, penulis akan menggunakan 2 metode, yaitu secara teoritis (*Webster*) dan simulasi. Percobaan dilakukan hanya sampai pada penentuan letak sekat-sekat kapal model.

1.5 Metode Operasional Penelitian

Metode operasional yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Studi literature

Studi literature dilakukan untuk memperoleh referensi, informasi, dan teori yang bersumber dari buku diktat kuliah, internet, paper, jurnal, dan lain-lain.

2. Pengumpulan data

Pada tahap ini, penulis mencari data-data terkait yang dibutuhkan dalam merancang suatu *floodable length* kapal model melalui simulasi. Data-data diperoleh merupakan hasil pengamatan langsung penulis dari hasil simulasi yang telah dilakukan.

3. Pengolahan data penelitian

Dengan melakukan perhitungan menggunakan metode Webster dan juga dibantu software MaxsurfPro 11.03, penulis mengolah data yang telah didapatkan.

4. Analisis hasil penelitian

Penulis melakukan analisa terhadap hasil penelitian yang didasarkan pada rumusan dan teori yang telah ada di berbagai literatur.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyajian tugas akhir atau skripsi ini yang bermula dari latar belakang masalah sampai pada kesimpulan hasil penelitian, disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori sebagai landasan dan pendukung dalam melakukan kegiatan penelitian.

BAB 3 PROSES PERCOBAAN DAN HASIL

Bab ini menjelaskan tentang proses percobaan yang akan dilakukan berikut dengan langkah-langkahnya. Serta hasil yang didapatkan dari percobaan ini.

BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi pengolahan data dan analisis dari hasil yang diperoleh.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil yang didapat, serta saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

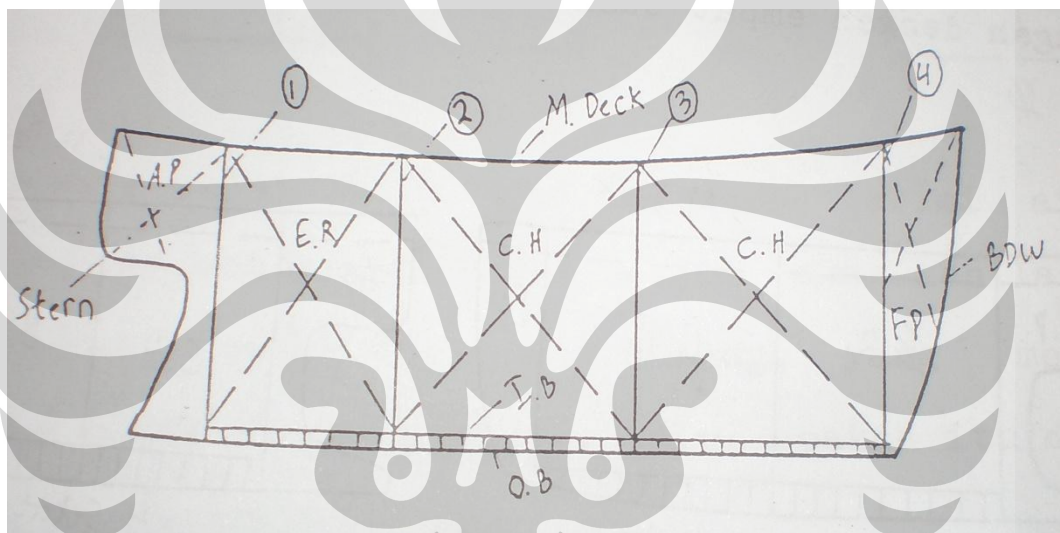
BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pembagian Sekat Kedap Air (Water Tight Bulkhead)

Bagi kapal-kapal yang mengangkut lebih dari 12 orang penumpang harus mempunyai sekat kedap air (water tight bulkhead) dimana dengan tujuan memberikan keamanan konstruksi terhadap kapal, sekiranya kapal tersebut terjadi kebocoran pada salah satu kompartemennya.

Untuk maksud itu maka kapal perlu dilengkapi oleh satu-dua-tiga atau lebih sekat kedap air, agar bila salah satu kompartemennya terjadi kebocoran, kapal masih bisa bertahan untuk tidak tenggelam.

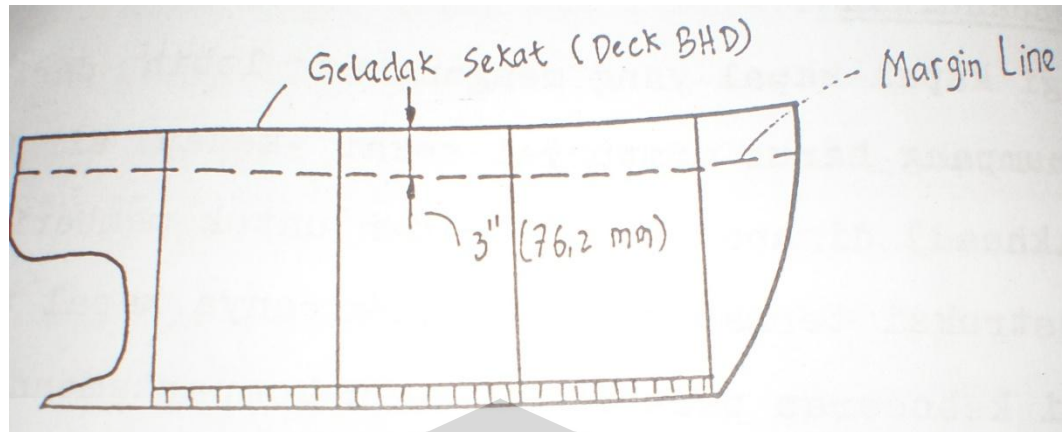


Gambar 2.1. Jenis-Jenis Sekat pada Kapal

Keterangan :

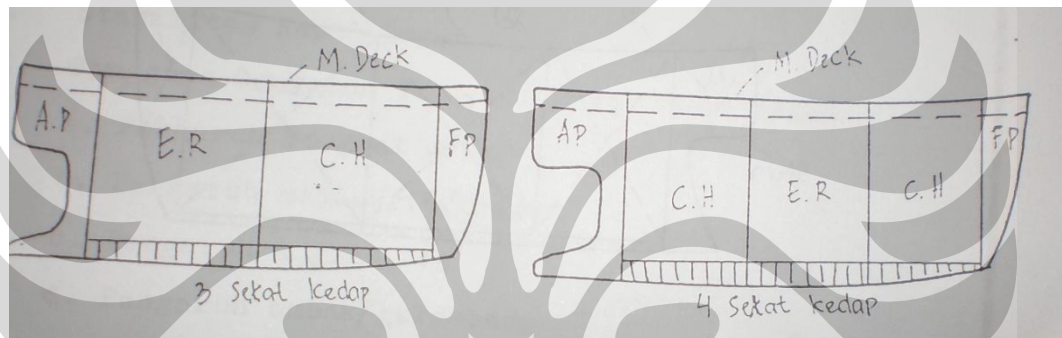
- 1 = Sekat belakang (After peak Bulkhead) atau sekat ceruk buritan.
- 2 = Sekat kamar mesin (Engine Room Bulkhead).
- 3 = Sekat ruang muat (Cargo Hold Bulkhead).
- 4 = Sekat ceruk haluan (Fore peak Bulkhead) atau Collision BHD.

Diperhitungkan bahwa air yang masuk akibat bocoran terbatas dibawah geladak sekat. Garis batas benam (margin line) letaknya 3" (76mm) dibawah geladak sekat dan bilamana kapal dilapisi dengan kayu pada geladaknya maka haruslah diukur dari bagian atas kayu tersebut.



Gambar 2.2 Margin Line

Untuk kapal-kapal yang kecil, bila kamar mesinnya dibelakang, sedikitnya tiga buah sekat dan kamar mesin ditengah dengan empat buah sekat.



Gambar 2.3 Jumlah Sekat berdasarkan penempatan Engine room

Sehingga dalam hal ini garis muat maximum juga diperhitungkan menyinggung pada margin line (3" dibawah geladak sekat).

2.2 Daya Apung (Buoyancy)

Daya apung adalah besarnya berat pemindahan air pada Carena kapal yang sebanding dengan berat total kapal yang mengapung tegak. Besarnya daya apung sangat tergantung pada besar kecilnya luas bidang kapal yang tercelup didalam air, yaitu dikenal dengan Displacement kapal.

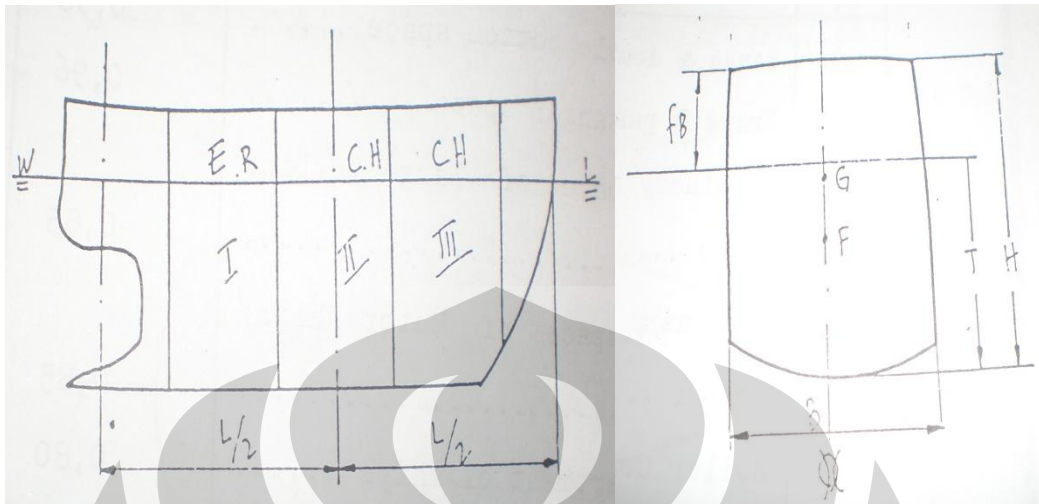
atau $\Delta = \gamma V$

Δ = Displacement

γ = Berat jenis dari air (tawar / asin)

V = Volume Carena kapal

Teori ini didasari oleh Hukum Archimedes yang mana : berat benda yang terapung akan sebanding dengan jumlah air yang dipindahkan.



Gambar 2.4 Sketsa awal kapal sebelum terjadi kebocoran

Jadi bilamana salah satu kompartemennya terisi air oleh karena terjadi kebocoran, maka kapal akan kehilangan daya apungnya atau buoyancy-nya akan hilang, yang menyebabkan stabilitas kapal ikut terganggu pula, apakah itu dalam arah melintang ataupun memanjang.

Bagian yang bocor itu akan dinilai dengan perbandingan antara volume air yang dapat masuk dengan volume ruang (kompartement) yang bersangkutan yang dikenal dengan faktor Permeabilitas (μ).

$$\text{Atau } \mu = \frac{V\phi}{V}$$

μ = Permeability factor

$V\phi$ = Volume air yang dapat masuk

V = Volume kompartemen yang bersangkutan

Jadi faktor “ μ ” ini untuk setiap ruang akan berlainan, atau tergantung pada benda (substansi) apa yang ada didalam ruang itu sebelum terjadi kebocoran kapal tersebut. Permasalahan inilah yang perlu dikaji lebih mendalam pada kapal-kapal yang mengalami gangguan stabilitas dan trim akibat kebocoran.

Faktor permeabilitas ini dapat dilihat pada table berikut yang merupakan harga rata-rata dan sederhana.

Tabel 2.1. Faktor Permeabilitas untuk tiap ruangan

No.	Name of Space	P. factor μ
1	Tanks & double bottom space	0,98
2	Crews & passanger space	0,96
3	Machinery space of large turbine ships	0,85
4	Machinery space of motor ships/diesel	0,85
5	Boiler compartment of ships	0,80
6	Machinery & boiler compartment of transports	0,80
7	Machinery space of small turbine ships	0,75
8	Store rooms for varions supplies	0,70
9	Cargo hold & coal bunkirs	0,60

2.3 Teori Bocoran

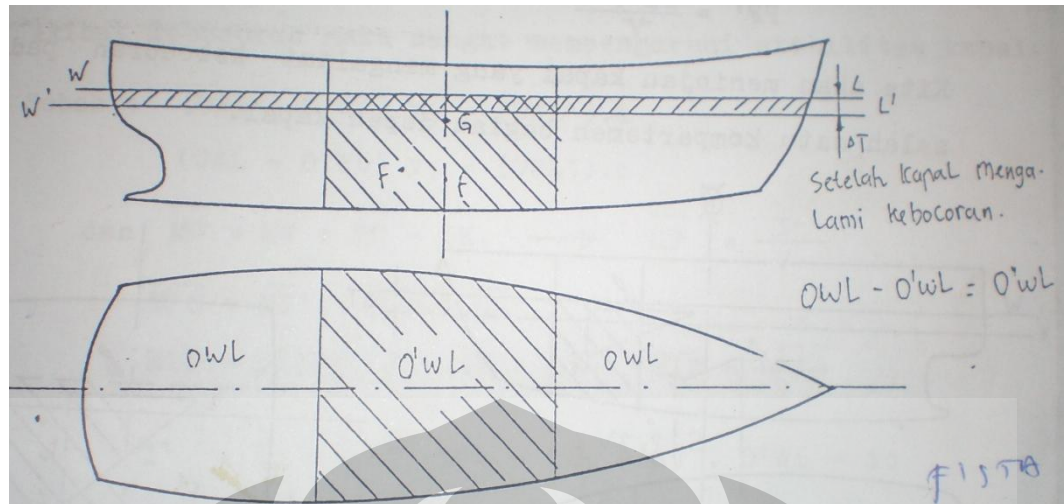
Sebagaimana telah disebutkan diatas bahwa bocoran pada salah satu kompartemen kapal akan sangat mempengaruhi stabilitas dan trim kapal yang bersangkutan. Dalam hal ini kita kenal 2 (dua) metode yang mengantar kita kearah penganalisaan yang lebih teliti antara lain :

Teori : 1. Added Weight Method

2. Last of Buoyancy Method

- Added Weight Method : air bocoran yang masuk kompartemen dianggap menambah berat kapal atau menambah displacement dari kapal yang bersangkutan.

- Last of Buoyancy Method : air bocoran yang masuk ke kompartemen masih dianggap sebagai bagian dari air laut, jadi tidak menambah displacement kapal yang bersangkutan, tapi hanya kehilangan daya apungnya.



Gambar 2.5. Sketsa kapal ketika terjadi kebocoran

Sehingga dimana:

OWL = Luas bidang sebelum terjadi kebocoran.

O'WL = Luas bidang bocoran.

V = Volume ruang bocoran (volume sisa).

v = Volume carena kapal.

f = Titik berat ruang/kompartemen.

Z = Titik berat dari volume (WL dan W'L').

$\Delta V = OWL \cdot \Delta T = V + O'WL \cdot \Delta T \rightarrow$ Volume ruang yang besar

$$\Delta T = \frac{V}{OWL - O'WL} \rightarrow OWL - O'WL = \text{Luas bidang sisa (yang tidak bocor)}$$

$$\mu = \text{Permeability factor} = \frac{\text{Volume air yang dapat masuk}}{\text{Volume ruang bocoran}} (\%)$$

$$\text{Sehingga : } \Delta T = \frac{OPT \cdot \mu \cdot V}{OWL - 0,01 \cdot \mu \cdot O'WL}$$

$$V' = \text{Volume ruang bocoran} = O'WL \cdot \Delta T$$

$$\text{Jadi : } V = V' = O'WL \cdot \Delta T + (OWL - O'WL) \Delta T$$

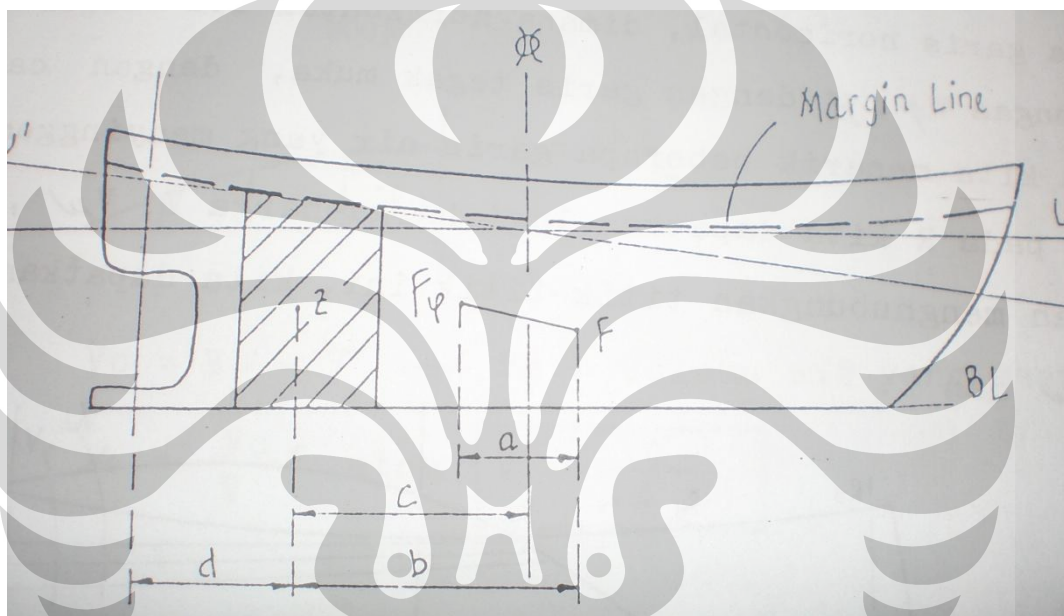
$$\boxed{}$$

$$OWL. \Delta T = \Delta V$$

2.4. Floodable Length Curve (Kurva Panjang Genangan)

Kapal yang mengangkut 12 orang harus dilengkapi oleh sekat kedap air. Maka panjang/jarak antara kedua buah sekat inilah yang perlu diperhatikan sebagai ketelitian bagi menentukan panjang genangan yang diizinkan agar aman kalau terjadi kebocoran. Sehingga tujuan pembagian sekat adalah untuk menentukan panjang maximum antara masing-masing sekat dari depan kebelakang atau dari haluan ke buritan.

Untuk maksud ini terlebih dahulu dibuatkan diagram V-Z



Gambar 2.6. Diagram V-Z

Pada garis WL adalah sebelum terjadi kebocoran dan lengkung sekat akan dibuat dengan mempergunakan Carena Diagram untuk memperoleh displacement V serta jarak titik tekan F . Bila kita membuat beberapa garis air $W\phi L\phi$ yang menyinggung margin line maka dengan bantuan Bonjean Curve dapatlah diperoleh displacement dari garis air yaitu juga jarak titik tekan dapat ditentukan.

Setelah jarak F ke $F\phi$ kita misalkan dengan a , kita akan dapatkan volume air yang masuk ke ruang antara kedua sekat kedap air tersebut yaitu :

$$VR = V\phi - V$$

Dengan sendirinya letak titik berat dari air yang masuk akan diketahui, sehingga persamaan moment statis volume dan V terhadap F kita misalkan $ZF=b$,

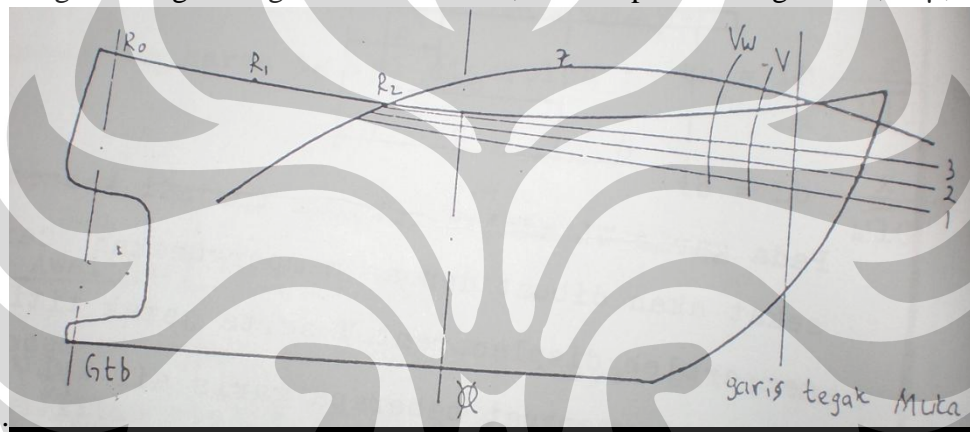
$$\text{Maka : } b = \frac{a \cdot V \varphi}{V_R} = \frac{a \cdot V \varphi}{V \varphi - V}$$

Jarak Z ke midship (Fr. 10) kita misalkan c dan jarak Z ke garis tegak belakang adalah d, sehingga volume air yang masuk V diketahui serta jarak Z terhadap Fr. 10 (midship) sebagaimana disebutkan tadi.

Dengan memperhitungkan volume antara dua sekat kedap air V, dan volume ruang diberi simbol V

Kini kita telah mendapatkan V, V_{μ} , dan c dan kita tempatkan pada garis horizontal, dimana garis horizontal itu melalui perpotongan $W\varphi L\varphi$ dengan garis tegak muka, dengan cara yang sama kita menarik beberapa garis air yang menyinggung margin line pada R kita dapatkan lagi harga-harga V, V_{μ} , dan c.

Dengan menghubungkan titik-titik ini, kita dapatkan diagram V, V_{μ} , dan Z.



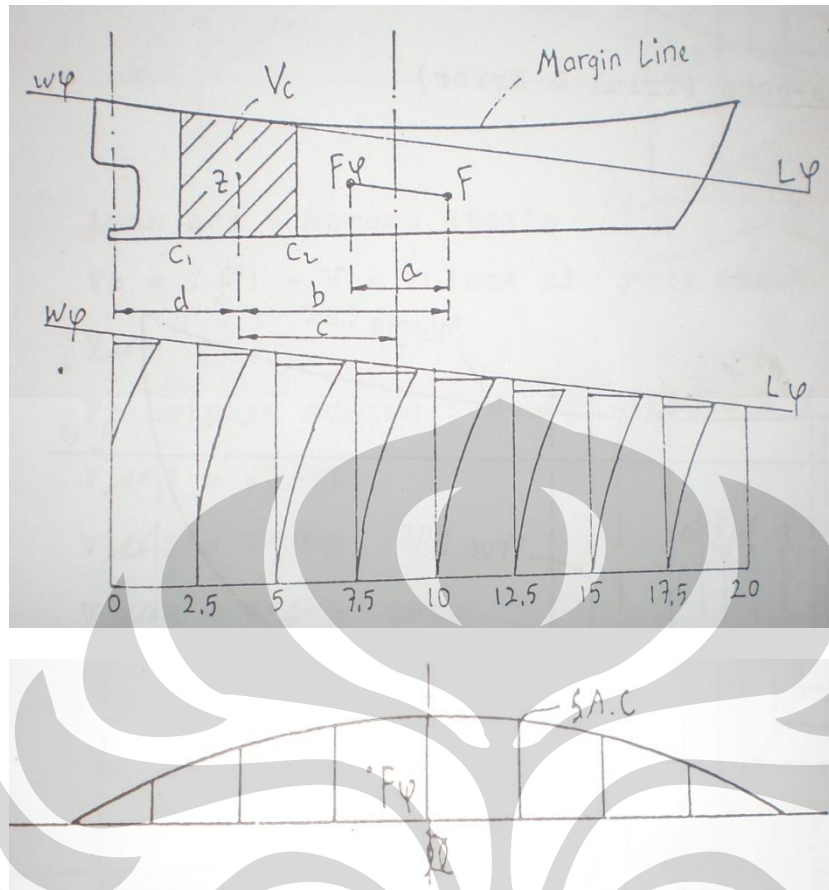
Gambar 2.7. Diagram V, V_{μ} , dan Z

Cara menentukan sekat ceruk haluan dan sekat ceruk buritan akan diperlihatkan berikut ini, agar lebih memperjelas panjang genangan yang diizinkan dari sebuah kapal yang disebut “Permissible Length Curve”.

Kemudian lengkungan sekat akan digambarkan secara jelas sesuai dengan ketentuan baik oleh para Ahli bangunan kapal maupun menurut ketentuan Rules terutama “SOLAS 1960”.

2.5. Sekat Ceruk Buritan dan Sekat Ceruk Haluan

a. Sekat Ceruk Buritan



Gambar 2.8. Sekat Ceruk Buritan

$$V_c = V_{\phi} - v \quad \rightarrow V_c = \text{volume air yang masuk}$$

$$\mu = \frac{V_c}{V} \quad \text{atau} \quad V = \frac{V_c}{\mu}$$

V_{ϕ} = volume kapal saat kebocoran

v = volume kapal mula-mula

V = volume compartment

Lengan momen statis

$$\overline{FF} \phi = a ; \overline{F.Z} = b$$

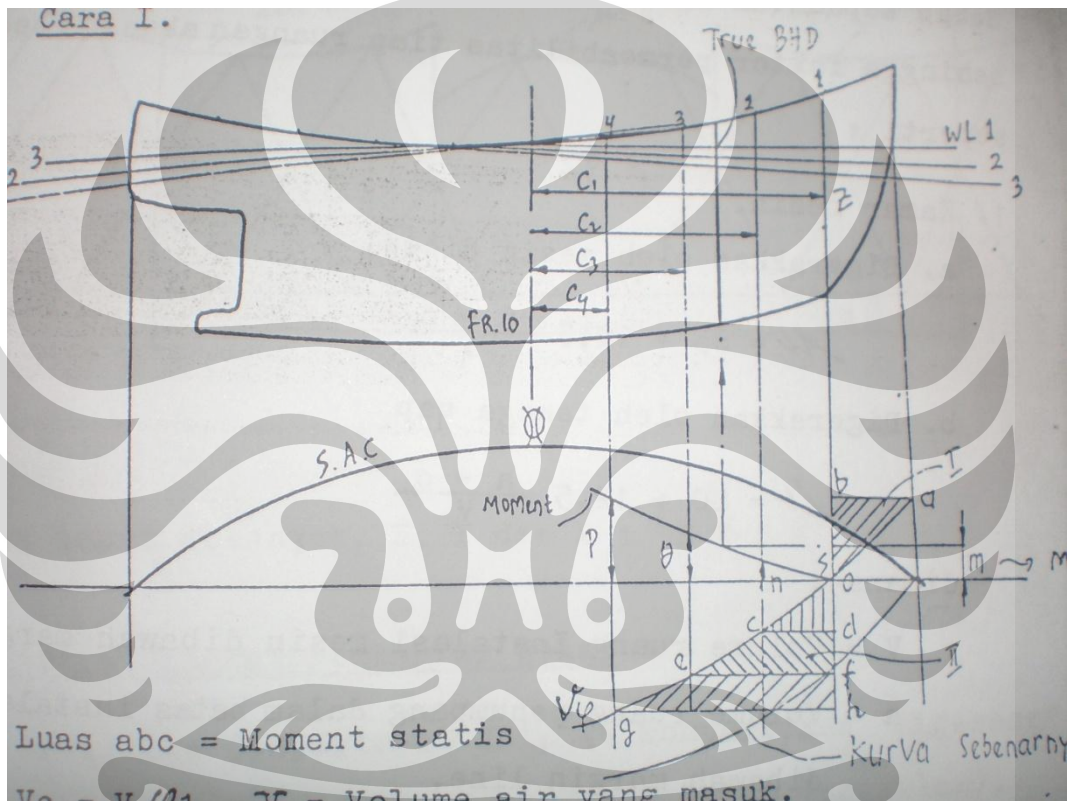
$$V \cdot a = V_c \cdot b$$

$$b = \frac{V_{\phi} \cdot a}{V_c} \quad \text{atau} \quad b = \frac{V_{\phi} \cdot a}{V_{\phi} - v}$$

d = jarak titik berat ruang Z terhadap garis tegak belakang

c = jarak titik berat ruang Z terhadap midship

b. Sekat ceruk haluan



Gambar 2.9. Sekat Ceruk Haluan

Luas abc = Moment statis

$V_c = V_{\phi} - v = \text{volume air yang masuk}$

$V_{\mu} = C$

Prinsipnya adalah : moment statis I = moment statis II

$V_{\mu 1} = V'_{\mu 1}$

$V_{\mu 2} = V'_{\mu 2}$

$V_{\mu 3} = V'_{\mu 3}$ dst

Sebab kepadatan kamar mesin yang berbeda dengan ruang muatan sehingga faktor permeabilitas tiap ruangan akan berbeda-beda seperti :

1. Kamar mesin

- a. Digerakkan oleh mesin diesel

$$\mu = 85 + 12,5 \frac{a - c}{V}$$

- b. Digerakkan oleh tenaga uap

$$\mu = 80 + 12,5 \frac{a - c}{V}$$

dimana :

V = volume ruang instalasi mesin dibawah margin line

a = volume ruang penampang dalam batas instalasi mesin dibawah margin line

c = volume ruang geladak antara (tween deck space) yang dipakai untuk muatan dalam batas dibawah margin line

2. Ruang muatan (Palka)

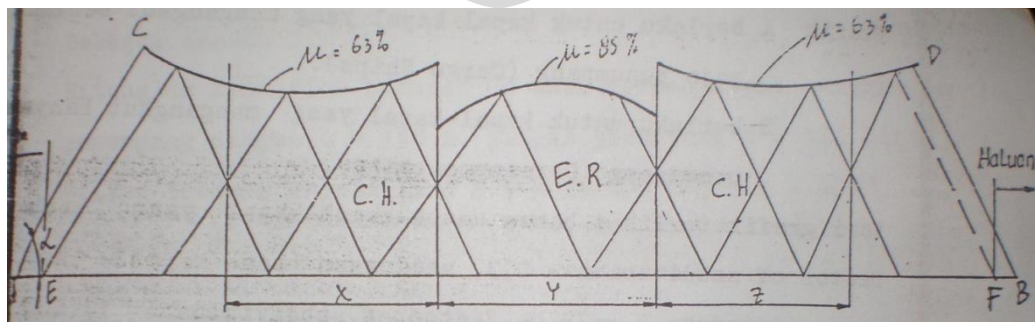
$$\mu = 63 + 35 \frac{a}{V}$$

dimana :

V = volume ruang muat dibawah margin line

a = volume ruang penampang dalam batas yang sama dibawah margin line

Dari persamaan diatas terlihat bahwa kemungkinan banyaknya air yang masuk ke kamar mesin akan lebih banyak dari pada ruang muatan (Palka) setelah diisi. Sehingga panjang genangan kamar mesin lebih panjang daripada ruang muatan.



Gambar 2.10. Panjang Genangan pada tiap kondisi μ

Jarak sekat ditengah, X, Y dan Z ; $\text{tg } \alpha = 2$

2.6 Pengertian Angka Pembagian Sekat

- 1 One Compartment Ship (1 kompartemen digenangi air belum tenggelam)
- 2, 5 Two Compartment Ship (2 kompartemen digenangi air belum tenggelam)
- 1,33 Three Compartment Ship (3 kompartemen digenangi air belum tenggelam)

Factor of Subdivision (Fs)

$$\text{I. } A = \frac{58,2}{L-60} + 0,18 \quad \rightarrow L = 131\text{m}$$

$$A = \frac{190}{L-198} + 0,18 \quad \rightarrow L = 430\text{ ft}$$

$$\text{II. } B = \frac{30,3}{L-42} + 0,18 \quad \rightarrow L = 79\text{ m}$$

$$B = \frac{100}{L-138} + 0,18 \quad \rightarrow L = 260\text{ ft}$$

Cargo Ship

Passanger Ship

Grafik A berlaku untuk kapal-kapal yang mengangkut sedikit saja penumpang (Cargo Ship).

Grafik B berlaku untuk kapal-kapal yang mengangkut banyak penumpang (Passanger Ship).

SOLAS 1960

Adalah International Conference on Safety of Life at Sea (Konferensi Internasional untuk Keselamatan jiwa di laut).

Cs = Criterion of Service Numeral (Criterion Numeral)

Untuk menetapkan jarak maximum tiap compartment secara tepat sesuai dengan panjang kapal serta penggunaannya.

2.7 Lengkungan Sekat Kedap Air

Pada gambar dibawah diperlihatkan lengkungan sekat kedap air untuk beberapa sarat yaitu : $T1 = 0,6H$; $T2 = 0,65H$; $T3 = 0,75H$; $T4 = 0,85H$. Sehingga lengkungan sekat kedap air dapat pula digambarkan.

Dengan menggunakan 3 jenis permeabilitas yaitu :

$$\mu = 80 + 12,5 \frac{a-c}{v} \rightarrow \text{Tenaga Uap}$$

$$\mu = 85 + 12,5 \frac{a-c}{v} \rightarrow \text{Diesel}$$

$$\mu = 63 + 12,5 \frac{a}{v} \rightarrow \text{Cargo Hold}$$

Maka tersusunlah lengkungan sekat yang terdiri dari 3 bagian. Untuk menentukan letak dari sekat kedap air, maka pada panjang kapal A B ditentukan terlebih dahulu letak sekat ceruk buritan E, kemudian dari E ditarik garis miring sebesar α , sehingga memotong lengkungan. Dari titik itu kemudian ditarik garis sejajar dengan B D begitu seterusnya berganti-ganti.

Untuk kapal dengan dengan panjang $L > 131$ m dibuatkan mulai dari E sebuah garis miring yang sejajar dengan CA, dengan demikian garis-garis miring akan saling berpotongan dan antara jarak d dapatlah diletakkan sebuah sekat, dengan catatan bahwa jarak antara 2 buah sekat itu tidak boleh melebihi tinggi lengkungan setempat. Untuk kapal dengan panjang $L < 131$ m dibuatkan garis miring dari sekat tinggi haluan F yang sejajar dengan CA juga. Kemudian jarak antara d yang diperoleh akan merupakan letak sekat pula.

Dalam hal pembuatan lengkungan sekat ini orang cenderung menggunakan metode yang lebih singkat dan sederhana yaitu antara lain dengan Daftar yang dibuat oleh "WEBSTER". Didalam daftar ini terdapat bilangan-bilangan yang dipakai untuk menentukan letak sekat kedap air untuk suatu macam kapal dengan variasi koefisien block (C_b) yang bermacam-macam serta persentase panjang kapal yang bersangkutan.

Untuk menentukan daftar ini digunakan rumus :

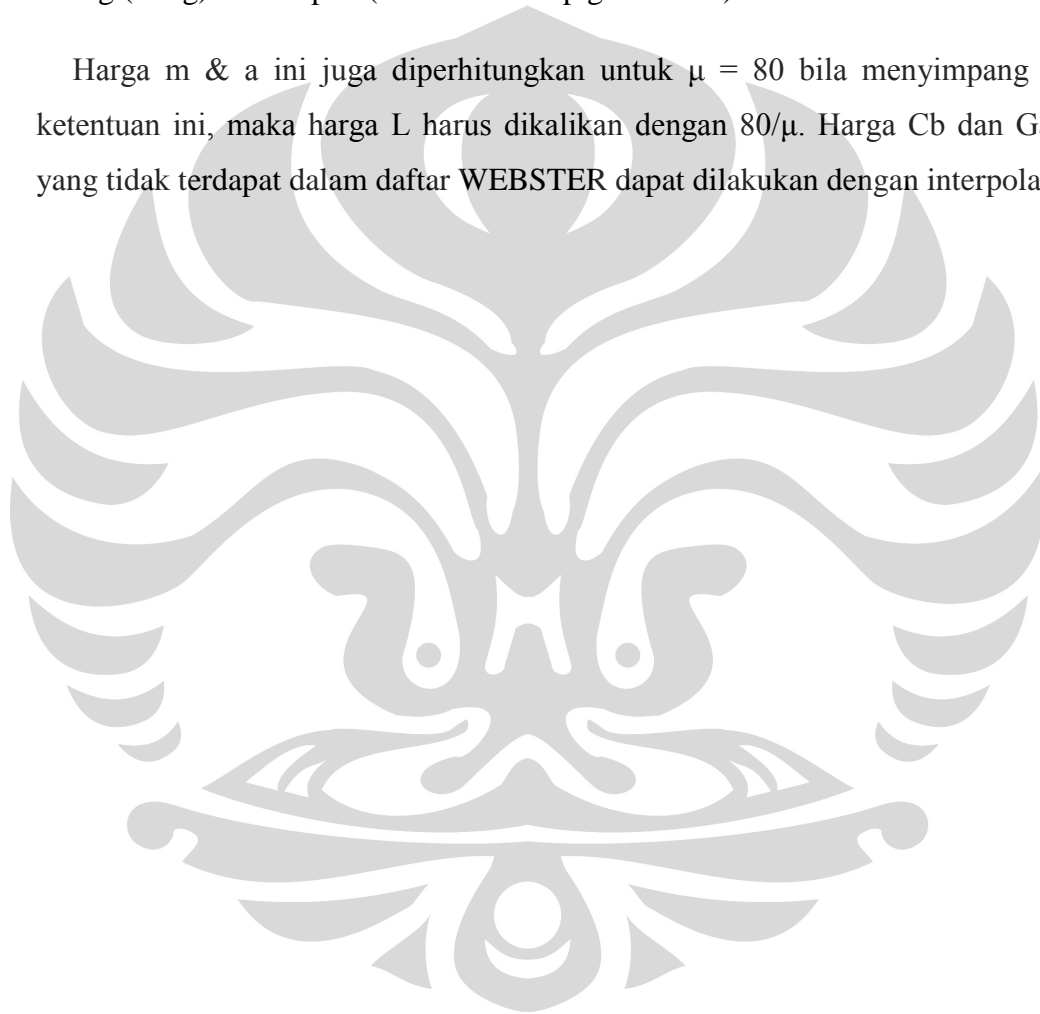
$$L = m (a+f)$$

Dimana : L = dinyatakan dalam % terhadap Lgt .

f = perbandingan antara lambung bebas terhadap H (diukur terhadap garis batas)

m & a = konstanta yang tergantung dari nilai C_b dan perbandingan antara Gaing (Zeng) terhadap H (diukur terhadap garis batas).

Harga m & a ini juga diperhitungkan untuk $\mu = 80$ bila menyimpang dari ketentuan ini, maka harga L harus dikalikan dengan $80/\mu$. Harga C_b dan Gaing yang tidak terdapat dalam daftar WEBSTER dapat dilakukan dengan interpolasi.



BAB 3

PROSES PERCOBAAN DAN HASIL

3.1 Membuat Rencana Garis Dari Kapal Model

Pada sub bab ini penulis akan mencoba memaparkan tentang bagaimana cara untuk membuat rencana garis (*lines plan*) dari sebuah kapal yang sudah dibuat modelnya.

3.1.1 Mengukur Dimensi Utama Kapal Model

Adapun langkah pertama yang dilakukan dalam membuat rencana garis kapal model adalah dengan cara mengukur dimensi-dimensi utama kapal model tersebut dengan menggunakan meteran, yaitu dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

- Tipe kapal = Bulk Cargo Vessel
- Skala model = 1 : 70
- LOA/LWL/LBP = 2.459/2.403/2.385 m
- Lebar B = 0.323 m
- Tinggi H = 0.181 m
- Sarat T = 0.1287 m

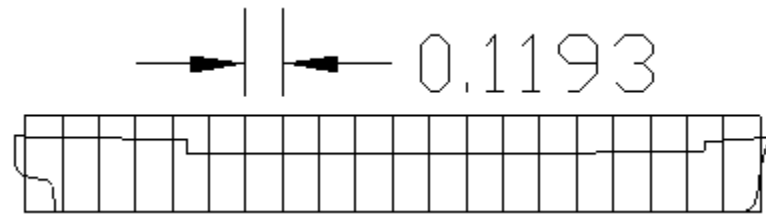
3.1.2 Membuat Garis-Garis Bantu

Setelah kita mendapatkan dimensi-dimensi utama kapal model, langkah selanjutnya adalah kita membuat garis-garis bantu pada kapal model. Garis-garis bantu ini bertujuan untuk memudahkan kita dalam pengukuran dan juga untuk menambah tingkat kepresisian kita dalam membuat lengkungan-lengkungan badan kapal. Adapun garis-garis bantu yang dibuat adalah sebagai berikut :

- Garis gading-gading bantu

Gading-gading bantu ini adalah garis-garis yang dibuat secara vertical pada badan kapal. Jumlah gading-gading bantu yang dibuat berjumlah 21 buah sehingga gading-gading bantu ini akan membagi kapal menjadi 20 bagian yang sama besar secara

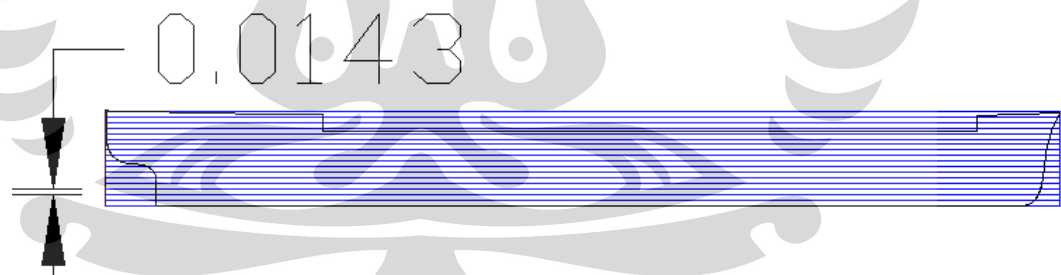
melintang dengan jarak antar gading masing-masing sejauh 0.119 m.



Gambar 3.1 Gading-gading bantu

- **Garis-garis water line**

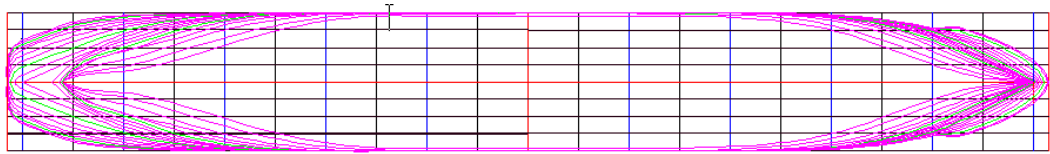
Garis-garis waterline adalah garis-garis yang dibuat secara horizontal pada badan kapal. Jumlah garis-garis waterline yang dibuat berjumlah 18 buah sehingga gading-gading bantu ini akan membagi kapal menjadi 17 bagian yang sama besar secara membujur dengan jarak antar garis water line masing-masing sejauh 0.0143 m.



Gambar 3.2 Garis-garis water line

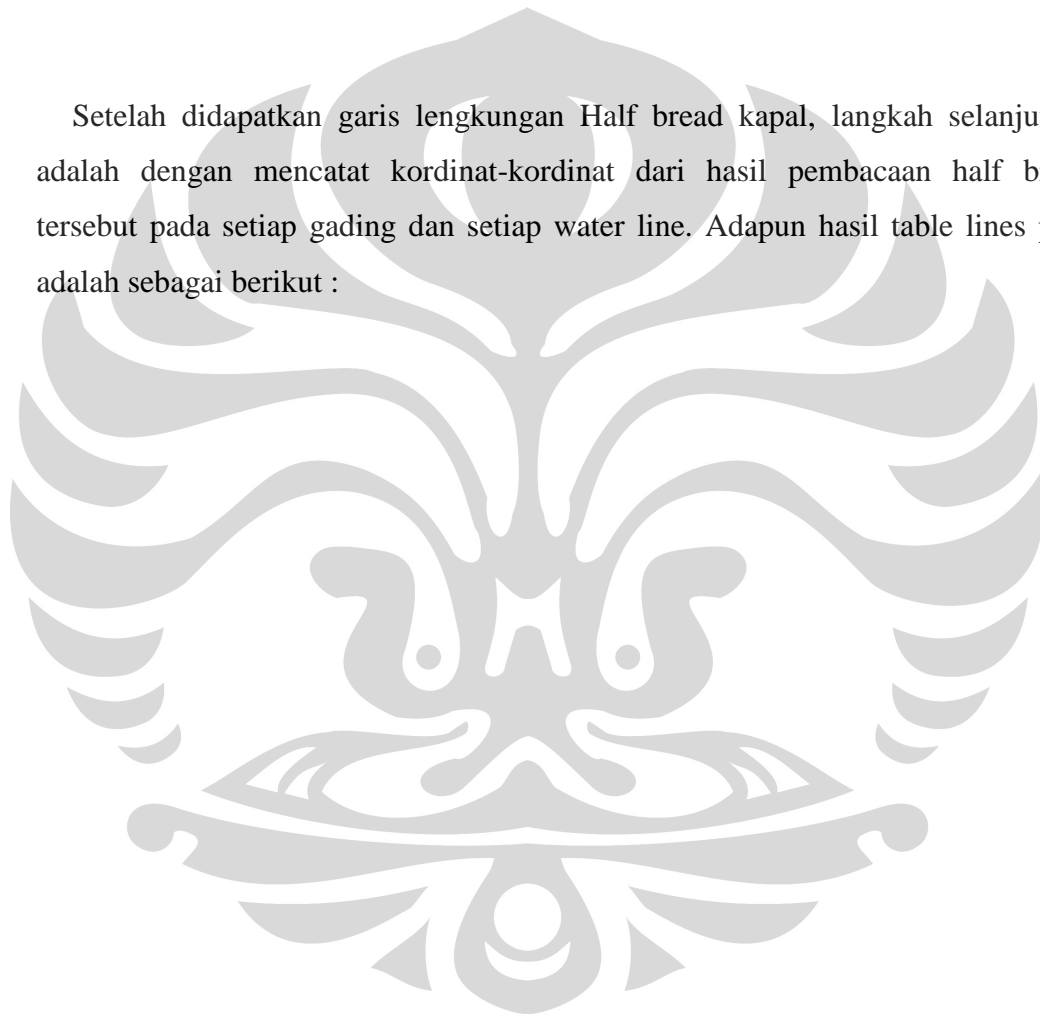
3.1.3 Membuat *Off Set Table Lines Plan*

Setelah kita membuat garis-garis bantu tersebut pada badan kapal maka langkah selanjutnya adalah mengukur bidang-bidang tersebut dengan meteran. Untuk membuat lines plan kapal model ini kami mengasumsikan sebuah kapal adalah sebuah balok sehingga berdasarkan cara tersebut kami bisa mendapatkan lengkungan Half breadth dari kapal tersebut.



Gambar 3.3 Garis-garis lengkungan Half bread kapal model

Setelah didapatkan garis lengkungan Half bread kapal, langkah selanjutnya adalah dengan mencatat kordinat-kordinat dari hasil pembacaan half bread tersebut pada setiap gading dan setiap water line. Adapun hasil table lines plan adalah sebagai berikut :



Tabel 3.1 Off set table untuk lines plan kapal model

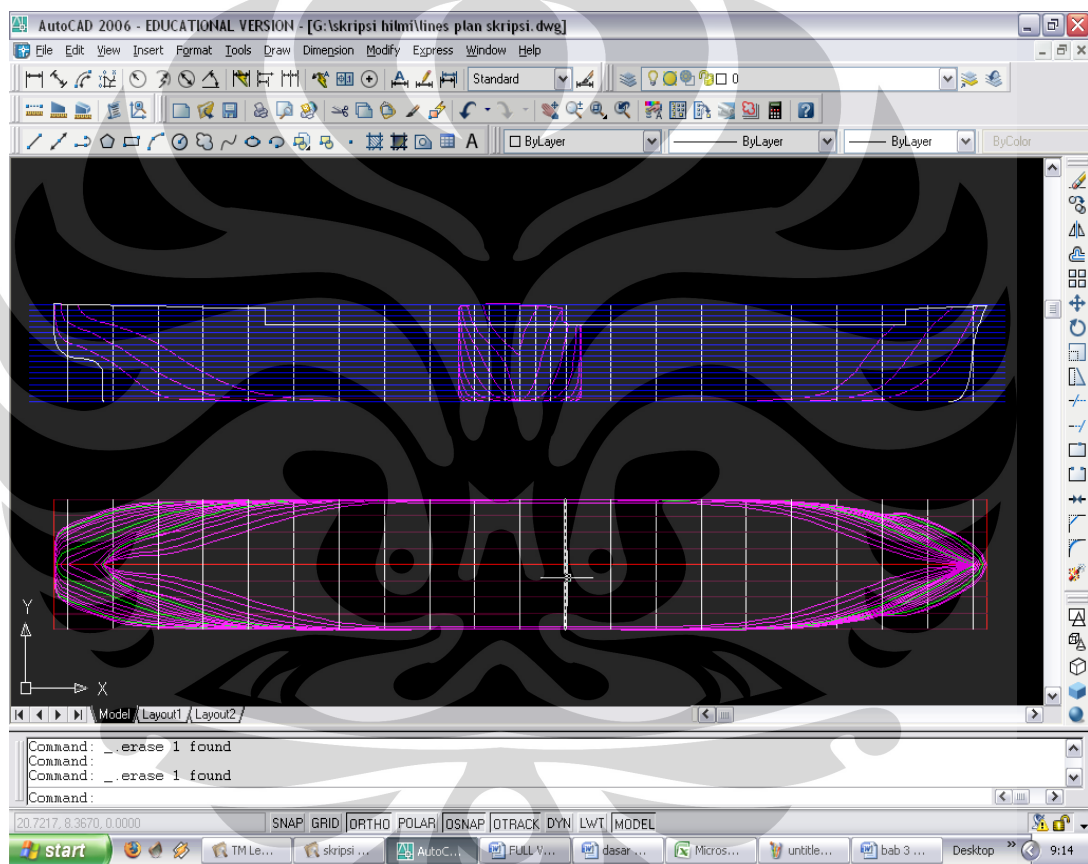
OFFSET TABLE (dalam satuan mm) Untuk bodi plan

No. Gading	WL 0	WL 1/2	WL 1	WL 2	WL 3	WL 4	WL 5	WL 6	WL 7	WL 8	WL 9	WL 10	WL 11	WL 12	WL 13	WL 14	WL 15	WL 16
AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	34	50	63	74	82	89	94
1	0	10	13	18	22	26	30	35	43	53	65	80	95	107	118	126	131	136
2	0	25	36	52	63	72	80	88	96	104	112	120	128	135	142	147	151	154
3	0	50	68	88	101	111	120	126	131	136	141	145	148	152	155	157	159	160
4	0	86	104	123	134	141	146	150	153	155	156. 6	158	159	160	160	161	161	161
5	0	119	133	146	153	157	159	160	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
6	0	143	152	159	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
7	0	155	160	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
8	0	155	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
9	0	155	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-

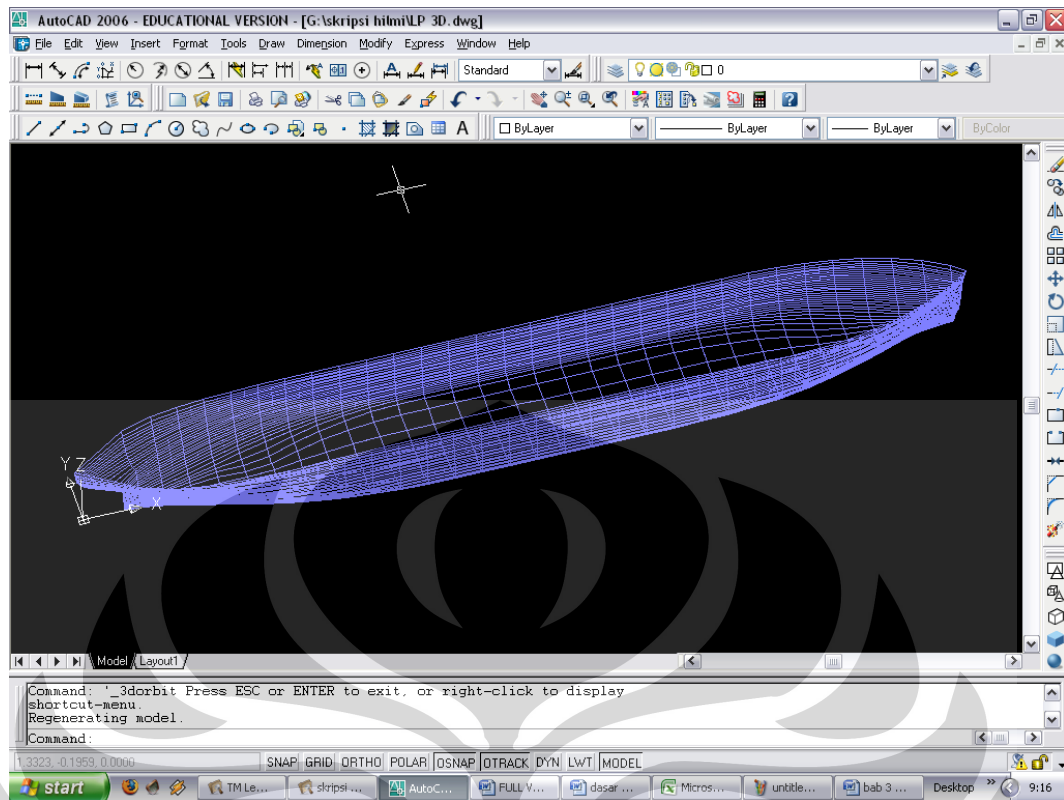
10	0	155	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
11	0	155	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
12	0	155	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
13	0	155	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
14	0	155	158	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
15	0	143	151	158	160	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	-	-	-
16	0	122	133	144	150	153	155	156	156	157	157	157	157	157	158	-	-	-
17	0	84	99	116	125	131	135	138	140	142	144	145	146	147	148	-	-	-
18	0	41	55	72	83	92	98	103	107	111	114	117	120	123	126	114	120	126
19	0	10	17	27	35	41	46	50	54	58	63	68	73	79	86	93	101	108
FP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	11	17	25	34	45

3.1.4 Membuat *Lines Plan* pada AUTO CAD dan Maxsurf 11.03

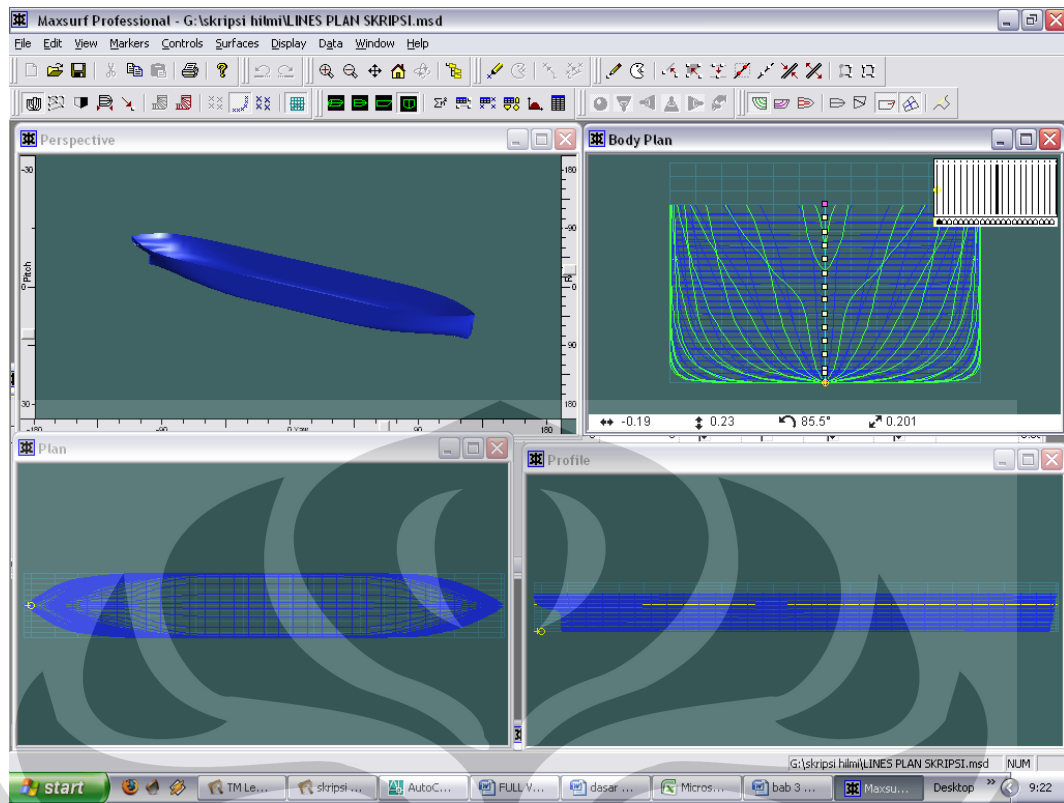
Setelah didapatkan offset table nya maka langkah selanjutnya adalah ‘menerjemahkan’ offset table tersebut menjadi sebuah rencana garis pada AUTOCAD dan Maxsurf. Adapun hasil pembuatan rencana garis pada kedua software tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Rencana garis kapal model 2D pada Auto CAD



Gambar 3.5 Rencana garis kapal model 3D pada Auto CAD



Gambar 3.6 Rencana garis kapal model pada Maxsurf

Hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	0.076	tonne
2	Volume	0.076	m ³
3	Draft to Baseline	0.129	m
4	Immersed depth	0.129	m
5	Lwl	2.403	m
6	Beam wl	0.323	m
7	WSA	1.118	m ²
8	Max cross sect area	0.041	m ²
9	Waterplane area	0.65	m ²
10	Cp	0.767	
11	Cb	0.758	
12	Cm	0.988	
13	Cwp	0.838	
14	LCB from zero pt	1.238	m
15	LCF from zero pt	1.21	m
16	KB	0.068	m
17	KG	0	m
18	Bmt	0.066	m
19	BMI	3.06	m
20	Gmt	0.133	m
21	GMI	3.127	m
22	Kmt	0.133	m
23	KMI	3.127	m
24	Immersion (TPc)	0.007	tonne/cm
25	MTc	0.001	tonne.m
26	RM at 1deg = Gmt.Dis	0	tonne.m
27	Precision	Medium	50 stations

Density: 1 tonne/m³ Recalculate

VCG: 0 m Close

Gambar 3.7. Hidrostatic data kapal model pada Maxsurf

3.2 Set Up Alat Untuk Simulasi Floodable Length

- Mengisi air pada tangki percobaan



Gambar 3.8 Tangki percobaan yang telah diisi air

- Setelah air terisi, letakkan kapal model pada tangki percobaan



Gambar 3.9 Meletakkan kapal model pada tangki percobaan

- Memberikan muatan pada tiap-tiap kompartemen kapal model hingga kondisi full draft. Pada percobaan ini, muatan yang digunakan adalah batu bata agar lebih mudah mencari volumenya. Batu bata tersebut dibungkus plastik agar air tidak masuk ke batu bata dan merubah berat batu bata.

Percobaan 1

- Pada kompartemen 1 kapal model dalam kondisi full draft, disimulasikan mengalami kebocoran dengan cara memasukkan air kedalam kompartemen tersebut hingga memenuhi ruangan. Lalu amati kondisi kapal.
- Air yang memenuhi kompartemen 1 kemudian dikeluarkan, dan mengulangi seperti langkah diatas untuk engine room dan kompartemen-kompartemen lainnya.

Percobaan 2

- Dalam kondisi full darft juga, dilakukan dengan memasukkan air kedalam 2 kompartemen, lalu amati kembali kondisi kapal.

3.3 Hasil Percobaan

Setelah melakukan percobaan pada tiap-tiap kompartemen, yaitu sebanyak 7 kali (6 kompartemen dan 1 engine room), untuk percobaan 1, ternyata pada setiap kompartemen yang mengalami kebocoran, kapal masih dapat bertahan dan mengapung.

Untuk percobaan 2, kapal tenggelam ketika air masuk kedalam 2 kompartemen

Tabel 3.2. Data Hasil Percobaan

	v v (m^3)	v muatan(m^3)	v air (m^3)	$\mu = v$ air/ v
komp. 1	0.006	0.00338082	0.00261918	0.4365297
komp. 2	0.011	0.004873478	0.00612652	0.5569565
komp. 3	0.012	0.00609705	0.00590295	0.4919123
komp. 4	0.012	0.004956253	0.00704375	0.5869789
komp. 5	0.012	0.004940803	0.00705920	0.5882664
komp. 6	0.011	0.004284394	0.00671561	0.6105096
ER	0.009	0.00173226	0.00726774	0.8075264

Dapat dikatakan μ (permeability factor) pada tiap-tiap ruangan akan berbeda dikarenakan volume muatan dan volume bocoran pada masing-masing kompartemen juga berbeda.

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

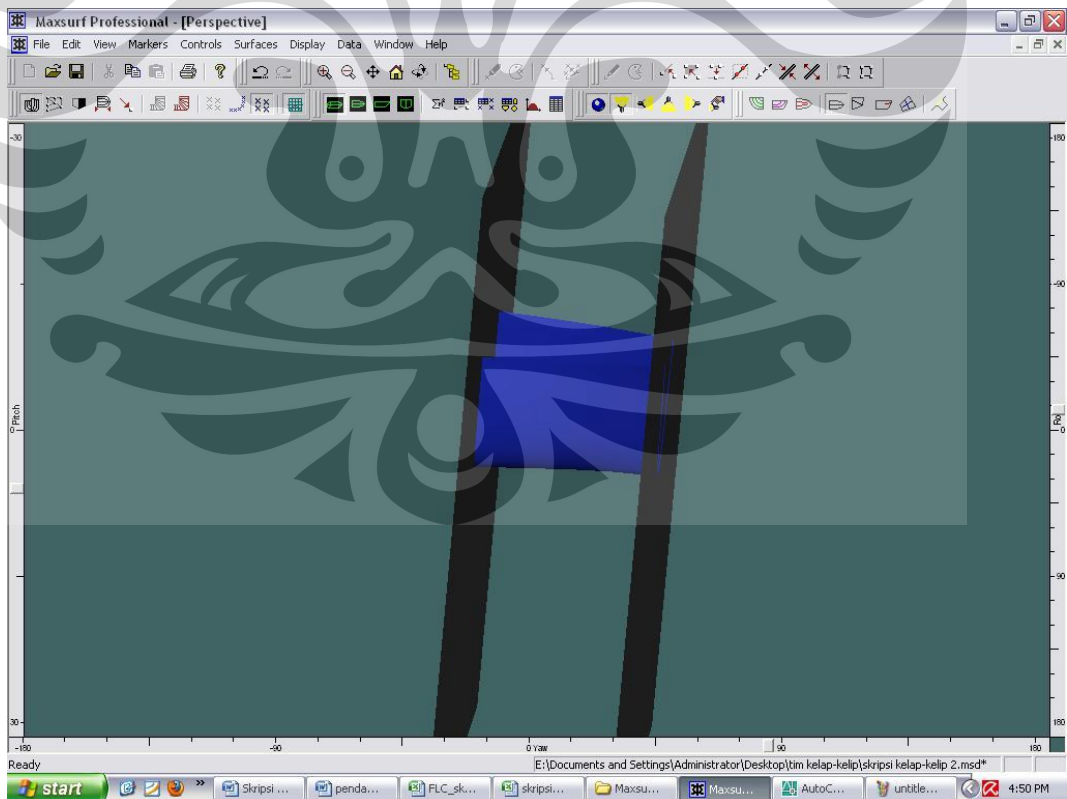
ANALISIS PENELITIAN

4.1 Cara Menghitung Volume Kompartemen

Dengan bantuan software Maxsurf 11.03, maka volume dari masing-masing kompartemen dapat diketahui.

Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Buka design kapal
2. Add surface (transverse plane) sebanyak 2 buah
3. Kedua Surface tersebut kemudian di pindahkan sesuai dengan jarak antar sekat pada kapal
4. Selanjutnya lakukan proses trim
5. Lihat Calculate Hydrostatic bagian volume nya
6. Ulangi langkah 1-5 untuk tiap-tiap kompartemen yang akan dihitung volumenya.



Gambar 4.1. Penghitungan volume menggunakan software Maxsurf

4.2. Cara Membuat Kurva Genangan

1. Menentukan Rasio Lambung Timbul

$$\begin{aligned} H' &= H + t - M_L \\ &= 0,18 + 0,002 - 0,00109 \\ &= 0,182 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_b &= H' - T \\ &= 0,182 - 0,128 \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{rasio lambung timbul : } f = \frac{f_b}{H'} = \frac{0,05}{0,182} = 0,2964$$

2. Menentukan Rasio Sheer depan dan belakang

$$\begin{aligned} \text{Sheer buritan : } Z_a' &= (Z_a + t - M_L) - H' \\ &= (0,184 + 0,002 - 0,00109) - 0,182 \\ &= 0,0027 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{rasio sheer buritan : } Z_a'' = \frac{Z_a'}{H'} = \frac{0,0027}{0,182} = 0,1484$$

$$\begin{aligned} \text{Sheer haluan : } Z_f' &= (Z_f + t - M_L) - H' \\ &= (0,19 + 0,002 - 0,00109) - 0,182 \\ &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{rasio sheer haluan : } Z_f'' = \frac{Z_f'}{H'} = \frac{0,01}{0,182} = 0,2967$$

3. Menentukan Nilai m dan a

Tabel 4.1 menentukan nilai m dan a

Cb	Za"	AP		15%L		20%L		30%L		40%L		45%L	
		m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a
0.760	0.15	39.7	0.203	51.9	0.04	51.7	0.038	62.5	0.044	90.9	0.02	105.7	0.001
	0.148	39.7	0.204	51.9	0.040	51.9	0.037	62.5	0.043	90.8	0.019	105.7	0.001
	0.08	38.3	0.229	52.2	0.028	57.6	0.014	61	0.009	88.9	0.001	104.1	0.016

50%L		60%L		70%L		80%L		85%L		FP		Zf"	Cb
m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a		
105.6	0.006	81	0.029	58.2	0.056	51	0.064	54.9	0.07	38.4	0.303	0.3	0.760
105.6	0.006	80.8	0.029	58.1	0.056	50.8	0.064	54.7	0.070	38.3	0.302	0.30	
104.8	0.004	75.3	0.028	53.6	0.042	45.1	0.054	48	0.062	36.2	0.283	0.16	

4. Menentukan Permeabilitas

$$\text{Permeability factor} = \frac{\text{Volume air yang dapat masuk}}{\text{Volume ruang bocoran}}$$

Dari percobaan yang telah dilakukan, maka didapatkan untuk :

Engine room = 0,81

Ruang muat → Kompartemen 1 = 0,43

Kompartemen 2 = 0,55

Kompartemen 3 = 0,49

Kompartemen 4 = 0,58

Kompartemen 5 = 0,59

Kompartemen 6 = 0,61

5. Mencari panjang genangan l

$$l = m(a + f) / \mu$$

Dengan nilai m dan a di tiap gading adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 nilai m dan a pada tiap gading

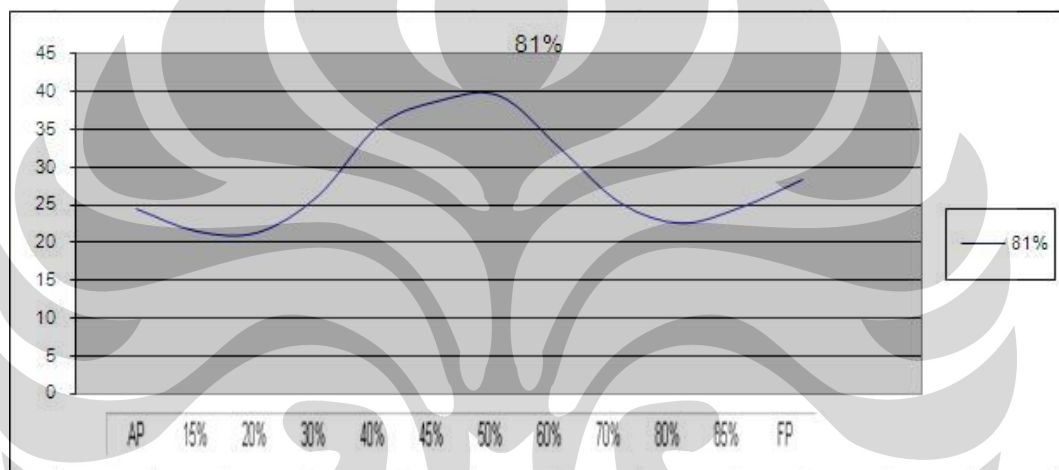
	AP	15	20	30	40	45	50	60	70	80	85	FP
m	39.7	51.9	51.8	62.5	90.9	105.7	105.6	80.9	58.1	50.9	54.7	38.3
a	0.204	0.040	0.037	0.043	0.020	0.001	0.006	0.029	0.054	0.063	0.070	0.303

Maka kita dapatkan nilai panjang genangan sebagai berikut:

- Engine room

Tabel 4.3 panjang genangan pada engine room

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.47	0.71	0.95	1.07	1.192	1.43	1.67	1.90	2.027	2.39
l'													
0.8	0.29	24.4	21.5	21.3	26.1	35.4	38.7	39.41	32.4	25.2	22.6	24.75	28.3
1	6	9	4	6	8	3	4		8	5	1		5

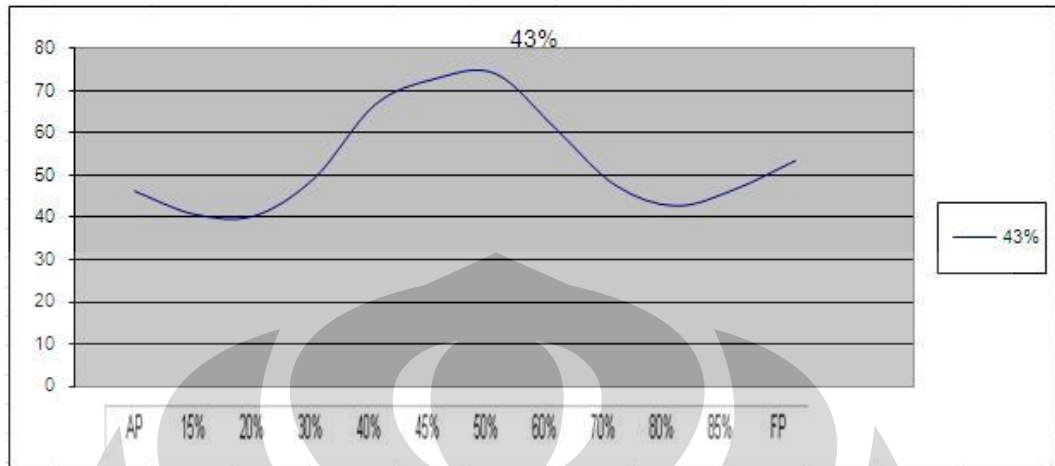


Gambar 4.2 Grafik panjang genangan pada engine room

- Kompartemen 1

Tabel 4.4 panjang genangan pada kompartemen 1

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.47	0.71	0.95	1.07	1.192	1.43	1.67	1.90	2.027	2.39
l'													
0.4	0.29	46.1	40.5	40.2	49.3	66.7	72.9	74.23	61.1	47.5	42.6	46.61	53.4
3	6	2	7	4	3	4	7		9	6	0		1

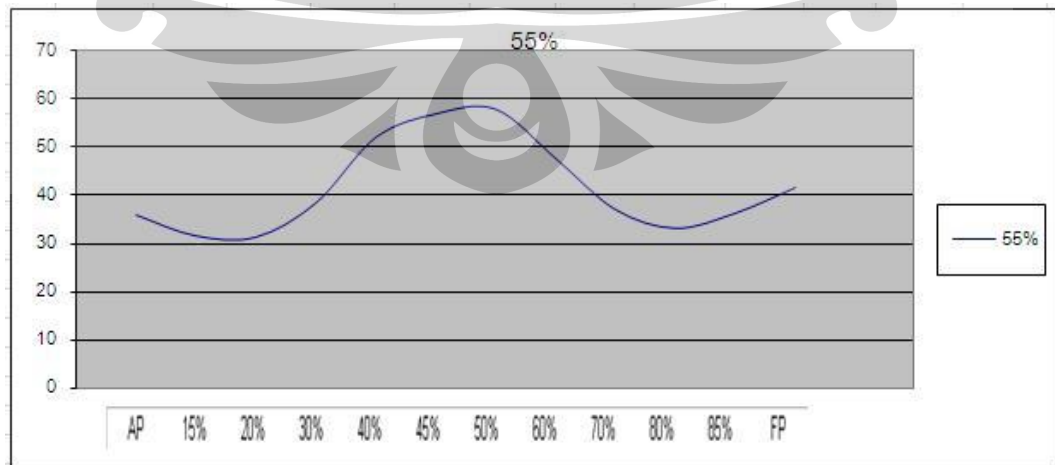


Gambar 4.3 Grafik panjang genangan pada kompartemen 1

- Kompartemen 2

Tabel 4.5 panjang genangan pada kompartemen 2

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.477	0.716	0.954	1.073	1.1925	1.431	1.67	1.908	2.0273	2.39
		l'											
0.55	0.296	36.06	31.72	31.46	38.56	52.18	57.05	58.04	47.84	37.18	33.30	36.44	41.76

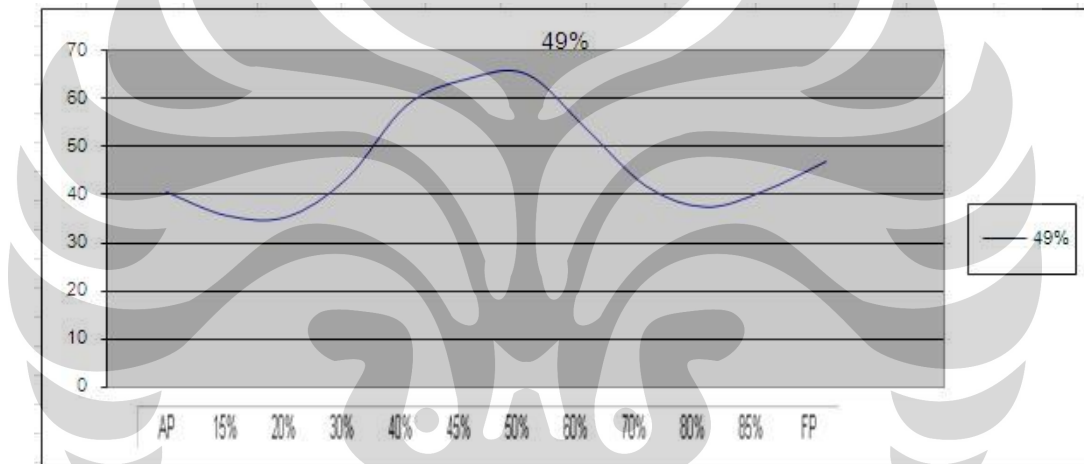


Gambar 4.4 Grafik panjang genangan pada kompartemen 2

- Kompartemen 3

Tabel 4.6 panjang genangan pada kompartemen 3

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.47	0.71	0.95	1.07	1.192	1.43	1.67	1.90	2.027	2.39
l'													
0.49	0.296	40.48	35.60	35.31	43.29	58.57	64.04	65.14	53.69	41.74	37.38	40.91	46.87

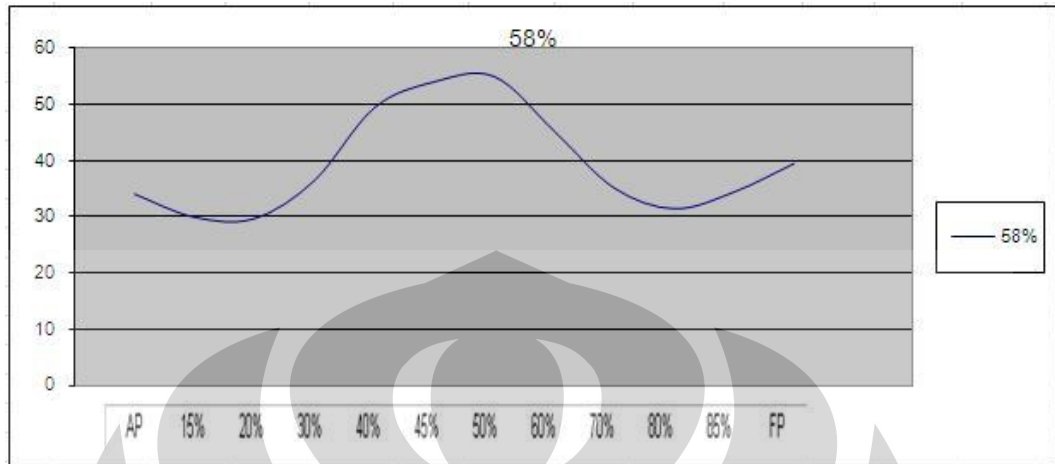


Gambar 4.5 Grafik panjang genangan pada kompartemen 3

- Kompartemen 4

Tabel 4.7 panjang genangan pada kompartemen 4

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.47	0.71	0.95	1.07	1.192	1.43	1.67	1.90	2.027	2.39
l'													
0.58	0.296	34.19	30.08	29.83	36.57	49.48	54.10	55.03	45.36	35.26	31.58	34.56	39.60

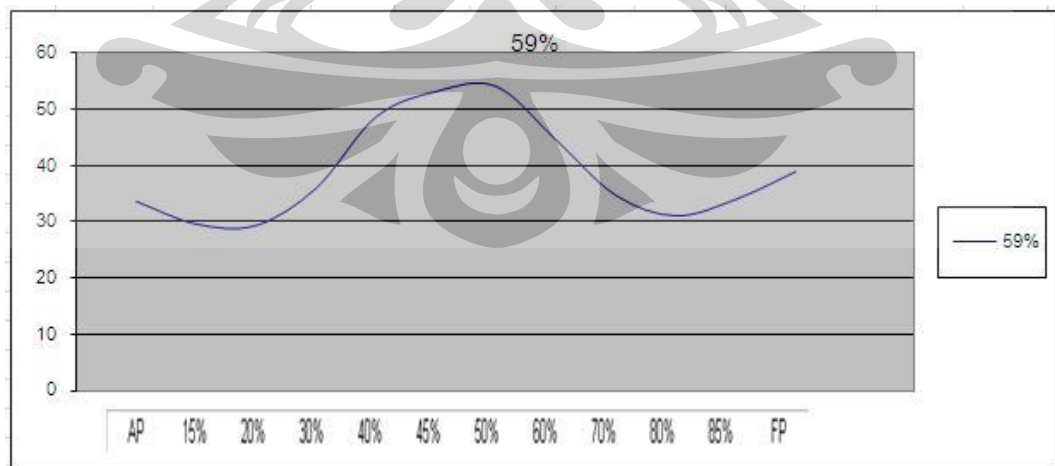


Gambar 4.6 Grafik panjang genangan pada kompartemen 4

Kompartemen 5

Tabel 4.8 panjang genangan pada kompartemen 5

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.47	0.71	0.95	1.07	1.192	1.43	1.67	1.90	2.027	2.39
		l'											
0.59	0.296	33.62	29.57	29.33	35.95	48.64	53.18	54.10	44.59	34.66	31.05	33.97	38.93

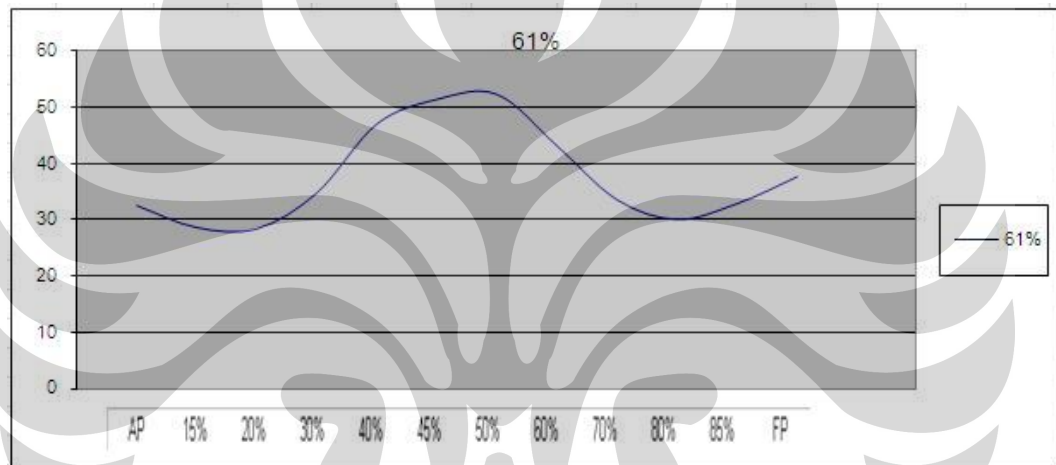


Gambar 4.7 Grafik panjang genangan pada kompartemen 5

- Kompartemen 6

Tabel 4.9 panjang genangan pada kompartemen 6

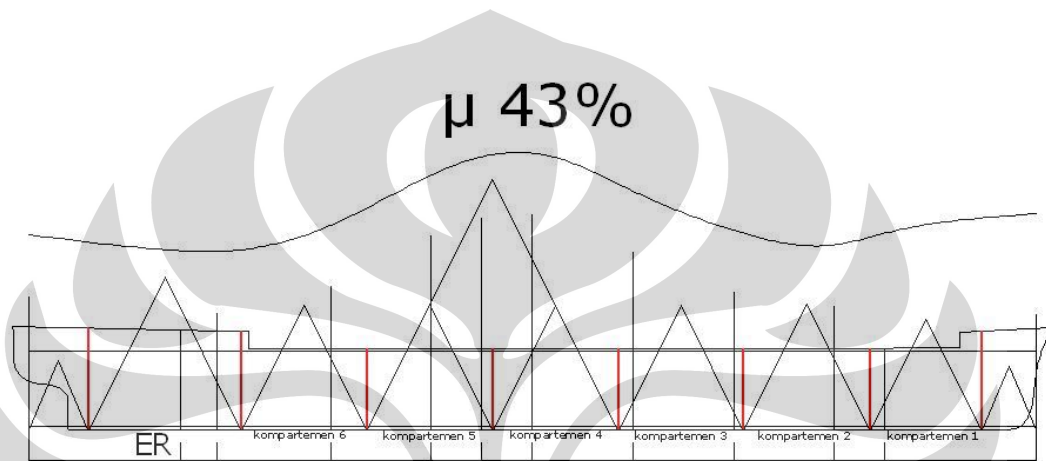
μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0	0.36	0.477	0.716	0.954	1.073	1.1925	1.431	1.67	1.908	2.0273	2.39
		l'											
0.61	0.296	32.51	28.60	28.37	34.77	47.05	51.44	52.33	43.13	33.53	30.03	32.86	37.65



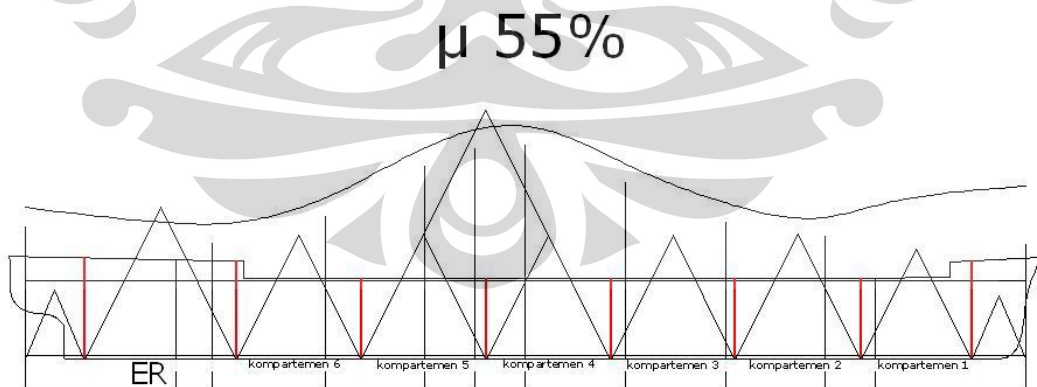
Gambar 4.8 Grafik panjang genangan pada kompartemen 6

4.3. Mengecek Letak Sekat-Sekat Kapal Model

Dengan mem-plot kurva-kurva yang didapat kedalam gambar kapal pada AutoCAD, maka kita dapat mengecek letak sekat-sekatnya.

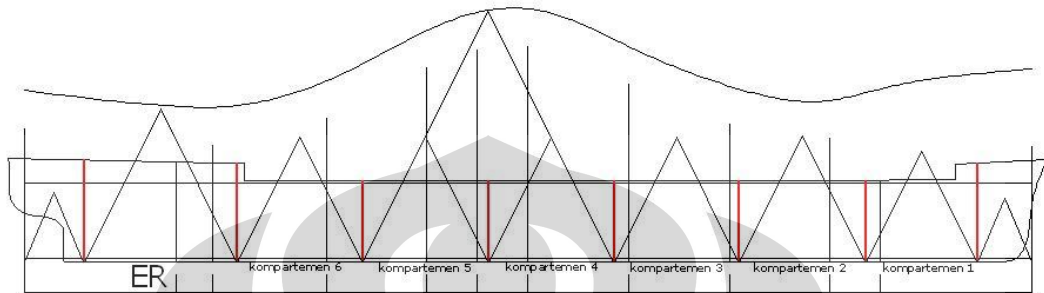


Gambar 4.9 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,43$



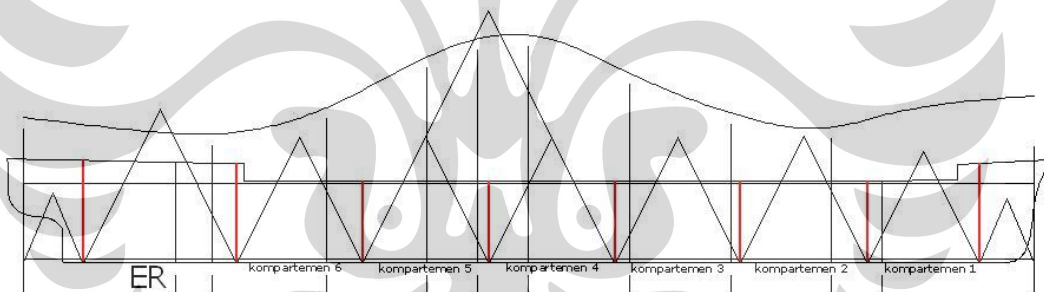
Gambar 4.10 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,55$

μ 49%



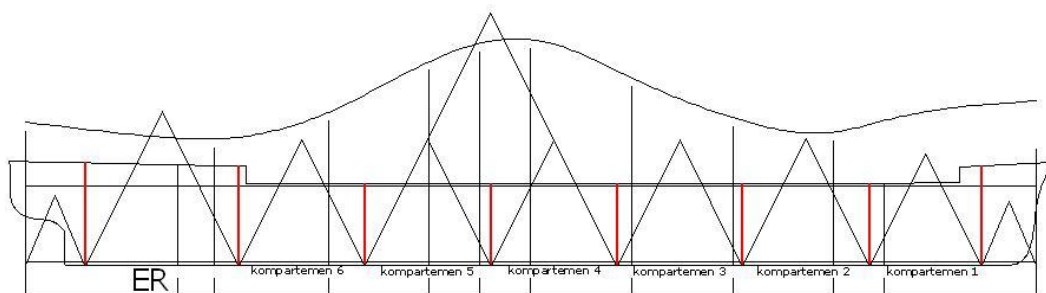
Gambar 4.11 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,49$

μ 58%

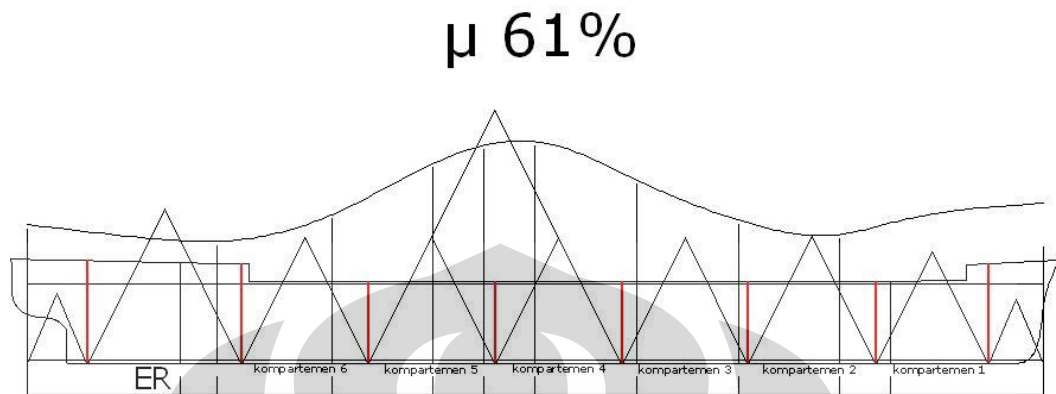


Gambar 4.12 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,58$

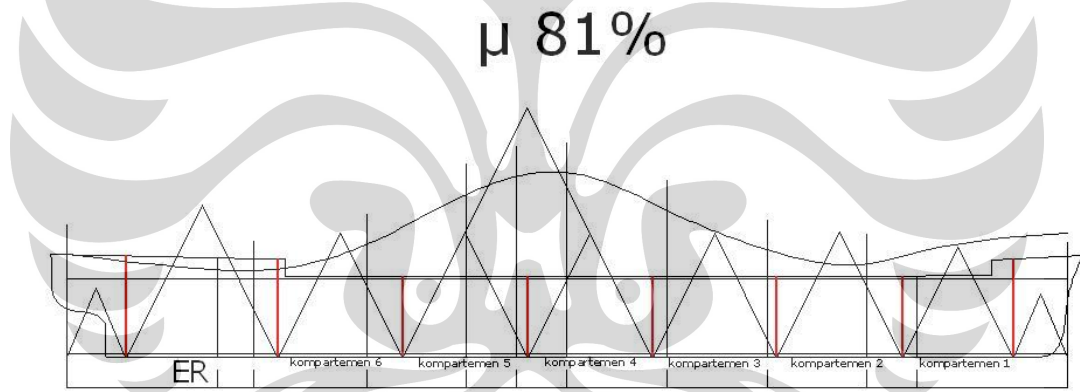
μ 59%



Gambar 4.13 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,59$



Gambar 4.14 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,61$



Gambar 4.15 Floodable Length Curve dengan $\mu = 0,81$

4.4 Analisis Grafik

Berdasarkan pada kurva floodable length hasil perhitungan dengan metode Webster untuk ruang muat, dapat kita amati bahwa $tg \alpha = 2$ berada dibawah kurva. Sehingga kita dapat mengetahui bahwa kapal tidak akan tenggelam jika salah satu kompartemen mengalami kebocoran. Akan tetapi, jika 2 kompartemen mengalami kebocoran, maka kapal akan tenggelam. Hanya pada $\mu = 0,43$ dan $0,49$ jika kompartemen 4 dan 5 mengalami kebocoran kapal tidak akan tenggelam.

Untuk sekat kamar mesin (engine room), pada kondisi $\mu = 0,81$ ternyata $\text{tg } \alpha = 2$ berada diatas kurva grafik floodable length nya. Dengan kondisi seperti ini, maka apabila terjadi kebocoran pada kamar mesin (engine room), kapal akan tenggelam.

4.5 Analisis Hasil Percobaan

Setelah melakukan percobaan 1, didapatkan hasil bahwa kapal tidak akan tenggelam apabila hanya 1 kompartemen saja yang mengalami kebocoran.

Akan tetapi untuk sekat Engine room, terdapat kecocokkan antara hasil perhitungan dengan menggunakan metode Webster dan hasil dari simulasi. Kalau dilihat dari grafik, sekat Engine room dimana $\text{tg } \alpha = 2$ melewati kurva floodable length nya, yang berarti bahwa jika engine room mengalami kebocoran maka kapal akan tenggelam. Kenyataannya dari hasil simulasi, kapal memang tenggelam pada saat engine room mengalami kebocoran.

Dari hasil simulasi yang dilakukan, kapal model milik Teknik Perkapalan DTM FT UI ini tergolong dalam one compartment ship. Kapal akan tenggelam apabila 2 kompartemen mengalami kebocoran.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penjelasan yang sudah dijabarkan pada bab sebelumnya, penulis menarik beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Permeability factor (μ) untuk tiap-tiap kompartemen kapal adalah berbeda. Tergantung pada volume kompartemen dan volume muatan benda yang menempati kompartemen tersebut.
2. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, kapal model Teknik Perkapalan DTM FT UI tergolong dalam one compartment ship (1 kompartemen digenangi air belum tenggelam).
3. Perhitungan secara teoritis dan hasil simulasi menunjukkan kecocokan, contohnya untuk engine room, pada perhitungan dengan menggunakan metode Webster, didapat bahwa kapal akan tenggelam pada saat engine room mengalami kebocoran. Sedangkan pada simulasi yang telah dilakukan, kenyataannya memang kapal akan tenggelam. Jadi untuk engine room, baik pada kapal model maupun pada kapal yang sebenarnya memang perlu dijaga agar tidak terjadi kebocoran pada ruang ini.
4. Dari hasil penelitian didapat bahwa peletakkan sekat-sekat ruang muat dan engine room pada kapal model milik Teknik Perkapalan DTM FT UI sudah benar. Sehingga tujuan dari penelitian ini dapat tercapai dengan baik.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut yang dapat penulis berikan, antara lain:

1. Penguasaan program komputer lebih ditingkatkan.
2. Menambah jumlah metode yang akan digunakan untuk membuat kurva floodable length, contohnya dengan metode Herner dan yang lainnya, sehingga lebih banyak variasi.

3. Meningkatkan ketelitian dalam melakukan perhitungan dan simulasi. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan kapal ini dapat two atau three compartment ship.



DAFTAR REFERENSI

Talahatu, M.A. 1978. *Teori Merancang Kapal*. Departemen Teknik Mesin FTUI: Depok.

M. Triwitono. *Merancang kapal lanjutan*.

Wicaksono, Toni. (2004). *Diktat Teori Merancang Kapal*. Departemen Teknik Mesin FTUI: Depok.

http://202.90.195.156/kapal/gambar_rancang_bangun_kapal/floodable_length.pdf



TABEL "WEBSTER"

C _B	shear ratio	AP		15%.L		20%.L		30%.L		40%.L		45%.L	
		m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a
0,60	0,15	41,2	0,275	57,4	0,077	57,7	0,045	66,9	0,021	96,3	-0,013	104,9	-0,020
	0,08	40,0	0,250	55,9	0,044	55,2	0,018	63,7	0,001	92,0	-0,017	104,3	-0,027
0,62	0,15	40,9	0,268	56,6	0,072	56,8	0,044	66,0	0,024	95,3	-0,008	105,1	-0,017
	0,08	39,4	0,248	54,9	0,041	54,2	0,017	62,8	0,004	91,2	-0,013	104,3	-0,019
0,64	0,15	40,60	0,261	55,9	0,067	55,9	0,043	65,1	0,027	94,4	-0,004	105,2	-0,014
	0,08	39,0	0,244	53,9	0,037	53,2	0,016	62,1	0,006	90,4	-0,009	104,3	-0,016
0,66	0,15	40,4	0,253	55,2	0,062	55,1	0,041	64,4	0,029	93,6	0,000	105,2	-0,012
	0,08	38,6	0,238	53,1	0,033	52,4	0,015	61,5	0,008	89,6	-0,005	104,2	-0,013
0,68	0,15	40,2	0,245	54,5	0,056	54,4	0,039	63,8	0,032	92,8	0,0004	105,2	-0,009
	0,08	38,3	0,229	52,2	0,028	51,6	0,014	61,0	0,009	88,9	-0,001	104,1	-0,010
0,70	0,15	40,0	0,235	53,9	0,051	53,6	0,037	63,3	0,035	92,1	0,008	105,2	-0,006
	0,08	38,1	0,219	51,5	0,023	50,9	0,013	60,7	0,014	88,2	0,003	104,1	-0,007
0,72	0,15	39,9	0,225	53,2	0,046	53,0	0,036	62,9	0,038	91,5	0,012	105,2	-0,000
	0,08	38,0	0,207	50,7	0,018	50,4	0,012	60,6	0,012	87,6	0,007	104,2	-0,004
0,74	0,15	39,8	0,215	52,6	0,042	52,3	0,036	62,6	0,041	91,1	0,016	105,4	0,002
	0,08	38,0	0,194	49,9	0,015	49,5	0,012	60,5	0,014	87,2	0,011	104,4	-0,010
0,76	0,15	39,7	0,203	51,9	0,040	51,7	0,038	62,5	0,044	90,9	0,020	105,7	0,002
	0,08	38,0	0,180	49,1	0,013	49,0	0,013	60,5	0,017	86,9	0,015	104,7	0,001
0,78	0,15	39,7	0,190	51,2	0,040	51,1	0,041	62,5	0,048	90,9	0,023	106,1	0,005
	0,08	38,0	0,180	49,1	0,013	49,0	0,013	60,5	0,020	86,7	0,018	105,1	0,004

50%.L		60%.L		70%.L		80%.L		85%.L		FP		C _B
m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	
96,5	-0,017	72,9	0,012	55,7	0,048	56,3	0,080	61,7	0,115	40,2	0,379	0,30
97,0	-0,017	60,4	0,06	51,2	0,035	49,1	0,077	56,9	0,091	36,8	0,379	0,16
99,4	-0,015	74,2	0,012	56,0	0,045	55,4	0,077	60,8	0,110	40,1	0,368	0,30
98,2	-0,015	69,5	0,007	51,4	0,032	48,4	0,073	55,6	0,087	36,8	0,365	0,16
101,3	-0,012	75,3	0,015	56,2	0,044	54,7	0,074	59,9	0,104	39,9	0,359	0,30
99,2	-0,012	70,4	0,009	51,6	0,031	47,8	0,069	54,6	0,083	36,8	0,353	0,16
101,1	-0,009	76,2	0,015	56,3	0,044	53,9	0,071	59,0	0,098	39,6	0,350	0,30
100,2	-0,010	71,0	0,012	51,8	0,031	47,3	0,065	53,4	0,077	36,7	0,341	0,16
101,9	-0,005	76,9	0,018	56,4	0,046	53,9	0,068	58,2	0,093	39,4	0,342	0,30
101,0	-0,006	71,6	0,015	52,0	0,032	46,7	0,062	52,3	0,076	36,6	0,330	0,16
102,6	-0,002	77,6	0,022	56,6	0,048	52,5	0,066	57,3	0,087	39,1	0,333	0,30
101,8	-0,004	72,1	0,019	52,2	0,034	46,2	0,059	56,2	0,072	36,5	0,319	0,16
103,5	0,001	78,4	0,025	56,9	0,050	52,0	0,065	56,4	0,082	38,8	0,324	0,30
102,7	-0,001	72,8	0,023	52,5	0,037	45,8	0,057	50,1	0,067	36,4	0,308	0,16
104,4	0,004	79,5	0,028	57,4	0,053	51,5	0,064	55,6	0,076	38,6	0,314	0,30
103,6	0,002	73,9	0,026	52,9	0,029	45,4	0,056	49,0	0,066	36,3	0,296	0,16
105,6	0,006	81,0	0,029	58,2	0,056	51,0	0,064	54,9	0,070	38,4	0,303	0,30
104,8	0,004	75,3	0,028	53,6	0,042	45,1	0,054	48,0	0,062	36,2	0,283	0,16
107,0	0,008	81,1	0,030	59,4	0,059	50,7	0,065	54,2	0,065	38,4	0,288	0,30
106,3	0,006	77,2	0,028	54,5	0,046	44,9	0,054	47,1	0,059	36,2	0,269	0,16
108,6	0,009	85,6	0,030	60,9	0,062	50,4	0,066	53,5	0,059	38,5	0,272	0,30
												0,16