



TUGAS AKHIR - MN 184802

DESAIN KAPAL FERI DENGAN TEKNOLOGI *AIR SUPPORTED VESSEL (ASV)* UNTUK PENYEBERANGAN PADANG BAI, BALI - LEMBAR, LOMBOK

**Fajar Hamonangan Sinaga
NRP 0411134000038**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - MN 184802

DESAIN KAPAL FERI DENGAN TEKNOLOGI *AIR SUPPORTED VESSEL (ASV)* UNTUK PENYEBERANGAN PADANG BAI, BALI - LEMBAR, LOMBOK

**Fajar Hamonangan Sinaga
NRP 0411134000038**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF AIR SUPPORTED VESSEL (ASV)
TECHNOLOGY FERRY FOR PADANG BAI, BALI -
LEMBAR, LOMBOK**

**Fajar Hamonangan Sinaga
NRP 0411134000038**

**Supervisor
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL FERI DENGAN TEKNOLOGI *AIR SUPPORTED VESSEL (ASV)* UNTUK PENYEBERANGAN PADANG BAI, BALI - LEMBAR, LOMBOK

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FAJAR HAMONANANGAN SINAGA
NRP 0411134000038

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
NIP 19681212 199402 2 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS



Ir. Wasis Dwi Aryan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 05 NOPEMBER 2019

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL FERI DENGAN TEKNOLOGI *AIR SUPPORTED VESSEL (ASV)* UNTUK PENYEBERANGAN PADANG BAI, BALI - LEMBAR, LOMBOK

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 24 Oktober 2019

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FAJAR HAMONANANGAN SINAGA
NRP 0411134000038

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Hasanudin, S.T., M.T.



2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



3. Danu Utama, S.T., M.T.



4. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.



SURABAYA, 06 NOPEMBER 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya Tugas Akhir yang berjudul ”*Desain Kapal Feri dengan Teknologi Air Supported Vessel (ASV) untuk Penyeberangan Padang Bai, Bali - Lembar, Lombok*” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kedua orang tua Penulis, Salomo Sinaga dan Ati Sihombing. serta keluarga besar yang telah memberi dukungan, doa dan motivasi dari segi moril dan ekonomis;
2. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Wali selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS;
5. Teman-teman Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS 2013 (P-53 SUBMARINE), HIMATEKPAL FTK ITS, dan teman satu Dosen Wali yang telah memberikan pembelajaran dan pengalaman dalam hidup Penulis;
6. Ridho Rizky, Abdulah Azam, Albert Sitanggang dan Mikael Anggoro. selaku teman seperjuangan Tugas Akhir yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat sebagai referensi bagi banyak pihak.

Surabaya, 06 Nopember 2019

Fajar Hamonangan Sinaga

DESAIN KAPAL FERI DENGAN TEKNOLOGI AIR SUPPORTED VESSEL (ASV) UNTUK PENYEBERANGAN PADANG BAI, BALI - LEMBAR, LOMBOK

Nama Mahasiswa : Fajar Hamonangan Sinaga
NRP : 0411134000038
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRAK

Pariwisata hingga saat ini masih menjadi salah satu pendapatan terbesar untuk masing-masing daerah yang memiliki potensi alam yang indah. Salah satu daerah pariwisata yang menjadi perhatian adalah pulau Bali dan pulau Lombok. Pulau-Pulau tersebut memiliki keindahan alam, mulai dari wisatawan mancanegara dan wisatawan nusantara datang ke Pulau Bali dan Pulau Lombok. Data statistik menjelaskan bahwa mulai dari tahun 2014 hingga 2017 tingkat kunjungan wisatawan selalu meningkat. Pada Tugas Akhir ini akan didesain kapal feri dengan teknologi *Air Supported Vessel (ASV)* untuk membantu sarana transportasi para wisatawan untuk sampai ke Lombok atau Bali lebih cepat dengan harga tiket yang sesuai. Teknologi ASV merupakan desain lambung kapal dengan bantuang ruang kosong pada bagian bawah kapal dan udara bertekanan. *Payload* kapal ditentukan berdasarkan hasil analisis perhitungan jumlah penumpang penyeberangan Padang Bai-Lembar dari tahun 2001-2018 kemudian *forecasting* sampai tahun 2025 kemudian didapat *payload* dan ukuran utama kapal. Setelah itu dilakukan perhitungan teknis yang meliputi hambatan, berat, *freeboard*, stabilitas, dan *trim*. Ukuran utama yang didapatkan adalah $L_{OA} = 20$ m; $L_{PP} = 19.6$ m; $B = 6$ m; $H = 2.5$ m; $T = 1.1$ m; dan jenis *fan* yang digunakan pada bagian depan sebagai pengantar udara ke bagian bawah kapal adalah *fan centrifugal* dengan daya yang dibutuhkan 18.5 kw dari daya mesin utama kapal. Tinggi *freeboard* minimum sebesar 1400 mm dan kondisi stabilitas kapal memenuhi kriteria *Intact Stability (IS) Code*, 2008. Biaya total pembangunan 3 unit kapal sebesar Rp 10.054.570.171,79 dengan *Net Present Value* Rp 11.663.320.000,00, *Internal Rate of Return* 23,74% dan *Payback Perriod* dalam 7 tahun 11 bulan.

Kata kunci: *Air Supported Vessel*, ASV, Feri, Padang Bai, Lembar

DESIGN OF AIR SUPPORTED VESSEL (ASV) TECHNOLOGY FERRY FOR PADANG BAI, BALI – LEMBAR, LOMBOK

Author : Fajar Hamonangan Sinaga
Studen Number : 0411134000038
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRACT

Tourism until now is still one of the biggest revenues for each region that has beautiful natural potential. One area of concern is the island of Bali and the island of Lombok. These islands have natural beauty, ranging from foreign tourists and domestic tourists coming to Bali and Lombok. Statistical data explains that from 2014 to 2017 the level of tourist arrivals always increases. In this Final Project a ferry design with Air Supported Vessel (ASV) technology will be designed to help the transportation of tourists to get to Lombok or Bali faster with the appropriate ticket prices. ASV technology is the design of the hull with empty space at the bottom of the ship and compressed air. The ship payload is determined based on the results of an analysis of the calculation of Padang Bai-Lembar passenger numbers from 2001-2018 and then forecasting until 2025 and then the payload and main size of the ship are obtained. After that technical calculations include obstacles, weight, freeboard, stability, and trim. The main size obtained is $L_{OA} = 20$ m; $L_{PP} = 19.6$ m; $B = 6$ m; $H = 2.5$ m; $T = 1.1$ m; and the type of fan used at the front as an air delivery to the bottom of the ship is a centrifugal fan with the required power of 18.5 kw from the main engine power of the ship. The minimum freeboard height is 1400 mm and the ship's stability conditions meet the Intact Stability (IS) Code criteria, 2008. The total cost of the construction of 3 vessels is IDR 10,054,570,171.79 with a Net Percent Value of IDR 11,663,320,000.00, Internal Rate of Return of 23.74% and Payback Perriod in 7 years and 11 months.

Keywords: Air Supported Vessel, ASV, Ferry, Padang Bai, Lembar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN.....	v
PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
Bab I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	3
Bab II STUDI LITERATUR.....	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Kapal Motor Penyeberangan.....	5
II.1.2. <i>Air Supported Vessel (ASV)</i>	7
II.1.3. Hambatan Kapal.....	9
II.1.4. Sistem Propulsi Kapal <i>Waterjet</i>	13
II.1.5. Proses Desain.....	18
II.1.6. Perhitungan Stabilitas.....	19
II.1.7. Perhitungan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>).....	24
II.2. Tinjauan Pustaka.....	25
II.2.1. Desain Kapal <i>Air Supported Vessel</i>	25
II.2.2. Perencanaan Keselamatan (<i>Safety Plan</i>).....	27
II.2.3. Analisis Ekonomi.....	33
II.3. Tinjauan Wilayah.....	34
Bab III METODOLOGI.....	37
III.1. Metode.....	37
III.2. Tahap Pengerjaan.....	38
III.2.1. Tahap Studi Literatur.....	38
III.2.2. Tahap Pengumpulan Data.....	38
III.2.3. Tahap Pengolahan Data.....	38
III.2.4. Tahap Perencanaan.....	39
III.2.5. Perhitungan Biaya.....	40
III.2.6. Kesimpulan dan Saran.....	40
Bab IV ANALISIS TEKNIS.....	41

IV.1.	Umum.....	41
IV.2.	Penentuan <i>Payload</i>	41
IV.3.	Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal	43
IV.3.1.	Penentuan Koefisien Kapal.....	44
IV.4.	Perhitungan Teknis.....	46
IV.4.1.	Perhitungan Hambatan dan Sistem Propulsi Kapal	46
IV.4.2.	Penentuan Spesifikasi Mesin Utama, Mesin Bantu, dan Propulsi <i>Waterjet</i> ...	47
IV.4.3.	Perhitungan <i>Consumabel</i> Kapal.....	50
IV.4.4.	Peralatan dan Perlengkapan Kapal.....	52
IV.4.5.	Perhitungan Berat Titik Berat Kapal.....	54
IV.4.6.	Pemeriksaan <i>Freeboard</i> (Lambung Timbul)	62
IV.4.7.	Pemeriksaan Stabilitas	62
IV.4.8.	Perhitungan <i>Trim</i>	64
IV.4.9.	Ukuran Utama Akhir Kapal	65
IV.5.	Desain.....	66
IV.5.1.	Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>).....	66
IV.5.2.	Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>).....	67
IV.5.1.	Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (<i>Safety Plan</i>).....	69
IV.5.2.	Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (<i>3D Model</i>).....	76
Bab V	ANALISIS EKONOMIS.....	79
V.1.	Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Awal Kapal (<i>Building Cost</i>).....	79
V.1.1.	Biaya Struktur.....	79
V.1.2.	Biaya Permesinan dan Perlengkapan.....	80
V.2.	Biaya Operasional dan Depresiasi.....	83
V.3.	Potensi Penerimaan	84
V.3.1.	Potensi Jumlah Penumpang.....	84
V.3.2.	Penentuan Tarif dan Penjualan Tiket	85
V.3.3.	Penjualan Nilai Kapal.....	86
V.4.	Perhitungan Kelayakan Investasi	86
V.4.1.	Nilai Investasi dan Sumber Pendanaan	86
V.4.2.	<i>Net Present Value</i> (NPV)	87
V.4.3.	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	88
V.4.4.	<i>Payback Period</i>	89
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN	91
VI.1.	Kesimpulan.....	91
VI.2.	Saran.....	92
DAFTAR	PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A	DATA PENDUKUNG	
LAMPIRAN B	PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN C	PERHITUNGAN EKONOMIS	
LAMPIRAN D	DESAIN RENCANA GARIS	
LAMPIRAN E	DESAIN RENCANA UMUM	
LAMPIRAN E	DESAIN <i>SAFETY PLAN</i>	
BIODATA	PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kapal Feri Penyeberangan	5
Gambar II.2 Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i>	6
Gambar II.3 <i>Fast Ferry</i>	7
Gambar II.4 Tank test pada ASV <i>mono-hull</i>	7
Gambar II.5 Hasil Pengujian Kapal <i>Catamaran, Monohull dan Planning Monohull</i>	8
Gambar II.6 Grafik Koefisien <i>lift lanning surface</i>	12
Gambar II.7 Diagram dimensi <i>inlet sistem waterjet</i>	15
Gambar II.8 <i>Spiral Design</i>	19
Gambar II.9 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali.....	21
Gambar II.10 Kondisi Stabilitas Positif.....	22
Gambar II.11 Kondisi Stabilitas Netral	22
Gambar II.12 Kondisi Stabilitas Negatif	23
Gambar II.13 Pengujian <i>Towing Test</i>	26
Gambar II.14 Hasil Pengujian <i>Towing Test</i>	26
Gambar II.15 Spesifikasi <i>Life Buoy</i>	28
Gambar II.16 Spesifikasi life jacket	30
Gambar II.17 <i>Liferaft</i>	30
Gambar II.18 Spesifikasi Gambar <i>Assembly Station</i>	31
Gambar II.19 Pelabuhan Padang Bai, Bali	34
Gambar II.20 Pelabuhan Lembar, Lombok	35
Gambar II.21 Rute Pelayaran Dermaga Pandang Bai-Lembar.....	35
Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	37
Gambar IV.1 Grafik Hasil <i>Forecast</i> Penumpang dari Tahun 2001-2025	42
Gambar IV.2 Data Hidrostatik	45
Gambar IV.3 Grafik hambatan kapal	46
Gambar IV.4 Mesin Utama MAN	47
Gambar IV.5 Mesin Bantu	48
Gambar IV.6 Spesifikasi <i>Waterjet</i>	49
Gambar IV.7 Spesifikasi <i>Fan Centrifugal Sodeca</i>	50
Gambar IV.8 Spesifikasi Kursi Penumpang.....	53
Gambar IV.9 Spesifikasi <i>Life Raft</i>	53
Gambar IV.10 <i>Life Jacket</i>	54
Gambar IV.11 Grafik GZ (<i>Righting Arm</i>) <i>Loadcase 1</i>	63
Gambar IV.12 Desain Rencana Garis.....	67
Gambar IV.13 Tampak Samping Kapal	68
Gambar IV.15 <i>Layout Main Deck</i>	68
Gambar IV.16 <i>Layout Below Main Deck</i>	69
Gambar IV.17 Tampak Isometrik.....	76
Gambar IV.18 Ruang bawah	76
Gambar IV.19 Ruang penumpang	77
Gambar IV.20 Ruang <i>mini bar</i> , penyimpanan <i>life jacket</i> dan <i>toilet</i>	77
Gambar IV.21 Ruang fasilitas pada kapal	77
Gambar V.1 Perhitungan IRR menggunakan Fungsi dari <i>Microsoft Excel</i>	88

Gambar V.2 Grafik Arus Kas 89

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Data Penumpang Kapal Penyeberangan Padang Bai – Lembar.....	41
Tabel IV.2 Penentuan Penumpang	43
Tabel IV.3 Penentuan <i>Payload</i>	43
Tabel IV.4 Rekapitulasi Nilai Hambatan dan Propulsi	47
Tabel IV.5 Nilai Variabel Pembebanan.....	56
Tabel IV.6 Nilai Pembebanan P_0 dan P_{01}	57
Tabel IV.7 Nilai Pembebanan P_B	57
Tabel IV.8 Nilai Variabel Tebal Pelat	58
Tabel IV.9 Hasil Perhitungan Tebal Pelat	58
Tabel IV.10 Rekapitulasi Perhitungan Modulus dan Ukuran Profil Konstruksi.....	59
Tabel IV.11 Ukuran Konstruksi Ruang Penumpang	59
Tabel IV.12 Rekapitulasi Berat dan Titik Berat LWT	60
Tabel IV.13 Rekapitulasi Berat DWT	61
Tabel IV.14 Rekapitulasi Berat dan Titik Berat	61
Tabel IV.15 Variasi <i>Loadcase</i>	63
Tabel IV.16 Rekapitulasi Stabilitas Kondisi 1 s/d 3.....	64
Tabel IV.17 Rekapitulasi Stabilitas Kondisi 4 s/d 6.....	64
Tabel IV.18 Rekapitulasi Stabilitas Kondisi 7 s/d 10.....	64
Tabel IV.19 Rekapitulasi Nilai <i>Trim</i>	65
Tabel IV.20 Ketentuan Jumlah <i>Life Bouy</i>	69
Tabel IV.21 Perencanaan Jumlah dan Peletakan <i>Life Buoy</i>	70
Tabel IV.22 Perencanaan Jumlah dan Peletakan <i>Life Jacket</i>	72
Tabel V.1 Rekapitulasi Biaya Bahan Konstruksi Kapal	79
Tabel V.2 Biaya Permesinan untuk Satu <i>Unit</i> Kapal	80
Tabel V.3 Total Biaya Perlengkapan untuk Satu <i>Unit</i> Kapal.....	81
Tabel V.4 Biaya Operasional 3 <i>Unit</i> Kapal per Tahun.....	83
Tabel V.5 Hasil Perhitungan Jumlah Penumpang Pertahun.....	85
Tabel V.6 Tarif Tiket Kapal	85
Tabel V.7 Hasil Perhitungan Penjualan Tiket Pertahun	86

DAFTAR SIMBOL

A_{Air}	= <i>Air exposed transverse area</i>	
ACS	= <i>Automatic Control System</i>	
A_i	= Luasan <i>inlet</i> pompa	
A_{BT}	= <i>Transverse area of bulbous bow</i>	
A_n	= Luasan <i>nozzle</i> pompa	
AR	= <i>Aspect Ratio</i>	
A_{Tr}	= <i>Immersed transom area when at rest</i>	
b	= Lebar permukaan terangkat (<i>planing surface</i>)	(m)
B	= <i>Breadth</i> (lebar kapal)	(m)
BHP	= <i>Break Horse Power</i>	(BHP)
C_A	= Koefisien tahanan udara	
C_B	= Koefisien blok	
C_D	= Koefisien <i>drag</i>	
C_{FO}	= Koefisien <i>friction</i>	
C_L	= Koefisien <i>lift</i>	
C_M	= Koefisien <i>midship</i>	
C_P	= Koefisien prismatik berdasarkan panjang garis air	
C_v	= Koefisien kecepatan	
C_{WP}	= <i>Waterplane area coefficient</i>	
DHP	= <i>Delivery Horse Power</i>	(HP)
D_i	= Diameter <i>inlet</i> pompa	
D_n	= Diameter <i>nozzle</i> pompa	
EHP	= <i>Effective Horse Power</i>	(HP)
F_b	= Lambung timbul (<i>freeboard</i>)	(m)
$F_{n(L)}$	= <i>Froude number based on waterline-length</i>	
F_{nV}	= <i>Froude number based on displacement volume</i>	
g	= Percepatan gravitasi	(m/s ²)
GT	= <i>Gross Tonnage</i>	(GT)
GZ	= Lengan dinamis	
H	= <i>Height</i> (tinggi kapal)	(m)
h_B	= <i>Height of centroid of A_{BT} above keel</i>	
i_E	= <i>Half angle of waterline entrance</i>	
JVR	= <i>Jet Velocity Ratio</i>	
KG	= <i>Center of gravity</i>	(m)
LCB	= <i>Longitudinal position of the centre of buoyancy</i>	(m)
LCG	= <i>Longitudinal position of the centre of gravity</i>	(m)
L_{PP}	= <i>Length between Perpendicular</i>	(m)

L_{OA}	= <i>Length Overall</i>	(m)
L_{WL}	= <i>Length of Waterline</i>	(m)
L_R	= Panjang bagian kapal yang mengalami tahanan langsung	(m)
MCR	= <i>Maximum Continuous Rating</i>	(HP)
MDO	= <i>Marine Diesel Oil</i>	
MFO	= <i>Marine Fuel Oil</i>	
NT	= <i>Net Tonnage</i>	(NT)
OPC	= <i>Overall Propulsive Coefficient</i>	
Q_j	= Kapasitas aliran yang melewati <i>jet</i>	
R_n	= <i>Reynolds Number</i>	
R_A	= Hambatan udara kapal	(kN)
R_F	= Hambatan gesek kapal	(kN)
R_T	= Hambatan total kapal	(kN)
S	= <i>Wetted surface area</i>	(m ²)
S_{+App}	= <i>Wetted surface area with appendages</i>	(m ²)
$S_{bilgekeel}$	= Luas <i>bilge keel</i>	(m ²)
S_{rudder}	= Luas <i>rudder</i> yang tercelup air	(m ²)
S	= Jarak pelayaran	(nm)
SFC	= <i>Specific Fuel Consumption</i>	(g/kWh)
SHP	= <i>Shaft Horse Power</i>	(HP)
t	= <i>Thrust deduction</i>	
T	= Sarat kapal	(m)
T_A	= Sarat buritan	(m)
T_F	= Sarat haluan	(m)
V_s	= Kecepatan dinas kapal	(knot)
V_{max}	= Kecepatan maksimal kapal	(knot)
$V_{takeoff}$	= Kecepatan kapal saat badan kapal mulai terangkat	(knot)
w	= fraksi arus ikut (<i>wake fraction</i>)	
Δ	= <i>Displacement</i> kapal	(ton)
∇	= <i>Volume displacement</i>	(m ³)
β	= sudut <i>deadrise</i> dari <i>planing surface</i>	(derajat)
ρ	= Massa jenis	(kg/m ³)
τ	= Sudut <i>trim</i> kapal	(derajat)
μ	= Viskositas absolut dinamis	(m ² /s)
ν	= Viskositas kinematik fluida	(m ² /s)
η_H	= <i>Hull efficiency</i>	
η_J	= <i>Waterjet efficiency</i>	
η_P	= <i>Pump efficiency</i>	
η_R	= <i>Relative efficiency</i>	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Pariwisata hingga saat ini masih menjadi salah satu pendapatan terbesar untuk masing-masing daerah yang memiliki potensi alam yang indah. Salah satu daerah pariwisata yang menjadi perhatian beberapa tahun belakangan ini adalah pulau Bali dan pulau Lombok.

Pulau ini memiliki keindahan alam yang begitu mempesona, tak heran mulai dari wisatawan mancanegara hingga wisatawan nusantara berlomba berdatangan ke pulau Bali dan pulau Lombok. Data statistik menjelaskan bahwa mulai dari tahun 2014 hingga 2017 tingkat kunjungan wisatawan selalu meningkat.

Total kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia melalui pintu masuk Bandara Ngurah Rai mencapai 40% terhitung sampai bulan Oktober 2016. Terjadi peningkatan kunjungan wisatawan mancanegara khususnya ke Bali dari 4.001.835 (Januari–Desember 2015) menjadi 4.071.905 (Januari–Oktober 2016). Wisatawan mancanegara yang datang ke Bali sepanjang tahun 2017 mencapai 5,7 juta turis, atau melebihi target kunjungan wisman sebesar 5,5 juta turis, bahkan naik 16 persen bila dibandingkan dengan tahun 2016 sebesar 4,92 juta turis. Dari Pulau Bali wisatawan dapat melanjutkan perjalanan menuju pulau Lombok.

Untuk pulau Lombok di tahun 2017 wisatawan mancanegara dan wisatawan nusantara total tercatat mencapai 3.508.903 yang terdiri dari 2.078.654 wisatawan nusantara, dan 1.490.249 wisatawan mancanegara. Khusus di tahun 2018 terjadi penurunan pengunjung wisatawan yang disebabkan bencana alam gempa bumi. Pulau Lombok dapat ditempuh dengan moda transportasi udara dan Laut. Untuk moda transportasi laut dapat menggunakan kapal penyeberangan yang terdapat di pelabuhan Padang Bai, Bali menuju Lembar, Lombok.

Tahun 2018, pelabuhan Lembar memperkirakan kenaikan jumlah penumpang mencapai 91.780 orang atau naik lima persen dibandingkan realisasi periode yang sama tahun lalu sebanyak 87.410 orang. Kemudian, roda dua mencapai 17.595 unit atau naik lima persen dibandingkan periode sama tahun lalu sebanyak 16.758 unit, dan roda empat atau lebih mencapai 15.150 unit atau naik lima persen dibandingkan realisasi sama tahun lalu sebanyak

14.429 unit. Oleh karena itu seiring peningkatan jumlah pengunjung untuk kawasan Pulau Bali dan Lombok, dibutuhkan kapal feri untuk memenuhi keperluan penyeberang Bali-Lombok.

Pada penelitian ini akan membuat *concept design* (desain awal) kapal feri dengan teknologi *air supported vessel (ASV) concept* sebagai sarana penyeberangan dari pelabuhan Padang Bai, Bali - Lembar, Lombok dengan tetap memerhatikan faktor keamanan, efisiensi bahan bakar, kecepatan kapal, dan stabilitas kapal. Teknologi ASV adalah konsep desain hull modern yang kini sedang dikembangkan guna menciptakan kapal cepat yang kompetitif. Jenis lambung ini adalah konsep desain lambung kapal terbaru yang berfungsi layaknya hovercraft yang berfungsi untuk meningkatkan gaya angkat kapal/lift, mengurangi friksi pada lambung kapal dan bagian kapal yang tercelup air.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Berapakah *payload* kapal?
2. Berapakah ukuran utama kapal untuk rute Padang Bai, Bali – Lembar, Lombok?
3. Bagaimana perhitungan hambatan, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan berat dari kapal?
4. Bagaimana memperoleh Rencana Garis, Rencana Umum dan 3D model kapal?
5. Bagaimana analisis ekonomis kapal?
6. Bagaimana desain *Safety Plan* pada kapal?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *payload* kapal.
2. Menentukan ukuran utama kapal untuk rute Padang Bai, Bali-Lembar, Lombok.
3. Melakukan analisis teknis, termasuk perhitungan hambatan, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan berat dari kapal.
4. Membuat desain Rencana Garis, Rencana Umum dan 3D model kapal.
5. Melakukan analisis ekonomis kapal.
6. Membuat desain *Safety Plan* pada kapal.

I.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan kapal dengan teknologi ASV sebatas *concept design*.
2. Masalah kekedapan kapal dan getaran kapal tidak dibahas secara detail.
3. Tidak membahas perencanaan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal.

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi desain kapal feri dengan teknologi *air supported vessel* guna menciptakan kapal yang kompetitif dan lebih efisien.

I.6. Hipotesis

Kapal feri dengan teknologi *Air Supported Vessel (ASV)* dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan efisiensi propulsi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

Pada Bab II ini berisikan tentang dasar teori dan tinjauan pustaka dari topik utama dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Dasar teori berisi uraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini.

II.1.1. Kapal Motor Penyeberangan

Kapal Motor Penyeberangan atau Feri adalah kapal yang digunakan untuk angkutan penumpang, dapat berupa kapal Ro-Ro atau untuk perjalanan pendek terjadwal dalam bentuk kapal feri. Kapal Motor Penyeberangan (KMP) adalah tipe kapal yang digunakan sebagai angkutan penyeberangan antar pulau yang mengangkut kendaraan, barang, dan penumpang. Jangkauan penyeberangan kapal tipe KMP adalah dalam tujuan jarak dekat sehingga sering disebut sebagai transportasi pantai, sungai, dan danau (Rohmadhana, 2016).



Gambar II.1 Kapal Feri Penyeberangan
(Sumber: Wikipedia, 2019)

Gambar II.1 merupakan salah satu contoh bentuk kapal motor penyeberangan jenis feri yang digunakan sebagai angkutan penumpang.

Ada beberapa tipe KMP yang ada di Indonesia, antara lain sebagai berikut:

1. *Roll On–Roll Off (Ro–Ro)*

Ferry Ro–Ro merupakan singkatan dari *Roll On–Roll Off*. Kapal ini memiliki fungsi seperti jembatan yang bergerak, dengan itu apapun bisa melewatinya. Sesuai dengan namanya, *roll on – roll off* adalah suatu kapal feri yang mempunyai dua jalur pintu masuk depan dan pintu belakang. Penumpang beserta bawaan termasuk mobil, motor, bus, ataupun truk bisa masuk dari pintu depan dan keluar dari pintu belakang. Jadi mobil tidak perlu parkir lagi untuk keluar. Tempat muatan untuk kendaraan – kendaraan ditempatkan pada geladak utama (*main deck*) dan di bawah geladak utama (*under main deck*), untuk jenis Ro–Ro yang lebih besar.



Gambar II.2 Kapal *Ferry Ro–Ro*
(Sumber: <https://www.merdeka.com>)

Sedangkan untuk penumpang ditempatkan pada dek 1, 2, dan 3 tergantung dari berapa besar kapal tersebut. Kapal feri jenis ini sudah digunakan di Indonesia sejak lama, kapal–kapal inilah yang menghubungkan Pulau–pulau yang ada di Indonesia seperti Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, Pulau Jawa dan Pulau Bali, Pulau Jawa dan Pulau Madura, dan pulau–pulau lainnya (Rohmadhana, 2016).

2. *Fast Ferry*

Kapal ini disebut *fast ferry* karena kecepatannya lebih cepat dari kapal feri biasa. Biasanya kapal jenis ini dipakai di daerah perairan atau laut yang tidak bergelombang tinggi sehingga sangat cocok untuk transportasi pantai, sungai, dan danau yang tidak bergelombang besar. Kapal–kapal jenis ini banyak digunakan oleh perusahaan pelayaran kapal penumpang yang

menghubungkan pulau–pulau kecil, seperti Batam–Singapura, Bali-Lombok dan Banyuwangi-Bali.



Gambar II.3 *Fast Ferry*
(Sumber: <https://www.ferriesingreece.com>)

Feri jenis ini hanya mampu memuat penumpang dan bagasi penumpang saja dengan jumlah tertentu dan tidak bisa digunakan untuk memuat mobil, atau kendaraan lainnya, karena ukurannya relatif lebih kecil daripada jenis feri lainnya (Rohmadhana, 2016).

II.1.2. *Air Supported Vessel (ASV)*

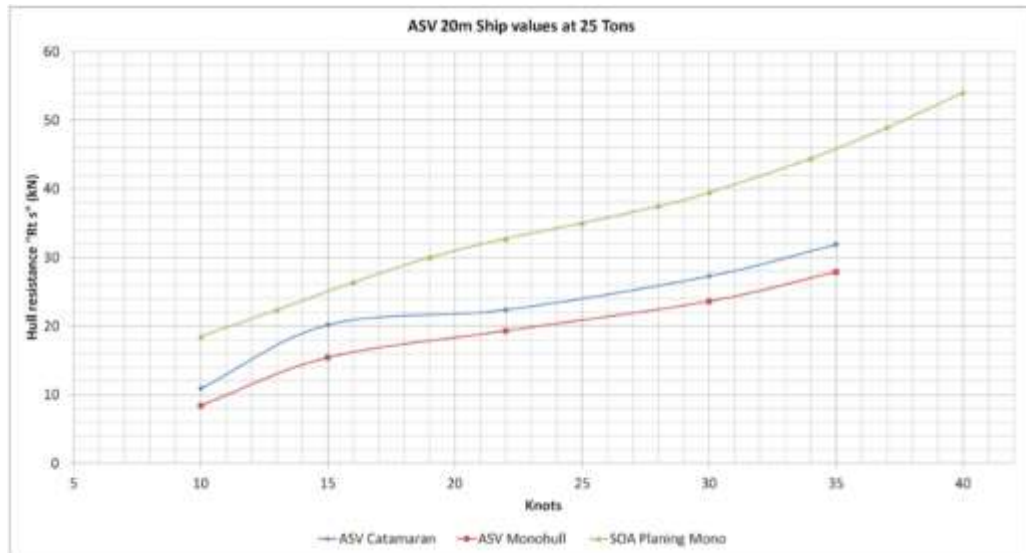
Air Supported Vessel adalah penggabungan *hovercraft* dan lambung planing, ASV menggunakan lift udara untuk mengurangi hambatan, menambah kecepatan dan meningkatkan efisiensi.

Hovercraft beroperasi dengan menghembuskan udara dengan tekanan tinggi di bawah kendaraan yang berada pada rok karet. Ini memungkinkan *hovercraft* melayang dari jarak dekat dan membuatnya hampir tanpa gesekan. Hal ini memungkinkan *hovercraft* untuk membuat kecepatan yang luar biasa serta melintasi air, rawa-rawa dan tanah kering. *Hovercraft* terkenal sulit untuk dikemudikan dan ketika melintasi teluk berombak di tengah angin kencang memiliki resiko pada kendaraan ini.



Gambar II.4 Tank test pada ASV *mono-hull*

Sedangkan Kapal dengan teknologi ASV tidak akan menggunakan konsep lambung konvensional. Kapal dengan lambung ini akan memanfaatkan teknologi kapal yang didukung udara (ASV). Kapal dengan menggunakan teknologi ASV telah diuji dengan dua varian pada SSPA Sweden di Gothenburg.



Gambar II.5 Hasil Pengujian Kapal *Catamaran*, *Monohull* dan *Planning Monohull*

Sumber: (Effect Ships International, 2015)

Pada Gambar II.5, dapat dilihat hasil pengujian lambung *catamaran*, *mono-hull* dan *Planning monohull*. Pada pengujian tersebut dari kedua variasi tersebut telah memberikan nilai *resistensi* lambung yang jauh lebih baik daripada lambung konvensional. *Mono-hull* terbukti sebagai yang unggul (Effect Ships International, 2015).

Pada kapal ini ventilasi udara diperlukan di haluan dan *flap* diperlukan di buritan yang memantau tekanan di rongga. Pada saluran udara digunakan untuk menghantarkan udara ke rongga pada kapal.

Gelembung udara adalah fitur utama kapal dengan lambung ASV karena dapat mendukung lebih dari 2/3 dari berat kapal. Volume kapal yang tercelup air menurut hukum Archimedes tentang gaya dorong ke atas berkurang ketika kecepatan meningkat dengan lambung *planning*, karena kapal cenderung mengangkat ketika didorong ke atas oleh tekanan dinamis dari air itu sendiri (dihasilkan dengan kecepatan) yang bekerja pada permukaan dasar lambung yaitu permukaan area *planning*. Kemudian gelembung udara yang mengendap di rongga kapal yang dibangun di bagian bawah lambung, dapat mengangkat sebagian besar area kapal yang tercelup air, sedangkan tinggi, bentuk, dan volume keseluruhan rongga ditentukan secara bersamaan dengan bentuk lambung ASV untuk mengoptimalkan kehilangan udara dan

mendukung gelembung udara di rongga sambil berlayar di laut. Kemudian udara diisi ke rongga pada bagian bawah kapal menggunakan *fan centrifugal* yang kuat, di mana *fan centrifugal* yang digunakan membutuhkan 3% hingga 6% dari daya yang dibutuhkan untuk mesin utama kapal. Tekanan yang disebabkan *fan centrifugal* ini cukup untuk membentuk gelembung atau bantalan udara yang benar-benar memisahkan seluruh rongga yang bersentuhan dengan air sehingga secara signifikan mengurangi area permukaan yang tercelup akibat gesekan.

Ketika kapal beroperasi dalam cuaca berat, lebih banyak udara yang perlu disalurkan. Untuk menghindari hilangnya udara dari rongga ada *flap* yang dipasang di belakang rongga itu sendiri yang dapat diatur pada sudut sesuai dengan beban dan keadaan laut. Di sebelah rongga ada dua elemen perencanaan yang dipasang memanjang yang mematkan setiap sisi rongga dan memastikan dukungan parsial dan ruang yang cukup untuk memasang *waterjet* pada jarak yang aman dari rongga.

Ketika melaju lambat atau bermanuver di perairan dan pelabuhan yang terbatas, *fan* akan dimatikan dan ASV akan menangani dengan cara yang sama seperti lambung berbentuk V normal, akan tetapi sedikit lebih baik berkat dua *waterjet* yang dipasang dengan baik terpisah satu sama lain. Ketika udara masuk melalui saluran ke dalam rongga dan penutup belakang menutup dan kapal akan terangkat hingga 40, 50 cm pada titik ini 70, 80% dari berat kapal yang didukung oleh gelembung udara bertekanan dan ketika menjelajah kapal akan lebih tinggi dari permukaan dengan akselerasi yang lebih baik. (Effect Ships International, 2015)

II.1.3. Hambatan Kapal

Hambatan Kapal Berikut dijelaskan karakteristik dan variabel yang dibutuhkan dalam perhitungan hambatan kapal.

1. *Froude Number*

Bilangan Froude adalah sebuah bilangan non-dimensional yang digunakan untuk mengukur hambatan dari sebuah benda yang bergerak di permukaan air. Bilangan Froude dinamakan sesuai dengan penemunya William Froude. Bilangan Froude dapat di formulasikan sebagai berikut:

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{gL}} \quad (\text{II-1})$$

Di mana:

Vs = kecepatan kapal (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

L = panjang garis air (m)

Bilangan Froude yang digunakan pada metode Savitsky Planing Hull, yaitu:

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}} \quad (\text{II-2})$$

Di mana:

V_s = kecepatan kapal (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

$\nabla^{1/3}$ = volume displasemen (m³)

2. *Reynolds Number*

Reynolds Number adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya kekentalan yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Bilangan Reynolds merupakan bilangan non-dimensional yang sangat penting dalam mekanika fluida. Bilangan Reynolds digunakan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang berbeda seperti jenis aliran laminar dan turbulen. Pada aliran laminar memiliki Reynolds Number lebih kecil 2×10^5 sedangkan aliran turbulen memiliki Reynolds Number lebih besar 3.5×10^5 . Aliran yang memiliki Bilangan Reynolds $2 \times 10^5 - 3.5 \times 10^5$ biasa disebut dengan aliran transisi. Bilangan Reynolds di formulasikan sebagai berikut:

$$Rn = \frac{\rho V_s L}{\mu} = \frac{V_s L}{\nu} \quad (\text{II-3})$$

Di mana:

ρ = densitas fluida (ton/m³)

V_s = kecepatan aliran (m/s)

L = panjang (m)

μ = viskositas absolut dinamis (m²/s)

ν = viskositas kinematik fluida (m²/s)

Fase atau kondisi yang bekerja pada kapal ini adalah sebagai berikut.

- **Fase *Semi – planing (Pre-planing)***

Pada fase ini berat kapal akan disangga lebih banyak oleh gaya angkat hidrodinamik daripada hidrostatis. Gaya angkat hidrodinamik timbul karena adanya deviasi aliran di sekitar dasar kapal bagian buritan sehingga mengakibatkan kapal trim. Nilai Froude Number (F_n) untuk

fase ini adalah sekitar $0.6 < Fn < 1.2$. Metode perhitungan hambatan kapal pada fase semi-planing menggunakan metode dari Savitsky di mana persamaan yang dihasilkan merupakan hasil regresi database sejumlah model kapal yang diuji oleh beberapa peneliti. Metode ini fokus pada 4 parameter utama kapal, yakni rasio panjang displacement, beam loading coefficient, akar angle of entrance, dan rasio luasan transom terhadap luasan section maksimum.

- **Fase *Planing***

Dalam fase ini dijelaskan bahwa hampir seluruh berat kapal disangga oleh gaya angkat hidrodinamik dan hanya sebagian kecil berat kapal yang tertumpu pada gaya hidrostatik. Meskipun kapal hampir sepenuhnya meluncur di permukaan air dan permukaan basahnya menjadi sangat kecil demikian trim kapal mulai menurun dibandingkan pada fase semi-planing, tetapi tekanan hidrodinamik menjadi sangat besar akibat kecepatan tinggi yang diperoleh dari sistem propulsi kapal. Pada fase ini bagian lambung kapal yang tercelup sangat kecil sehingga gelombang yang terbentuk hampir tidak ada sama sekali.

Nilai Froude Number (Fn) untuk fase ini adalah $Fn > 1.2$ dengan metode perhitungan hambatan kapal pada fase planing menggunakan metode dari Savitsky Planing Hull (Savitsky, 1964), yaitu:

- Koefisien Kecepatan

$$C_v = \frac{V}{\sqrt{gb}} \quad (\text{II-4})$$

- Koefisien Angkat (*Lift*)

$$C_{L\beta} = \frac{mg}{\frac{1}{2} \cdot V^2 \cdot b^2 \cdot \rho^2} \quad (\text{II-5})$$

Di mana:

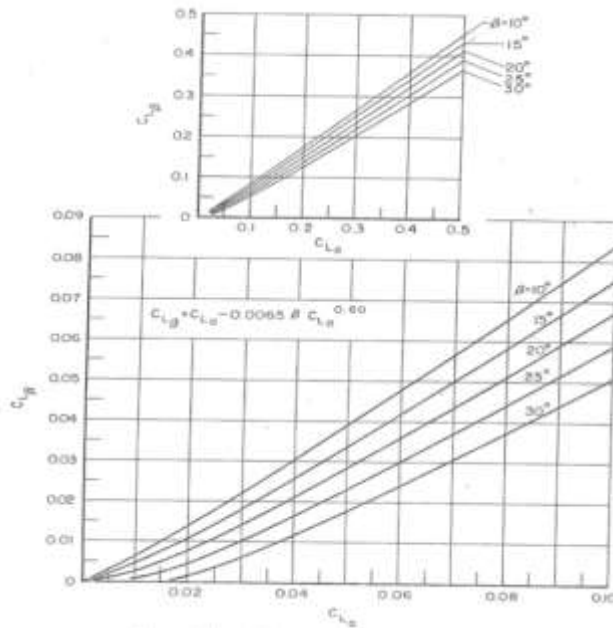
C_v = koefisien kecepatan

$C_{L\beta}$ = koefisien angkat (lift)

V = kecepatan kapal (m/s)

g = percepatan gravitasi (9.81) (m/s²)

b = lebar permukaan terangkat (11anning surface) (m)



Gambar II.6 Grafik Koefisien lift *12lanning surface* (Savitsky, 1964)

Nilai λ yang merupakan nilai rata – rata perbandingan antara *12lanning* dan lebar pada area basah kapal (WSA). Untuk mendapatkan besar atau nilai trim kapal maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$C_{Lo} = \tau^{1.1} (0.0120\lambda^{0.5} + \frac{0.0055\lambda^{0.5}}{Cv^2}) \quad (II-6)$$

Di mana:

- C_{Lo} = koefisien angkat (lift), *zero deadrise*
- τ = sudut trim kapal (derajat)

Untuk melakukan perhitungan hambatan gesek lambung *12lanning hull* dibutuhkan kecepatan aliran rata – rata yaitu dengan rumus:

$$V_m = V \left[1 - \frac{0.0120\lambda^{0.5}\tau^{1.1} - 0.0065\beta(0.0120\lambda^{0.5}\tau^{1.1})^{0.6}}{\lambda \cos \tau} \right]^{0.5} \quad (II-7)$$

Di mana:

- β = sudut *deadrise* dari *planning surface* (derajat)
- V_m = kecepatan rata-rata (m/s)

Maka hambatan gesek lambung *planning hull* adalah:

$$Df = \frac{1}{2} \times \frac{\rho \times V_m^2 \times \lambda \times b^2}{\cos \beta} \times (Cf + \Delta Cf) \quad (II-8)$$

Di mana

- *Reynolds Number*

$$Re = Vm\lambda \frac{b}{v}$$

- Koefisien gesek

$$Cf = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2}$$

- *Roughness Allowance* (ITTC – 1978)

$$\Delta Cf = 0.0004$$

Jadi, hambatan total dari *planning hull* (Savitsky, 1964) yaitu:

$$D = mg \tan \tau + \frac{Df}{\cos \tau} \quad (\text{II-9})$$

Di mana:

D	= hambatan total	(N)
Df	= hambatan gesek	(N)
τ	= sudut trim	(derajat)
M	= total massa kapal	(kg)
g	= percepatan gravitasi (9.18)	(m/s ²)

II.1.4. Sistem Propulsi Kapal *Waterjet*

Kapal yang menggunakan sistem propulsi *waterjet* memiliki dua ruang lingkup sistem yang terdiri dari sistem lambung kapal yang polos (*bare hull system*) dan sistem *waterjet* (*waterjet system*). Badan kapal dengan sistem lambung kapal yang polos (*bare hull system*) tidak terpasang *waterjet* di dalamnya, namun dalam perhitungan berat serta posisi titik berat kapal (*center of gravity*) harus merupakan berat badan kapal dalam keadaan beroperasi di laut sehingga berat air yang masuk melalui sistem *waterjet* harus diikutsertakan. Sedangkan sistem *waterjet*, umumnya terdiri dari sistem pompa (*pump system*) dan sistem saluran (*ducting system*). Tenaga mekanik dikonversikan dengan pompa menjadi tenaga hidrolis. Sedangkan sistem saluran berfungsi untuk mengarahkan laju aliran dari lingkungan ke pompa dan dari pompa untuk kembali ke lingkungan. Keberadaan sistem pompa pada sistem propulsi *waterjet* sama halnya dengan keberadaan motor pendorong pokok pada kapal – kapal lainnya. Akan tetapi pada sistem ini masih harus ada penggerak utama yang digunakan untuk menggerakkan pompa *waterjet*, dapat berupa mesin diesel, turbin gas, motor listrik dan yang lainnya sejauh masih memungkinkan untuk digunakan.

Dalam proses sistem propulsi *waterjet*, fluida atau air dari lingkungan akan dihisap melalui *intake* sebagai lubang masuknya fluida yang ada di dasar kapal, kemudian laju aliran fluida yang terhisap akan dipercepat oleh aktuator yang biasanya berupa pompa mekanis dan selanjutnya fluida disemburkan kembali ke lingkungan melalui *nozzle* sebagai lubang keluarnya fluida yang terletak di atas permukaan air. Semburan air yang keluar nantinya diatur oleh *deflector* untuk mengatur laju pergerakan kapal (Adji, 2009)

1. Gaya Dorong

Pendekatan yang digunakan untuk perhitungan gaya dorong dan torsi pada kapal dengan sistem *waterjet* adalah hukum kekekalan dasar momentum dan energi. Namun, setelah dilakukan kajian lebih lanjut terhadap penggunaan sistem *waterjet*, didapatkan kesimpulan bahwa teori tersebut saja tidak dapat dibenarkan. Hukum kekekalan dasar momentum dan energi masih mengabaikan pengaruh-pengaruh sekunder yang berperan dalam pencapaian efisiensi propulsif untuk dapat dibandingkan dengan propeller. Maka dari itu, hukum dasar untuk perhitungan penggerak sistem *waterjet* yang terdapat pada teori dasar momentum tetap digunakan, namun perhitungan tersebut harus disertai dengan koreksi pengaruh praktis di lapangan melalui pengujian model fisik.

Gaya dorong adalah aksi dari pompa yang mengakibatkan fluida mengalir melalui saluran dengan memberikan energi pada sistem yang akan diubah oleh *nozzle* untuk mencapai kenaikan momentum aliran. Berdasarkan persamaan momentum aliran pada kontrol volume maka:

$$\Sigma F = \frac{\partial}{\partial t} \int cs \vec{V} \cdot \rho \cdot dV + \int cs \vec{V} \cdot \rho \cdot \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (\text{II-10})$$

Sehingga untuk aliran *steady* didapatkan:

$$\Sigma F_x = \int cs \vec{V} \cdot \rho \cdot \vec{V} \cdot d \quad (\text{II-11})$$

$$\Sigma F_x = U_i \cdot (-\rho_i \cdot V_i \cdot A_i) + U_n \cdot (\rho_n \cdot V_n \cdot A_n) \quad (\text{II-12})$$

Di mana resultan gaya (ΣF) merupakan penjumlahan dari semua gaya yang bekerja pada sistem analog dengan gaya dorong (T). Akibat gesekan aliran pada permukaan bawah badan kapal, maka akan menimbulkan *boundary layer* yang akan mempengaruhi profil kecepatan pada lubang inlet. Persamaan gaya dorong untuk sistem propulsi *waterjet* adalah:

$$T = m \cdot (V_j - V_i) = \rho \cdot A_n \cdot V_j \cdot (V_j - V_i) \quad (\text{II-13})$$

Di mana:

- T = Gaya dorong
- m = Laju aliran massa fluida
- ρ = Massa jenis fluida kerja
- An = Luas penampang outlet nozzle
- Vj = Kecepatan aliran jet
- Vi = Kecepatan aliran saluran inlet

2. Daya Dorong Efektif

Daya dorong efektif atau *Effective Horse Power* (EHP) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan kecepatan tertentu. Sistem propulsi yang menghasilkan daya dorong harus mampu mengatasi beban tahanan aliran agar kecepatan yang direncanakan dapat tercapai. Persamaan daya dorong efektif adalah:

$$EHP = RT.Vs \quad (II-14)$$

Pada kondisi yang ideal maka harga (R) akan sama dengan (T), maka:

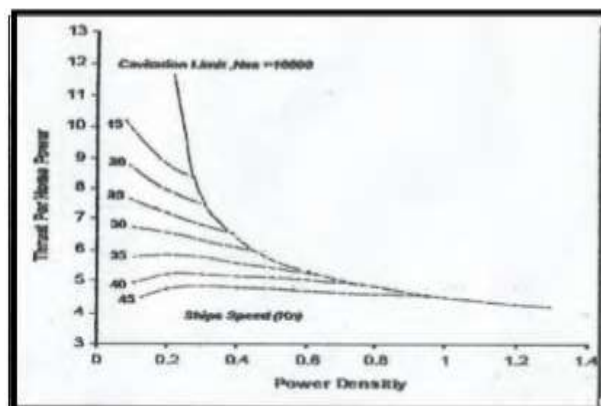
$$EHP = m. [Vj - (1 - w).Vs] \quad (II-15)$$

Di mana:

- Vs = kecepatan servis kapal (m/s²)
- w = fraksi arus ikut (*wake fraction*)

3. Dimensi Pompa *Waterjet*

Nilai dari rasio gaya dorong dan SHP (T/SHP) dalam satuan (lbf/HP) dapat ditentukan dari diagram pada Gambar II. 13 (Adiba, 2016) (Purnomo, 2016). Dari grafik tersebut, dapat ditentukan harga *power density* (SHP/Di²) dengan satuan (HP/cm²).



Gambar II.7 Diagram dimensi *inlet* sistem *waterjet*

- *Diameter Inlet* Pompa (Di) Setelah didapatkan nilai *power density*, maka dapat ditentukan dimensi diameter inlet pompa (Di) dengan rumus sebagai berikut:

$$D_i = \sqrt{\frac{SHP}{power\ density}} \quad (II-16)$$

- Rasio Luasan *Nozzle* Dari nilai D_i atau diameter inlet pompa, dapat dihitung luasan inlet (A_i) untuk sistem saluran *waterjet* dengan rumus sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\pi}{4} \times D_i^2 \quad (II-17)$$

Sedangkan untuk nilai luasan *nozzle* (A_n) dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$A_n = AR \times A_i \quad (II-18)$$

- Diameter *Nozzel*

Nilai diameter dari *nozzle* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$D_n = \sqrt{AR \times D_i^2} \quad (II-19)$$

4. Fraksi Arus Ikut (w)

Perhitungan fraksi arus ikut (w) pada saluran masuk pada sistem *waterjet* menurut ITTC 1996 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$w = \frac{T}{\rho \cdot Q_j \cdot V} + 1 - JVR \quad (II-20)$$

Di mana:

$$JRV = \text{Jet Velocity Ratio } \frac{V_i}{V_j}$$

$$Q_j = \text{kapasitas aliran yang melewati jet}$$

Untuk menentukan nilai JVR, diperlukan kecepatan aliran yang melewati *nozzle* (V_i) dan kecepatan kapal (V_j) yang dapat dihitung dengan rumus – rumus sebagai berikut:

$$V_i = (1 - w) \cdot V_s \quad (II-21)$$

$$V_j = 0.5 \times \left[V_i + \sqrt{V_i^2 + \frac{4 \cdot T}{\rho \cdot A_n}} \right] \quad (II-22)$$

Untuk mencari nilai V_i , biasa diasumsikan nilai fraksi arus ikut (w) sebesar 0.05. Sedangkan untuk nilai Q_j , dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_j = A_n \cdot V_j \quad (II-23)$$

Lalu, dapat dhitung kembali nilai fraksi arus ikut (w) dengan rumus sebagai berikut:

$$w = \frac{T}{\rho \cdot Q_j \cdot V} + 1 - JVR \quad (II-24)$$

5. Efisiensi Waterjet

Energi aliran yang diberikan pompa adalah input energi sistem propulsi *waterjet* yang kemudian akan terjadi kenaikan momentum aliran pada *nozzle* karena adanya peningkatan kecepatan aliran sehingga akan menghasilkan daya dorong. Perbandingan antara *output* energi terhadap *input* energi sistem propulsi *waterjet* adalah efisiensi jet (η_j).

$$\eta_j = \frac{T \cdot V_s}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{pump}} \quad (\text{II-25})$$

atau

$$\eta_j = \frac{T \cdot V_s}{m \cdot g \cdot H_{pump}} \quad (\text{II-26})$$

Dengan mensubstitusikan persamaan *head pump* dan gaya dorong maka persamaan di atas akan menjadi:

$$\eta_j = \frac{m \cdot [V_j - (1 - w) \cdot V_s] \cdot V_s}{\frac{1}{2} \cdot m [(1 + \psi)V_j - (1 - \zeta)(1 + w)^2 V_s^2 + 2 \cdot g \cdot h \cdot j]} \quad (\text{II-27})$$

Jika pembilang dan penyebut dibagi dengan V_j^2 dan melakukan substitusi rasio kecepatan jet yang didefinisikan sebagai rasio kecepatan efektif (*wake*) terhadap kecepatan jet:

$$\mu = \frac{V_s}{V_j} \quad (\text{II-28})$$

dan

$$\mu_i = \frac{(1 - w) \cdot V_s}{V_j} \quad (\text{II-29})$$

sehingga:

$$\mu_i = (1 - w) \cdot \mu \quad (\text{II-30})$$

Kemudian persamaan (II-29) dapat disusun kembali menjadi:

$$\eta_j = \frac{1}{(1 - w)} \cdot \frac{2 \cdot \mu(1 - \mu)}{(1 + \psi) - (1 - \zeta)\mu^2 + \frac{2 \cdot g \cdot h_j}{V_j^2}} \quad (\text{II-31})$$

6. Efisiensi Lambung Kapal

Efisiensi lambung kapal (*hull*) dapat ditentukan dari *wake* efektif dan faktor *thrust deduction* yang terdapat pada kapal tersebut.

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - w} \quad (\text{II-32})$$

Di mana:

η_H = efisiensi badan kapal

t = *thrust deduction*

w = *wake* efektif

Faktor *thrust deduction* (t) dapat ditentukan dari hasil kali *thrust* (T) dan besar tahanannya (R). Persamaan dari faktor *thrust deduction* adalah sebagai berikut:

$$t = 1 - \frac{R}{T} \quad (\text{II-33})$$

Sedangkan *wake* efektif dapat ditentukan dari pengukuran kecepatan aliran air sebelum masuk ke *inlet*. Persamaan dari *wake* efektif adalah sebagai berikut:

$$w = 1 - \frac{V_i}{V_s} \quad (\text{II-34})$$

Di mana:

V_i = kecepatan rata – rata aliran masuk pada *inlet*

V_s = kecepatan kapal (m/s²)

7. Efisiensi Propulsif Keseluruhan (*Overall Propulsive Coefficient*)

Kapal yang bergerak akan menerima hambatan total yang harus mampu diatasi oleh sistem propulsinya. Efisiensi propulsif keseluruhan atau *Overall Propulsive Coefficient* (OPC) adalah kemampuan sistem propulsi menyeluruh yang ditinjau dari energi yang diberikan penggerak pompa dan kerugian transmisi sampai pada keluaran daya efektif yang berguna untuk menggerakkan kapal. Efisiensi propulsif keseluruhan atau *Overall Propulsive Coefficient* (OPC) dapat dijelaskan dengan rumus berikut:

$$OPC = \eta_{j \text{ aktual}} \cdot \eta_P \cdot \eta_r \cdot \eta_t \cdot (1 - t) \quad (\text{II-35})$$

$$OPC = \eta_{j \text{ ideal}} \cdot \eta_P \cdot \eta_r \cdot \eta_t \cdot \eta_H \quad (\text{II-36})$$

Di mana:

η_j = Efisiensi sistem jet yang dihitung dari kecepatan aliran jet, kerugian saluran *inlet*, kerugian *nozzle*, dan lainnya.

η_P = Efisiensi pompa

η_r = Efisiensi relatif, secara umum nilainya mendekati 1

η_H = Efisiensi badan kapal

II.1.5. Proses Desain

Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang – ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam *design process* pembangunan kapal baru terdapat beberapa tahapan desain, yaitu antara lain:

1. *Conceptual Design*

Yaitu merupakan perencanaan awal yang meliputi ukuran utama, kecepatan kapal, konsep tentang permesinan dan propulsi kapal.

2. *Preliminary Design*

Yaitu pengembangan dari tahap *conceptual design*, sehingga didapat dipastikan ukuran utama kapal serta data – data lainnya seperti daya efektif kapal.

3. *Contract Design*

Yaitu pengembangan perencanaan kapal yang telah ada ke dalam bentuk yang lebih detail sehingga pembangunan kapal dapat memahami dan dapat mengestimasi secara akurat berapa biaya pembuatan kapal yang dibutuhkan.

4. *Detail Design*

Yaitu perencanaan secara detail dilakukan oleh pihak galangan setelah *contract design* diselesaikan, sehingga segala sesuatunya telah pasti dan siap dikerjakan. (Hafiz, 2014)

Empat tahap desain di atas dapat digambarkan dalam suatu *design spiral* (Evans, 1959) yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan – persyaratan yang diberikan oleh pemilik kapal hingga pembuatan *detail design* yang siap digunakan dalam proses produksi.



Gambar II.8 *Spiral Design*
(Sumber: Watson, 2002)

II.1.6. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

Secara umum hal – hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar, yaitu:

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang (kargo), bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik – titik penting stabilitas kapal antara lain adalah:

- a. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM adalah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus $KM = KB + BM$.

- b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah – pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972). Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan:

- Untuk kapal tipe plat *bottom*, $KB = 0.50 d$
- Untuk kapal tipe V *bottom*, $KB = 0.67 d$
- Untuk kapal tipe U *bottom*, $KB = 0.53 d$

- c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

Menurut Usman (1981), BM dinamakan jari – jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran di mana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150). Lebih lanjut dijelaskan (Rubianto, 1996):

$$BM = b^2/10d \quad (II-37)$$

Di mana:

b = lebar kapal (m)

d = *draft* kapal (m)

- d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan

mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen – momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

e. GM (Tinggi Metasentris)

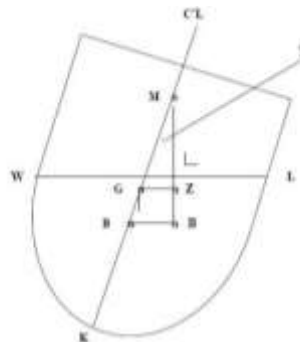
Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG \quad (\text{II-38})$$

$$GM = (KB + BM) - KG \quad (\text{II-39})$$

f. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya – gaya dari luar dan gaya – gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996). Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya – gaya tersebut. Seperti pada Gambar II.8 merupakan sketsa momen penegak atau pengembali.



Gambar II.9 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali
(Sumber: Kharismarsono, 2017)

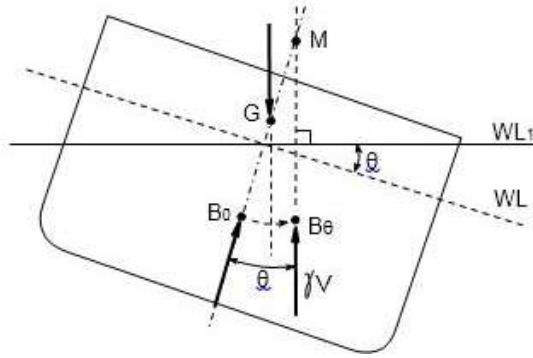
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah:

- Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat – alat yang melekat pada kapal.
- *Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat – alat untuk mengoperasikan kapal di mana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar.

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga, yaitu:

– Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan di mana titik G berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

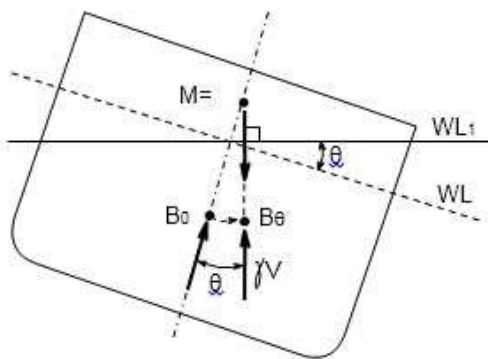


Gambar II.10 Kondisi Stabilitas Positif
(Sumber: Kharismarsono, 2017)

Pada Gambar II.10 menggambarkan stabilitas positif di mana titik *metacenter* lebih besar kedudukannya daripada titik gravitasi.

– Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas di mana titik G berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

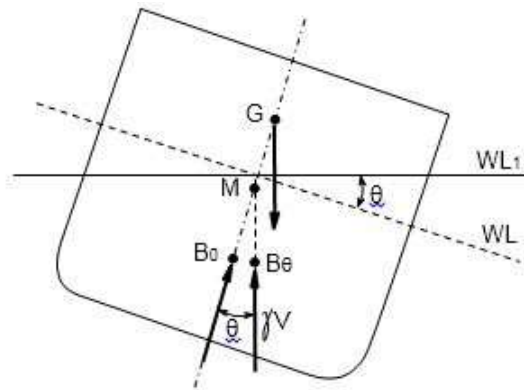


Gambar II.11 Kondisi Stabilitas Netral
(Sumber: Kharismarsono, 2017)

Pada Gambar II.10 menggambarkan stabilitas netral di mana titik *metacenter* sama kedudukannya dengan titik gravitasi.

– Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas di mana titik G berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring.



Gambar II.12 Kondisi Stabilitas Negatif
(Sumber: Kharismarsono, 2017)

Pada Gambar II.12 menggambarkan kondisi stabilitas negatif yang harus dihindari. Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1, yang isinya adalah sebagai berikut:

1. $e_{0,30^\circ} \geq 0.055$ m.rad, luas Gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.
2. $e_{0,40^\circ} \geq 0.09$ m.rad, luas Gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.
3. $e_{30,40^\circ} \geq 0.03$ m.rad, luas Gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter
4. $h_{30^\circ} \geq 0.2$ m, lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.
5. h_{\max} pada $\phi_{\max} \geq 25^\circ$, lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°
6. $GM_0 \geq 0.15$ m, tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah:

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10°.
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10° jika dihitung dengan rumus berikut:

$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2}{L} \Delta (KG - \frac{d}{2}) \quad (\text{II-40})$$

Di mana:

M_R	= momen oleng	(kN.m)
V_0	= kecepatan dinas	(m/s)
L	= panjang kapal pada bidang air	(m)
Δ	= <i>displacement</i>	(ton)
d	= sarat rata – rata	(m)
KG	= tinggi titik berat di atas bidang dasar	(m)

II.1.7. Perhitungan Lambung Timbul (*Freeboard*)

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal di mana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas.

Besarnya *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (B_M) dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Non Convention Vessel Standard* adalah sebagai berikut:

- Input Data yang Dibutuhkan
 1. Perhitungan
 - a. Tipe kapal
 - Tipe A adalah kapal yang:
 1. Didesain hanya untuk mengangkut kargo curah cair; atau

2. Memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka dengan alasan kenyataan bahwa tangki kargo hanya memiliki lubang akses yang kecil, ditutup dengan penutup baja atau bahan lain dengan paking kedap air; dan

3. Memiliki permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Contoh kapal tipe A : *tanker, LNG carrier*

– Tipe B adalah kapal yang:

1. Kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A

Contoh: *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships*

b. *Freeboard standard*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada Tabel *Standard Freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

c. Koreksi

– Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m

– Koreksi koefisien blok (C_B)

– Koreksi tinggi kapal

– Tinggi standar bangunan atas dan koreksi bangunan atas

– Koreksi bangunan atas

– inimum *bow height*

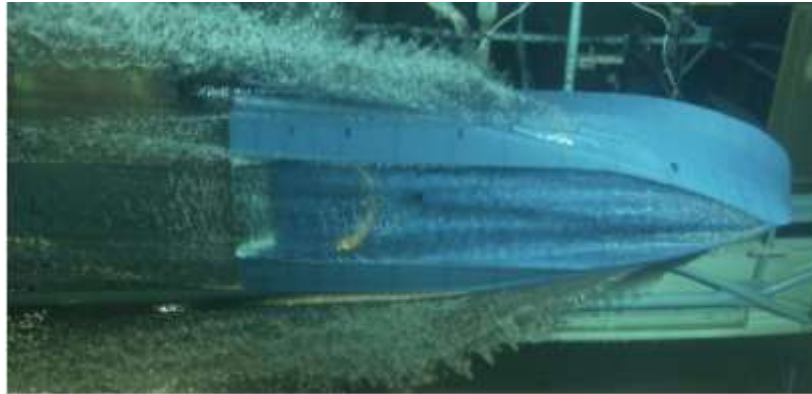
II.2. Tinjauan Pustaka

Berisi referensi dan/atau hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan untuk menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian atau desain lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian atau desain.

II.2.1. Desain Kapal *Air Supported Vessel*

Kapal pada penelitian “Battery powered Boats, providing Greening, Resistance reduction, Electric, Efficient and Novelty” mewakili inovasi dan penelitian dengan tujuan untuk mengembangkan feri komuter generasi berikutnya yang cepat dan efisien. Jenis kapal baru tidak hanya akan memotong emisi ke air dan udara dengan persentase tertentu.

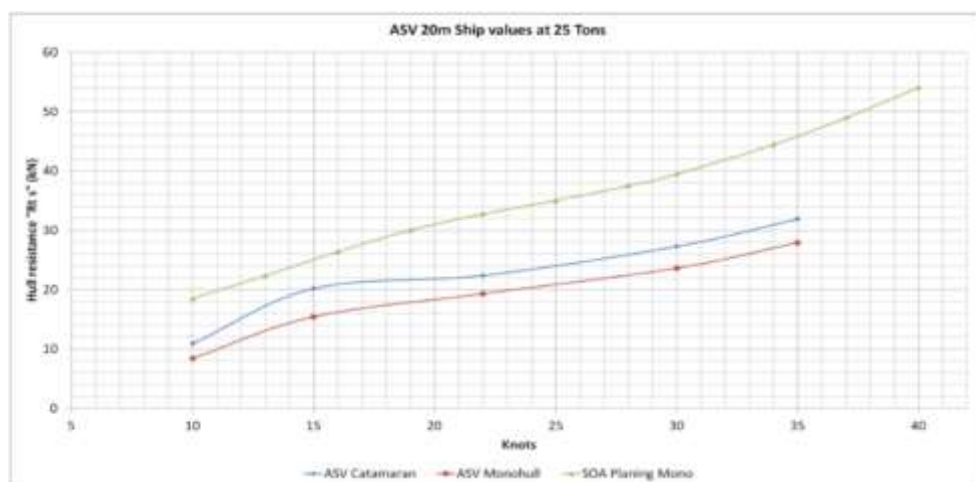
Kapal seperti yang disajikan terutama direncanakan untuk operasi di perairan terlindung, tetapi proyek ini juga memiliki solusi "*spin off*" (diuji dalam proyek lain) untuk kondisi laut dan gelombang tertentu.



Gambar II.13 Pengujian *Towing Test*
 Sumber: (Effect Ships International, 2015)

Kapal ini tidak menggunakan konsep lambung konvensional. Kapal ini akan memanfaatkan teknologi kapal yang didukung udara (ASV). Dalam proyek ini dua varian telah diuji secara ekstensif di fasilitas SSPA Sweden di Gothenburg; versi katamaran dan versi mono-hull. Keduanya memberikan nilai resistensi lambung yang jauh lebih baik daripada rekan konvensional. Mono-hull terbukti sebagai yang unggul dan lambung ini telah digunakan dalam kelanjutan proyek dan untuk kelayakan pembangunan kapal. Dengan konsep ASV, hingga 85% dari perpindahan kapal bermuatan penuh didukung pada satu atau lebih udara bertekanan. Sistem kipas pengangkat berkontribusi untuk mengisi rongga udara di bawah kapal yang memisahkan sebagian besar area permukaan yang tercelup air dan mengurangi hambatan pada kapal.

Pada pengujian tank dua model Catamaran ASV secara signifikan lebih baik daripada bentuk lambung SOA konvensional; namun mono ASV bahkan lebih baik (sekitar 15% lebih baik daripada katamaran ASV).



Gambar II.14 Hasil Pengujian *Towing Test*
 (Sumber: (Effect Ships International, 2015)

Beberapa sorotan dari pengujian tangki:

- Pengurangan resistensi lambung lebih dari 40% pada kisaran kecepatan desain (20-30 knot)
- Hasil yang sama baiknya juga pada kecepatan yang lebih rendah-hingga 10 knot.
- Konsumsi energi kipas yang sangat rendah (3-6% dari total daya).

II.2.2. Perencanaan Keselamatan (*Safety Plan*)

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Life saving appliances* adalah standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal dan penumpang ketika terjadi bahaya. *Fire control equipment* adalah standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. Regulasi *life saving appliances* mengacu pada *LSA code*, sedangkan *fire control equipment* mengacu pada *FSS code*.

A. *Life Saving Appliances*

Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terkait terlebih dahulu. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

a. *Life Buoy*

Menurut *LSA Code Chapter II Part 2.1*, spesifikasi umum *life buoy* antara lain sebagai berikut:

1. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
2. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14.5 kg dari besi di air selama 24 jam.
3. Mempunyai massa tidak kurang dari 2.5 kg
4. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-igniting lights* pada *life buoy* adalah:

1. Memiliki lampu berwarna putih yang dapat menyala dengan intensitas 2 cd pada semua arah dan memiliki sumber energi yang dapat bertahan hingga 2 jam.

Spesifikasi *Lifebuoy self – activating smoke signals* pada *life buoy* adalah :

1. Dapat memancarkan asap dengan warna yang mencolok pada dengan *rating* yang seragam dalam waktu tidak kurang dari 15 menit ketika mengapung di atas air tenang.
2. Tidak mudah meledak atau memancarkan api selama waktu pengisian emisi pada *signal*.
3. Dapat tetap memancarkan asap ketika seluruh bagian tercelup ke dalam air tidak kurang dari 10 detik.

Spesifikasi *life buoy self – activating smoke signals* pada *life buoy* adalah:

1. Tidak kaku
2. Mempunyai diameter tidak kurang dari 8 mm.
3. Mempunyai kekuatan patah tidak kurang dari 5 kN.



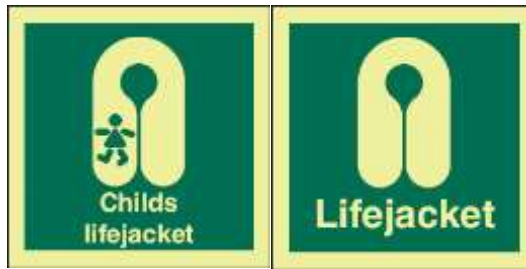
Gambar II.15 Spesifikasi *Life Buoy*
(Sumber: (Rohmadhana, 2016))

b. *Life Jacket*

LSA Code Chapter II Part 2.2

- Persyaratan umum *life jacket*
 1. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.
 2. *Life jacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:
 - Setidaknya 75% dari total penumpang, yang belum terbiasa dapat dengan benar – benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
 - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan.
 - Nyaman untuk digunakan.

- Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4.5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak *life jacket* tersebut.
- 3. Sebuah *life jacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang.
- 4. Sebuah *life jacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
- 5. Sebuah *life jacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
- 6. Sebuah *life jacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.
- *Life jacket lights*
 1. Setiap *life jacket lights* harus:
 - Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas.
 - Memiliki sumber energi yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
 - Berwarna putih.
 2. Jika lampu yang dijelaskan di atas merupakan lampu berkedip, maka :
 - Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan
 - Tingkat berkedip (*flash*) dengan tidak kurang dari 50 berkedip dan tidak lebih dari 70 berkedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0.75 cd.



Gambar II.16 Spesifikasi life jacket
(Sumber: (Rohmadhana, 2016))

c. *Life Raft* atau rakit penolong

Life raft adalah perahu penyelamat berbentuk kapsul yang ada di kapal yang digunakan sebagai alat menyelamatkan diri bagi semua penumpang kapal dalam keadaan bahaya yang mengharuskan semua penumpang untuk keluar dan menjauh dari kapal tersebut. Kapasitas *life raft* tergantung dari besar kecilnya kapal dan banyaknya *crew*. *Life raft* ini akan diletakkan di pinggir sebelah kanan kapal (*starboard side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).



Gambar II.17 *Liferaft*
Sumber: (Rohmadhana, 2016)

d. *Muster / Assembly Station*

Menurut *MSC/Circular.699-Revised Guidelines for Passenger Safety Instructions* -(adopted on 17 July 1995) - Annex - *Guidelines for Passenger Safety Instructions* - 2 Signs, ketentuan *muster station* adalah:

1. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
2. Simbol *Muster Station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan untuk mudah terlihat.



Gambar II.18 Spesifikasi Gambar *Assembly Station*
(Sumber: (Rohmadhana, 2016))

B. *Fire Control Equipment*

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal, yaitu:

a. *Fire valve*

Merupakan katup yang digunakan untuk kondisi kebakaran.

b. *Master valve*

Merupakan katup utama yang digunakan untuk membantu *fire valve* dan *valve* yang lainnya.

c. *Emergency fire pump*

FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12

Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1

d. *Fire pump*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.2.2 Water Supply System

Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (otomatis).

e. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Menurut SOLAS Reg. II/10-2, panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

f. *Portable CO₂ fire extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3

Pemadam kebakaran jenis karbon dioksida tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi. Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran portabel adalah:

1. Berat pemadam kebakaran portabel tidak boleh lebih dari 23 kg
2. Untuk pemadam kebakaran jenis *powder* atau karbon dioksida harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg, dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9 L.

g. *Portable foam extinguisher*

FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher

Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau karbon dioksida harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (*foam*) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.

h. *Portable dry powder extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part G Regulation 19 3.7

Alat pemadam kebakaran portabel dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan pada ruang muat. Pemadam ini harus di tambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.

i. *Bell fire alarm*

MCA Publication LY2 Section 13.2.9 Life Saving Appliances

Untuk kapal kurang dari 500 GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal. Untuk kapal 500 GT dan di atasnya, kebutuhannya berdasarkan 13.2.9.1 harus dilengkapi dengan bel dan dioperasikan secara elektrik atau sistem klakson, yang menggunakan energi utama dari kapal dan juga energi saat gawat darurat.

j. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan atau ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

k. *Smoke detector*

HSC Code – Chapter 7 – Fire Safety – Part A 7.7.2.2

Smoke detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi. Pertimbangan diberikan pemasangan *smoke detector* untuk tujuan tertentu dengan pipa ventilasi.

l. *Co₂ nozzle*

Merupakan *nozzle* untuk memadamkan kebakaran dengan menggunakan karbon dioksida.

m. *Fire alarm panel*

HSC Code – Chapter 7 – Fire Safety – Part A – General – 7.7 Fire Detection and Extinguishing Systems. Control panel harus diletakkan pada ruangan atau pada main fire control station.

II.2.3. Analisis Ekonomi

Analisis biaya pembangunan dilakukan dengan membagi komponen biaya pembangunan menjadi dua kelompok biaya, yaitu biaya yang terkait berat kapal (*weight cost*) dan biaya yang tidak terkait dengan berat kapal (*non – weight cost*). *Weight cost* dilakukan pemecahan komponen lagi menjadi beberapa komponen yaitu biaya struktur kapal (*hull structural cost*), biaya komponen permesinan dan penggerak (*machinery and propulsion cost*), biaya perlengkapan kapal (*equipment and outfitting cost*). Biaya struktur kapal dihitung dengan cara menghitung berat material (aluminium) kapal yang dibutuhkan dikalikan dengan *unit price* dari material (aluminium) itu sendiri. Untuk mengetahui nilai ekonomis sebuah kapal, perhitungannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu biaya investasi dan biaya operasional kapal.

Biaya investasi kapal dibagi menjadi 4 bagian yaitu (Watson, 1998):

- Biaya material (aluminium) kapal (*structural cost*)
- Biaya peralatan dan perlengkapan kapal (*equipment and outfitting cost*)
- Biaya permesinan kapal (*machinery and propulsion cost*)
- *Non-weight cost* (biaya klasifikasi, konsultan, *trial cost*, dan lain-lainnya)

Biaya operasional kapal dibagi menjadi 2 yaitu:

a) Biaya Tetap

- Biaya Penyusutan Kapal
- Biaya Bunga Modal
- Biaya Asuransi Kapal
- Biaya ABK

b) Biaya Tidak Tetap

- Biaya BBM

- Biaya Pelumas
- Biaya Perbekalan dan Perlengkapan
- Biaya Air Tawar
- Biaya *Repair, Maintenance, and Supplies* (RMS)

II.3. Tinjauan Wilayah

Padang bai adalah sebuah desa di Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, di sisi timur Pulau Bali, Indonesia dengan luas wilayah 3.6 km². Kota ini menjadi pelabuhan feri untuk pelayaran ke Pulau Lombok, Nusa Penida, Kepulauan Gili dan pulau-pulau lainnya di Nusa Tenggara Barat.



Gambar II.19 Pelabuhan Padang Bai, Bali

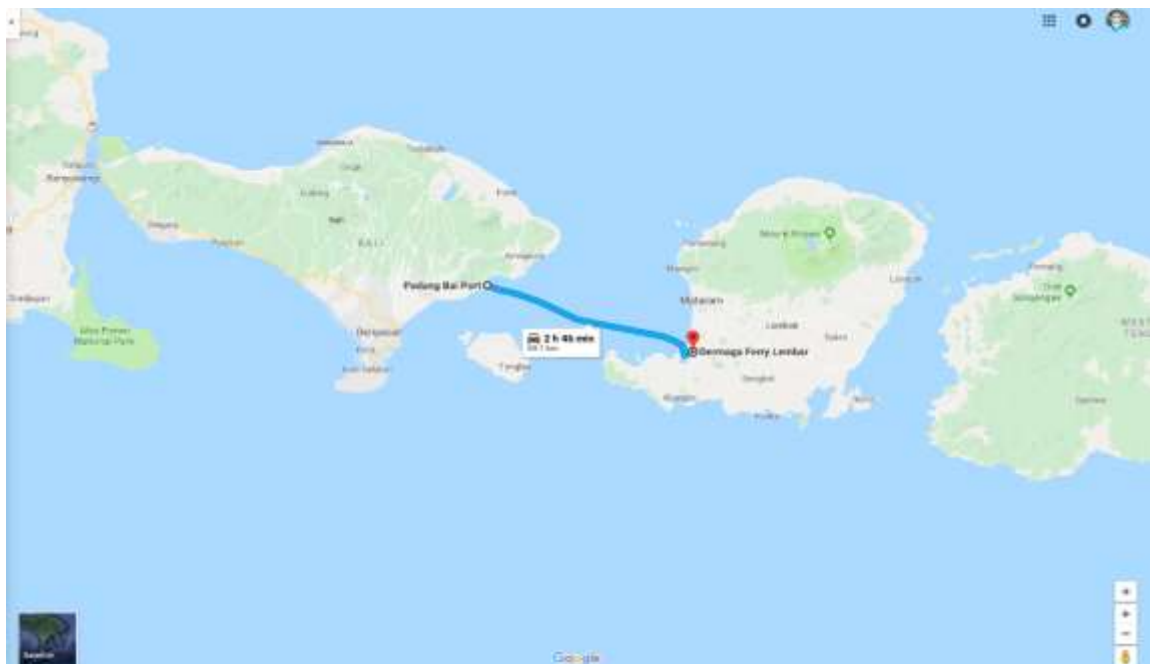
Selain menjadi kota pelabuhan, kota ini juga menawarkan para wisatawan dengan kehidupan kota pantai kecil yang indah dan tenang yang berupa teluk dimana di sebelah timurnya terdapat sebuah tanjung yang dinamakan tanjung sari yang namanya diambil dari nama sebuah tempat suci pura pemujaan Empu Bharadah yang bernama Pura Tanjung Sari. Selain pantai utama yang berpasir putih, di sini juga terdapat 2 pantai lain yang berpasir putih yaitu pantai Padang Kurungan di sebelah timur dan pantai Bias Tugel di sebelah barat. Pantai Padang Kurungan merupakan pantai yang indah yang terkenal karena keindahan bawah lautnya yang didominasi oleh ikan hias berwarna-warni dan soft coral dan keberadaan laguna biru di tengah pantainya yang indah sehingga pantai ini sering juga disebut pantai blue lagoon.



Gambar II.20 Pelabuhan Lembar, Lombok

(Sumber:www.keposiasi.com)

Pelabuhan Lembar di Lombok Barat ini merupakan salah satu pintu masuk ke Lombok melalui jalur laut, selain Pelabuhan Kayangan di Lombok Timur. Pelabuhan ini tepatnya terletak di Desa Labuan Tereng, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat, sekitar 20 kilometer dari Kota Mataram. Pelabuhan Lembar pun melayani penyeberangan kapal penumpang (kapal feri) dan kapal barang dari wilayah barat dan utara Lombok, seperti Bali dan Makassar. Pelabuhan ini memiliki tiga dermaga, yaitu dua dermaga kapal penumpang dan satu dermaga kapal barang. Pelabuhan ini dilengkapi dengan loket tiket 24 jam, dan ruang tunggu yang luas untuk kendaraan yang akan menyeberang.



Gambar II.21 Rute Pelayaran Dermaga Pandang Bai-Lembar

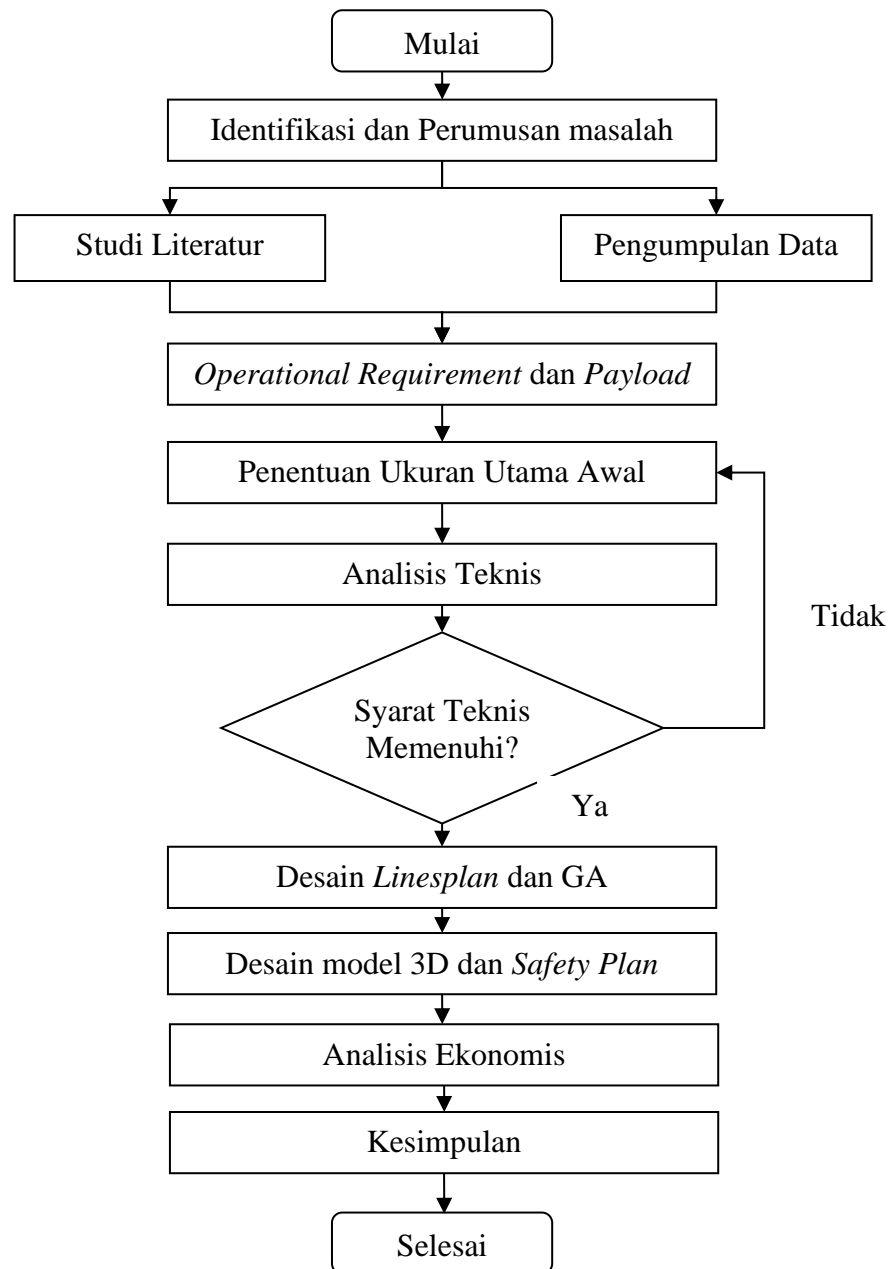
(Sumber:www.google.co.id/maps)

Cuaca Penyeberangan jalur Bali Lombok dari Pelabuhan Padangbai Bali ke Pelabuhan Lembar Lombok perlu menjadi catatan. Cuaca di sini berpengaruh pada tinggi gelombang laut. Di saat-saat tertentu gelombang laut bisa mencapai 3 meter. Sehingga penyeberangan kapal cepat ditunda sampai gelombang reda. Sedangkan penyeberangan dengan kapal feribiasanya masih bisa dilakukan.

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode

Diagram alir langkah pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar III.1 dan penjelasan dari tiap langkah pengerjaan dapat dilihat pada Sub Bab III.2.



Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

III.2. Tahap Pengerjaan

Secara garis besar, tugas akhir ini dijabarkan dalam beberapa tahapan antara lain:

III.2.1. Tahap Studi Literatur

Dalam tahap ini, dilakukan pengumpulan data-data terkait beserta landasan teori yang mendukung dalam tugas akhir ini. Materi yang menjadi pokok bahasan adalah sebagai berikut:

1. Teori desain kapal.
2. *Air supported Vessel Concept Design*.
3. Sistem propulsi yang akan digunakan.
4. Estimasi biaya pembangunan kapal
5. Metode analisa kelayakan investasi

III.2.2. Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

1. Data jumlah pengguna (penumpang) jasa penyeberangan Padang Bai, Bali–Lembar, Lombok. Data mengenai jumlah pengguna jasa penyeberangan Padang Bai, Bali–Lembar, Lombok didapatkan dari Badan Pusat Statistik. Data tersebut merupakan data untuk mengetahui seberapa besar jumlah penumpang untuk penyeberangan Padang Bai, Bali–Lembar, Lombok pertahun. Data yang didapat akan dijadikan sebagai acuan dalam penentuan *payload*.
2. Pengumpulan data kapal yang sudah ada (*existing*) seperti ukuran utama kapal, spesifikasi kapal, biaya operasi kapal, gambar–gambar kapal, dan lain – lain.
3. Pengumpulan data untuk kebutuhan *fan* yang digunakan dan daya yang dibutuhkan pada *fan*.

III.2.3. Tahap Pengolahan Data

Dari data – data yang didapatkan, maka proses berikutnya adalah pengolahan data tersebut sebagai input dalam perhitungan selanjutnya. Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui beberapa hal diantaranya:

1. Penentuan *payload*

2. Penentuan ukuran utama kapal
3. Menghitung hambatan dengan menggunakan *Savitsky Planing Hull Method*
4. Penentuan mesin utama, mesin bantu, dan propulsi kapal
5. Menghitung peralatan dan perlengkapan kapal
6. Menghitung berat dan titik berat kapal
7. Menghitung *Light Weight Tonnage* dan *Dead Weight Tonnage*
8. Menghitung *displacement*
9. Menghitung lambung timbul (*freeboard*)
10. Menghitung stabilitas kapal

III.2.4. Tahap Perencanaan

Pada tahapan ini akan dilakukan proses perencanaan (desain) kapal dengan sistem penggerak hibrida. Perencanaan yang dilakukan terbagi menjadi 4, yaitu:

1. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Pembuatan rencana garis dilakukan dengan bantuan *software Design Modeler* lambung kapal. Setelah proses desain rencana garis selesai, proses berikutnya adalah menyempurnakan atau menyelesaikan desain rencana garis dengan bantuan *software AutoCAD 2017 Student Version*.

2. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Dari rencana garis yang telah didesain, dibuat rencana umum dari tampak depan, samping, dan belakang. Di dalam rencana umum ini sudah termasuk penataan ruangan, peralatan, perlengkapan, muatan, dan lainnya.

3. Desain Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Dari rencana umum yang telah didesain, dibuatlah perencanaan keselamatan kapal. Di dalam perencanaan keselamatan kapal ini jumlah penumpang diperhitungkan dalam penentuan jumlah peralatan keselamatan. Perencanaan keselamatan kapal mengacu pada SOLAS 1974.

4. Pemodelan 3D

Dari rencana garis dan rencana umum yang telah diselesaikan, maka dibuatlah pemodelan 3D dari desain kapal ini dengan bantuan *software Design Modeler* lambung kapal.

III.2.5. Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya yang dilakukan adalah estimasi biaya pembangunan kapal, estimasi *Breakeven Point* (BEP), harga tiket penyeberangan, dan estimasi kelayakan investasi *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR).

III.2.6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi.

BAB IV ANALISIS TEKNIS

IV.1. Umum

Analisis teknis pada kapal ini meliputi beberapa aspek, antara lain sebagai berikut:

1. Perhitungan penentuan *payload*, ukuran utama, koefisien – koefisien kapal, hambatan dan sistem propulsi kapal, penentuan penggunaan mesin utama dan mesin bantu.
2. Perhitungan dan pemeriksaan kriteria *freeboard*, stabilitas dan *trim* kapal
3. Perencanaan desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), dan Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

IV.2. Penentuan *Payload*

Penentuan *payload* dari Kapal Feri ini berdasarkan dari data dan perhitungan jumlah penumpang tiap tahun yang melewati rute penyeberangan Padang Bai–Lembar. Dari data yang didapatkan, kemudian dihitung sebagai *payload*. Data yang diperoleh dimasukkan dalam perhitungan menggunakan bantuan *Microsoft Excel*.

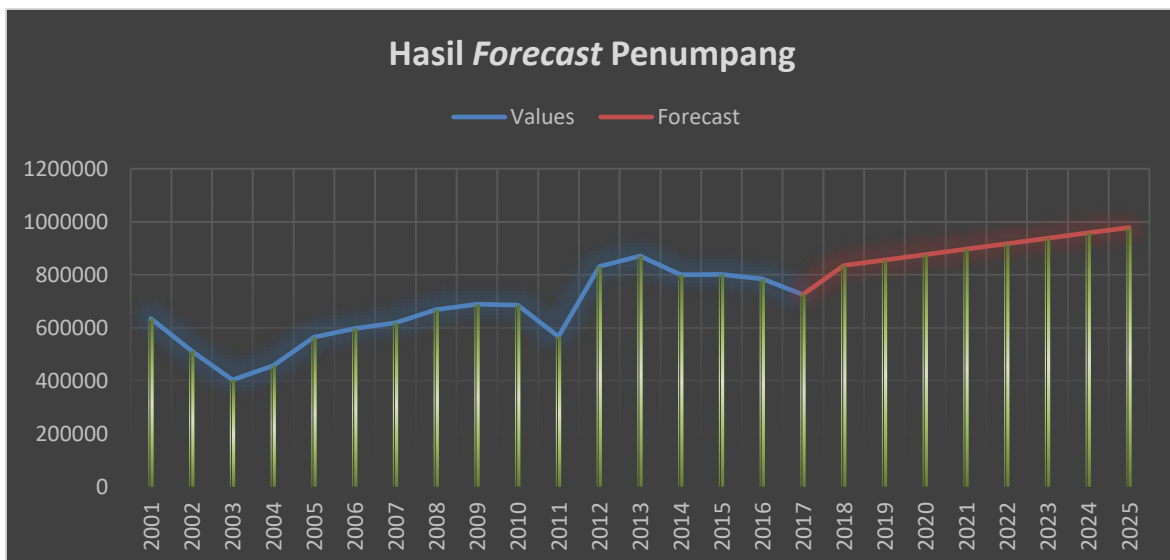
Tabel IV.1 Data Penumpang Kapal Penyeberangan Padang Bai – Lembar

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Karangasem tahun 2001-2018

Tahun Terbit	Padang Bai - Lembar		Jumlah Penumpang Terbaynak (orang)
	Tiba (orang)	Berangkat (orang)	
2001	632257	635105	635105
2002	493455	513069	513069
2003	388522	403183	403183
2004	457577	447117	457577
2005	564536	498752	564536
2006	597533	538304	597533
2007	619392	545141	619392
2008	669022	596844	669022
2009	688390	626929	688390
2010	685633	630861	685633
2011	567354	532517	567354
2012	831252	703422	831252

Tahun Terbit	Padang Bai - Lembar		Jumlah Penumpang Terbayak (orang)
	Tiba (orang)	Berangkat (orang)	
2013	732141	871052	871052
2014	750160	800586	800586
2015	663512	801470	801470
2016	736932	784736	784736
2017	684146	725793	725793

Setelah didapatkan data penumpang pada Tabel IV.1 untuk penyeberangan di Padang Bai–Lembar, diambil jumlah penumpang terbanyak yang akan dijadikan data untuk di *forecasting* dengan metode *regresi linear* untuk mendapat jumlah penumpang yang dijadikan data acuan penentuan *payload* kapal. Di mana *regresi linear* adalah alat statistik yang dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu atau beberapa variabel terhadap satu buah variabel. Variabel yang mempengaruhi sering disebut variabel bebas, variabel independen atau variabel penjelas. Variabel yang dipengaruhi sering disebut dengan variabel terikat atau variabel dependen. Pada data *regresi linear* ini data diambil dari jumlah penumpang untuk penyeberangan Padang Bai-Lembar dari tahun 2001-2017, yang di *forecasting* sampai tahun 2025. Hasil *forecasting* dapat dilihat pada Gambar IV.1.



Gambar IV.1 Grafik Hasil *Forecast* Penumpang dari Tahun 2001-2025

Setelah dilakukan *forecasting* jumlah penumpang pada Gambar IV.1, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan selisih jumlah penumpang pada tahun 2017 terhadap jumlah penumpang

tahun 2019 dan 2025 untuk mendapatkan jumlah penumpang dan *payload* kapal. Perhitungan dijabarkan pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Penentuan Penumpang

Tahun	Penumpang	Selisih	Per Hari	2 Trip	3 Kapal
2017	725793	0	0	0	0
2018	825370	109577	300	150	45
2019	855782	129989	356	178	59
2025	978257	252464	692	346	115

Dapat dilihat pada Tabel IV.2 data penumpang pada tahun 2017, 2018, 2019 dan 2025. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini data jumlah penumpang yang digunakan adalah pada tahun 2019. Tujuan menghitung jumlah penumpang yaitu untuk menentukan *payload* kapal. Sehingga didapat jumlah penumpang 356 orang per hari pada tahun 2019. Kemudian dari jumlah penumpang tersebut dibagi menjadi 2 trip kapal per hari sehingga jumlah penumpang menjadi 178 orang. Dan selanjutnya dari 2 trip kapal tersebut dibagi menjadi 3 kapal yang digunakan untuk setiap tripnya sehingga menghasilkan jumlah penumpang akhir sebanyak 59 orang. Tujuan dihitungnya jumlah penumpang pada tahun 2019 untuk menentukan *payload* kapal, sehingga didapat data akhir dengan jumlah penumpang 59 orang yang dibulatkan menjadi 60 orang, menggunakan tiga kapal dan dua trip per hari. Sehingga didapatkan *payload* yang dibutuhkan pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Penentuan *Payload*

List	Value	Unit
Penumpang:	60	orang
Berat penumpang:	75	kg
Berat barang bawaan:	25	kg
Berat total penumpang:	4500	kg
Berat total barang bawaan:	1500	kg
Berat total:	6000	kg
<i>Payload</i> :	6	ton
<i>DWT</i>	6.6	ton

IV.3. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal

Pada Kapal ini penentuan ukuran utama awal kapal menggunakan metode *Geosim Procedure*. Data kapal pembanding menggunakan kapal ASV BB GREEN-ECO PASSENGER VESSEL.

- *Length Overall* = 20 meter
- *Breadth* = 6 meter

- *Height (Depth) (main deck)* = 2.5 meter
- *Draught* = 0.92 meter
- *Seats Number* = 60 *Passengers*
- *DWT* = 6.6 ton

Kemudian dilakukan perhitungan, untuk mendapatkan *layout* awal kapal. Sehingga didapatkan ukuran utama awal kapal:

- *K* = 1
- *Length Overall* = 20 meter
- *Breadth* = 6 meter
- *Height* = 2.5 meter
- *Draught* = 0.92 meter
- *Seats Number* = 60 *Passengers*

Ukuran utama yang sudah didapatkan kemudian disesuaikan dengan batasan–batasan perbandingan ukuran utama sebagai berikut.

- $L / B = 3.27$ $2.52 \leq L / B \leq 18.26$
- $B / T = 5.45$ $1.7 \leq B / T \leq 9.8$
- $L / T = 18.2$ $10 \leq L / T \leq 30$
- $L / \nabla^{1/3} = 5.43$ $3.97 \leq L / \nabla^{1/3} \leq 12.4$
- $L / 16 = 1.25$ $H > L / 16$

Dari pengecekan batasan–batasan perbandingan ukuran utama tersebut dapat disimpulkan bahwa ukuran utama kapal memenuhi karena hasil perbandingan masuk dalam *range* yang sudah ditentukan di mana kapal ini termasuk dalam jenis kapal cepat yang memiliki karakteristik berbeda dengan kapal biasa, yaitu dengan menggunakan karakteristik kapal cepat berdasarkan metode *Savitsky Planing Hull (Savitsky Planing Hull Method)*.

Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan, dilakukan pengecekan teknis meliputi pengecekan berat, stabilitas, *trim*, dan lambung timbul kapal. Dari pengecekan teknis yang telah dilakukan, diketahui bahwa ukuran utama awal yang digunakan sudah memenuhi pengecekan berat.

IV.3.1. Penentuan Koefisien Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama akhir maka dilakukan proses desain pada *software*, kemudian didapatkan bentuk lambung kapal dengan ukuran utama beserta data hidrostatisnya, yaitu koefisien blok (C_B), koefisien *midship* (C_M), koefisien *waterplane* (C_{WP}), koefisien

prismatik (C_P), displasemen, volume displasemen, dan lainnya. Berikut data hidrostatis yang diperoleh setelah proses pemodelan.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	51.19	t
2	Volume (displaced)	49.943	m ³
3	Draft Amidships	1.100	m
4	Immersed depth	1.100	m
5	Immersed depth of station with	1.100	m
6	Immersed depth amidships	1.100	m
7	WL Length	19.600	m
8	Beam max extents on WL	6.000	m
9	Beam max on WL	6.000	m
10	Beam extents on WL of station	6.000	m
11	Beam on WL of station with m	6.000	m
12	Beam extents on WL amidship	5.988	m
13	Beam on WL amidships	5.988	m
14	Wetted Area	154.602	m ²
15	Max sect. area	3.349	m ²
16	Waterpl. Area	94.371	m ²
17	Prismatic coeff. (C_P)	0.746	
18	Block coeff. (C_B)	0.378	
19	Max Sect. area coeff. (C_M)	0.507	
20	Waterpl. area coeff. (C_{WP})	0.786	
21	LCB length	-2.204	from amidsh. (+ve fwd) m
22	LCF length	-1.933	from amidsh. (+ve fwd) m
23	LCB %	-11.022	from amidsh. (+ve fwd) % Lwl
24	LCF %	-9.664	from amidsh. (+ve fwd) % Lwl
25	KB	0.752	m
26	KG fluid	0.000	m
27	BMT	4.867	m
28	BML	44.734	m
29	Gmt corrected	5.620	m
30	GML	45.486	m
31	KMt	5.620	m
32	KML	45.486	m
33	Immersion (TPc)	0.967	tonne/cm
34	MTC	1.164	tonne.m
35	RM at 1deg = Gmt.Disp.sin(1)	5.021	tonne.m
36	Length:Beam ratio	3.333	
37	Beam:Draft ratio	5.455	
38	Length:Vol ^{0.333} ratio	5.431	
39	Precision	Medium	63 stations

Density (water)

Std. densities

VCG

Gambar IV.2 Data Hidrostatik

Berikut merupakan rekapitulasi nilai koefisien pada kapal dan nilai *displacement* dan *volume displacement* yang didapat setelah melakukan pemodelan.

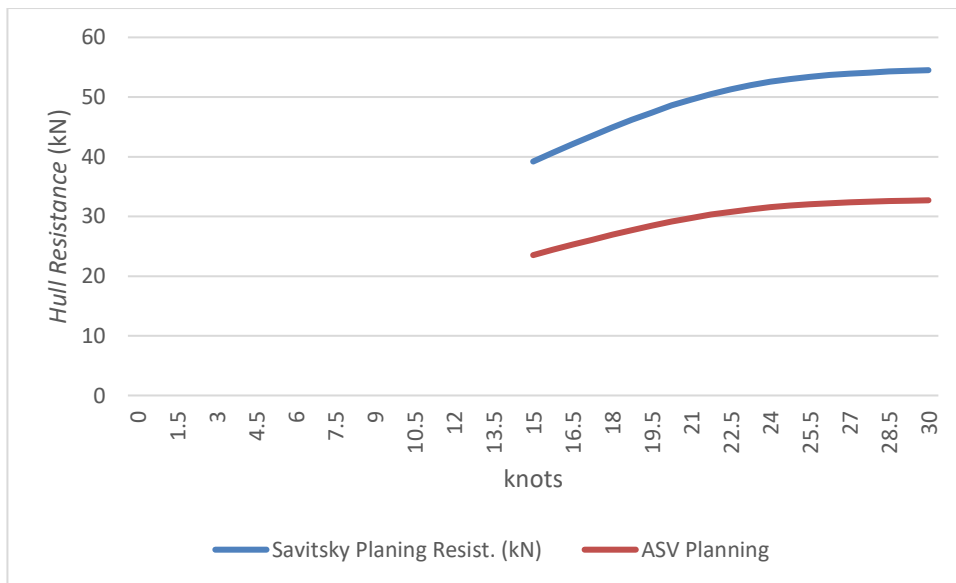
- C_B = 0.378
- C_M = 0.507
- C_{WP} = 0.786
- C_P = 0.746
- Δ = 51.19 ton
- ∇ = 49.943 m³

IV.4. Perhitungan Teknis

Setelah didapatkan ukuran utama kapal dan telah disesuaikan dengan batasan rasio ukuran utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan teknis meliputi perhitungan hambatan dan sistem propulsi kapal, penentuan spesifikasi mesin utama dan mesin bantu kapal, perhitungan instalasi permesinan kapal, perhitungan konsumsi kapal, perhitungan peralatan dan perlengkapan, perhitungan berat dan titik berat kapal, perhitungan *Lightweight Tonnage* (LWT), perhitungan *Deadweight Tonnage* (DWT), perhitungan lambung timbul (*freeboard*), perhitungan stabilitas dan *trim* kapal.

IV.4.1. Perhitungan Hambatan dan Sistem Propulsi Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan hambatan. Perhitungan ini menggunakan metode *Savitsky Planing Hull Method* yang dibantu dengan perangkat lunak *Maxsurf Resistance*. Pada perhitungan hambatan kapal ini, hasil hambatan yang didapat melalui perangkat lunak akan dilakukan pengurangan sebesar 40%. Karena kapal ini menggunakan teknologi ASV hambatan kapal akan dilakukan pengurangan sebesar 40%, yang disebabkan oleh ruang kosong pada bagian bawah kapal dan *fan centrifugal* yang berada pada bagian depan kapal. *Fan centrifugal* ini berfungsi untuk mengaliri udara ke ruang kosong pada bagian bawah kapal. Hal ini menyebabkan gaya angkat dan mengurangi bagian yang tercelup air pada kapal. *Fan centrifugal* ditentukan melalui besar daya dari mesin utama dan ditentukan antara 3%-6% dari daya mesin utama kapal. (Effect Ships International, 2015)



Gambar IV.3 Grafik hambatan kapal

Dapat dilihat pada Gambar IV.3 hambatan yang terjadi pada kapal yang menggunakan teknologi ASV dan tidak menggunakan ASV. Maka hambatan yang diperoleh pada Tabel IV.4

Tabel IV.4 Rekapitulasi Nilai Hambatan dan Propulsi

	30 Knot (menggunakan ASV)	30 Knot (sebelum menggunakan ASV)	Satuan
R _T	32.7	54.5	kN
EHP	676.71	1127.85	HP
	504.62	841.04	kW
DHP	614.71	1000.63	HP
	458.39	746.17	kW
BHP	753	1225.7	HP
	561.5	914	kW

Pada Tabel IV.4 diperoleh besarnya BHP adalah 561.5 kW, di mana nilai BHP ini didapatkan dari penggunaan daya sistem propulsi *waterjet* dan digunakan sebagai acuan untuk menentukan mesin yang akan digunakan. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

IV.4.2. Penentuan Spesifikasi Mesin Utama, Mesin Bantu, dan Propulsi *Waterjet*

Penentuan ini berdasarkan dari nilai yang didapat pada perhitungan hambatan dan sistem propulsi kapal pada sub-bab IV.4.1. yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- Spesifikasi Mesin Utama (*Main Engine*)

Brand : MAN

Type : D2676 LE 453

Daya : 625 (kW)

850 (HP)

L : 1795 (mm)

H : 1096 (mm)

W : 986 (mm)

Weight: 1.215 (ton)



Gambar IV.4 Mesin Utama MAN
(Sumber: Katalog MAN Marine Engine)

- Spesifikasi Mesin Bantu (*Generator*)

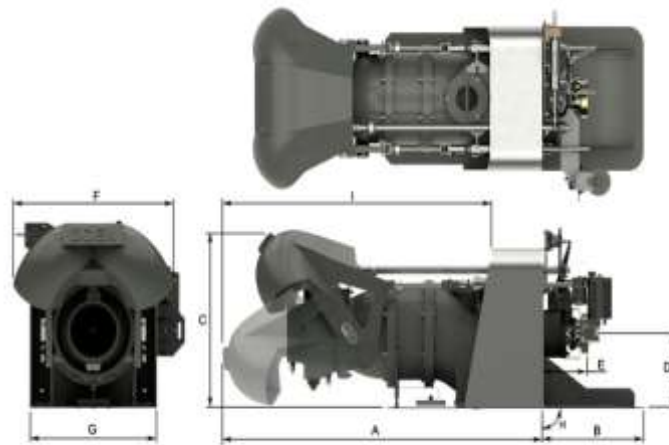
Brand : Caterpillar
Type : Cat C9.3
Daya : 175 (kW)
 235 (HP)
L : 1700 (mm)
H : 1123 (mm)
W : 956 (mm)
Weight: 1600 (ton)



Gambar IV.5 Mesin Bantu
(Sumber: www.cat.com)

- Spesifikasi Sistem Propulsi Kapal (*Waterjet*)

Brand : Doen Waterjet
Type : DJ142
Daya : 560 (kW)
 750 (HP)
L : 2179 (mm)
H : 720 (mm)
W : 612 (mm)
Weight: 315 (ton)



Gambar IV.6 Spesifikasi *Waterjet*
(Sumber: Katalog Doen Waterjet)

- *Fan Centrifugal*

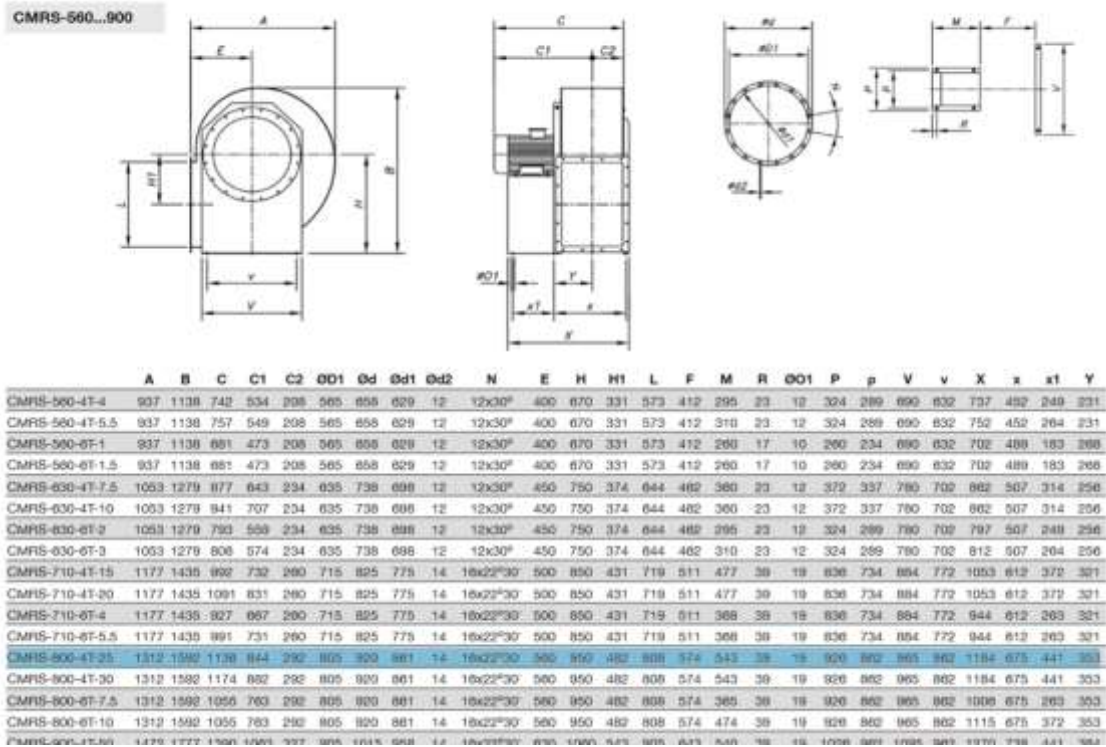
Setelah didapatkan daya mesin utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan penggunaan *fan* yang dibutuhkan untuk menambah gaya angkat kapal, daya yang dibutuhkan 3%-6% dari daya mesin utama. Maka daya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Daya fan} &= (3\%-6\%) \times \text{daya mesin utama} ; \text{ yang digunakan } 3\% \\
 &= 3\% \times 603.4 \\
 &= 18,1 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut dicari *fan* yang sesuai daya yang di perlukan sehingga didapatkan *fan* yang di butuhkan sebagai berikut:

<i>Brand</i>	= Sodeca	
<i>Type</i>	= CMRS-800-4T-25	
Daya	= 18.5	kW
L	= 1.31	m
W	= 1.1	m
H	= 1.59	m
<i>Weight</i>	= 480	kg
	= 0.48	ton

Dimensions mm



Gambar IV.7 Spesifikasi Fan Centrifugal Sodeca
(Sumber: Katalog Fan Centrifugal Sodeca)

IV.4.3. Perhitungan Consumabel Kapal

Perhitungan *consumable* yang terdapat di dalam kapal meliputi perhitungan konsumsi bahan bakar mesin utama (*fuel oil*), konsumsi bahan bakar mesin bantu (*diesel oil*), konsumsi minyak pelumas, konsumsi air tawar/bersih (*fresh water*) dan *sewage tank*. Berikut merupakan perhitungan dari konsumsi yang ada di dalam kapal.

- **Konsumsi Bahan Bakar Mesin Utama (Fuel Oil Consumption)**

$$W_{HFO} = BHP_{ME} \times b_{ME} \times (S/V_s) \times 10^{-6} \times c \quad (IV-1)$$

$$W_{HFO} = 0.126 \text{ ton} \quad (\text{untuk 1 buah mesin})$$

$$W_{HFO} = 0.252 \text{ ton} \quad (\text{untuk 2 buah mesin})$$

$$= 0.00313 \text{ liter/hp/jam}$$

$$V_{HFO} = (W_{DO} / \rho) + 4\% \quad (\rho = 0.99)$$

(Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas)

$$V_{HFO} = 0.265 \text{ m}^3$$

Untuk konsumsi bahan bakar kapal yang tidak menggunakan teknologi ASV yaitu.

$$W_{HFO} = 0.350 \text{ ton} \quad (\text{untuk 1 buah mesin})$$

$$W_{HFO} = 0.699 \text{ ton} \quad (\text{untuk 2 buah mesin})$$

$$= 0.0557 \quad \text{liter/hp/jam}$$

$$V_{\text{HFO}} = 0.735 \quad \text{m}^3$$

Dengan begitu kapal dengan teknologi ASV membutuhkan bahan bakar yang lebih kecil 180% dari kapal yang tidak menggunakan teknologi ASV.

- **Konsumsi Bahan Bakar Mesin Bantu (*Diesel Oil Consumption*)**

$$C_{\text{DO}} = 0.15 \quad (0.1 \sim 0.2) \quad (\text{Santosa, 1999})$$

$$W_{\text{DO}} = W_{\text{FO}} \times C_{\text{DO}} \quad (\text{IV-2})$$

$$W_{\text{DO}} = 0.019 \text{ ton} \quad (\text{untuk 1 buah generator})$$

$$W_{\text{DO}} = 0.038 \text{ ton} \quad (\text{untuk 2 buah generator})$$

$$V_{\text{DO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 4\% \quad (\rho = 0.85)$$

(Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas)

$$= 0.046 \text{ m}^3$$

- **Konsumsi Minyak Pelumas (*Lubrication Oil Consumption*)**

- **Mesin Utama (*Main Engine*)**

$$W_{\text{LO}} = \text{BHP}_{\text{ME}} \times b_{\text{ME}} \times (S/V_s) \times 10^{-6} \times c \quad (\text{IV-3})$$

$$W_{\text{LO}} = 0.00057 \text{ ton} \quad (\text{untuk 1 buah mesin})$$

$$W_{\text{LO}} = 0.00111 \text{ ton} \quad (\text{untuk 2 buah mesin})$$

$$V_{\text{LO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 4\% \quad (\rho = 0.90)$$

(Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas)

$$V_{\text{LO}} = 0.00046 \text{ m}^3$$

- **Mesin Bantu (*Generator Set*)**

$$W_{\text{LO}} = \text{BHP}_{\text{ME}} \times b_{\text{ME}} \times (S/V_s) \times 10^{-6} \times c \quad (\text{IV-4})$$

$$W_{\text{LO}} = 0.00070 \text{ ton} \quad (\text{untuk 1 buah mesin})$$

$$W_{\text{LO}} = 0.00141 \text{ ton} \quad (\text{untuk 2 buah mesin})$$

$$V_{\text{LO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 4\% \quad (\rho = 0.90)$$

(Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas)

(Santosa, 1999)

$$V_{\text{LO}} = 0.00132 \text{ m}^3$$

- **Konsumsi Air Tawar/Bersih (*Fresh Water*)**

Kebutuhan air tawar/bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya. Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang diasumsikan sebanyak 15 liter per orang dan dijelaskan sebagai berikut.

1. 630 liter untuk 63 orang (60 penumpang dan 3 kru kapal) dengan asumsi 2 kali perjalanan.

Berat air tawar untuk pendingin mesin

$$W_{FW} = C_{FW} \times BHP \quad (IV-5)$$

$$C_{FW} = 2 \text{ kg/HP} \quad (\text{koefisien pemakaian air tawar pendingin mesin}) \\ (2 \sim 5 \text{ kg/HP})$$

$$C_{FW} = 1.618 \quad \text{ton}$$

$$W_{FW} = 3.237 \quad \text{ton}$$

Untuk cadangan air tawar, maka berat air tawar ditambah 10%

$$W_{FW} = 3.561 \quad \text{ton}$$

$$= 3651 \quad \text{kg}$$

$$\rho_{FW} = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$V_{FW} = 3.71 \text{ m}^3$$

- **Berat Tangki Pembuangan (*Sewage*)**

Kebutuhan tangki pembuangan kapal ini digunakan penumpang yang melakukan pembuangan ke toilet. Setiap orang dalam kapal diasumsikan membuang dua liter dan tangki dikosongkan setiap satu hari, sehingga didapat berat pembuangan dengan perhitungan berikut:

<i>Roundtrip</i> / hari	= 2
Penumpang/ hari	= 63 orang
Pembuangan	= 1.5 l/orang
Total	= 189 l/hari
Siklus pengisian	= 1 hari
	= 0.189 ton

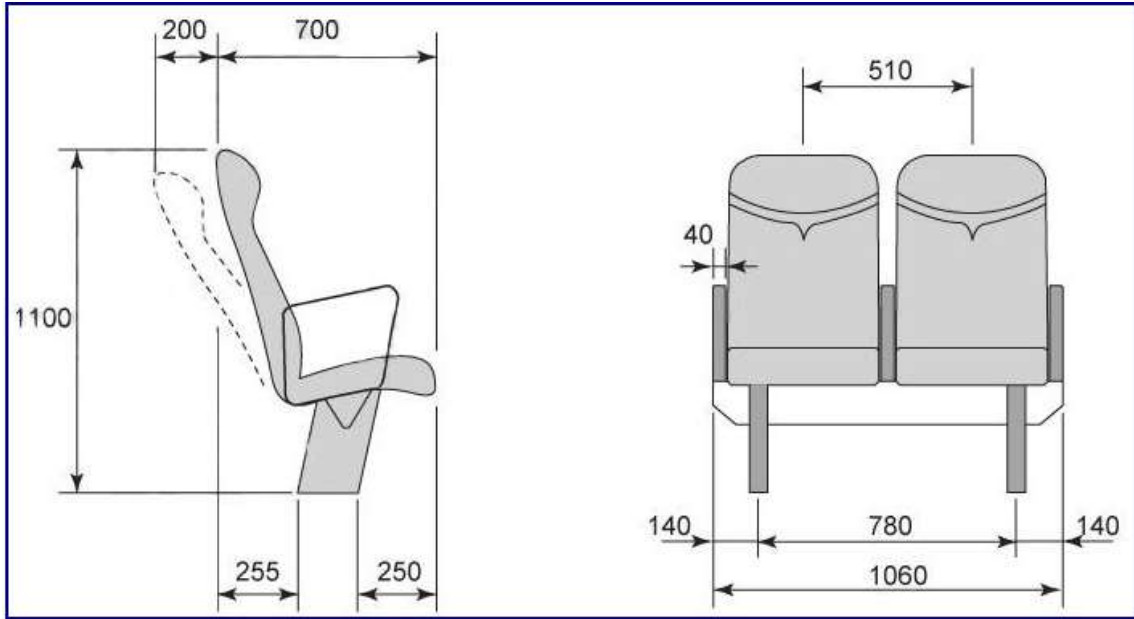
IV.4.4. Peralatan dan Perlengkapan Kapal

Di dalam kapal ini terdapat beberapa peralatan dan perlengkapan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- Kursi penumpang

Panjang	=	530 mm	0.53 m
Lebar	=	480 mm	0.48 m
Tinggi	=	1100 mm	1.1 m
Berat	=	5.5 kg	0.0055 ton

Jumlah = 60 kursi 0.33 ton



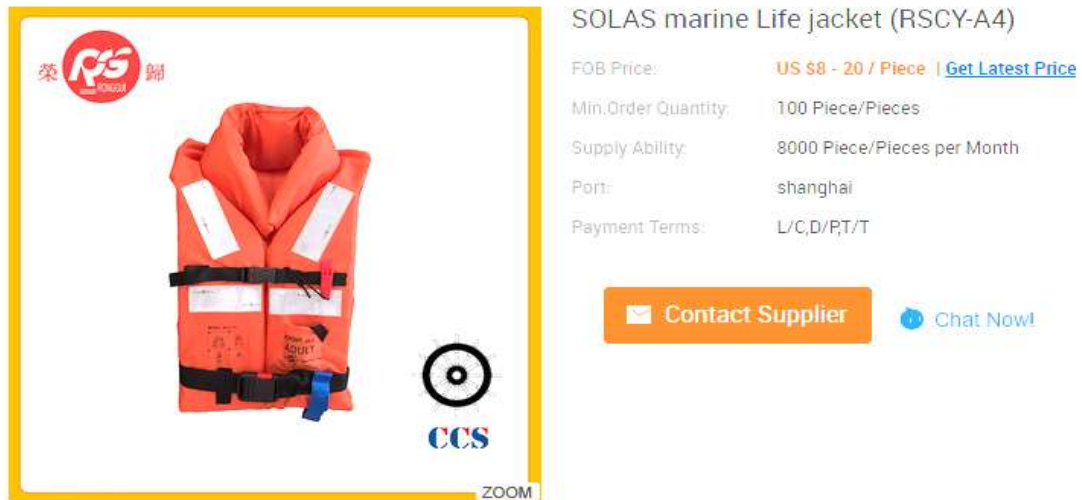
Gambar IV.8 Spesifikasi Kursi Penumpang
(Sumber: www.pacificmarine.net)

- Peralatan keselamatan
 - *Life raft*
 - Jumlah penumpang dan kru = 63 orang
 - Kapasitas angkut 1 *life raft* = 16 orang
 - *Life raft* yang dibutuhkan = 4 buah
 - Total kapasitas *life raft* = 64 orang (4 buah)
 - Berat 1 unit *life raft* = 140 kg
 - Berat total 4 unit *life raft* = 560 kg

Product Description			
ATOBS Type 16 Person Throw-overboard Inflatable Life Raft Suitable for installing in the vessels sailing on international voyages. Certificates: CCS, GL			
Type		ATOBS-15	ATOBS-16
Shape		Regular octagon	
Capacity (Persons)		15	16
Dimension(L×W×H)		3238×3238×1600	3330×3330×1600
Cylinder		9L×1	10L×1
Container dimension (mm)	SOLAS A PACK (a×b)	1355×650	
	SOLAS B PACK (a×b)	1260×645	
Packaging dimension (mm)	SOLAS A PACK (c×d×e)	1410×750×730	
	SOLAS B PACK (c×d×e)	1330×715×700	
Required bollard pull (tD)	For 2knot speed	0.5	0.7
	For 3knot speed	1.3	1.5
Weight (kg)		≤130	≤140

Gambar IV.9 Spesifikasi *Life Raft*
(Sumber: www.deyuanmarine.com)

- *Life jacket*
 - Jumlah penumpang dan kru = 63 orang
 - *Life jacket* yang dibutuhkan = 65 buah
 - Berat 1 unit *life jacket* = 1 kg
 - Berat total *life jacket* = 65 kg



Gambar IV.10 *Life Jacket*
(Sumber: alibaba.com)

- Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya
Diasumsikan dengan berat sebesar 750 kg.

IV.4.5. Perhitungan Berat Titik Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari dua macam berat, yaitu *Lightweight Tonnage* (LWT) dan *Deadweight Tonnage* (DWT). Berat-berat tersebut dicari titik beratnya sehingga dapat dihitung titik berat gabungan yang merupakan gabungan dari seluruh komponen yang ikut terapung bersama kapal ini. Letak titik berat dibagi menjadi dua macam, yaitu *Longitudinal Center of Gravity* (LCG), dan *Vertical Center of Gravity* (VCG). LCG merupakan letak titik berat kapali secara memanjang dengan menjadikan titik AP, FP, atau *midship* sebagai titik acuan. Sedangkan VCG merupakan letak titik berat kapal secara vertikal, yang pada umumnya menjadikan *baseline* sebagai titik acuan. Dalam mencari titik berat, digunakan pendekatan terhadap bentuk-bentuk bidang dan ruang seperti persegi, persegi panjang, segitiga, lingkaran, kubus, balok, dan lain-lain.

1) Perhitungan *Lightweight Tonnage* (LWT)

Lightweight atau berat kapal kosong meliputi berat konstruksi, berat permesinan (*machinery*), dan berat perlengkapan (*outfitting*). Perhitungan berat konstruksi dilakukan dengan menggunakan metode pos per pos, yaitu pembagian kapal ke dalam blok. Pembagian blok dilakukan dengan mempertimbangkan ukuran pelat baja yang ada di pasaran yaitu 6 meter, dan area konstruksi yang meliputi area di belakang 0,2 dari panjang kapal; area di depan 0,7 dari panjang kapal; dan area di antara 0,2 dan 0,7 dari panjang kapal. Dalam menghitung berat konstruksi ini, diperlukan sedikit perhitungan konstruksi dan modulus. Sedangkan berat komponen yang lainnya didapatkan sesuai spesifikasi dari masing-masing komponen. Dan letak titik berat mengacu pada penempatan komponen-komponen tersebut di Rencana Umum yang dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

a) Perhitungan Konstruksi dan Modulus

Perhitungan konstruksi pada Tugas Akhir ini hanya bersifat asumsi karena perhitungan pada tahap konsep desain hanya sebatas pendekatan. Perhitungan konstruksi secara detil dapat dilakukan apabila telah memasuki tahap *Preliminary Design*.

Perhitungan konstruksi untuk bagian lambung dari kapal ini menggunakan aturan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *Volume II Rules for Hull* (2014). Berikut penjabaran rumus yang digunakan dalam perhitungan konstruksi:

a.i.) Pembebanan

Seluruh pembebanan pada kapal ini menggunakan perhitungan beban pada alas kapal. Untuk beban pada sisi, geladak, dan lainnya diasumsikan sama dengan nilai beban pada alas. Hal tersebut dilakukan karena pada umumnya alas kapal mendapat beban yang paling besar dibanding dengan yang lainnya. Berikut penjabaran rumus yang digunakan dalam perhitungan beban alas.

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F \quad (\text{IV-6})$$

$$P_{B1} = 10 \cdot T + P_{01} \cdot 2 \cdot \frac{|y|}{B} \quad (\text{IV-7})$$

Di mana,

P_B = *External load of ship's bottom for wave direction with or against ship's heading*

P_{B1} = *External load of ship's bottom for wave direction transverse ship's heading*

y = *Horizontal distance between load centre and centreline*

C_F = *Distribution factors* (berdasarkan)

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (\text{IV-8})$$

$$P_{01} = 2,6 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (\text{IV-9})$$

Di mana,

P_0 = *Basic external dynamic loading*

P_{01} = *For wave directions transverse the ship's heading*

C_B = *Block coefficient*

C_0 = *Wave coefficient* (hasil perhitungan pada Tabel IV.5)

$$= \left[\frac{L}{25} + 4,1 \right] \cdot C_{RW} \quad \text{for } L < 90 \text{ m}$$

$$= \left[10,75 - \left[\frac{300-L}{100} \right]^{1,5} \right] \quad \text{for } 90 \leq L \leq 300 \text{ m}$$

$$= 10,75 \cdot C_{RW} \quad \text{for } L \geq 300 \text{ m}$$

C_L = *Length Coefficient* (hasil perhitungan pada Tabel IV.5)

$$= \sqrt{\frac{L}{90}} \quad \text{for } L < 90 \text{ m}$$

$$= 1,0 \quad \text{for } L \geq 90 \text{ m}$$

C_{RW} = *Service range coefficient*

= 1,00 *for unlimited service range*

= 0,90 *for service range P*

= 0,75 *for service range L*

= 0,60 *for service range T*

f = *Probability factor*

= 1,0 *for plate panels*

= 0,75 *for stiffeners*

= 0,60 *for girders*

Tabel IV.5 Nilai Variabel Pembebanan

Variabel Pembebanan	Nilai
C_0	4.41
C_L	0.4714
C_F	A: 2.479
	M: 1,000
	F: 2.331

Nilai-nilai variabel pembebanan pada Tabel IV.6 dimasukkan ke dalam persamaan P_0 dan P_{01} untuk menghitung *basic external dynamic load* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel IV.6. Setelah P_0 dan P_{01} didapatkan, perhitungan beban alas dilakukan dengan menggunakan persamaan P_B dan P_{B1} . Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV.6 Nilai Pembebanan P_0 dan P_{01}

Pembebanan P_0 dan P_{01}	Nilai (kN/m ²)
P_0 pelat	4.08
P_0 penegar (<i>stiffener</i>)	3.06
P_0 penumpu (<i>girder</i>)	2.45
P_{01}	5.6

Tabel IV.7 Nilai Pembebanan P_B

Pembebanan P_B dan P_{B1}	Nilai (kN/m ²)	Range
P_B untuk pelat	20.112	$0 \leq x/L < 0,2$
P_B untuk penegar	17.584	
P_B untuk penumpu	16.067	
P_B untuk pelat	14.078	$0,2 \leq x/L < 0,7$
P_B untuk penegar	13.059	
P_B untuk penumpu	12.447	
P_B untuk pelat	19.508	$0,7 \leq x/L \leq 1$
P_B untuk penegar	17.131	
P_B untuk penumpu	15.705	
P_{B1}	10	

Setelah nilai pembebanan didapatkan seperti yang dipaparkan pada

Tabel IV.7 di atas, perhitungan dilanjutkan dengan menghitung tebal pelat. Perhitungan pembebanan yang lebih mendetil dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

a.ii.) Tebal pelat

Seperti yang telah disebutkan pada bagian a.i.) di atas bahwa seluruh pembebanan pada kapal ini diasumsikan sama dengan beban pada alas, maka tebal pelat untuk kapal ini juga diasumsikan sama dengan tebal pelat pada alas dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_{B1} = 1,9 \cdot nf \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_K \text{ untuk } L \leq 90 \text{ m} \quad (\text{IV-10})$$

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a + \sqrt{P_B \cdot k} + t_K \quad (\text{IV-11})$$

$$t_{\min} = (1,5 - 0,01L) \cdot \sqrt{L \cdot k} \text{ untuk } L \leq 50 \text{ m} \quad (\text{IV-12})$$

Di mana,

t_{B1} , t_{B2} , t_{\min} = Tebal pelat alas

P_B = Beban pada alas (kN/m²)

k = *Material factor*, 1

nf = 1,00 untuk sistem konstruksi melintang

- $= 0,83$ untuk sistem konstruksi memanjang
 a = Jarak penegar (m)
 t_K = *Corroction addition*
 $= 1,5$ mm untuk $t' \leq 10$ mm
 $= \frac{0,1 \cdot t'}{\sqrt{k}} + 0,5$ mm untuk $t' > 10$ mm
 t' = *Required rule thickness excluding t_K*

Nilai-nilai variabel yang digunakan untuk menghitung tebal pelat alas dapat dilihat pada Tabel IV.8 di bawah ini.

Tabel IV.8 Nilai Variabel Tebal Pelat

Variabel	Nilai
nf	1,000
t_K	1,500 mm
a (untuk <i>range</i> $0 \leq x/L < 0,2$)	0,400 m
a (untuk <i>range</i> $0,2 \leq x/L < 0,7$)	0,500 m
a (untuk <i>range</i> $0,7 \leq x/L \leq 1$)	0,400 m

Setelah didapatkan nilai-nilai variabel, selanjutnya melakukan perhitungan tebal pelat alas dengan menggunakan persamaan t_{B1} , t_{B2} dan t_{min} untuk tiap-tiap *range*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel IV.9 di bawah ini.

Tabel IV.9 Hasil Perhitungan Tebal Pelat

Tebal Pelat	Nilai (mm)	<i>Range</i>
t_{B1}	4.908	$0 \leq x/L < 0,2$
t_{B2}	3.671	
t_{B1}	5.065	$0,2 \leq x/L < 0,7$
t_{B2}	3.77	
t_{B1}	4.857	$0,7 \leq x/L \leq 1$
t_{B2}	3.638	
t_{min}	5.814	

Dapat dilihat pada Tabel IV.9 , terdapat dua nilai tebal pelat untuk tiap-tiap *range* dan tebal minimum pelat yang diperbolehkan. Dari nilai-nilai tersebut diambil nilai terbesar dari tiap *range*. Karena pada umumnya tebal pelat bernilai genap, maka diambil nilai tebal pelat enam mm untuk tiap-tiap *range*. Perhitungan tebal pelat secara detil dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

a.iii.) Modulus

Tebal pelat yang telah didapatkan pada bagian tebal pelat di atas, digunakan untuk menghitung modulus konstruksi untuk tiap-tiap *range* yang menjadi acuan dalam pemilihan ukuran profil konstruksi. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung modulus menurut BKI:

$$W = c \cdot T \cdot e \cdot l^2 \quad (\text{cm}^3) \quad (\text{IV-13})$$

Di mana,

$c = 7,5$ for spaces which may be empty at full draught

$= 4,5$ elsewhere

$T =$ Sarat kapal

$e =$ Spacing for plate floor (m)

$l =$ Unsupported span (m)

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan modulus untuk penegar dan penumpu untuk tiap-tiap *range* pada Tabel IV.10 di bawah ini.

Tabel IV.10 Rekapitulasi Perhitungan Modulus dan Ukuran Profil Konstruksi

Konstruksi	Modulus (cm ³)	Ukuran Profil	Range
Penegar	108	L 120x80x8	$0 \leq x/L < 0,2$
Penumpu	544.29	T 280x21x6	
Penegar	135	L 130x75x10	$0,2 \leq x/L < 0,7$
Penumpu	683	T 320x20x8	
Penegar	108	L 120x80x8	$0,7 \leq x/L \leq 1$
Penumpu	544.29	T 280x21x6	

Besarnya modulus yang didapatkan selanjutnya dijadikan acuan dalam pemilihan ukuran profil konstruksi seperti yang dapat dilihat pada Tabel IV.10. Pemilihan profil konstruksi penegar dapat mengacu pada Aneks Modulus yang dapat dilihat pada LAMPIRAN B. Untuk perhitungan detail modulus dan ukuran profil konstruksi penumpu dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

Untuk bagian bangunan di atas lambung (ruang penumpang), spesifikasi ukuran konstruksi dapat dilihat pada Tabel IV.11.

Tabel IV.11 Ukuran Konstruksi Ruang Penumpang

Konstruksi	Ukuran
Dinding Samping	Bahan Baja; Tebal 6 mm
Atap	Bahan Baja; Tebal 6 mm
Kaca Depan	Laminated Glass; Tebal 10 mm
Kaca Belakang	Tempered Glass; Tebal 6,0 mm

Konstruksi	Ukuran
Kaca Samping	<i>Tempered Glass</i> ; Tebal 6,0 mm
Rangka Samping	Bahan Baja; Tebal 6 mm
Rangka Atap	Bahan Baja; Tebal 6 mm

b) Rekapitulasi Perhitungan LWT

Hasil dari perhitungan konstruksi yang telah didapatkan selanjutnya digunakan untuk menghitung berat konstruksi yang merupakan salah satu komponen berat dari LWT. Perhitungan berat konstruksi kapal ini dibagi menjadi tiga blok dengan panjang masing-masing blok yaitu, 4,0 m; 6,0 m; 6,0; dan 4,0 m. Perhitungan detil berat konstruksi dapat dilihat pada LAMPIRAN B. Untuk komponen lain yang termasuk dalam berat LWT dapat dilihat pada rekapitulasi berat dan titik berat LWT pada Tabel IV.12.

Tabel IV.12 Rekapitulasi Berat dan Titik Berat LWT

<i>Item</i>	Jumlah	Total Berat (ton)	LCG dari <i>Ap</i> (m)	VCG dari <i>Baseline</i> (m)
Block 1	1	7.34	7.34	1.89
Block 2	1	11.85	11.85	6.48
Block 3	1	11.59	11.59	12.99
Block 4	1	3.26	2.44	19.18
Main engine	2	1.23	2.45	1.8
Waterjet	2	0.38	0.75	-0.21
Generator Set	2	1.60	3.20	1.954
Gearbox	2	0.08	0.16	1.41
Shaft	2	0.024	0.048	0.9
Fan	1	0.48	0.48	17.25
Baris 1	10	0.0055	0.055	11.19
Baris 2	10	0.0055	0.055	10.04
Baris 3	10	0.0055	0.055	8.90
Baris 4	10	0.0055	0.055	7.76
Baris 5	10	0.0055	0.055	6.61
Baris 6	10	0.0055	0.055	5.47
life craft	2	0.3	0.6	0.5
navigasi	1	0.75	0.75	16.5
Life jacket	64	0.0012	0.077	8.65
Toilet	1	0.125	0.125	3.9
Mini bar	1	0.3	0.3	4
Berat LWT (ton)			42.483	

<i>Item</i>	Jumlah	Total Berat (ton)	LCG dari Ap (m)	VCG dari <i>Baseline</i> (m)
LCG dari Ap (m)			7.647	
VCG dari <i>Baseline</i> (m)			1.854	

2) *Deadweight Tonnage* (DWT)

Deadweight Tonnage meliputi berat dari muatan (*payload*) yang dalam Tugas Akhir ini berupa penumpang dan barang bawanya, berat kru, dan berat *consumable* seperti bahan bakar (*fuel*), air bersih (*fresh water*), dan tangki pembuangan (*sewage*). Rekapitulasi berat DWT dapat dilihat pada Tabel IV.13 di bawah ini.

Tabel IV.13 Rekapitulasi Berat DWT

<i>Item</i>	Jumlah	Total Berat (ton)	LCG dari AP (m)	VCG dari <i>Baseline</i> (m)
<i>Fuel Oil</i>	1	0.419	2.85	1.1
<i>Disel</i>	1	0.063	3.425	1.1
<i>Lub</i>	1	0.003	3.029	1.1
<i>Sewage</i>	1	0.189	3.85	1.1
<i>Fresh Water</i>	1	1.853	4.85	1.1
Penumpang Baris 2	10	0.75	10.04	3.00
Penumpang Baris 3	10	0.75	8.90	3.00
Penumpang Baris 4	10	0.75	7.76	3.00
Penumpang Baris 5	10	0.75	6.61	3.00
Penumpang Baris 6	10	0.75	5.47	3.00
Barang Bawaan	60	1.5	8.36	4.70
Penumpang Baris 2	10	0.75	10.04	3.00
Total <i>Payload</i> (ton)				8.527
LCG dari AP (m)				7.171
VCG dari <i>Baseline</i> (m)				2.824

3) Berat Total dan Koreksi Berat Terhadap *Displacement*

Setelah didapatkan berat LWT dan DWT, selanjutnya adalah mengetahui titik berat dan berat total kapal ini dengan menjumlahkan nilai keduanya dan membandingkan dengan *displacement*-nya seperti yang dapat dilihat pada Tabel IV.14 di bawah ini. *Displacement* didapatkan dari model yang telah dibuat sebelumnya dengan perangkat lunak *Maxsurf Modeler*.

Tabel IV.14 Rekapitulasi Berat dan Titik Berat

<i>Item</i>	Nilai
LWT (ton)	42.48
DWT (ton)	8.527
Berat Total (ton)	51.01

<i>Item</i>	Nilai
<i>Displacement</i> (ton)	51.2
LCG dari <i>Ap</i> (m)	7.568
VCG dari <i>Baseline</i> (m)	2.16

Dapat dilihat pada Tabel IV.14 terdapat perbedaan berat total kapal dengan *displacement* desain dengan selisih sebesar 0.18 ton atau 0.354% dari *displacement*.

IV.4.6. Pemeriksaan *Freeboard* (Lambung Timbul)

Perhitungan lambung timbul pada kapal ini menggunakan Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia dengan perhitungan sebagai berikut:

$$fb = 16 \text{ cm}$$

Di mana L menggunakan L_{PP}

Maka,

$$fb = 16 \text{ cm}$$

Karena C_B kapal ini lebih kecil dari 0,68, yaitu 0.378, maka tidak ada koreksi lambung timbul. Dan karena tinggi kapal ini lebih dari $L/15$, yaitu 1.33, maka dilakukan koreksi lambung timbul dengan menambahkan fb dengan faktor:

$$\text{Faktor penambah} = 20 \left(D - \frac{L}{15} \right)$$

$$\text{Faktor penambah} = 39.3$$

Maka,

$$fb = 39.3 \text{ cm}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan lambung timbul setelah dikoreksi yaitu 39.3 cm. Berdasarkan standar yang digunakan, besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 cm, maka didapatkan lambung timbul minimum berdasarkan perhitungan yaitu 39.3 cm.

Hasil perhitungan lambung timbul kemudian dibandingkan dengan rencana lambung timbul dan diambil yang lebih besar. Dengan nilai rencana lambung timbul (H-T) sebesar 140 cm, maka lambung timbul minimum kapal ini yaitu 140 cm.

IV.4.7. Pemeriksaan Stabilitas

Pemeriksaan stabilitas kapal ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Stability*. Pemeriksaan stabilitas menggunakan *Intact Stability Code* dari IMO sebagai kriteria. Pemeriksaan stabilitas pada kapal ini dilakukan untuk 10 kondisi pemuatan (*loadcase*). Penjelasan masing-masing *loadcase* dapat dilihat pada Tabel IV.15 di bawah ini.

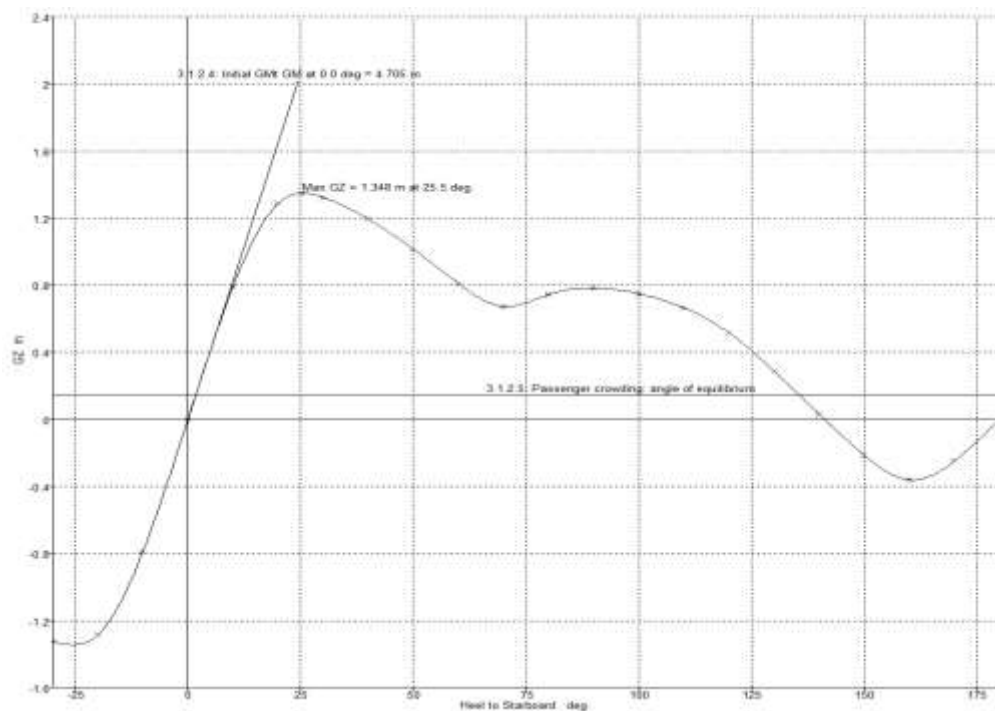
Tabel IV.15 Variasi *Loadcase*

<i>Loadcase</i>	Keterangan	
	Penumpang	Consumable
<i>Loadcase 1</i>	100%	100%
<i>Loadcase 2</i>	50%	100%
<i>Loadcase 3</i>	-	100%
<i>Loadcase 4</i>	100%	50%
<i>Loadcase 5</i>	50%	50%
<i>Loadcase 6</i>	-	50%
<i>Loadcase 7</i>	100%	10%
<i>Loadcase 8</i>	50%	10%
<i>Loadcase 9</i>	-	10%
<i>Loadcase 10</i>	Berat kapal kosong	

Dapat dilihat pada Tabel IV.15 terdapat 10 variasi kondisi pemuatan. Hasil analisis stabilitas untuk kondisi-kondisi pemuatan tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.16, Tabel IV.17 dan Tabel IV.18. Untuk perincian beban tiap *loadcase* dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

Pada

Gambar IV.11 dapat dilihat nilai maksimum lengan pembalik (*righting arm*) terjadi pada saat derajat kemiringan kapal sebesar 25.5 derajat dengan panjang lengan 1.449 m, dan titik metasenter awal kapal atau pada kemiringan 0 derajat sebesar 5.158 m. Hasil Stabilitas lain dapat dilihat pada Tabel IV.16, Tabel IV.17 dan Tabel IV.18 . Untuk gambar grafik pada kondisi pemuatan lainnya dapat dilihat pada LAMPIRAN B.



Gambar IV.11 Grafik GZ (*Righting Arm*) *Loadcase 1*

Tabel IV.16 Rekapitulasi Stabilitas Kondisi 1 s/d 3

Kriteria	Nilai Kriteria	Nilai Setiap <i>Loadcase</i>			Status	Satuan
		1	2	3		
<i>Area 0 to 30</i>	≥ 3.1513	24.1716	25.8859	27.6997	Pass	m.rad
<i>Area 0 to 40</i>	≥ 5.1566	35.9372	38.2374	40.6641	Pass	m.rad
<i>Area 30 to 40</i>	≥ 1.7189	11.7656	12.3515	12.9644	Pass	m.rad
<i>Max GZ at 30 or greater</i>	$\geq 0,200$	1.221	1.282	1.345	Pass	m
<i>Angle of Max GZ</i>	$\geq 25,00$	28.2	27.3	27.3	Pass	deg
<i>Initial GMt</i>	$\geq 0,150$	3.682	4.048	4.458	Pass	m
<i>Pass. Crowding</i>	$\leq 10,0$	1.9	1.8	-	Pass	deg

Tabel IV.17 Rekapitulasi Stabilitas Kondisi 4 s/d 6

Kriteria	Nilai Kriteria	Nilai Setiap <i>Loadcase</i>			Status	Satuan
		4	5	6		
<i>Area 0 to 30</i>	≥ 3.1513	24.4136	26.1085	27.9484	Pass	m.rad
<i>Area 0 to 40</i>	≥ 5.1566	36.0321	38.2782	40.7319	Pass	m.rad
<i>Area 30 to 40</i>	≥ 1.7189	11.6185	12.1697	12.7835	Pass	m.rad
<i>Max GZ at 30 or greater</i>	$\geq 0,200$	1.212	1.27	1.333	Pass	m
<i>Angle of Max GZ</i>	$\geq 25,00$	27.3	26.4	26.4	Pass	deg
<i>Initial GMt</i>	$\geq 0,150$	3.785	4.156	4.587	Pass	m
<i>Pass. Crowding</i>	$\leq 10,0$	1.9	1.8	-	Pass	deg

Tabel IV.18 Rekapitulasi Stabilitas Kondisi 7 s/d 10

Kriteria	Nilai Kriteria	Nilai Setiap <i>Loadcase</i>				Status	Satuan
		7	8	9	10		
<i>Area 0 to 30</i>	≥ 3.1513	24.5859	26.2974	28.1587	28.318	Pass	m.rad
<i>Area 0 to 40</i>	≥ 5.1566	36.0653	38.3259	40.802	41.0048	Pass	m.rad
<i>Area 30 to 40</i>	≥ 1.7189	11.4795	12.0284	12.6434	12.6869	Pass	m.rad
<i>Max GZ at 30 or greater</i>	$\geq 0,200$	1.203	1.26	1.324	1.328	Pass	m
<i>Angle of Max GZ</i>	$\geq 25,00$	27.3	26.4	25.5	25.5	Pass	deg
<i>Initial GMt</i>	$\geq 0,150$	3.863	4.255	4.705	4.75	Pass	m
<i>Pass. Crowding</i>	$\leq 10,0$	1.9	1.8	-	-	Pass	deg

IV.4.8. Perhitungan *Trim*

Trim merupakan kondisi dimana tinggi sarat belakang (T_A) dan sarat depan (T_F) kapal tidak sama sehingga kapal miring ke salah satu sisi atau dapat disebut tidak mengalami *even keel*. Hal ini disebabkan tidak meratanya penyebaran berat. Terdapat dua macam *trim*, yaitu *trim by stern* (*trim* buritan) dimana T_A lebih tinggi dari T_F yang menyebabkan kapal miring ke belakang, dan *trim by bow* (*trim* haluan) dimana T_A lebih rendah dari T_F yang menyebabkan

kapal miring ke depan. Perhitungan *trim* pada kapal ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Stability*. Pemeriksaan *trim* menggunakan NCVS. Pemeriksaan *trim* dilakukan untuk setiap *loadcase*. Rekapitulasi *trim* dapat dilihat pada Tabel IV.19 dibawah ini.

Tabel IV.19 Rekapitulasi Nilai *Trim*

<i>Loadcase</i>	T_A (m)	T_F (m)	$T_A - T_F$ (m)	<i>Trim</i>	Status
<i>Loadcase 1</i>	1.085	1.119	-0.034	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 2</i>	1.057	1.084	-0.027	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 3</i>	1.029	1.049	-0.02	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 4</i>	1.061	1.12	-0.059	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 5</i>	1.033	1.085	-0.052	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 6</i>	1.004	1.05	-0.046	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 7</i>	1.042	1.12	-0.078	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 8</i>	1.013	1.085	-0.072	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 9</i>	0.985	1.05	-0.065	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>
<i>Loadcase 10</i>	0.98	1.05	-0.07	<i>By bow</i>	<i>Accepted</i>

Tabel IV.19 di atas menunjukkan nilai *trim* pada setiap kondisi muatan. Dapat dilihat nilai-nilai tersebut telah memenuhi kriteria *trim* NCVS yaitu tidak melebihi 0.3 m.

IV.4.9. Ukuran Utama Akhir Kapal

Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan, dilakukan pengecekan teknis meliputi pengecekan berat, stabilitas, *trim*, dan lambung timbul kapal. Dari pengecekan teknis yang telah dilakukan, kemudian didapatkan ukuran utama akhir kapal dengan hasil sebagai berikut

- *Length Overall* = 20 meter
- *Breadth* = 6 meter
- *Height* = 2.5 meter
- *Draught* = 1.1 meter
- *Seats Number* = 60 *Passengers*

Ukuran utama yang sudah didapatkan kemudian disesuaikan dengan batasan–batasan perbandingan ukuran utama sebagai berikut.

- $L / B = 3.27$ $2.52 \leq L / B \leq 18.26$
- $B / T = 5.45$ $1.7 \leq B / T \leq 9.8$
- $L / T = 18.2$ $10 \leq L / T \leq 30$
- $L / \nabla^{1/3} = 5.43$ $3.97 \leq L / \nabla^{1/3} \leq 12.4$
- $L / 16 = 1.25$ $H > L / 16$

Dari pengecekan batasan–batasan perbandingan ukuran utama tersebut dapat disimpulkan bahwa ukuran utama kapal memenuhi karena hasil perbandingan masuk dalam *range* yang sudah ditentukan di mana kapal ini termasuk dalam jenis kapal cepat yang memiliki karakteristik berbeda dengan kapal biasa, yaitu dengan menggunakan karakteristik kapal cepat berdasarkan metode *Savitsky Planing Hull (Savitsky Planing Hull Method)*.

IV.5. Desain

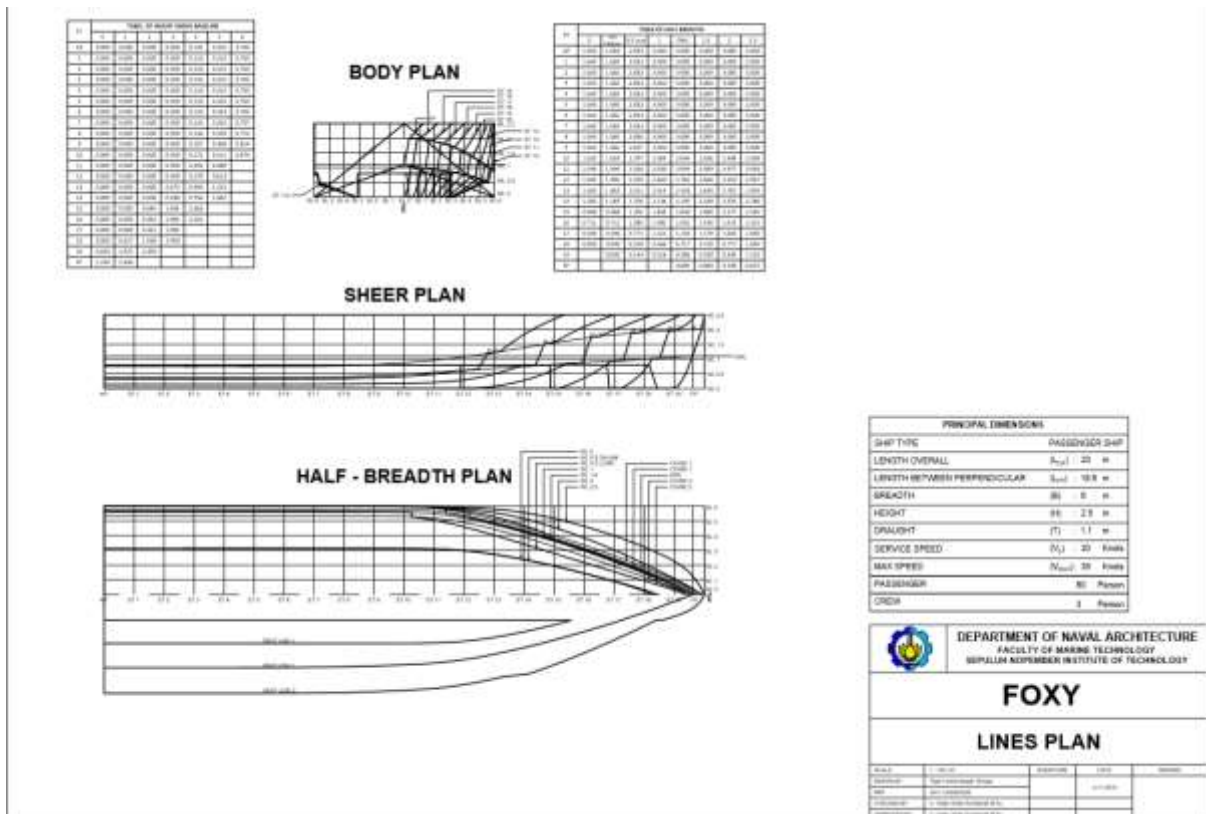
Pada Sub Bab ini akan dibahas mengenai desain dari kapal feri dengan teknologi ASV yang termasuk di dalamnya gambar desain dari bentuk badan kapal seperti Rencana Garis, Rencana Umum, dan model tiga dimensi (3D).

IV.5.1. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Pembuatan *Lines Plan* atau Rencana Garis pada Tugas Akhir ini didesain menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Modeler* dengan *layout* awal sebagai acuan bentuk dan ukuran kapal. Berikut langkah-langkah pembuatan Rencana Garis.

1. Membuka *sample desain* pada *Maxsurf Modeler* yang mempunyai bentuk badan yang sama dengan desain kapal yang diinginkan.
2. Mengubah ukuran utama dari kapal tersebut dengan ukuran utama yang telah ditentukan pada dialog *size surface*.
3. Memodifikasi desain lambung kapal tersebut dengan mengatur *control points* dengan tujuan memiliki bentuk lambung yang sesuai dengan desain yang diinginkan.
4. Menyesuaikan titik AP, FP, dan juga ketinggian sarat pada dialog *frame of reference*.
5. Langkah berikutnya yaitu perencanaan jarak *sation*, *water line* (garis air), dan *buttock line* pada dialog *design grid*.
6. Lalu memindahkan (*export*) garis-garis tersebut dengan format *.dxf* untuk selanjutnya dibuka pada perangkat lunak *AutoCAD*.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan*, dan *half-breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya pada perangkat lunak *AutoCAD*. Hasil desain Rencana Garis dapat dilihat pada LAMPIRAN D.



Gambar IV.12 Desain Rencana Garis

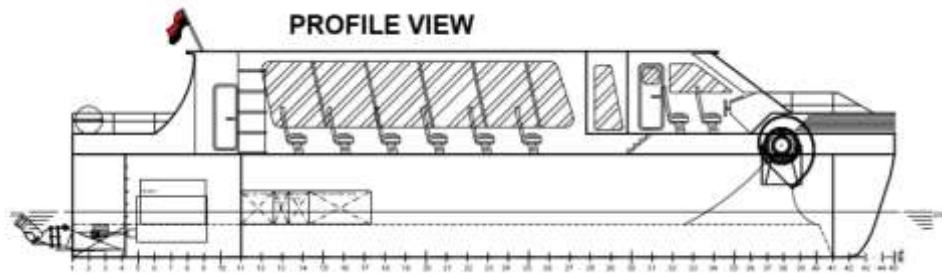
IV.5.2. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana Umum merupakan perencanaan ruangan pada kapal yang disesuaikan dengan fungsi dan kebutuhan kapal. Didesain setelah pembuatan *Lines Plan* kapal yang telah dijelaskan pada Sub Bab sebelumnya. Pembuatan Rencana Umum ini dilakukan dengan perangkat lunak *AutoCAD* dengan menggunakan *buttock line* pada *centreline*, *water line* pada dasar dan dek, dan *station* pada *midship* kapal sebagai *outline*.

Pembagian ruang pada kapal ini dibagi ke dalam tiga ruang utama yaitu lambung, *wheel house* dan ruang penumpang yang merupakan bangunan di atasnya, dibatasi dengan sekat memanjang yang selanjutnya disebut dek penumpang.

- *Side View*

Pada permodelan rencana umum kapal ini dilakukan pemroyeksian *layout* kapal tampak samping. Detail permodelan rencana umum Kapal feri ASV tampak samping dapat dilihat pada Gambar IV.13:

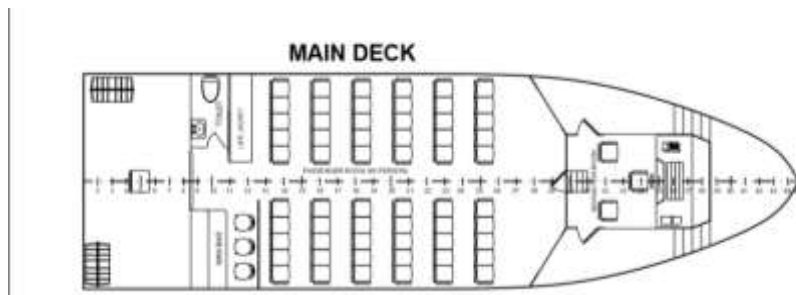


Gambar IV.13 Tampak Samping Kapal

Pada proyeksi kapal tampak samping (Gambar IV.13) dapat dilihat bahwa kapal tidak memiliki *double bottom*. Kapal ini memiliki *main deck* yang menjadi *passenger deck* dan *navigation deck*. Kapal ini memiliki sistem ASV dibawah lambung kapal yang berfungsi untuk mengangkat badan kapal pada saat beroperasi di mana dapat mempersingkat waktu perjalanan dan terdapat sistem permesinan dan propulsi menggunakan mesin utama *marine engine* karena kapal dapat mengangkat dan sistem propulsi *waterjet* yang memiliki kelebihan dapat bermanuver dengan baik dan biasa digunakan pada kapal cepat.

- *Main Deck*

Layout dari *main deck* pada rencana umum diproyeksikan tampak atas. Pada bagian ini permodelan *layout* dilakukan pada setiap *layer* geladak. Geladak ini berfungsi sebagai *passenger deck* dan *navigation deck*, dapat dilihat pada Gambar IV.13 berikut.

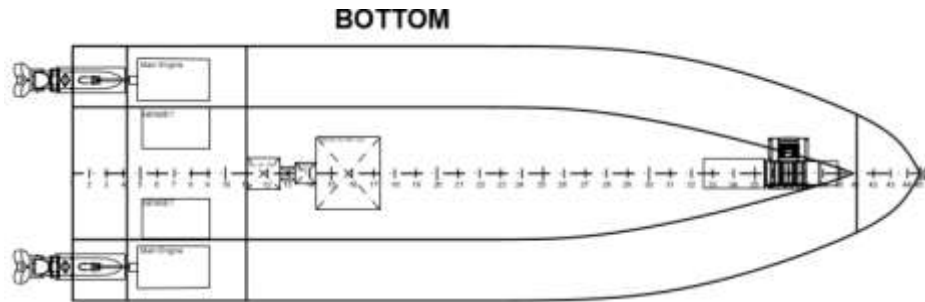


Gambar IV.14 *Layout Main Deck*

Main deck difungsikan sebagai geladak penumpang dan navigasi yang terdiri dari kursi penumpang, ruang kemudi, serta *toilet*. Pembuatan sketsa dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan penumpang. Peletakan kursi harus diatur sedemikian rupa sesuai dengan aturan Surat Dirjen Perhubungan Darat No. AP.005/3/13/DPRD/1994 sehingga masih tetap memberikan ruang gerak yang luas untuk penumpang.

- *Below Main Deck*

Layout below main deck pada rencana umum Kapal ini diproyeksikan pada pandangan atas seperti pada Gambar IV.15.



Gambar IV.15 *Layout Below Main Deck*

Layout below main deck difungsikan sebagai kamar mesin dan tangki – tangki pada kapal. Terdapat 5 tangki pada bagian tengah belakang kapal yang terdiri dari tangki bahan bakar mesin utama (*fuel oil tank*), tangki bahan bakar mesin bantu (*diesel oil tank*), tangki air tawar/bersih (*fresh water tank*), dan tangki air kotor/pembuangan (*sewage tank*). Pada *layout* bagian belakang, digambarkan juga *layout* kamar mesin dimana terdapat dan 2 sistem propulsi berupa *waterjet*.

Gambar *General Arrangement* Kapal dengan teknologi ASV ini dapat dilihat secara lengkap pada bagian LAMPIRAN E dari laporan ini.

IV.5.1. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Kapal ini harus memiliki standar minimum sebagai kapal pengangkut penumpang, maka harus dilakukan perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah penumpang dan ruang akomodasi penumpang.

- ***Life Saving Appliances***

1. ***Life Buoy***

Ketentuan jumlah *life buoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg.

III/22-1 dapat dilihat pada Tabel IV.20

Tabel IV.20 Ketentuan Jumlah *Life Bouy*

Panjang Kapal (m)	Jumlah <i>Life Buoy</i> Minimum
Di bawah 60	8
Antara 60 sampai 120	12
Antara 120 sampai 180	18
Antara 180 sampai 240	24
Lebih dari 240	30

Panjang (L_{PP}) kapal ini adalah 19.6 meter, sehingga jumlah minimum *life buoy* yang harus tersedia adalah 8. Spesifikasi *life buoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- b. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14.5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- c. Mempunyai massa tidak kurang dari 2.5 kg
- d. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peletakan *life buoy* menurut SOLAS Reg. III/7-1 adalah:

- a. Didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *life buoy*.
- b. Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat.
- c. Tidak kurang dari 1.5 dari jumlah total *life buoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*life buoy self – igniting lights*). Sedangkan untuk kapal penumpang setidaknya 6 *life buoy* harus dilengkapi *life buoy self – igniting lights*.
- d. Tidak kurang dari 2 dari jumlah total *life buoy* harus dilengkapi dengan *life buoy self – activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation Bridge*.

Berdasarkan ketentuan – ketentuan tersebut maka perencanaan jumlah dan peletakan *life buoy* pada kapal ini dapat dilihat pada Tabel IV.18.

Tabel IV.21 Perencanaan Jumlah dan Peletakan *Life Buoy*

Jenis <i>Life Buoy</i>	Jumlah
	<i>Main Deck</i>
<i>Life Buoy</i>	2
<i>Life Buoy with line</i>	2
<i>Life Buoy with self-igniting lights</i>	2
<i>Life Buoy with smoke signal</i>	2

2. *Life Jacket*

Kriteria ukuran *life jacket* menurut LSA code II/2.2 dapat dilihat pada Tabel IV.19.

Tabel IV. 1 Kriteria Ukuran *Life Jacket*

Ukuran <i>Life Jacket</i>	Balita	Anak-anak	Dewasa
Berat (kg)	< 15	15 - 43	> 43
Tinggi (cm)	< 100	100 - 155	> 155

Sedangkan ketentuan jumlah dan penempatan *life jacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut:

- a. Sebuah *life jacket* harus tersedia untuk setiap orang di atas kapal, dan dengan ketentuan:
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *life jacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *life jacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi di dalam kapal.
 - Jumlah *life jacket* untuk anak – anak sedikitnya sama dengan 10% dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai permintaan ketersediaan *life jacket* untuk setiap anak.
 - Jumlah *life jacket* yang cukup harus tersedia untuk orang – orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Life jacket* tersedia untuk orang – orang yang berada di *poop deck*, ruang kontrol mesin, dan tempat awak kawal lainnya.
 - Jika *life jacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkaran dada mencapai 1.750 mm, jumlah *life jacket* yang cukup harus tersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.
- b. *Life jacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas.
- c. *Life jacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman.

Ketentuan perencanaan peletakan *life jacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut:

- a. *Life jacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster station*.

- b. *Life jacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster station*. Untuk kapal pelayaran lebih dari 24 jam, *life jacket* harus diletakkan di area umum, *muster station*, atau diantaranya.
- c. *Life jacket* yang digunakan pada kapal penumpang harus tipe *life jacket lights*.

Berdasarkan ketentuan – ketentuan tersebut maka perencanaan peletakan *lifejacket* dapat dilihat pada Tabel

Tabel IV.22 Perencanaan Jumlah dan Peletakan *Life Jacket*

Jenis <i>Life jacket</i>	Jumlah
	<i>Main Deck</i>
<i>Life jacket with lights</i>	60
<i>Life jackets for children</i>	10

3. *Life Raft*

Liferaft yang digunakan adalah tipe *inflatable life raft*. Ketentuan peletakan *inflatable life raft* pada kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/21-1.4 sebagai berikut:

- a. *Inflatable life raft* harus diletakkan disetiap sisi kapal dengan kapasitas mampu mengakomodasi seluruh orang di kapal.
- b. Kecuali jika diletakkan di setiap sisi geladak tunggal terbuka yang mudah dipindahkan, maka *life raft* yang tersedia pada setiap sisi kapal memiliki kapasitas 150% jumlah penumpang.

Dengan memperhitungkan kapasitas penumpang sebanyak 60 orang dan 3 orang kru kapal, maka diperlukan 2 *inflatable life raft* dengan kapasitas per unit 45 orang. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/21-1.43, *liferaft* dipasang disetiap sisi kapal. Perencanaan letak *inflatable life raft* adalah pada geladak di atas *passenger deck*.

4. *Line Throwing Appliances*

Ketentuan ukuran dan peletakan *line throwing appliances* menurut LSA Code VII/7.1 adalah sebagai berikut:

- a. Mampu melontarkan tali dengan tepat.
- b. Di dalamnya terdapat minimal 4 proyektil yang masing-masing dapat membawa tali setidaknya 230 meter pada kondisi cuaca yang baik dengan *breaking strength* minimal 2 kN.

- c. Terdapat instruksi yang jelas di bagian luarnya untuk menjelaskan penggunaan dari *line throwing appliances*.

Berdasarkan ketentuan tersebut maka akan dipasang 2 (dua) *line throwing appliances* pada setiap sisi kapal pada *main deck*.

5. Muster / Assembly Station

Muster Station merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi bahaya. Pada rencananya *Muster Station* akan diletakkan di *main deck* dan *upper deck*. Ketentuan letak *Muster Station* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- b. Simbol *Muster Station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan mudah terlihat.

6. Escape Routes

Simbol *escape route* dipasang disetiap lorong kapal, tangga – tangga, dan di desain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster station*. Ketentuan peletakan simbol *escape route* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. Simbol arah ke *muster station* atau simbol *escape way* harus disediakan disemua area penumpang, seperti pada tangga, gang atau lorong menuju *muster station*, di tempat-tempat umum yang tidak digunakan sebagai *muster station*, di setiap pintu masuk ruangan dan area yang menghubungkan tempat umum dan disekitar pintu – pintu pada *deck* terluar yang memberikan akses menuju *muster station*.
- b. Sangat penting bahwa rute menuju ke *muster station* harus ditandai dengan jelas dan tidak diperbolehkan untuk digunakan sebagai tempat meninggalkan barang-barang.
- c. Tanda arah *embarkation station* dari *muster station* ke *embarkation station* harus disediakan.

7. Visual Signal

Visual signal merupakan alat yang digunakan untuk komunikasi darurat ketika dalam keadaan bahaya. Jenis *visual signal* yang rencananya digunakan adalah *rocket parachutes flare* yang dipasang di *navigation deck*, dan *liferaft*.

8. Radio and Navigation

a. *Search and Rescue Radar (SART)*

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 2 SART di setiap sisi *navigation deck*. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di *lifeboat* atau *liferaft* ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.

b. *Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)*

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 1 EPIRB pada *navigation deck* dan diletakkan diluar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 MHz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung.

c. *Radio Telephone Apparatus*

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, Terdapat paling sedikit 3 (tiga) *set radio telephone* yang memenuhi standart dan diletakkan di *navigation deck* (2 buah) dan 1 di *engine room*.

• ***Fire Control Equipment***

Berdasarkan SOLAS Reg. II/10, pemadam kebakaran diletakkan di tempat – tempat yang terlihat, mudah dijangkau dengan cepat dan mudah kapanpun atau saat dibutuhkan. Sedangkan menurut MSC 911/7, lokasi alat pemadam kebakaran portabel berdasarkan kesesuaian kebutuhan dan kapasitas. Alat pemadam kebakaran untuk kategori ruang khusus harus cocok untuk kebakaran kelas A dan B. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain sebagai berikut:

1. ***Fire hose reel with spray jet nozzle and hydrant***

Untuk kapal yang mengangkut lebih dari 36 penumpang *fire hoses* harus terhubung ke *hydrant*. Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

2. ***Fixed CO₂ fire system***

Menurut SOLAS Reg. II/10-5, *fixed CO₂ fire system* digunakan untuk sistem pemadam kebakaran di kamar mesin atau untuk kebakaran kategori A, dimana terdapat kandungan minyak atau bahan bakar. *Fixed CO₂ fire system* diletakkan di sebuah ruangan di geladak utama.

3. ***Sprinkler***

Menurut ketentuan SOLAS Reg. II/10-6, untuk kapal penumpang yang mengangkut lebih dari 36 penumpang harus dilengkapi dengan sistem *sprinkler* otomatis untuk area yang memiliki risiko kebakaran besar, misalnya seperti di *passenger deck*.

4. *Portable CO₂ fire extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di area yang terdapat banyak sistem kelistrikan atau mengandung minyak dan bahan bakar lainnya.

5. *Portable foam extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

6. *Portable dry powder extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran tipe A,B, dan C, sehingga diletakkan di area umum seperti geladak penumpang dan geladak akomodasi lainnya.

Sedangkan alat pendeteksi kebakaran yang harus dipasang berdasarkan ketentuan HSC Code VII/7 antara lain sebagai berikut:

1. *Bell fire alarm*

Untuk kapal kurang dari 500 GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal.

2. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan atau ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

3. *Heat detector*

Heat detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi.

4. *CO₂ alarm*

Berfungsi jika terdapat kontaminasi karbon dioksida berlebih pada satu ruangan atau bagian kapal.

5. *Fire alarm panel*

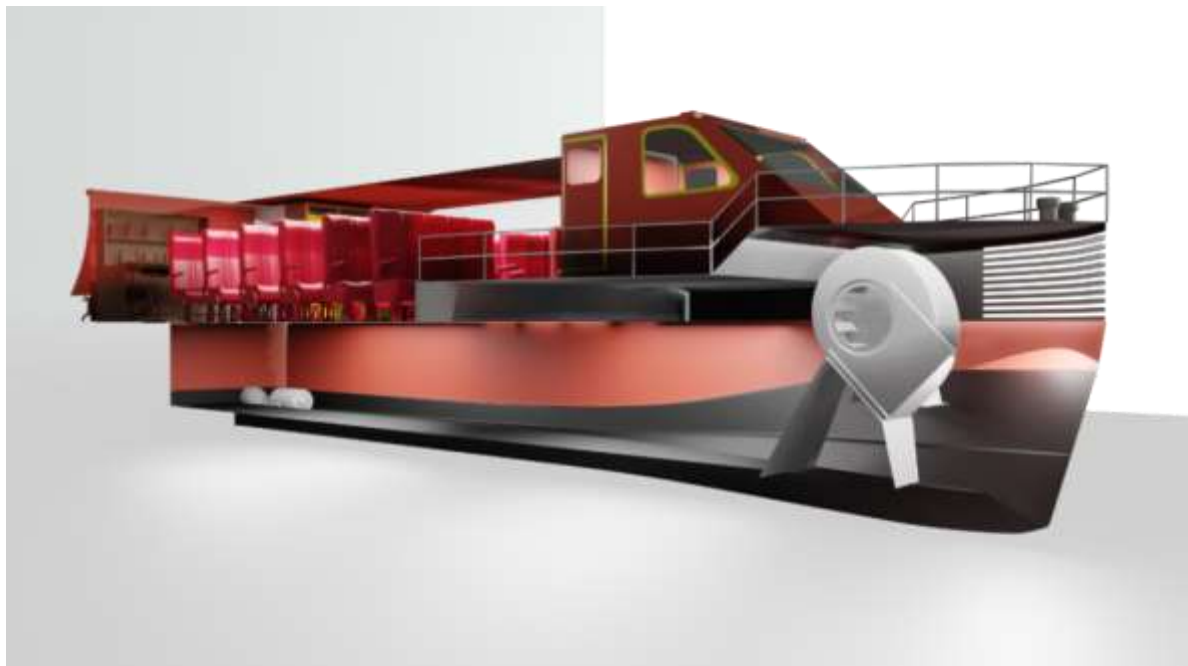
Control Panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.

IV.5.2. Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (3D Model)

Proses dari desain gambar tiga dimensi dari kapal ini dilakukan dengan perangkat lunak *Blender*. Bentuk kapal yang dibuat mengacu pada Rencana Garis yang telah dibuat sebelumnya. Sedangkan untuk ruang penumpang beserta perlengkapan di dalamnya mengacu pada desain Rencana Umum. Gambar tiga dimensi kapal ini dari berbagai perspektif dapat dilihat pada Gambar IV.16, Gambar IV.17, Gambar IV.18, Gambar IV.19 dan Gambar 21.



Gambar IV.16 Tampak Isometrik



Gambar IV.17 Ruangan bawah



Gambar IV.18 Ruangan penumpang



Gambar IV.19 Ruangan *mini bar*, penyimpanan *life jacket* dan *toilet*



Gambar IV.20 Ruangan fasilitas pada kapal

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V ANALISIS EKONOMIS

V.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Awal Kapal (*Building Cost*)

Analisis biaya pembangunan kapal dilakukan dengan cara membagi komponen biaya menjadi 3 bagian utama yaitu badan kapal dan konstruksinya, peralatan dan perlengkapan (*equipment and outfitting*), , serta tenaga penggerak. Pada setiap komponen yang disebutkan diatas kemudian dilakukan pendataan terkait kebutuhan atau peralatan yang terkandung didalamnya. Dari data elemen tersebut dilakukan penentuan jumlah dan pencarian harga satuannya untuk mendapatkan harga total. Setelah semua elemen didapatkan datanya, maka dilakukan kalkulasi untuk mendapatkan total harga pembangunan kapal. Perincian perhitungannya dapat dilihat pada halaman LAMPIRAN C. Sedangkan pada perhitungan sub-bab ini hanya dipaparkan rekapitulasi tiap komponennya.

V.1.1. Biaya Struktur

Perhitungan biaya struktur dilakukan dengan menggunakan harga tiap material yang digunakan per satuan yang ditetapkan oleh pemasok yang dapat dilihat pada Tabel V.1.

Tabel V.1 Rekapitulasi Biaya Bahan Konstruksi Kapal

Item	Kuantitas		Produk/Material	Harga
Pelat Sisi	71	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 38,465,244.44
Pelat Alas	53.9	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 29,225,777.78
Pelat Dek Penumpang	64.58	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 35,016,711.11
Transom	11.5	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 6,235,555.56
Tangki	12	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 6,506,666.67
Sekat	10.04	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 5,443,912.23
Profil T	16.9	m	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 9,178,195.56
Profil L	28.2	m	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 15,273,722.22
Kaca Samping	14.75	m2	Tempered Glass 6 mm	Rp 3,842,375.00
Kaca Belakang	4.5	m2	Tempered Glass 6 mm	Rp 1,172,250.00
Kaca Depan	4.4	m2	Laminated Glass 10 mm	Rp 1,629,981.48
Dinding Sisi Kapal	67.56	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 36,632,533.33
Atap Kapal	72.36	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 39,235,200.00
Dindin Belakang Kapal	12.0	m2	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 6,506,666.67
Rangka Sisi	49	m	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 26,384,533.33
Rangka Atap	75	m	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 40,883,555.56
Total Biaya Struktur				Rp 301,632,880.93

Pada Tabel V.1 dapat dilihat perhitungan biaya struktur yang dikeluarkan untuk membangun satu *unit* kapal ini sebesar Rp301.632.880,93.

V.1.2. Biaya Permesinan dan Perlengkapan

Berbeda dengan perhitungan biaya struktur, biaya permesinan dihitung dari harga tiap *item* permesinan dan perlengkapan yang dikalikan dengan jumlah *item* yang digunakan di kapal ini. Dengan kurs jual Rupiah 14.376 per Dollar Amerika (Bank Indonesia, per 14 Juni 2019) didapatkan biaya permesinan yang dapat dilihat pada Tabel V.2, dan biaya perlengkapan pada Tabel V.2.

Tabel V.2 Biaya Permesinan untuk Satu *Unit* Kapal

No	Item	Value	Unit
1	<i>Main Engine (MAN D2862 LE 432)</i>		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	17000	USD/unit
	<i>Shipping Cost</i>	1,000	USD
	Harga <i>Main Engine</i>	\$ 35,000	USD
2	Komponen Kelistrikan dan (www.alibaba.com)		
	<i>Power Control Unit</i>	550	USD
	<i>Automatic Change Over Switch (ACOS)</i>	400	USD
	<i>Automatic Control System (ACS)</i>	1,850	USD
	Saklar, Kabel, dan lain - lain	150	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	\$ 2,950	USD
3	<i>CAT 7.1</i>		
	Jumlah <i>generator</i>	2	unit
	Harga per unit	16000	USD/unit
	<i>Shipping Cost</i>	500	USD
	Harga <i>Generator</i>	\$ 32,500	USD
3	<i>Water jet</i>		
	jumlah water jet	2	unit
	Harga per unit	15000	USD/unit
	<i>Shipping Cost</i>	500	USD
	Harga waterjet	\$ 30,500	USD
Total Harga Tenaga Penggerak		\$ 100,950	USD
		Rp 1.451.257.200,00	

Tabel V.3 Total Biaya Perlengkapan untuk Satu *Unit* Kapal

No	Item	Value	Unit	
1	<i>Railing dan Tiang Penyangga</i>			
	<i>(steel pipe d = 50 mm, t = 3 mm)</i>			
	<i>Sumber: www.metalsdepot.com</i>			
	Harga	35	USD/m	
	Panjang <i>railing</i> dan tiang penyangga	42	m	
	Harga <i>Railing</i> dan Tiang Penyangga	\$ 1,477.00	USD	
2	Kursi			
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>			
	Jumlah	70	unit	
	Harga per unit	120	USD	
	Harga Kursi	\$ 8,400.00	USD	
3	mini bar			
	Jumlah	1	unit	
	Harga per unit	125	USD	
		Harga mini bar	\$ 125.00	USD
4	Peralatan Navigasi & Komunikasi (<i>www.alibaba.com</i>)			
	a. Peralatan Navigasi			
	Radar	2,750	USD	
	Kompas	55	USD	
	GPS	850	USD	
	Lampu Navigasi			
	- <i>Masthead Light</i>	9.8	USD	
	- <i>Anchor Light</i>	8.9	USD	
	- <i>Starboard Light</i>	12	USD	
	- <i>Portside Light</i>	12	USD	
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	9,500	USD	
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD	
	Telescope Binocular	60	USD	
		Harga Peralatan Navigasi	\$ 17,757.65	USD
	b. Peralatan Komunikasi			
	Radiotelephone			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	172	USD	
		Harga total	\$ 172.00	USD
	Digital Selective Calling (DSC)			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	186	USD	
	Harga total	\$ 186.00	USD	
Navigational Telex (Navtex)				
Jumlah	1	Set		

No	Item	Value	Unit
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	\$ 12,500.00	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	\$ 110.00	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	\$ 900.00	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,530	USD
	Harga total	\$ 12,530.00	USD
	Portable 2-Way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	87	USD
Harga total	\$ 174.00	USD	
Harga Peralatan Komunikasi	\$ 26,572.00	USD	
5	<i>Lifebuoy (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	10	Unit
	Harga per unit	20	USD
	Harga total	\$ 200.00	USD
6	<i>Liferaft (@65 orang) (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	1,500	USD
	Harga total	\$ 3,000.00	USD
7	<i>Life Jacket (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	70	Unit
	Harga per unit	20	USD
	Harga total	\$ 1,400.00	USD
9	<i>Pintu (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	3	Unit
	Harga per unit	300	USD
	Pintu ruangan	2	Unit
	Harga per unit	90	USD
	Harga total	\$ 1,080.00	USD
10	<i>Windlass (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	10,500	USD
	Harga total	\$ 10,500.00	USD
11	<i>Tali Tambat (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	2	Unit

No	Item	Value	Unit
	Harga per unit	1.6	USD
	Harga total	\$ 3.20	USD
12	Fan Centrifugal (katalog harga)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	5,035.0	USD
	Harga total	\$ 5,035.00	USD
Total Harga <i>Equipment & Outfitting</i>		\$ 101,947.85	USD
		Rp 1.465.602.291,60	

Dari Tabel V.2 dan Tabel V.3 dapat dilihat total biaya permesinan dan perlengkapan yang digunakan satu *unit* kapal yaitu, Rp 1.465.602.291,60 untuk permesinan dan Rp 1.451.257.200,00 untuk perlengkapan.

V.2. Biaya Operasional dan Depresiasi

Biaya operasional merupakan biaya yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan usaha itu sendiri. Menurut Watson (1998), biaya operasional terdiri dari biaya modal, depresiasi, *daily running cost*, dan *voyage cost*. Pada Tugas Akhir ini, yang dikategorikan pada biaya operasional hanya *daily running cost* dan *voyage cost*. Biaya modal akan dibahas pada Sub Bab V.4.2 yang digunakan sebagai *discount factor* (tingkat diskonto) untuk perhitungan *Net Present Value*. Berikut hasil perhitungan biaya operasional dapat dilihat pada Tabel V.4. Perhitungan dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

Tabel V.4 Biaya Operasional 3 *Unit* Kapal per Tahun

Komponen Biaya	Biaya
<u><i>Voyage Cost</i></u>	
a. Biaya Bahan Bakar <i>Fuel Oil</i>	Rp 4,627,356,457.58
b. Biaya Bahan Bakar Diesel	Rp 808,426,392.88
c. Biaya Air Bersih	Rp 295,650,000.00
<u><i>Daily Running Cost</i></u>	
a. Biaya Kru	Rp 324,000,000.00
b. Biaya <i>Maintenance & Repair</i>	Rp 558,028,644.63
c. Asuransi	Rp 139,418,881.52
d. Biaya Administrasi dan Umum	Rp 3,306,480,000.00
Total Biaya Operasional	Rp 10,054,570,171.79

Dapat dilihat pada Tabel V.4, biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan operasional tiga *unit* kapal ini dalam setahun sebesar Rp 10.054.570.171,79. Biaya depresiasi merupakan penyusutan nilai sebuah aset selama umur ekonomisnya yang pada Tugas Akhir ini berupa 3 *unit* kapal. Dengan umur ekonomis kapal menggunakan asumsi umum menurut Watson (1998)

yaitu 20 tahun, nilai aset 3 *unit* kapal yaitu biaya pembangunan sebesar Rp 11.160.572.890,68, dan nilai sisa aset saat mencapai umur ekonomis sebesar Rp 83.200.000,00, didapatkan nilai penyusutan dari tiga *unit* kapal ini per tahun sebesar Rp 249.600.000,00. Perhitungan lebih detail dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

V.3. Potensi Penerimaan

Komponen penerimaan dari kapal ini yaitu dari pendapatan jasa pengantaran wisatawan dari Padang Bai, Bali-Lembar, Lombok maupun sebaliknya dan pendapatan lain berupa penjualan *scrap* besi dan baja dari kapal pada akhir umur ekonomisnya.

Penerimaan kapal dari jasa pengantaran dihitung berdasarkan tarif yang ditentukan pada Sub Bab V.3.2. Selanjutnya penerimaan dalam analisis ekonomis ini diproyeksikan dengan asumsi bahwa tarif jasa pelayanan tersebut tidak mengalami kenaikan selama umur ekonomisnya.

V.3.1. Potensi Jumlah Penumpang

Kapal ini melayani penumpang dengan sistem *shuttle* (pulang-pergi), di mana kapal ini melayani penumpang dengan dua jenis layanan rute yaitu Padang Bai-Lembar yang selanjutnya disebut rute berangkat, Lembar-Padang Bai yang selanjutnya disebut rute kembali. Pada Tugas Akhir ini akan dihitung jumlah penumpang pada dua layanan tersebut. Rekapitulasi hasil perhitungan jumlah penumpang dapat dilihat pada Tabel V.5.

Sebelum masuk ke perhitungan jumlah penumpang, terlebih dahulu ditentukan hari-hari di mana kapal tidak beroperasi, yaitu pada saat kapal ini melakukan pemeliharaan berkala satu bulan sekali. Sehingga terdapat pengurangan satu hari operasional setiap bulannya pada perhitungan jumlah penumpang.

Untuk rute berangkat, perhitungan jumlah penumpang dilakukan pada saat musim ramai (*peak season*) dan musim sepi (*low season*). Musim ramai merupakan waktu di mana tingkat kunjungan wisata paling tinggi yang menurut data dari laman Kompas.com (2014) yaitu pada bulan Juli, Agustus, dan Desember. Pada bulan-bulan tersebut, diasumsikan jumlah penumpang memenuhi kapasitas dari ketiga kapal ini setiap harinya sehingga dapat dilakukan perhitungan jumlah penumpang dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penumpang musim ramai} &= \text{Jumlah kapal} \times \text{Kapasitas penumpang kapal} \times \\ &\quad \text{Jumlah } \textit{roundtrip} \text{ per hari} \times \text{Hari operasional} \\ &\quad \text{musim ramai.} \end{aligned} \quad (\text{V-1})$$

Dengan menggunakan persamaan (V-1), didapatkan jumlah penumpang pada musim ramai dalam satu tahun sejumlah 32.400 orang. Perhitungan lebih detil dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

Jumlah wisatawan pada musim sepi dan musim ramai yaitu 1:2. Rasio tersebut digunakan sebagai acuan dalam memperkirakan jumlah penumpang kapal setiap harinya pada musim sepi. Dengan jumlah penumpang pada musim ramai yang telah didapatkan. Jumlah hari operasional pada musim sepi (bulan-bulan selain musim ramai), maka dapat dihitung jumlah penumpang pada musim sepi dalam satu tahun yaitu sejumlah 47.340 orang. Sehingga didapatkan jumlah penumpang dalam satu tahun untuk layanan rute berangkat berjumlah 79.740 orang. Perhitungan lebih detil dapat dilihat pada LAMPIRAN C .

Pada rute kembali, jumlah penumpang dalam setahunnya diasumsikan sama dengan jumlah penumpang pada layanan rute berangkat yaitu berjumlah 79.740 orang. Perhitungan lebih detil dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

Tabel V.5 Hasil Perhitungan Jumlah Penumpang Pertahun

Jenis Layanan	Jumlah Penumpang
Rute Berangkat	79.740 orang
Rute Kembali	79.740 orang

Tabel V.5 menunjukkan jumlah penumpang yang diangkut kapal dalam satu tahun yang terbagi ke dalam dua jenis pelayanan, yaitu rute berangkat dan rute kembali, dengan total 159.480 penumpang.

V.3.2. Penentuan Tarif dan Penjualan Tiket

Terdapat dua tarif tiket yang akan ditentukan berdasarkan jenis layanannya, yaitu tarif tiket untuk rute berangkat dan rute kembali. Didapatkan tarif tiket yang dapat dilihat pada Tabel V.6. Untuk layanan rute berangkat dan kembali, penentuan tarif dilakukan dengan menentukan *operating profit margin* (opm) yang mengacu pada perusahaan jasa transportasi lain dengan margin laba sebelum pajak yaitu 12% (Novirani, 2009). Dengan mempertimbangkan keunikan sebagai nilai tambah dari kapal ini, digunakan opm sebesar 20%. Margin tersebut kemudian digunakan untuk mendapatkan total penjualan tiket berdasarkan biaya-biaya yang telah dihitung pada Sub Bab V.2, sehingga didapatkan tarif yang dapat dilihat pada Tabel V.6.

Tabel V.6 Tarif Tiket Kapal

Jenis Layanan	Tarif Tiket
Rute Berangkat	Rp 90.000,00
Rute Kembali	Rp 90.000,00

Setelah didapatkan tarif penumpang untuk masing-masing layanan, kemudian dapat dihitung total penjualan tiket berdasarkan jumlah penumpang yang telah dibahas pada Sub Bab V.3.1. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel V.7 dan perhitungan dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

Tabel V.7 Hasil Perhitungan Penjualan Tiket Pertahun

Jenis Layanan	Jumlah Penumpang	Penjualan Tiket
Rute Berangkat	79.740 orang	Rp 7,176,600,000.00
Rute Kembali	79.740 orang	Rp 7,176,600,000.00
Total Penjualan Tiket		Rp 14,353,200,000.00

V.3.3. Penjualan Nilai Kapal

Setelah mencapai umur ekonomisnya, kapal ini masih memiliki nilai berupa besi dan baja *scrap*. Perhitungan nilai besi dan baja dilakukan dengan jumlah besi dan baja (dalam satuan berat) untuk ketujuh *unit* dikalikan dengan harga besi dan baja *scrap* per satuan berat. Jumlah besi dan baja untuk satu kapal ini didapat dari perhitungan berat LWT yang dapat dilihat pada LAMPIRAN C, yaitu 32 ton. Dengan harga jual besi dan baja *scrap* Rp 2.600,00 per kg, didapatkan nilai sisa dari tiga *unit* kapal sebesar Rp 249.600.000,00. Nilai ini nantinya menjadi tambahan kas masuk di tahun ke-20 pada perhitungan *Net Present Value* yang dijelaskan pada Sub Bab V.4.2.

V.4. Perhitungan Kelayakan Investasi

Analisis ekonomis ini dilakukan dengan menggunakan metode-metode dalam *capital budgeting* yaitu kegiatan evaluasi atau pengambilan keputusan dalam penanaman modal atau investasi. Metode-metode yang digunakan dalam menganalisis kelayakan ekonomis ini yaitu, *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *payback period*.

V.4.1. Nilai Investasi dan Sumber Pendanaan

Pada Sub Bab V.1 telah didapatkan biaya pembangunan untuk tiga unit kapal sebesar Rp 11.160.572.890,68 yang dapat dijadikan gambaran besarnya nilai investasi yang diperlukan. Namun sebelum kapal ini dapat beroperasi dan mulai menghasilkan, diperlukan biaya yang perlu dipersiapkan, salah satunya *voyage cost*. Pada Tugas Akhir ini, ditentukan *voyage cost* yang akan ditambahkan sebagai nilai investasi yaitu sebesar satu bulan operasi. Selain itu, menurut Watson (1998), ada biaya lain yang perlu ditambahkan yang meliputi, tambahan biaya yang mungkin akan diklaim dari galangan (5%), biaya *owner* selama periode pembangunan untuk pengawasan (1%), dan bunga pinjaman yang harus dibayar selama periode pembangunan

sebesar 9,6% dari setengah biaya pembangunan. Sehingga didapatkan nilai investasi sebesar Rp 13.941.88,151,69. Perhitungan lebih detil dapat dilihat pada LAMPIRAN C

Sumber pendanaan untuk mendanai investasi tersebut yaitu berupa pinjaman dan modal tanaman. Sumber pendanaan dari pinjaman yaitu berupa kredit investasi bank dengan jangka pinjaman 20 tahun dan suku bunga menggunakan Suku Bunga Dasar Kredit korporasi untuk PT. Bank CIMB Niaga, Tbk sebesar 9,6% (OJK, per Maret 2019), dan sumber pendanaan berupa modal yaitu modal yang ditanamkan oleh penanam modal atau investor. Proporsi pendanaan tersebut yaitu 80% dari pinjaman dan 20% dari investor.

V.4.2. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan nilai bersih dari selisih arus kas (*cashflow*) masuk dan arus kas keluar yang telah dipotong dengan tingkat diskonto tertentu selama umur investasi yang pada Tugas Akhir ini adalah umur ekonomis kapal yang telah disebutkan pada Sub Bab V.2, yaitu 20 tahun.

1. Discount Rate

Digunakan biaya modal (*Cost of Capital*) sebagai tingkat diskonto pada perhitungan NPV ini. Biaya modal dihitung menggunakan metode *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) dengan proporsi pendanaan yang telah disebutkan pada Sub Bab V.4.1, bunga pinjaman sebesar 9,6%, *expected return* dari investor diasumsikan sebesar 20%, dan dengan rasio pinjaman terhadap modal sebesar 4:1, diskonto tidak dikenakan pajak (Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2015), maka didapatkan WACC sebesar 11,68%. Perhitungan lebih detil dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

2. Cashflow

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan aliran kas dalam perhitungan NPV ini atau dapat disebut dengan *free cashflow* yaitu: (Arnold, 2005)

- Arus kas masuk setelah investasi tetap dan modal kerja
- Taksiran kas haruslah didasarkan atas dasar setelah pajak.
- Aliran kas keluar tidak memasukkan unsur pembayaran bunga dan dividen.

Berdasarkan poin-poin tersebut, arus kas dapat ditentukan dari perhitungan laba/rugi sebelum bunga dan pajak yang kemudian dibebankan pajak penghasilan sebesar 25% ditambah dengan nilai penyusutan atau depresiasi tahun tersebut. Pada tahun ke-20, penjualan besi dan baja *scrap* dimasukkan dalam perhitungan laba/rugi sebagai pendapatan lain-lain. Arus kas pada analisis ekonomis ini diproyeksikan dengan asumsi bahwa tidak ada pengeluaran berupa pembelian aset

lain. Sehingga didapatkan arus kas bersih (*net cashflow*) bernilai positif Rp 3.356.766.878,75 dan Rp 3.543.966.878,75 pada tahun ke-20. Arus kas bersih bernilai positif menunjukkan terdapat aliran kas yang diterima setiap tahunnya selama umur investasi.

Setelah didapatkan arus kas bersih, dengan nilai investasi sebesar Rp 13.941.88,151,69, tingkat diskonto sebesar 11,68%, dan umur investasi selama 20 tahun, didapatkan nilai NPV sebesar Rp 11.663.320.000,00. Nilai NPV menunjukkan nilai yang positif yang menunjukkan perusahaan mampu membuat nilai dalam kegiatan usahanya setelah membayar biaya modal sehingga investasi ini layak untuk dilakukan. Perhitungan NPV lebih detil dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

V.4.3. Internal Rate of Return (IRR)

IRR merupakan tingkat pengembalian (*rate of return*) di mana nilai NPV dari suatu kegiatan investasi bernilai nol. Apabila nilai IRR lebih besar dari tingkat diskonto yang digunakan pada perhitungan NPV pada Sub Bab V.4.2, maka investasi layak dilakukan, berlaku juga sebaliknya.

(dalam jutaan)			
Tahun ke- (n)	Net Cashflow (Rp)	Faktor Diskonto	Net Present Value (Rp)
0	(13,941.89)	1.000	(13,941.89)
1	3,356.77	0.895	3,005.70
2	3,356.77	0.802	2,691.35
3	3,356.77	0.718	2,409.88
4	3,356.77	0.643	2,157.84
5	3,356.77	0.576	1,932.16
6	3,356.77	0.515	1,730.09
7	3,356.77	0.462	1,549.15
8	3,356.77	0.413	1,387.13
9	3,356.77	0.370	1,242.06
10	3,356.77	0.331	1,112.16
11	3,356.77	0.297	995.84
12	3,356.77	0.266	891.69
13	3,356.77	0.238	798.44
14	3,356.77	0.213	714.93
15	3,356.77	0.191	640.16
16	3,356.77	0.171	573.21
17	3,356.77	0.153	513.26
18	3,356.77	0.137	459.58
19	3,356.77	0.123	411.52
20	3,543.97	0.110	389.03

Penilaian Investasi:	NPV	11,663.32
Metode NPV		
Layak	IRR	23.74%
Metode IRR		
Layak		

Gambar V.1 Perhitungan IRR menggunakan Fungsi dari *Microsoft Excel*

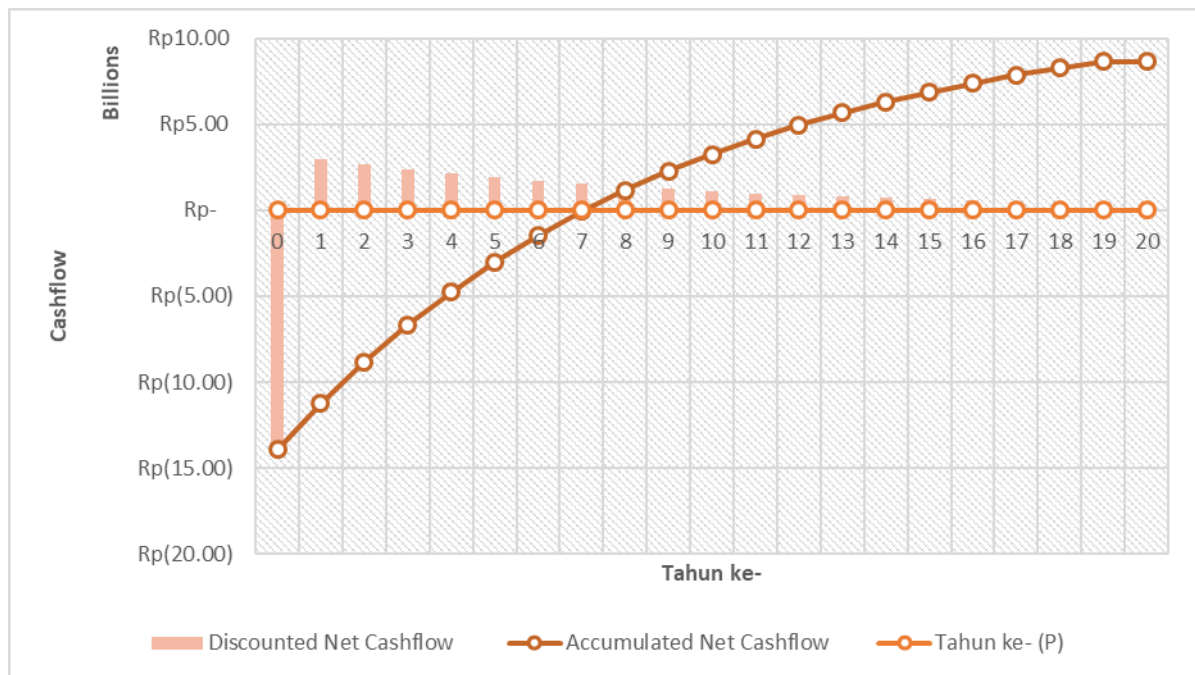
Karena perhitungan IRR secara matematis sulit dilakukan, maka perhitungan IRR ini dilakukan dengan *trial and error*, yaitu mencoba kemungkinan *rate* yang membuat NPV nol,

atau menggunakan fungsi (*function*) yang disediakan *Microsoft Excel* dengan memasukkan nilai *net cashflow* dan nilai tebakan *rate* pada fungsi tersebut, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar V.1. Nilai tebakan *rate* yang dimasukkan merupakan nilai sembarang yang dapat dimasukkan dengan nilai berapa saja.

Dari perhitungan tersebut, didapatkan nilai IRR sebesar 23.74%. Dengan tingkat diskonto yang digunakan dalam perhitungan NPV pada Sub Bab V.4.2, yaitu 11,68%, didapatkan nilai IRR lebih besar. Hal tersebut menunjukkan kemampuan perusahaan dalam memberikan *return* lebih besar daripada biaya modal yang dikeluarkan perusahaan atau yang diekspektasikan investor maupun pemberi pinjaman sehingga investasi layak untuk dilakukan.

V.4.4. Payback Period

Payback period merupakan metode lain pada *capital budgeting* yang digunakan pada analisis ekonomis ini. Perhitungan *payback period* dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan kapal ini untuk mengembalikan investasi awal sebesar Rp 13.941.88,151,69. *Payback period* dihitung menggunakan mempertimbangkan nilai waktu dari uang, sehingga perhitungan dapat menggunakan arus kas bersih yang telah didiskonto (*discounted net cashflow*) pada perhitungan NPV pada Sub Bab V.4.2 yang diakumulasi setiap tahunnya sampai didapatkan nilai nol. Akumulasi arus kas bersih dapat dilihat pada Gambar V.2.



Gambar V.2 Grafik Arus Kas

Gambar V.2 menunjukkan arus kas bersih yang diterima/dikeluarkan per tahun setelah didiskonto yang direpresentasikan batang biru, dan akumulasi dari arus kas bersih tersebut per tahun dengan arus kas bersih tahun sebelumnya yang direpresentasikan dengan garis hijau. Dapat dilihat pada Gambar V.2, akumulasi arus kas bersih bernilai nol antara tahun ke-7 dan tahun ke-8, yang menunjukkan pengembalian investasi dapat dilakukan pada waktu tersebut. Lebih spesifiknya didapatkan *payback period* 7 tahun 11 bulan 6 hari dengan melakukan perhitungan yang dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas penumpang kapal ini sebanyak 60 orang dengan *payload* 6,6 ton.
2. Ukuran utama Kapal :
 - *Length Overall* : 20 meter
 - *Breadth* : 6 meter
 - *Draft* : 1.1 meter
 - *Depth* : 2.5 meter
 - *Block Coefficient* : 0,378
3. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, kapal ini telah memenuhi persyaratan teknis sebagai berikut:
 - Hambatan kapal sebelum menggunakan teknologi ASV 54,5 kN dan setelah menggunakan ASV menjadi 32,7 kN, dengan begitu penggunaan bahan bakar kapal dengan teknologi ASV lebih kecil 180% dari kapal yang tidak menggunakan teknologi ASV.
 - Perhitungan berat memenuhi margin yaitu 0.354%
 - Lambung timbul minimum berdasarkan NCVS Bab VI dengan lambung timbul kapal sebesar 1400 mm.
 - Stabilitas dengan kriteria *Intact Stability Code* dari IMO.
 - Batasan *trim* dengan kriteria NCVS.
4. Berdasarkan perhitungan ekonomis yang telah dilakukan, pembangunan kapal sebagai sarana transportasi wisatawan Padang Bai, Bali-Lembar, Lombok layak untuk dilakukan dengan nilai *Net Present Value* Rp 11.663.320.000,00, *Internal Rate of Return* 23,74%, dan *Payback Period* dalam tujuh tahun 11 bulan.

VI.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap konsep pariwisata mengenai aspek ekonomi, sosial dan budaya, serta aspek lingkungan.
2. Perlu dilakukan penilaian terhadap kenyamanan penumpang di kapal.
3. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal dengan teknologi ASV.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S. W. (2009). *Waterjet Propulsion System*.
- Airfoil Tools*. (2017, December 8). Retrieved from Airfoil Tools: <http://airfoiltools.com/>
- Almeter, J. M. (1993, October). Resistance Prediction of Planing Hulls: State of the Art. *Marine Technology, Vol. 30, No. 4*, 297-307.
- Arnold, G. (2005). *The Handbook of Corporate Finance*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). *Rules for the Classification and Construction - Part 1. Seagoing Ships (Volume II: Rules for Classification and Surveys)*. Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Jakarta Utara, Indonesia: Biro Klasifikasi Indonesia Head Office.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). *Rules for the Classification and Construction - Part 3. Special Ships (Volume III: Rules for High Speed Craft)*. Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Jakarta Utara, Indonesia: Biro Klasifikasi Indonesia Head Office.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2017). *Rules for the Classification and Construction - Part 1. Seagoing Ships (Volume II: Rules for Hull)*. Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Jakarta Utara, Indonesia: Biro Klasifikasi Indonesia Head Office.
- Blount, D. L., & Bartec, R. J. (1997, October). Design of Propulsion Systems for High-Speed Craft. *Marine Technology, Vol. 34, No. 4*, 276-292.
- Boeing Marine Systems - The Boeing Company. (1978). *Boeing Jetfoil Facilities and Equipment Planning Document*. United States of America: The Boeing Company.
- CAT (Caterpillar). (2017, October 28). *Marine Power Systems - 3512E*. Retrieved from Marine Power Systems - 3512E: https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/marine-power-systems/auxiliary-engines/1000031549.html
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2003). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.1131/AJ.003/DRJD/2003 tentang Petunjuk Teknis Standar Fasilitas Pelayanan Bus Umum Angkutan Antar Kota*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Effect Ships International, A. (2015). *Battery powered Boats, providing Greening, Resistance reduction, Electric, Efficient and Novelty*. Europe: SES Europe.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.

- Holling, H. D., & Hubble, E. N. (1974). *Model Resistance Data of Series 65 Hull Forms Applicable to Hydrofoils and Planing Craft*. Bethesda, Maryland, Northwest of U.S. capital of Washington D.C., United States of America.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 169/PMK.010/2015 tentang Penentuan Besarnya Perbandingan Antara Utang dan Modal Perusahaan untuk Keperluan Penghitungan Pajak*. Jakarta: Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- Koposiasi. (2019). Retrieved June 7, 2019, from <http://keposiasi.com/2019/04/info-lengkap-penyeberangan-bali-lombok-2019/>
- Kurniawati, H. A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya, East Java, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Kurniawati, H. A. (2016). Lecture Handout. *Statutory Regulations*. Surabaya, East Java, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Second Revision, Volume I: Stability and Strength*. Jersey City, New Jersey, United States of America: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Novirani, D. (2009). *Manajemen Bisnis Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Parsons, M. G. (2004). Parametric Design. In *Ship Design and Construction Vol. 1* (pp. 11-1). The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Purnomo, T. A. (2016). *Analisa Perancangan Sistem Propulsi Waterjet sebagai Propulsi Alternatif pada Kapal Patroli Cepat 61 M*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Rohmadhana, F. (2016). *Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LCT) Menjadi Kapal Motor Penyeberangan (KMP) Tipe Ro-ro untuk Rute Ketapang*

- (Kabupaten Banyuwangi) – Gilimanuk (Kabupaten Jember). Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Santosa, I. G. (1999). *Diktat Perencanaan Kapal*. Surabaya, East Java, Indonesia: Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Savitsky, D. (1964, October). Hydrodynamic Design of Planing Hulls. *Marine Technology Vol. 1, No. 1*, 71-95.
- Tupper, E. C. (2013). *Introduction to Naval Architecture (Fifth Edition)*. Oxford, Central Southern England, United Kingdom: Elsevier Ltd.
- van Dokkum, K. (2005). *Ship Knowledge*. Enkhuizen, The Netherlands: Dokmar.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford, Central Southern England, United Kingdom: Elsevier Science Ltd.
- Watson, D. G. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Widianto, A. (2017, April 24). *Inflasi Indonesia 10 Tahun*. Retrieved from Bolasalju.com: <https://bolasalju.com/artikel/inflasi-indonesia-10-tahun/>
- Wikipedia. (2016, March 15). *High-Speed Craft*. Retrieved from Wikipedia Web Site: https://en.wikipedia.org/wiki/High-speed_craft
- Wikipedia. (2016, March 15). *Hydrofoil*. Retrieved from Wikipedia Web site: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrofoil>
- Wikipedia. (2017, November 17). *Lifting-line theory*. Retrieved from Wikipedia Web site: https://en.wikipedia.org/wiki/Lifting-line_theory
- Yusuf, H. (2014). *Analisa Penggunaan Waterjet pada Sistem Propulsi Kapal Perang Missile Boat dengan Kecepatan 70 Knot*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

LAMPIRAN

LAMPIRAN A Data Pendukung

LAMPIRAN B Perhitungan Teknis

LAMPIRAN C Perhitungan Ekonomis

LAMPIRAN D Desain Rencana Garis

LAMPIRAN E Desain Rencana Umum

LAMPIRAN F Safety Plan

LAMPIRAN A
DATA PENDUKUNG

PERHUBUNGAN / COMMUNICATIONS

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month
 2004

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai - Nusa Penida		
	Naik Embarked	Turun Dis- embarked	Naik Embarked	Turun Dis- embarked	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / January	33.406	31.947	2.741	2.609	
02. Pebruari / February	26.600	27.922	1.545	1.598	
03. Maret / March	29.534	26.318	2.150	1.901	
04. April / April	27.868	27.716	3.150	1.945	
05. Mei / May	32.462	32.090	8.656	6.198	
06. Juni / June	33.644	34.174	3.543	2.206	
07. Juli / July	49.745	45.745	3.745	2.752	
08. Agustus / August	39.980	40.906	4.994	2.831	
09. September / September	34.683	37.367	3.784	2.698	
10. Oktober / October	41.476	39.692	3.587	2.226	
11. Nopember / November	64.442	57.619	4.608	2.566	
12. Desember / December	43.737	45.621	6.350	3.167	
Jumlah / Total :					
	2004	457.577	447.117	48.853	32.697
	2003	388.522	403.183	46.745	45.025
	2002	493.455	513.069	43.667	39.631
	2001	632.257	635.105	47.535	45.195
	2000	632.257	635.105	47.535	45.195

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : Communication Service of Karangasem Regency

PERHUBUNGAN / COMMUNICATIONS

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port
Each Month
 2 0 0 5

Bulan <i>Month</i>	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		
	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / <i>January</i>	39.272	34.532	2.442	1.571	
02. Pebruari / <i>February</i>	32.028	30.453	2.098	1.091	
03. Maret / <i>March</i>	37.057	30.753	3.125	1.892	
04. April / <i>April</i>	38.063	31.005	2.774	1.155	
05. Mei / <i>May</i>	37.817	37.426	4.158	1.283	
06. Juni / <i>June</i>	43.558	37.990	4.044	1.162	
07. Juli / <i>July</i>	59.331	51.440	9.633	8.155	
08. Agustus / <i>August</i>	51.691	50.696	4.084	2.283	
09. September / <i>September</i>	54.816	47.966	3.617	1.545	
10. Oktober / <i>October</i>	63.439	47.577	3.712	1.735	
11. Nopember / <i>November</i>	64.197	59.170	3.488	1.361	
12. Desember / <i>December</i>	43.267	39.744	3.134	1.087	
Jumlah / <i>Total</i> :					
	2005	564.536	498.752	46.309	24.320
	2003	457.577	447.117	48.853	32.697
	2004	388.522	403.183	46.745	45.025
	2002	493.455	513.069	43.667	39.631
	2001	632.257	635.105	47.535	45.195

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : *Communication Service of Karangasem Regency*

PERHUBUNGAN / COMMUNICATIONS

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port
Each Month
 2 0 0 5

Bulan <i>Month</i>	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		
	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / <i>January</i>	39.272	34.532	2.442	1.571	
02. Pebruari / <i>February</i>	32.028	30.453	2.098	1.091	
03. Maret / <i>March</i>	37.057	30.753	3.125	1.892	
04. April / <i>April</i>	38.063	31.005	2.774	1.155	
05. Mei / <i>May</i>	37.817	37.426	4.158	1.283	
06. Juni / <i>June</i>	43.558	37.990	4.044	1.162	
07. Juli / <i>July</i>	59.331	51.440	9.633	8.155	
08. Agustus / <i>August</i>	51.691	50.696	4.084	2.283	
09. September / <i>September</i>	54.816	47.966	3.617	1.545	
10. Oktober / <i>October</i>	63.439	47.577	3.712	1.735	
11. Nopember / <i>November</i>	64.197	59.170	3.488	1.361	
12. Desember / <i>December</i>	43.267	39.744	3.134	1.087	
Jumlah / <i>Total</i> :					
	2005	564.536	498.752	46.309	24.320
	2003	457.577	447.117	48.853	32.697
	2004	388.522	403.183	46.745	45.025
	2002	493.455	513.069	43.667	39.631
	2001	632.257	635.105	47.535	45.195

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : *Communication Service of Karangasem Regency*

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
*Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port
 Each Month*
 2 0 0 7

Bulan <i>Month</i>	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		
	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / <i>January</i>	40.679	38.987	6.393	5.003	
02. Pebruari / <i>February</i>	39.225	35.398	5.740	3.524	
03. Maret / <i>March</i>	40.725	35.226	10.289	6.303	
04. April / <i>April</i>	43.444	36.770	7.226	2.984	
05. Mei / <i>May</i>	45.686	39.582	5.863	6.547	
06. Juni / <i>June</i>	49.148	42.832	8.200	1.780	
07. Juli / <i>July</i>	64.770	55.538	7.499	5.478	
08. Agustus / <i>August</i>	56.728	49.436	4.680	3.686	
09. September / <i>September</i>	54.516	46.522	10.589	7.905	
10. Oktober / <i>October</i>	79.538	68.114	23.833	22.228	
11. Nopember / <i>November</i>	51.849	51.977	8.176	4.637	
12. Desember / <i>December</i>	53.084	44.759	6.252	5.586	
Jumlah / <i>Total</i> :					
	2007	619.392	545.141	104.740	75.661
	2006	597.533	538.304	42.554	24.411
	2005	564.536	498.752	46.309	24.320
	2004	457.577	447.117	48.853	32.697
	2003	388.522	403.183	46.745	45.025

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : *Communication Service of Karangasem Regency*

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
*Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port
 Each Month*
 2 0 0 7

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		
	Naik Embarked	Turun Dis- embarked	Naik Embarked	Turun Dis- embarked	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / January	40.679	38.987	6.393	5.003	
02. Pebruari / February	39.225	35.398	5.740	3.524	
03. Maret / March	40.725	35.226	10.289	6.303	
04. April / April	43.444	36.770	7.226	2.984	
05. Mei / May	45.686	39.582	5.863	6.547	
06. Juni / June	49.148	42.832	8.200	1.780	
07. Juli / July	64.770	55.538	7.499	5.478	
08. Agustus / August	56.728	49.436	4.680	3.686	
09. September / September	54.516	46.522	10.589	7.905	
10. Oktober / October	79.538	68.114	23.833	22.228	
11. Nopember / November	51.849	51.977	8.176	4.637	
12. Desember / December	53.084	44.759	6.252	5.586	
Jumlah / Total :					
	2007	619.392	545.141	104.740	75.661
	2006	597.533	538.304	42.554	24.411
	2005	564.536	498.752	46.309	24.320
	2004	457.577	447.117	48.853	32.697
	2003	388.522	403.183	46.745	45.025

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : Communication Service of Karangasem Regency

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port
Each Month
 2 0 0 8

Bulan <i>Month</i>	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		
	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-Embarked</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / <i>January</i>	48.499	46.514	4.907	4.544	
02. Pebruari / <i>February</i>	38.102	33.378	4.130	3.707	
03. Maret / <i>March</i>	51.609	42.437	4.530	3.737	
04. April / <i>April</i>	46.291	42.301	4.242	3.653	
05. Mei / <i>May</i>	51.424	44.774	5.067	4.309	
06. Juni / <i>June</i>	56.099	49.485	5.193	4.529	
07. Juli / <i>July</i>	66.183	58.240	6.093	5.093	
08. Agustus / <i>August</i>	65.089	56.556	5.550	4.776	
09. September / <i>September</i>	68.939	52.545	5.454	2.681	
10. Oktober / <i>October</i>	67.159	72.544	4.961	4.527	
11. Nopember / <i>November</i>	51.592	47.065	3.669	3.177	
12. Desember / <i>December</i>	58.036	51.005	570	551	
Jumlah / Total :					
	2008	669.022	596.844	54.366	45.284
	2007	619.392	545.141	104.740	75.661
	2006	597.533	538.304	42.554	24.411
	2005	564.536	498.752	46.309	24.320
	2004	457.577	447.117	48.853	32.697

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : *Communication Service of Karangasem Regency*

Tabel / Table 9.2.2
 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port
Each Month
 2009

Bulan <i>Month</i>	Padangbai - Lembar		Padangbai - Nusa Penida		
	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-embarked</i>	Naik <i>Embarked</i>	Turun <i>Dis-Embarked</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / <i>January</i>	49.749	48.338	4.380	3.888	
02. Pebruari / <i>February</i>	39.189	36.570	3.115	2.820	
03. Maret / <i>March</i>	54.934	46.058	4.311	3.783	
04. April / <i>April</i>	49.656	48.189	3.848	3.451	
05. Mei / <i>May</i>	54.844	51.736	8.106	3.401	
06. Juni / <i>June</i>	58.770	56.465	5.006	4.543	
07. Juli / <i>July</i>	68.314	61.244	5.530	4.540	
08. Agustus / <i>August</i>	63.469	57.093	5.459	4.897	
09. September / <i>September</i>	78.786	66.453	5.260	4.705	
10. Oktober / <i>October</i>	58.631	56.455	5.463	4.831	
11. Nopember / <i>November</i>	52.589	45.445	4.777	4.410	
12. Desember / <i>December</i>	59.459	52.883	0	45	
Jumlah / Total :					
	2009	688.390	626.929	55.255	45.314
	2008	669.022	596.844	54.366	45.284
	2007	619.392	545.141	104.740	75.661
	2006	597.533	538.304	42.554	24.411
	2005	564.536	498.752	46.309	24.320

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : *Communication Service of Karangasem Regency*

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Table 9.2.2 *Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month 2010*

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		
	Naik Embarked	Turun Dis- embarked	Naik Embarked	Turun Dis- Embarked	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / January	50.941	46.603	3.005	20.524	
02. Pebruari / February	45.628	42.159	4.452	3.727	
03. Maret / March	52.690	49.004	4.458	4.360	
04. April / April	49.798	45.965	4.404	3.854	
05. Mei / May	54.603	51.459	5.014	4.303	
06. Juni / June	55.246	54.884	4.886	4.705	
07. Juli / July	68.192	60.081	5.624	5.897	
08. Agustus / August	61.170	52.327	5.263	5.665	
09. September / September	81.334	75.112	3.997	3.689	
10. Oktober / October	59.044	55.734	4.999	5.082	
11. Nopember / November	51.782	47.147	1.220	964	
12. Desember / December	55.205	50.386	2.136	2.418	
Jumlah / Total	685.633	630.861	49.458	65.188	
	2009	688.390	626.929	55.255	45.314
	2008	669.022	596.844	54.366	45.284
	2007	619.392	545.141	104.740	75.661
	2006	597.533	538.304	42.554	24.411

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : Communication Service of Karangasem Regency

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
 Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month
 2011

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida	
	Naik Embarked	Turun Dis-embarked	Naik Embarked	Turun Dis-embarked
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
01. Januari / January	46.913	43.778	5.022	4.774
02. Pebruari / February	42.542	37.888	4.388	4.234
03. Maret / March	48.898	46.477	5.521	5.365
04. April / April	47.777	44.933	5.786	5.694
05. Mei / May	52.808	50.784	5.153	5.192
06. Juni / June	62.356	56.555	5.021	5.256
07. Juli / July	72.361	66.496	5.389	5.854
08. Agustus / August	71.567	62.308	6.041	4.926
09. September / September	-	-	-	-
10. Oktober / October	-	-	-	-
11. Nopember / November	57.601	58.668	4.012	3.875
12. Desember / December	64.531	64.630	4.289	3.911
Jumlah / Total	567.354	532.517	50.622	49.081
2010	685.633	630.861	49.458	65.188
2009	688.390	626.929	55.255	45.314
2008	669.022	596.844	54.366	45.284
2007	619.392	545.141	104.740	75.661

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : Communication Service of Karangasem Regency

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Table 9.2.2 *Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month*
 2012

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai - Nusa Penida		
	Naik Embarked	Turun Dis-embarked	Naik Embarked	Turun Dis-embarked	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
01. Januari / January	54.761	45.585	4.734	4.140	
02. Pebruari / February	53.839	46.934	3.393	4.452	
03. Maret / March	51.313	41.873	3.901	4.692	
04. April / April	58.569	49.986	4.360	5.066	
05. Mei / May	64.454	46.934	5.286	5.436	
06. Juni / June	70.035	63.813	5.337	5.979	
07. Juli / July	84.097	68.478	5.336	5.889	
08. Agustus / August	100.298	83.132	5.428	6.081	
09. September / September	76.009	68.836	2.368	2.656	
10. Oktober / October	72.391	62.318	-	-	
11. Nopember / November	68.541	57.525	2.989	3.486	
12. Desember / December	76.945	68.008	2.707	2.279	
Jumlah / Total	831.252	703.422	40.553	50.156	
	2011	567.354	532.517	50.622	49.081
	2010	685.633	630.861	49.458	65.188
	2009	688.390	626.929	55.255	45.314
	2008	669.022	596.844	54.366	45.284

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Karangasem
 Source : Communication Department of Karangasem Regency

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
Table 9.2.2 *Number of Passengers Arrivals and Departured at Padangbai Port Each Month*
 2013

Bulan <i>Month</i>	Padangbai - Lembar		Padangbai - Nusa Penida		Non-Pelayaran	
	Tiba <i>Arrivals</i>	Berangkat <i>Departured</i>	Tiba <i>Arrivals</i>	Berangkat <i>Departured</i>	Tiba <i>Arrivals</i>	Berangkat <i>Departured</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
01. Januari	52.289	66.647	6.577	7.016	8.543	9.351
02. Pebruari	46.660	55.767	4.587	4.902	8.916	10.032
03. Maret	52.794	66.750	4.644	5.640	11.617	14.461
04. April	51.902	61.377	4.873	4.608	13.009	14.215
05. Mei	53.504	63.388	5.850	5.691	15.852	16.533
06. Juni	61.151	73.125	5.756	6.474	14.470	16.346
07. Juli	82.677	79.912	6.251	9.400	18.501	21.943
08. Agustus	90.584	101.367	7.189	7.527	28.875	28.842
09. September	61.461	71.013	4.806	5.501	21.464	21.847
10. Oktober	59.741	72.832	2.806	2.646	18.122	18.936
11. Nopember	57.473	85.739	1.086	1.575	12.368	12.961
12. Desember	61.906	73.135	1.052	2.743	11.920	14.366
Jumlah / Total	732.141	871.052	55.477	63.723	183.657	199.833

Sumber : Kantor Kesyahbandaran Otoritas Pelabuhan Padangbai
 Source : Port Authority Office of Padangbai

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan
 Number of Passengers Arrivals and Departured at Padangbai Port Each Month
 2014

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai - Nusa Penida		Non-Pelayaran*)	
	Tiba Arrivals	Berangkat Departured	Tiba Arrivals	Berangkat Departured	Tiba Arrivals	Berangkat Departured
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
01. Januari	58.850	67.983	4.318	4.804	8.743	10.122
02. Pebruari	52.517	53.570	4.664	6.262	11.279	13.095
03. Maret	51.985	60.654	4.684	5.513	13.700	18.037
04. April	64.139	58.820	4.924	5.070	18.352	20.571
05. Mei	66.210	67.174	4.903	6.029	24.311	22.325
06. Juni	67.348	70.372	5.379	6.083	18.407	21.886
07. Juli	73.633	85.237	5.354	6.713	27.445	35.812
08. Agustus	64.113	64.052	5.402	5.764	31.491	39.614
09. September	64.125	66.657	5.430	8.038	26.125	30.485
10. Oktober	63.482	69.732	3.675	4.726	21.687	27.536
11. Nopember	59.441	62.600	1.598	2.212	15.496	21.461
12. Desember	64.317	73.735	1.456	2.213	14.124	18.488
Jumlah / Total	750.160	800.586	51.787	63.427	231.160	279.432

Sumber : Kantor Kesyahbandaran Otoritas Pelabuhan Padangbai (Data Diolah)
 Source : Port Authority Office of Padangbai

Keterangan: *) Fast Boat Padangbai - Gili Trawangan

TRANSPORTATION AND COMMUNICATION

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan 2015
 Table 9.2.2 Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month 2015

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai - Nusa Penida		Non-Pelayaran *)	
	Tiba Arrival	Berangkat Departured	Tiba Arrival	Berangkat Departured	Tiba Arrival	Berangkat Departured
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Januari	55.574	64.817	2.922	3.773	12.738	15.674
Pebruari	43.946	49.590	2.159	2.751	13.336	17.371
Maret	50.790	59.806	2.637	3.205	14.827	20.102
April	51.858	60.834	5.245	3.894	18.948	25.085
Mei	5.771	63.167	3.314	3.472	23.116	28.027
Juni	60.015	63.369	3.618	4.019	20.944	26.552
Juli	79.735	95.113	4.226	3.633	27.781	37.760
Agustus	67.959	70.272	3.750	3.605	38.341	47.639
September	59.972	65.583	2.615	3.365	31.096	36.403
Oktober	60.702	68.028	183	769	28.117	32.917
Nopember	59.711	66.505	2.204	2.828	23.701	24.616
Desember	67.479	74.386	3.386	3.410	22.079	27.159
Jumlah / Total	663.512	801.470	36.259	38.724	275.024	339.305

Sumber : Kantor Kesyahbandaran Otoritas Pelabuhan Padangbai
 Source : Port Authority Office of Padangbai

Keterangan : *) Fast Boat Padangbai – Gili Trawangan

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan, 2016
Table 9.2.2 Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month, 2016

Bulan Month (1)	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		Non-Pelayaran *)	
	Tiba	Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba	Berangkat
	Arrival	Departured	Arrival	Departured	Arrival	Departured
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Januari	57 636	60 719	2 483	2 615	23 375	23 950
Pebruari	50 645	51 436	3 095	2 742	20 865	22 414
Maret	62 472	60 828	2 659	2 445	25 682	29 089
April	53 005	57 003	2 443	2 171	26 013	28 663
Mei	62 592	67 025	3 204	2 747	30 683	34 612
Juni	60 258	64 499	4 309	4 674	28 120	32 041
Juli	85 179	91 227	4 036	3 729	39 855	46 038
Agustus	64 204	67 436	3 615	3 011	49 492	53 721
September	58 495	67 080	2 200	3 158	34 563	39 597
Oktober	57 340	63 317	1 094	1 739	34 027	35 749
Nopember	55 199	58 817	2 743	2 320	24 828	29 443
Desember	69 907	75 349	4 764	3 771	25 051	26 606
Jumlah / Total	736 932	784 736	36 645	35 122	362 554	401 923

Sumber : Kantor Kesyahbandaran Otoritas Pelabuhan Padangbai
 Source : Port Authority Office of Padangbai

Keterangan : *) Fast Boat Padangbai – Gili Trawangan

TRANSPORTATION AND COMMUNICATION

Tabel 9.2.2 Arus Penumpang Kapal Laut pada Pelabuhan Laut Padangbai Setiap Bulan, 2017
Number of Passengers Embarked and Disembarked at Padangbai Port Each Month, 2017

Bulan Month	Padangbai - Lembar		Padangbai – Nusa Penida		Padangbai – Gili Terawangan	
	Tiba Arrival	Berangkat Departured	Tiba Arrival	Berangkat Departured	Tiba Arrival	Berangkat Departured
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Januari	58 623	62 143	4 921	3 951	26 395	31 351
Pebruari	45 728	48 360	4 065	2 451	19 003	23 038
M a r e t	51 615	52 938	2 310	2 376	23 537	33 330
A p r i l	52 168	56 243	2 869	1 968	33 622	36 271
M e i	52 533	57 295	2 596	2 185	37 664	42 948
J u n i	58 614	66 572	3 345	3 218	35 901	41 545
J u l i	75 987	74 339	3 676	2 726	47 402	54 713
Agustus	62 835	63 793	4 079	3 026	49 765	59 998
September	60 146	63 183	418	278	37 664	42 948
Oktober	54 019	60 714	1 243	1 385	37 309	45 552
Nopember	53 718	56 174	2 936	1 673	27 291	35 815
Desember	58 160	64 039	2 805	2 080	20 532	27 028
Jumlah / Total	684 146	725 793	35 263	27 317	396 085	474 537

Sumber : Kantor Kesyahbandaran Otoritas Pelabuhan Padangbai
 Source : Port Authority Office of Padangbai

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN TEKNIS

Air Supported Vessel (ASV)

tahun	penumpang	selisih	per hari	2 trip	3 kapal
2017	725793	0	0	0	0
2018	825370	99577	273	136	45
2019	855782	129989	356	178	59
2025	978257	252464	692	346	115

Data kapal yang diambil	Value	Unit
Jumlah penumpang:	60	orang
Jumlah <i>trip</i> :	2	trip
Jumlah kapal:	3	kapal

List	Value	Unit
Penumpang:	60	orang
Berat penumpang :	75	kg
Berat barang bawaan	25	kg
Berat total penumpang	4500	kg
Berat total barang bawaan	1500	kg
Berat total:	6000	kg
<i>Payload</i> :	6	ton

Ukuran utama kapal

I	II
Data kapal pebanding	Hasil Perhitungan
l	20
b	6
h	2
t	0.9
Pax	60
Payload	6
dwt	6.6

Rumus Geosim

$$k = \sqrt[3]{\frac{w2}{w1}}$$

k =	1
l2 =	20
b2 =	6
h2 =	2
t2 =	0.92

L	20 m	L/B	3.3
LWL	19.6 m	B/T	5.5
H	2.5 m	T/H	0.44
B	6 m	$\rho =$	1025 kg/m ³
T	1.1 m	=	1.025 ton/m ³
g	9.81 m/s ²		
V _{service} =	30 knot		
=	15.4 m/s ²		
V _{max} =	35 knot		
=	18.01 m/s ²		

HITUNGAN

Frude Number

Speed (knot)	Fn _(L)	Fn _v	$Fn_{(L)} = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}}$
30	1.1	4.99	
35	1.3	2.57	

$$Fn_v = \frac{V}{\sqrt{g \nabla^{1/3}}}$$

Ratio of Dimension

L/B =	3.3	$2.52 \leq L/B \leq 18.26$
B/T =	5.5	$1.7 \leq B/T \leq 9.8$
$L / \nabla^{1/3} =$	5.431	$3.07 \leq L / \nabla^{1/3} \leq 12.4$
LCG / L =		$0.016 \leq LCG/L \leq 0.0656$

Block Coefficient

C _B =	(Permodelan Maxurft)	
=	0.378	(Ref: BKI Vol. III - Rules for High Speed C
=	$\Delta / (1.025 \times L \times B \times T)$	Section 3-7/ Page 120)
=	0.378	

Midship Section Coefficient

C _M =	(Permodelan Maxurft)
=	0.507

Watterplane Coefficient

C _{WP} =	(Permodelan Maxurft)
=	0.786

Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)

— LCB (%) =	-11.022 %LPP	— LCB dari AP =	7.639688
— LCB dari M =	-2.16031	— LCB dari FP =	11.96031

Prismatic Coefficient

C _P =	C _B /C _M
=	0.746

∇ (m3)

∇ =	LWL x B x T x CB
=	48.898 m ³
=	(Pemodelan Redraw Maxsurf)
=	49.943 m ³

• Δ (ton)

Δ =	LWL x B x T x CB x ρ
=	50.121 ton
=	(Pemodelan Maxsurf)
=	51.2 ton

Resistance Calculation (Savitsky Method)

Input Data:

Vs = 30 knot	b = Bpx = maksimum chine beam (maxsurf)
= 15.432 m/s	= 5.6 m
= 47.2587 ft/sec	= 3.28084 ft
Vs = 20 knot	= 49.943 m3
= 10.288 m/s	Δ = 51.19 ton
= 67.5124 ft/sec	= 51190 kg
Vmax = 35 knot	= 112854.5 lbs
= 23.15 m/s	WSA = 92.318 m2
= 75.9514 ft/sec	l = Perbandingan panjang dan lebar WSA
ρ = 1025 kg/m3	= 3.26
= 1.025 ton/m3	t = 2 °
= 1.988828 slugs/cu.ft	= 3 °
u = 1.19E-06	= 4 °
g = 9.81 m/s2	b = 0 ° (asumsi)

Calculation:

1. Perhitungan Koefisien Kecepatan (Cv)

$$Cv = \frac{V}{\sqrt{gb}}$$

$$= 2.08$$

2. Perhitungan Froude Number Volume

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}}$$

$$= 2.567$$

• Perhitungan Froude Number LWL

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}}$$

$$= 1.112909$$

3. Perhitungan Koefisien Angkat (Clo)

$$Clo = \frac{\Delta}{\frac{\rho}{2} x V^2 x Bpx^2}$$

$$= 4.7$$

4. Perhitungan Volume Displasemen

$$= L \times B \times T \times CB$$

$$= 48.9 \text{ m3}$$

$$= 49.9 \text{ m3} \quad (\text{Maxsurf})$$

5. Perhitungan Reynold Number (Rn)

$$Rn = \frac{V_1 \times \lambda \times b}{\nu}$$

$$= 0.000726$$

$$= 0.000726$$

6. Perhitungan Koefisien Tahanan Gesek (Cf)

$$Cf = \frac{1}{(3.5 \log Rn - 5.96)^2}$$

$$= 0.0035$$

7. Perhitungan Hambatan Total (RT)

$$RT = \Delta \tan \tau + \frac{1/2 \rho V^2 \lambda b^2 Cf}{\cos \tau \cos \beta}$$

$$= 4212.5 \text{ lbs}$$

$$= 54.2 \text{ kN}$$

Resistance Calculation (Maxsurf)

No	Speed (knot)	Fn (L _{WL})	Fn (Vol.)	Savitsky Pre-	Savitsky Pre-	Savitsky Planing	Savitsky Planing	40% reduction
1	0	0	0	--	--	--	--	
2	0.75	0.028	0.064	--	--	--	--	
3	1.5	0.056	0.128	--	--	--	--	
4	2.25	0.083	0.193	--	--	--	--	
5	3	0.111	0.257	--	--	--	--	
6	3.75	0.139	0.321	--	--	--	--	
7	4.5	0.167	0.385	--	--	--	--	
8	5.25	0.195	0.449	--	--	--	--	
9	6	0.223	0.513	--	--	--	--	
10	6.75	0.25	0.578	--	--	--	--	
11	7.5	0.278	0.642	--	--	--	--	
12	8.25	0.306	0.706	--	--	--	--	
13	9	0.334	0.77	--	--	--	--	
14	9.75	0.362	0.834	--	--	--	--	
15	10.5	0.389	0.899	--	--	--	--	
16	11.25	0.417	0.963	--	--	--	--	
17	12	0.445	1.027	16	--	--	--	
18	12.75	0.473	1.091	22.1	--	--	--	
19	13.5	0.501	1.155	26.2	--	--	--	
20	14.25	0.529	1.219	29.9	--	--	--	
21	15	0.556	1.284	33.5		39.2		23.52
22	15.75	0.584	1.348	36.9		40.7		24.42
23	16.5	0.612	1.412	39.3		42.1		25.26
24	17.25	0.64	1.476	37.4		43.5		26.1
25	18	0.668	1.54	36.5		44.9		26.94
26	18.75	0.695	1.605	36.4		46.2		27.72
27	19.5	0.723	1.669	38.8		47.4		28.44
28	20.25	0.751	1.733	40.7		48.6		29.16
29	21	0.779	1.797	42.1		49.6		29.76
30	21.75	0.807	1.861	42.5		50.5		30.3
31	22.5	0.835	1.926	42.7		51.3		30.78
32	23.25	0.862	1.99	42.6		52		31.2
33	24	0.89	2.054	--	--	52.6		31.56
34	24.75	0.918	2.118	--	--	53		31.8
35	25.5	0.946	2.182	--	--	53.4		32.04
36	26.25	0.974	2.246	--	--	53.7		32.22
37	27	1.002	2.311	--	--	53.9		32.34
38	27.75	1.029	2.375	--	--	54.1		32.46
39	28.5	1.057	2.439	--	--	54.3		32.58
40	29.25	1.085	2.503	--	--	54.4		32.64
41	30	1.113	2.567	--	--	54.5		32.7

Propulsion & Power Calculation

Input Data:

RT =	32.7 kN		Vs =	30 knot	32700
ρ =	1025 kg/m ³		=	15.432 m/s	
ρ =	1.025 ton/m ³				

Calculation:

1. Perhitungan Daya Efektif Kapal (EHP)

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_T \times V_s \\ &= 504.6264 \quad \text{HP} \qquad \qquad 676.7150329 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Gaya Dorong (Thrust)

$$\begin{aligned} T(\text{net}) &= \frac{R_T}{(1-t)} & t &= 0 \quad t = -0.05 \sim 0.2 ; \text{diambil } 0 \\ &= 32.7 \quad \text{kN} & &= \text{Blount, 1997} \quad ; \text{ Untuk high-speed craft yang} \\ & & & \text{ menggunakan sistem propulsi waterjet} \\ T(\text{net})/2 &= 16.35 \quad \text{kN} \\ &= 16350 \quad \text{N} \\ &= 17404.94508 \quad \text{lbs} \end{aligned}$$

3. Perhitungan DHP Awal dengan OPC Perencanaan

$$\begin{aligned} \text{DHP1} &= (T/z) \times (V_s/\text{OPC}) & z &= 2 \\ &= 504.6264 \quad \text{kW} & &= 2 \text{ buah waterjet} \\ &= 676.7150329 \quad \text{HP} & \text{OPC} &= 0.5 \\ & & &= \text{OPC Waterjet Perencanaan Awal} \end{aligned}$$

Daya total 2 engine, 2 waterjet =

$$\begin{aligned} \text{DHP2} &= \text{DHP1} \times 2 \\ &= 1009.2528 \quad \text{kw} \\ &= 752.599813 \quad \text{HP} \qquad \qquad \rightarrow \text{PD} = \text{DHP} \\ &= 1009.2528 \quad \text{kW} \\ &= 1353.430066 \quad \text{HP} \end{aligned}$$

4. Penentuan Diameter Inlet Pompa Waterjet

(lihat katalog waterjet)

$$\begin{aligned} D_i &= 600 \text{ mm} \\ &= 0.6 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Rasio Luasan Nozzle

$$\begin{aligned} A_i &= p / 4 \times D_i^2 & \text{AR} &= 0.12 \quad \text{m}^2 \\ &= 2.180555556 \quad \text{m}^2 & &= \text{Perencanaan awal (asumsi)} \\ A_n &= \text{AR} \times A_i \\ &= 0.261666667 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

Luasan Nozzle

$$\begin{aligned} D_n &= \sqrt{\text{AR} \times D_i} \\ &= 0.268328157 \end{aligned}$$

5. Perhitungan Kecepatan Inlet Nozzle (Vi)

$$\begin{aligned} V_i &= (1-w) \times V_s & w &= 0.05 \\ &= 14.6604 \quad \text{m/s} & & ; \text{ Fraksi arus ikut menurut ITTC 1996} \end{aligned}$$

6. Perhitungan Kecepatan Outlet Nozzle (Vj)

$$\begin{aligned} V_j &= 0.5 \times \left(V_i + \sqrt{V_i^2 + \frac{4 \cdot T}{\rho \cdot A_n}} \right) \\ &= 20.58357622 \text{ m/s} \end{aligned}$$

7. Perhitungan Laju Aliran Massa (m)

$$\begin{aligned} m &= \rho \times Q_j \\ &= 5520.686671 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Perbandingan kecepatan kapal dan kecepatan aliran yang melewati jet

$$\begin{aligned} m &= V_s/V_j \\ &= 0.749723947 \end{aligned}$$

8. Perhitungan Efisiensi Jet Ideal dan Jet Aktual

$$h_{J(\text{ideal})} = \frac{2 \times \mu}{1 + \mu}$$

$$= 0.856962549$$

$$h_{J(\text{aktual})} = \frac{1}{1-w} \times \frac{2 \cdot \mu \cdot (1-\mu)}{(1+\psi) - (1-\zeta)x\mu^2 + \frac{2 \cdot g \cdot h_j}{V_j^2}}$$
$$= 0.584823682$$

Keterangan =

$$\begin{aligned} w &= \text{Fraksi arus ikut} \\ &= 0.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= \text{Koefisien kerugian inlet} \\ &= 16\% - 20\% \quad ; \text{diambil } 18\% \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_j &= \text{Perubahan elevasi antara inlet dan outlet} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= \text{Koefisien kerugian pada nozzle} \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

9. Perhitungan Overall Propulsive Coefficient (OPC)

$$\begin{aligned} \text{OPC} &= \eta_{J(\text{aktual})} \times \eta_p \times \eta_{rr} \times \eta_T (1-t) \\ &= 0.550431371 \end{aligned}$$

$$\eta_{J(\text{aktual})} = 0.58482368$$

$$\eta_p = 0.98 \text{ ; asumsi}$$

$$\eta_{rr} = 0.98 \text{ ; PNA Vol. II Page 163}$$

$$\eta_T = 0.98 \text{ ; Parametric Design Page 11-33}$$

10. Perhitungan Power Engine pada Kecepatan Maksimal

a. Perhitungan DHP

$$\begin{aligned} \text{DHP} &= (T/z) \times (V_s/\text{OPC}) \\ &= 458.39 \text{ kW} \\ &= 614.71 \text{ HP} \end{aligned}$$

b. Perhitungan SHP

Untuk kapal dengan kamar mesin terletak pada bagian belakang kapal akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan kapal dengan kamar mesin terletak pada bagian midship kapal mengalami losses sebesar 3%. (Principle of Naval Architecture, Vol. II Page 131)

Pada perencanaan ini, letak kamar mesin berada di bagian belakang kapal.

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{DHP}/\eta_s \eta_b \\ &= 627.26 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_s \eta_b &= \text{Losses letak kamar mesin} \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

c. Perhitungan BHPscr

Untuk menghindari terjadinya kavitasasi pada impeller pompa sistem waterjet akibat putaran dari pemilihan Main Engine, maka digunakan gearbox yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan putar tetapi terjadi losses akibat gearbox.

$$\begin{aligned} \text{BHPscr} &= \text{SHP}/\eta_G \\ &= 640.06 \text{ HP} \end{aligned}$$

; Parametric Design, Page 11-31

d. Perhitungan BHPmcr

Merupakan daya yang keluar pada kondisi maksimum dari motor induk, dimana besarnya antara 10% - 20% atau menggunakan engine margin sebesar 15%.

Daya BHPscr diambil 85% untuk efisiensi.

$$\begin{aligned} \text{BHPmcr} &= 753.0 \text{ HP} \\ &= 561.5 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\eta_G = \text{Losses akibat gearbox}$$

$$= 0.98$$

$L_{PP} = 20.000$ m	$T = 1.000$ m
$L_{WL} = 19.600$ m	$V_S = 30.000$ knots
$B = 6.000$ m	$V_S = 15.433$ m/s
$H = 2.500$ m	$C_B = 0.37834$

PERHITUNGAN KONSTRUKSI

1. Beban Dinamis Eksternal

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$C_0 = (L/25 + 4,1) \times Crw$$

$$C_0 = 4,41$$

$$f = 1 \text{ pelat}$$

$$f = 0,75 \text{ penegar}$$

$$f = 0,6 \text{ penumpu}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2} \quad L < 90 \text{ m}$$

$$= 0,4714$$

$$Crw = 0,9 \text{ restricted service range (P)}$$

$$Po1 = 2,6(Cb+0,7) \cdot Co \cdot Cl$$

maka:

$$P_0 = 4,237 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{pelat}$$

$$P_0 = 3,178 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{penegar}$$

$$P_0 = 2,542 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{penumpu}$$

$$Po1 = 5,829 \quad \text{kN/m}^2$$

2. Beban Alas

Harga CF dapat di cari dari tabel di bawah ini

	Range	Factor c_D	Factor c_F
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/Cb [0,2 - x/L]$
	$x/L = 0,10$	$C_D = 1,10$	$C_F = 2,322$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	$x/L = 0,50$	$C_D = 1$	$C_F = 1,000$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/Cb [x/L - 0,7]$
	$x/L = 0,85$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $L_{\min} = 100 \text{ m}$ $C_D =$	$C_F = 2,189$

$$P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_F$$

$$P_{BI} = 10 \cdot T + P_{o1} \cdot 2 \cdot |y|/B$$

Cf =	2.32	$0 \leq x/L < 0,2$
Cf =	1.00	$0,2 \leq x/L < 0,7$
Cf =	2.189	$0,7 \leq x/L \leq 1$
Po =	4.24 kN/m ²	pelat
Po =	3.18 kN/m ²	penegar
Po =	2.54 kN/m ²	penumpu
Po1 =	5.8 kN/m ²	

maka:

Beban pada dasar kapal untuk daerah $0 \leq X/L < 0.2$

$P_B =$	19.836 kN/m ²	pelat
$P_B =$	17.377 kN/m ²	penegar
$P_B =$	15.902 kN/m ²	penumpu

$$y = 0.000 \text{ m}$$
$$P_{BI} = 10.000$$

Beban pada dasar kapal untuk daerah $0.2 \leq X/L < 0.7$

$P_B =$	14.237 kN/m ²	pelat
$P_B =$	13.178 kN/m ²	penegar
$P_B =$	12.542 kN/m ²	penumpu

$$y = 0.000 \text{ m}$$
$$P_{BI} = 10.000$$

Beban pada dasar kapal untuk daerah $0.7 \leq X/L \leq 1$

$P_B =$	19.276 kN/m ²	pelat
$P_B =$	16.957 kN/m ²	penegar
$P_B =$	15.566 kN/m ²	penumpu

$$y = 0.000 \text{ m}$$
$$P_{BI} = 10.000$$

3. Perencanaan Tebal Pelat

Keterangan :

k = Faktor material berdasarkan section 2.B.2

k = 1

Pb Beban alas

Ps Beban sisi

nf = 1 Untuk Konstruksi melintang

nf = 0.83 Untuk Konstruksi memanjang

$\sigma_{perm} = 230/k$ (N/m²), untuk L > 90 m

σ_{LB} = Bending stress max pada hull girder

$\sigma_{LB} = 120/k$ (N/m²) untuk pendekatan awal

a = jarak penegar

= 0.4 m ceruk buritan, ceruk haluan dan kamar mesin

= 0.5 m ruang muat

tk = 1.5 untuk t' < 10 mm

tk = $\frac{0.1 \cdot t'}{k^{0.5}} + 0.5$ untuk t > 10 mm (max 3 mm)

Tebal pelat alas di ruang muat L ≥ 90m

$t_{B1} = 1.9 \cdot nf \cdot a \cdot (P_b \cdot k)^{0.5} + tk$

$t_{B2} = 1.21 \cdot a \cdot (P_b \cdot k)^{0.5} + tk$

tmin = (1.5 - 0.01 · L) · (L · k)^{0.5}

tmin = 5.814 mm

Tebal pada dasar kapal untuk daerah $0 \leq X/L < 0.2$

$t_{B1} = 4.885$ mm

$t_{B2} = 3.656$ mm

Tebal pada dasar kapal untuk daerah $0.2 \leq X/L < 0.7$

$t_{B1} = 5.085$ mm

$t_{B2} = 3.783$ mm

Tebal pada dasar kapal untuk daerah $0.7 \leq X/L \leq 1$

$t_{B1} = 4.837$ mm

$t_{B2} = 3.625$ mm

4. Modulus

$W = c \cdot T \cdot e \cdot \ell^2$

$\ell = 6$

$\ell_{min} = 0.7B$

= 4.200

c = 7.5 for spaces which may be empty at full draught, e.g.

4.5 elsewhere

Modulus Daerah $0 \leq X/L < 0.2$ dan $0.7 \leq X/L \leq 1$

$e = 0.40$ m jarak penegar
 2 m jarak penumpu

Modulus untuk penegar

$$W = 108.000 \text{ cm}^3$$

Profil = L 120x80x8

Modulus untuk penumpu

$$W = 540.000 \text{ cm}^3$$

Pemilihan Profil Penumpu:

$e = 2$

$\ell = 6$

Perancangan profil (BKI 2009 bab 3)

$\ell/e = 3.00$

$e m_1 = 0.92$ (interpolasi)

$e m_1 \times e = 1.84$ m (lebar efektif)

	ukuran	tebal
face	210	6
web	300	6
pengikut	1840	6

	A [cm ²]	d	A. d	Ad ²	bh ³ /12
face	12.6	30.9	389.34	12030.6	0.378
web	18	15.6	280.8	4380.48	1350
pengikut	110.4	0.3	33.12	9.936	3.312
	141		703.26	16421	1353.69

$$Z1 = \sum Ad/A = 4.988 \text{ cm}$$

$$Z2 = \sum h - Z1 = 26.212 \text{ cm}$$

$$I_{xx} = \sum Ad^2 + \sum bh^3/12$$

$$= 17775 \text{ cm}^4$$

$$I_{NA} = I_{xx} - Z^2 \cdot \sum A$$

$$= 14267 \text{ cm}^4$$

$$W_{desain} = I_{NA} / Z1$$

$$= 2860.48 \text{ cm}^3$$

$$W_{desain} = I_{NA} / Z2$$

$$= 544.29 \text{ cm}^3$$

$$\text{Modulus: } 544.29 \text{ cm}^3$$

Profile T 280x22x6

Modulus Daerah $0.2 \leq X/L < 0.7$

$e = 0.50$ m jarak penegar
 2 m jarak penumpu

Modulus untuk penegar**Modulus untuk penumpu**

$$W = 135.0 \text{ cm}^3$$

$$W = 540.000 \text{ cm}^3$$

Profil = L 130x75x10**Pemilihan Profil Penumpu:**

$e = 2$
 $\ell = 6$

Perancangan profil (BKI 2009 bab 3)

$$\ell/e = 3.00$$

$$em1 = 1.08 \quad (\text{interpolasi})$$

$$em1 \times e = 2.16 \text{ m} \quad (\text{lebar efektif})$$

	ukuran	tebal
face	190	8
web	300	8
pengikut	2160	8

	A [cm ²]	d	A. d	Ad ²	bh ³ /12
face	15.2	31.2	474.24	14796.3	0.81067
web	24	15.8	379.2	5991.36	1800
pengikut	172.8	0.4	69.12	27.648	9.216
	212		922.56	20815.3	1810.03

$$Z1 = \sum Ad/A = 4.352 \text{ cm}$$

$$Z2 = \sum h - Z1 = 27.248 \text{ cm}$$

$$I_{xx} = \sum Ad^2 + \sum bh^3/12$$

$$= 22625 \text{ cm}^4$$

$$I_{NA} = I_{xx} - Z^2 \cdot \sum A$$

$$= 18611 \text{ cm}^4$$

$$W_{desain} = I_{NA} / Z1$$

$$= 4276.63 \text{ cm}^3$$

$$W_{desain} = I_{NA} / Z2$$

$$= 683.00 \text{ cm}^3$$

$$\text{Modulus: } 683.00 \text{ cm}^3$$

Profile T 320x22x8

2. BLOK 2

Panjang blok = 6 m

Jarak gading = 0.500 m

Midship = 10.000

PIECE PART	Jml	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				Volume (m ³)	Volume dgn las	LCG Mid (m)	VCG dari Base (m)	Momen LCG (Ton.m)	Momen VCG (Ton.m)	
								0.030					
Pelat Sisi	2	19300000	6				0.232	0.239	-3.500	1.150	-6.554	2.153	
Pelat Alas	2	14100000	6				0.169	0.174	-3.500	0.300	-4.788	0.410	
Pelat Geladak Penumpang	2	17800000	6				0.214	0.220	-3.500	1.103	-6.045	1.905	
Sekat Depan RM	1	3520000	6				0.021	0.022	-6.000	0.600	-1.025	0.102	
Sekat Belakang RM	1	3520000	6				0.021	0.022	-8.000	0.600	-1.366	0.102	
Melintang													
Frame 12	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-6.600	1.100	-1.289	0.215
Frame 13	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-6.100	1.100	-1.191	0.215
Frame 14	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-5.600	1.100	-1.093	0.215
Frame besar 15	2	5890.00	T 320x20x8	380	8	20	8	0.038	0.039	-5.100	1.100	-1.554	0.335
Frame 16	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-4.600	1.100	-0.898	0.215
Frame 17	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-4.100	1.100	-0.801	0.215
Frame 18	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-3.600	1.100	-0.703	0.215
Frame 19	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-3.100	1.100	-0.605	0.215
Frame besar 20	2	5890.00	T 320x20x8	380	8	20	8	0.038	0.039	-2.600	1.100	-0.792	0.335
Frame 21	2	5890.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-2.100	1.100	-0.410	0.215
Frame 22	2	5870.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-1.600	1.100	-0.311	0.214
Frame 23	2	5840.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-1.100	1.100	-0.213	0.213
Frame 24	2	5830.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.025	-0.600	1.100	-0.116	0.213
Memanjang													
Girder Atas	1	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.019	0.020	-3.000	2.650	-0.466	0.411
Girder Geladak Penumpang	1	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.019	0.020	-3.000	1.155	-0.466	0.179
Girder Alas	1	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.019	0.020	-3.000	0.350	-0.466	0.054
Stringer	2	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.038	0.040	-3.000	1.115	-0.931	0.346
TOTAL BAJA								1.093	1.126			-32.084	8.693
								8.839					
PIECE PART	Jml	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				Berat (ton)	LCG Mid (m)	VCG dari Base (m)	Momen LCG (Ton.m)	Momen VCG (Ton.m)		
Kaca													
Jendela Sisi	2	9000000	6				0.270	-3.500	3.100	-0.945	0.837		
TOTAL KACA							0.270			-0.945	0.837		
Bangunan Atas													
Dinding Sisi	2	6000000	5				0.471	-3.500	3.750	-1.649	1.766		
Atap	2	15900000	5				1.248	-3.000	4.950	-3.744	6.178		
Rangka Sisi	24	2500					0.471	-3.200	3.750	-1.507	1.766		
Rangka Atap	24	2900					0.546	-3.200	3.750	-1.748	2.049		
TOTAL BANGUNAN							2.737			-8.649	11.760		
Nb :		Berat = 11.85 Ton					ρ baja = 8 Ton/m³						
		LCG = -3.5 m					ρ kaca 6 mm = 15 kg/m²						
		VCG = 1.80 m					ρ ABS = Ton/m³						

3. BLOK 3

Panjang blok = 6 m

Jarak gading = 0.500 m

Midship = 10.000

PIECE PART	Jml	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				Volume (m3)	Volume dgn las	LCG Mid (m)	VCG dari Base (m)	Momen LCG (Ton.m)	Momen VCG (Ton.m)	
								0.030					
Pelat Sisi	2	18350000	6				0.220	0.227	2.580	1.150	4.594	2.047	
Pelat Alas	2	12400000	6				0.149	0.153	2.580	0.300	3.104	0.361	
Pelat Geladak Penumpang	2	15980000	6				0.192	0.198	2.580	2.200	4.000	3.411	
Melintang													
Frame besar 25	2	5820.00	T 320x20x8	380	8	20	8	0.037	0.038	-0.600	1.100	-0.181	0.331
Frame 26	2	5770.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.024	0.024	-0.100	1.100	-0.019	0.210
Frame 27	2	5640.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.023	0.024	0.400	1.100	0.075	0.206
Frame 28	2	5560.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.023	0.023	0.900	1.100	0.166	0.203
Frame 29	2	5450.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.022	0.023	1.400	1.100	0.253	0.199
Frame besar 30	2	5340.00	T 320x20x8	380	8	20	8	0.034	0.035	1.900	1.100	0.525	0.304
Frame 31	2	5220.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.021	0.022	2.400	1.100	0.415	0.190
Frame 32	2	5100.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.021	0.022	2.900	1.100	0.490	0.186
Frame 33	2	4970.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.020	0.021	3.400	1.100	0.560	0.181
Frame 34	2	4840.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.020	0.020	3.900	1.100	0.626	0.176
Frame besar 35	2	4540.00	T 320x20x8	380	8	20	8	0.029	0.030	4.400	1.100	1.034	0.258
Frame 36	2	4240.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.017	0.018	4.900	1.100	0.689	0.155
Frame 37	2	4030.00	L 130x75x10	130	10	75	10	0.017	0.017	5.400	1.100	0.721	0.147
Memanjang													
Girder Atas	1	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.019	0.020	5.500	2.650	0.854	0.411
Girder Geladak Penumpang	1	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.019	0.020	5.500	1.155	0.854	0.179
Girder Alas	1	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.019	0.020	5.500	0.300	0.854	0.047
Stringer	2	6000	T 320x20x8	380	8	20	8	0.038	0.040	5.500	1.000	1.708	0.310
TOTAL BAJA								0.966	0.995			21.321	9.514
									7.807				
PIECE PART	Jml	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)					Berat (ton)	LCG Mid (m)	VCG dari Base (m)	Momen LCG (Ton.m)	Momen VCG (Ton.m)	
Kaca													
Jendela Sisi	2	1750000	6					0.053	2.580	3.000	2.032	2.363	
kaca depan	1	2200000	6					0.055	2.580	3.000	2.129	2.475	
TOTAL KACA								0.108			4.160	4.838	
Bangunan Atas													
Dinding Sisi	2	13600000	5					1.068	2.580	3.400	2.754	3.630	
Atap	2	10600000	5					1.590	3.000	3.800	4.770	6.042	
Rangka Sisi	24	2500						0.471	3.700	3.400	1.743	1.601	
Rangka Atap	24	2900						0.546	3.700	3.800	2.022	2.076	
TOTAL BANGUNAN								3.675			11.289	13.349	
Nb :		Berat = 11.590 Ton						ρ baja = 8 Ton/m³					
		LCG = 2.99 m						ρ kaca 6 mm = 15 kg/m²					
		VCG = 2.39 m						ρ kaca 10 mm = 25 kg/m²					

Penentuan Mesin Utama

MCR Mesin

BHP = 561.5 kW
= 753.0 HP

Mesin

Brand = **Man**
Type = **D2676 LE 453**

Daya Mesin

Daya = 625 kW
= 837.58 HP

Konsumsi Fuel Oil

SFC = 199 g/kWh
= 146.36 g/BHP

Konsumsi Lubrication Oil

= 0.9 g/kWh

Pemilihan Mesin Induk

Output = 625 kW
n = 2300 rpm
Length = 1795 mm
Width = 986 mm
Height = 1096 mm
Weight = 1.215 ton
= 1215 kg

volum

Penentuan Waterjet

Spesifikasi Waterjet

Brand = Thrustmaster Doen Waterjets
Type = DJ140 100 Series
n = 2300 RPM
Shaft power = 670 kW
length = 2530 mm
Height = 755 mm
Width = 600 mm

Weight = 375 kg
= 0.375 ton

Penentuan Generator Set

Generator Set

Daya Genset 1 mesin = 25% . Engine
= 157.226 kW
= 210.843 HP

Daya Fan centrifugal yang di butuhkan 3-6% diambil 5%
16.8456 kw

Daya genset untuk 2 mesin 314.4511

Pemilihan Genset (Mesin)

Brand = **CAT Marine Power Systems**

Type = **CAT C7.1**

Maximum Power = 175 kW
= 175 kW
= 235 HP
Speed = 1800 rpm
Frequency = 60 Hz
Bore x Stroke = 105x135 mm
Length = 1700 mm
Height = 1123 mm
Width = 956 mm
Dry mass = 1.61 ton
= 1610 kg
Diesel Oil = 211.7 g/kWh
= 155.7 g/BHP
Lubrication Oil = 0.5 g/kWh
l_{cg} dari ap = 4.275



Fan Centrifugal

Volume ruang kosong dibawah kapal =

38.0552 m³

power = 18.50 kw

L = 1.31 m

W = 1.10 m

H = 1.59 m


berat = 480 kg

0.48 ton

EQUIPMENT AND OUTFITTING

1. Kursi Penumpang

Jumlah kursi =	60 unit
Massa Jenis =	600 kg/m ³
Panjang =	1.13 m
Tebal =	0.04 m
Lebar =	0.45 m
Volume =	0.02034 m ³
Berat kursi =	5.5 kg
Berat Total =	330 kg



MEDEL KH-06A

ZOOM

[See larger image](#)

440mm 17inch Marine ferry boat passenger seat Quality Choice

Inquiries: 100+

FOB Price: US \$50 - 70 / Piece | [Get Latest Price](#)

Min Order Quantity: 10 Piece/Pieces

Supply Ability: 5000 Piece/Pieces per Month

Port: Shanghai

Payment Terms: L/C, D/A, D/P, T/Western Union, MoneyGram

Contact Supplier
Start Order

[Leave Messages](#)

Trade Assurance
Place order online and pay to the designated bank account to get full protection.

Payment protection

3. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga berat peralatan navigasi diasumsikan

sebesar =	750 kg	LCG	16.5 m
	0.75 ton	VCG dari Base	3.5 m

4. Peralatan Keselamatan (Life Raft dan Life Jacket)

Life Raft

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal =	63 orang	vcg	0.7
Kapasitas angkut 1 life raft =	16 orang	lcg	0.5
Life raft yang dibutuhkan =	4 buah	vcg base	2.85
Total kapasitas life raft =	64 orang		
Berat 1 unit life raft =	140 kg		
	0.14		



ZOOM

[See larger image](#)

Marine liferaft

FOB Price: US \$600 - 5,000 / Piece | [Get Latest Price](#)

Min Order Quantity: 1 Piece/Pieces for Marine liferaft

Supply Ability: 500 Piece/Pieces per Month for Marine liferaft

Port: Shanghai or Ningbo

Payment Terms: L/C, T/Western Union

Contact Supplier
Chat Now!

• **Life Jacket**

Life jacket harus memenuhi jumlah semua penumpang dan kru diatas kapal dengan jumlah 238 penumpang dan 10 kru kapal

mlah penumpang dan kru kapal =	63	orang		
Life jacket yang dibutuhkan =	63	buah		
Berat 1 unit life jacket =	1.2	kg	0.0012	
Berat total 63 unit life jacket	75.6	kg	0.0756	
	0.0756			



SOLAS marine Life jacket (RSCY-A4)

FOB Price: **US \$8 - 20 / Piece** | [Get Latest Price](#)
Min. Order Quantity: 100 Piece/Pieces
Supply Ability: 8000 Piece/Pieces per Month
Port: shanghai
Payment Terms: L/C,D/P,T/T

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

CONSUMABLE CALCULATION

Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (Fuel Oil Consumption)

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 562 \text{ kW} \\ \text{bME} &= 199 \text{ g/kWh} \\ S &= 37.5 \text{ nm} \\ V &= 30 \text{ knots} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction [1.3 ~ 1.5])} \end{aligned}$$

$$W_{\text{HFO}} = \text{BHP}_{\text{ME}} \times \text{bME} \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{\text{HFO}} = 0.210 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{HFO}} &= 0.419 \text{ ton} \quad \text{konsumsi fuel oil untuk 2 mesin} \\ &= 0.033353 \text{ liter/hp/jam} \end{aligned}$$

$$V_{\text{HFO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 4\% \quad ; \text{ Penambahan 2\% untuk konstruksi dan 2\% untuk ekspansi}$$

$$V_{\text{HFO}} = 0.440 \text{ m}^3 \quad \text{panas. } (\rho = 0.99) - \text{Diktat IGM Santosa}$$

Konsumsi Bahan Bakar Mesin Bantu (Diesel Oil Consumption)

$$C_{\text{DO}} = 0.15 \quad ; (0.1 \sim 0.2) - \text{Diktat IGM Santosa Page 38}$$

$$W_{\text{DO}} = W_{\text{FO}} \cdot C_{\text{DO}}$$

$$W_{\text{DO}} = 0.031 \text{ ton}$$

$$W_{\text{DO}} = 0.063 \text{ ton} \quad \text{konsumsi diesel oil untuk 2 generator}$$

$$V_{\text{DO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 4\% \quad ; \text{ Penambahan 2\% untuk konstruksi dan 2\% untuk ekspansi}$$

$$V_{\text{DO}} = 0.077 \text{ m}^3 \quad \text{panas. } (\rho = 0.85) - \text{Diktat IGM Santosa}$$

Konsumsi Minyak Pelumas (Lubricating Oil Consumption)

• Main Engine

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 561.5199 \text{ kW} \\ \text{bME} &= 0.9 \text{ g/kWh} \\ S &= 37.5 \text{ nm} \\ V &= 30 \text{ knots} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction [1.3 ~ 1.5])} \end{aligned}$$

$$W_{\text{LO}} = \text{BHP}_{\text{ME}} \times \text{bME} \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{\text{LO}} = 0.0009 \text{ ton}$$

$$W_{\text{LO}} = 0.0019 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lubricating oil untuk 2 mesin}$$

$$V_{\text{LO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 4\% \quad ; \text{ Penambahan 2\% untuk konstruksi dan 2\% untuk ekspansi}$$

$$V_{\text{LO}} = 0.002 \text{ m}^3 \quad \text{panas. } (\rho = 0.9) - \text{Diktat IGM Santosa}$$

• Auxiliary Engine (Generator Set)

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 175 \text{ kW} \\ \text{bAE} &= 0.5 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

$$S = 37.5 \text{ nm}$$

$$V = 30 \text{ knots}$$

$$c = 1.5 \text{ (reserved correction [1.3 ~ 1.5])}$$

$$W_{LO} = BHP_{ME} \times b_{ME} \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{LO} = 0.00016 \text{ ton}$$

$$W_{LO} = 0.00033 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lubrication oil untuk 2 generator}$$

$$V_{LO} = (W_{DO} / \rho) + 4\% \quad ; \text{ Penambahan 2\% untuk konstruksi dan 2\% untuk ekspansi}$$

$$V_{LO} = 0.000379 \text{ m}^3 \quad \text{panas. } (\rho = 0.9) - \text{ Diktat IGM Santosa}$$

Air Tawar (Fresh Water)

Kebutuhan air bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya.

Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang diasumsikan sebanyak 15 liter / orang

5 liter untuk 63 orang (60 penumpang, 3 crew)

300 liter untuk 1 kali trip

600 liter/ return trip

Berat air tawar untuk pendingin mesin

$$W_{fw} = C_{fw2} \times BHP \quad \text{Ref: (Paper Tugas Akhir Andy Wibowo, halaman 51)}$$

Dimana, koefisien pemakaian air tawar untuk mesin (2 ~ 5 kg / HP)

$$C_{fw2} = 1.500 \text{ kg/HP}$$

Sehingga,

$$C_{fw2} = 0.842 \text{ ton}$$

$$W_{fw} = 1.685 \text{ ton} \quad \rightarrow \quad 2 \text{ mesin}$$

Untuk cadangan air tawar, maka W_{fw} ditambah 10%

$$W_{fw} = 1.853 \text{ ton}$$

$$= 1853.016 \text{ kg}$$

$$\rho_{fw} = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$V_{FW} = W_{FW \text{ Tot}} / \rho_{fw} + (4\% * W_{FW \text{ Tot}}) / \rho_{fw} \quad ; \text{ Ada penambahan dari Lubricating Oil system}$$

$$= 1.927136 \text{ m}^3$$

3. Sewage Tank

$$\text{Roundtrip per hari} = 2$$

$$\text{Penumpang per trip} = 63 \text{ org}$$

$$\text{Penumpang per hari} = 126 \text{ org}$$

$$\text{Buangan seawage} = 1.5 \text{ l/org}$$

$$\text{Buangan per hari} = 189 \text{ l/hari}$$

$$\text{Siklus pengisian} = 1 \text{ hari}$$

$$= 189 \text{ liter}$$

$$0.189 \text{ ton}$$

REKAPITULASI LWT

<i>Item</i>	Jumlah	Berat (ton)	Berat Total (ton)	<i>LCG from ap (m)</i>	<i>VCG from base (m)</i>	Momen LCG AP (ton.m)	Momen VCG (ton.m)
Block 1	1	7.34	7.34	1.89	1.65	13.89	12.11
Block 2	1	11.85	11.85	6.48	1.80	76.77	21.29
Block 3	1	11.59	11.59	12.99	2.39	150.58	27.70
Block 4	1	3.26	2.44	19.18	2.22	46.795	5.41
Main engi	2	1.23	2.45	1.8	0.6	4.410	1.47
Waterjet	2	0.38	0.75	-0.21	0.25	-0.158	0.19
Generator	2	1.60	3.20	1.954	1.15	6.253	3.68
Gearbox	2	0.08	0.16	1.41	0.45	0.226	0.07
Shaft	2	0.024	0.048	0.9	0.412	0.043	0.02
Fan	1	0.48	0.48	17.25	2.1	8.280	1.01
Baris 1	10	0.0055	0.055	11.19	2.60	0.615	0.14
Baris 2	10	0.0055	0.055	10.04	2.60	0.552	0.14
Baris 3	10	0.0055	0.055	8.90	2.60	0.489	0.14
Baris 4	10	0.0055	0.055	7.76	2.60	0.427	0.14
Baris 5	10	0.0055	0.055	6.61	2.60	0.364	0.14
Baris 6	10	0.0055	0.055	5.47	2.60	0.301	0.14
life craft	2	0.3	0.6	0.5	2.8	0.300	1.68
navigasi	1	0.75	0.75	16.5	2.6	12.375	1.95
Life jacke	64	0.0012	0.077	8.65	2.65	0.664	0.20
Toilet	1	0.125	0.125	3.9	2.75	0.488	0.34
Mini bar	1	0.3	0.3	4	2.6	1.200	0.78
Total			42.48			324.87	78.77
<u>Berat LWT =</u>		42.483 ton					
<u>LCG from AP =</u>		7.647 m					
<u>G from Baseline =</u>		1.854 m					

Item	jumlah	berat (ton)	LCG from ap (m)	VCG from base (m)	Momen LCG AP (ton.m)	Momen VCG (ton.m)
Fuel Oil	1	0.419	2.85	1.1	1.19	0.46
Disel	1	0.063	3.425	1.1	0.22	0.07
Lub	1	0.003	3.029	1.1	0.01	0.00
Sewage	1	0.189	3.85	1.1	0.73	0.21
Fresh Water	1	1.853	4.85	1.1	8.99	2.04
Penumpang	10	0.75	11.19	3.00	8.390	3.00
Penumpang	10	0.75	10.04	3.00	7.532	2.25
Penumpang	10	0.75	8.90	3.00	6.674	2.25
Penumpang	10	0.75	7.76	3.00	5.817	2.25
Penumpang	10	0.75	6.61	3.00	4.960	2.25
Penumpang	10	0.75	5.47	3.00	4.102	2.25
Barang Bar	60	1.5	8.36	4.70	12.540	7.05
TOTAL		8.527			61.148	24.080
<u>Berat DWT =</u>		8.527 ton				
<u>LCG from AP =</u>		7.171 m				
<u>G from Baseline =</u>		2.824 m				
<u>Berat total =</u>		51.010 ton		<u>Displacement =</u>		51.19
<u>LCG from AP =</u>		7.568 m		Selisih =		0.18 ton
<u>G from Baseline =</u>		2.016 m				0.354%

PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

(Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia Chapter VI)

Lambung Timbul Awal untuk Kapal Tipe B

$$\begin{aligned} fb &= 0,8 L \\ &= 16 \text{ cm} \end{aligned}$$

Koreksi Koefisien Blok (CB)

$$\begin{aligned} \text{Apabila } CB &> 0.68 && ; \text{ fb dikalikan dengan faktor } (0,68+CB)/1,36 \\ CB &= 0.378 && ; \text{ **TIDAK ADA KOREKSI**} \\ \text{Faktor pengali} &= 1.000 \\ \text{maka,} \\ fb &= 16 \text{ cm} \end{aligned}$$

Koreksi Dalam (H)

$$\begin{aligned} \text{Apabila } H &> L/15 && ; \text{ fb ditambah dengan } 20(H-L/15) \\ L/15 &= 1.33333 && ; \text{ **KOREKSI**} \\ \text{Nilai penambah} &= 23.333 \text{ cm} \\ \text{maka,} \\ fb &= 39.333 \text{ cm} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Minimum Air Laut Kapal Tipe B

$$\begin{aligned} fb \text{ minimum} &= 15 \text{ cm} \\ \text{maka,} \\ fb &= 39.3333 \text{ cm} \end{aligned}$$

Marka yang digunakan kapal dengan panjang ≤ 15 m ditetapkan langsung sebesar:

- a. Minimum 250 mm u/ kapal yg berlayar di laut yang sangat terbatas
- b. Minimum 150 mm u/ kapal yg berlayar di perairan sungai, danau, dan waduk

Maka,

$$\begin{aligned} \text{marka minimum sebesar:} & 250 \text{ mm} \\ \text{Lambung timbul sebenarnya} &= H-T \\ &= 1400 \text{ mm} \quad \text{DITERIMA} \end{aligned}$$

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 1

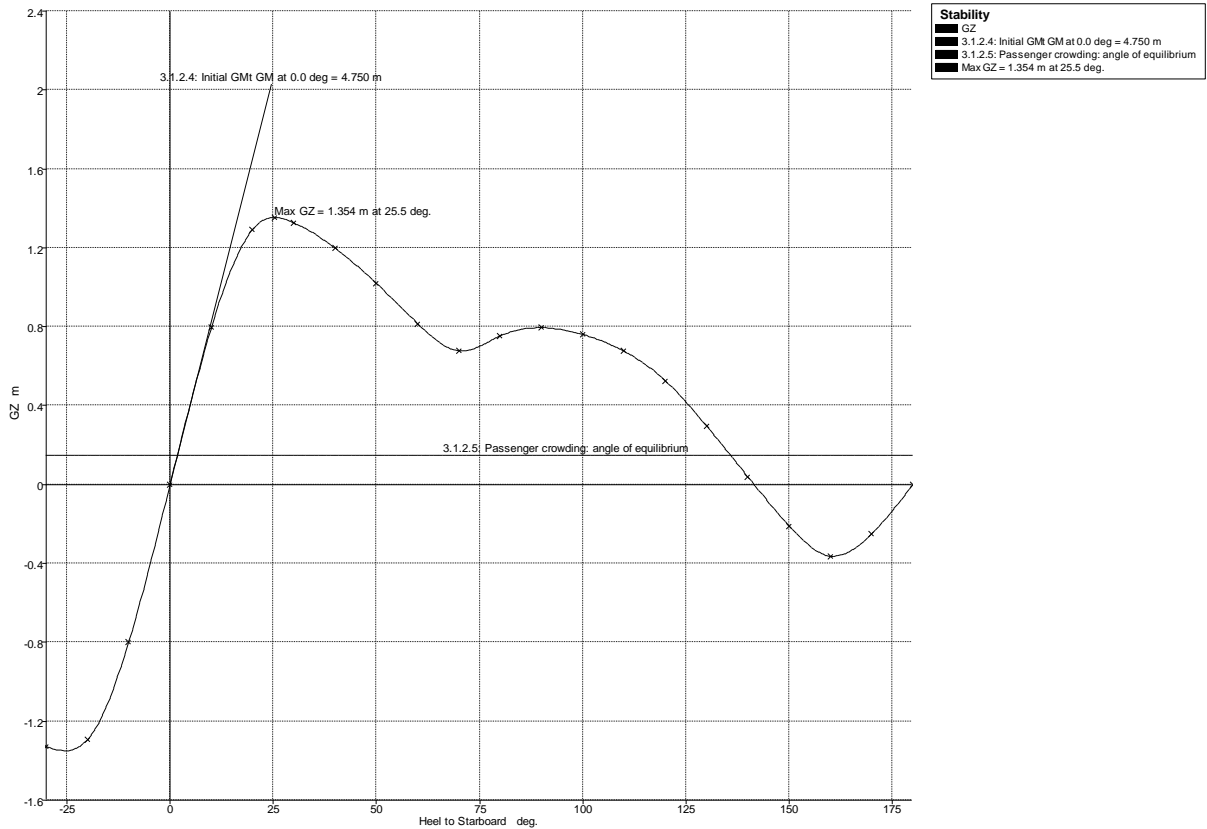
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	60	0.075	4.500			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	60	0.025	1.500			8.320	0.000	4.700	0.000	User Specified
Fuel Oil	100%	0.453	0.453	0.480	0.480	4.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Disel	100%	0.071	0.071	0.084	0.084	5.075	0.000	1.200	0.000	Actual
Sewage	100%	0.200	0.200	0.200	0.200	5.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Fresh Water	100%	2.040	2.040	2.040	2.040	6.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Total Loadcase			51.164	2.804	2.804	7.884	0.000	1.951	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								1.951		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	24.1716	Pass	+667.04
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	35.9372	Pass	+596.92
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	11.7656	Pass	+584.49
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.221	Pass	+510.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	28.2	Pass	+12.73

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	3.682	Pass	+2354.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.9	Pass	+81.15

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 2

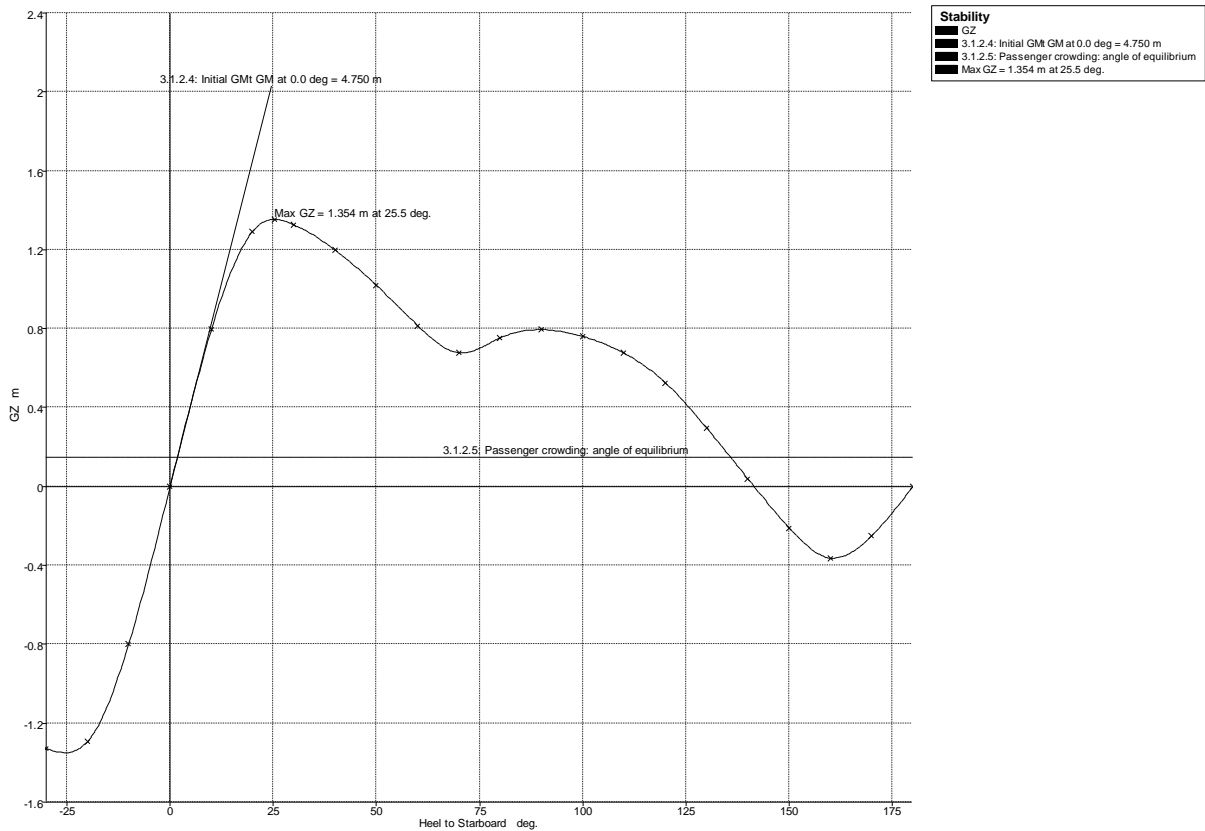
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	30	0.075	2.250			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	30	0.025	0.750			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	100%	0.453	0.453	0.480	0.480	4.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Disel	100%	0.071	0.071	0.084	0.084	5.075	0.000	1.200	0.000	Actual
Sewage	100%	0.200	0.200	0.200	0.200	5.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Fresh Water	100%	2.040	2.040	2.040	2.040	6.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Total Loadcase			48.164	2.804	2.804	7.857	0.000	1.856	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								1.856		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	25.8859	Pass	+721.44
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	38.2374	Pass	+641.52
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.3515	Pass	+618.57
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.282	Pass	+541.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	27.3	Pass	+9.09

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.048	Pass	+2598.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+81.86

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 3

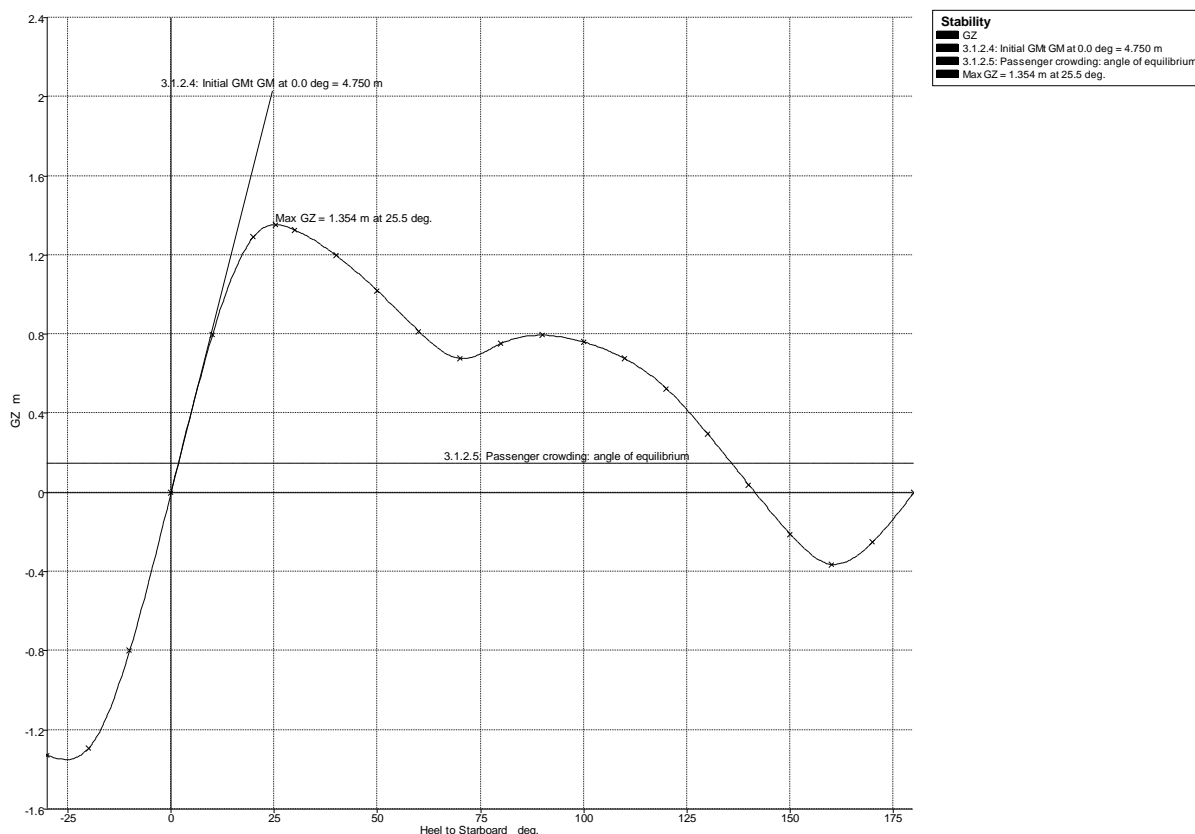
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	0	0.075	0.000			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	0	0.025	0.000			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	100%	0.453	0.453	0.480	0.480	4.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Disel	100%	0.071	0.071	0.084	0.084	5.075	0.000	1.200	0.000	Actual
Sewage	100%	0.200	0.200	0.200	0.200	5.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Fresh Water	100%	2.040	2.040	2.040	2.040	6.500	0.000	1.200	0.000	Actual
Total Loadcase			45.164	2.804	2.804	7.826	0.000	1.755	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								1.755		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	27.6997	Pass	+778.99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	40.6641	Pass	+688.58
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.9644	Pass	+654.23
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.345	Pass	+572.50

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	27.3	Pass	+9.09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.458	Pass	+2872.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+82.44

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 4

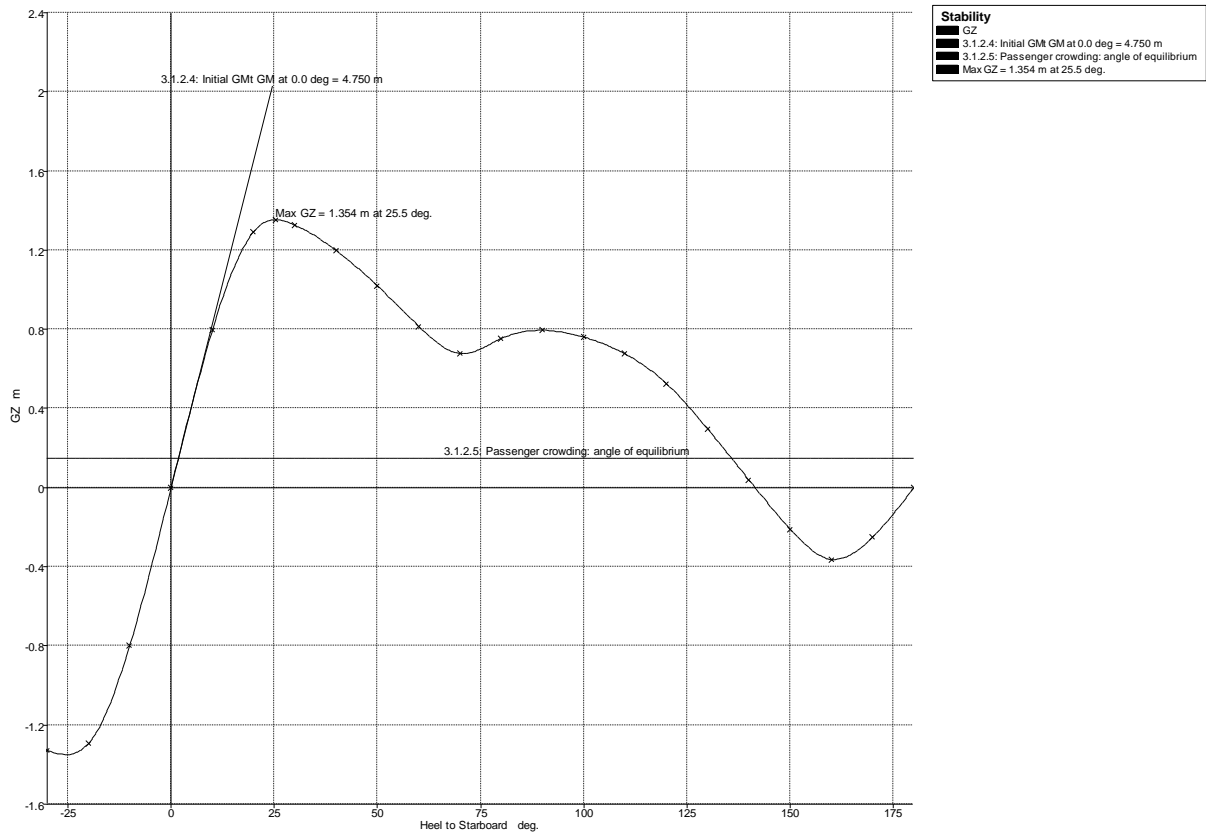
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	60	0.075	4.500			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	60	0.025	1.500			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	50%	0.453	0.227	0.480	0.240	4.500	0.000	1.000	0.027	Actual
Disel	50%	0.071	0.035	0.084	0.042	5.075	0.000	1.000	0.001	Actual
Sewage	50%	0.200	0.100	0.200	0.100	5.500	0.000	1.000	0.005	Actual
Fresh Water	50%	2.040	1.020	2.040	1.020	6.500	0.000	1.000	0.614	Actual
Total Loadcase			49.782	2.804	1.402	7.935	0.000	1.960	0.647	
FS correction								0.013		
VCG fluid								1.973		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	24.4136	Pass	+674.72
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	36.0321	Pass	+598.76
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	11.6185	Pass	+575.92

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.212	Pass	+506.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	27.3	Pass	+9.09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	3.785	Pass	+2423.33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.9	Pass	+81.20

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 5

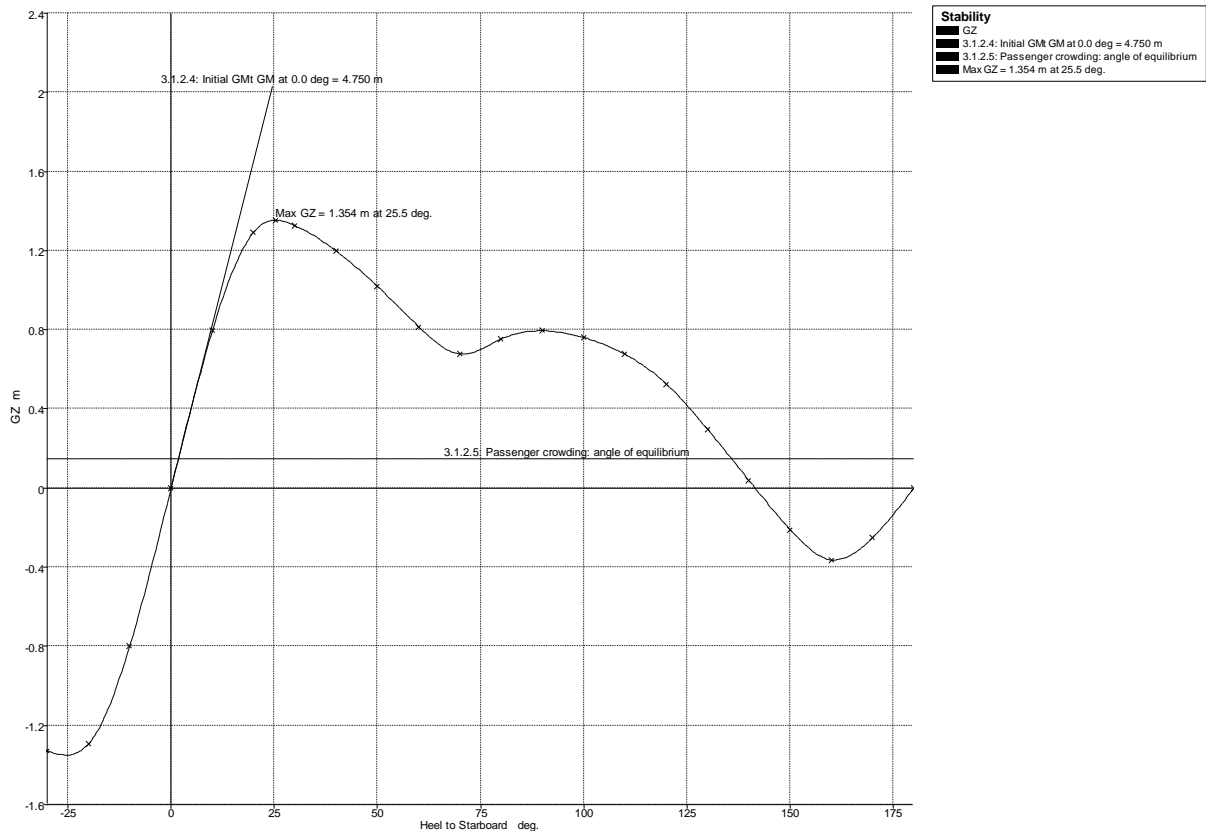
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	30	0.075	2.250			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	30	0.025	0.750			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	50%	0.453	0.227	0.480	0.240	4.500	0.000	1.000	0.027	Actual
Disel	50%	0.071	0.035	0.084	0.042	5.075	0.000	1.000	0.001	Actual
Sewage	50%	0.200	0.100	0.200	0.100	5.500	0.000	1.000	0.005	Actual
Fresh Water	50%	2.040	1.020	2.040	1.020	6.500	0.000	1.000	0.614	Actual
Total Loadcase			46.782	2.804	1.402	7.910	0.000	1.870	0.647	
FS correction								0.014		
VCG fluid								1.883		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	26.1085	Pass	+728.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	38.2782	Pass	+642.31

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.1697	Pass	+607.99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.270	Pass	+535.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	26.4	Pass	+5.46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.156	Pass	+2670.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+81.86

Stability Calculation -

Loadcase - Loadcase 6

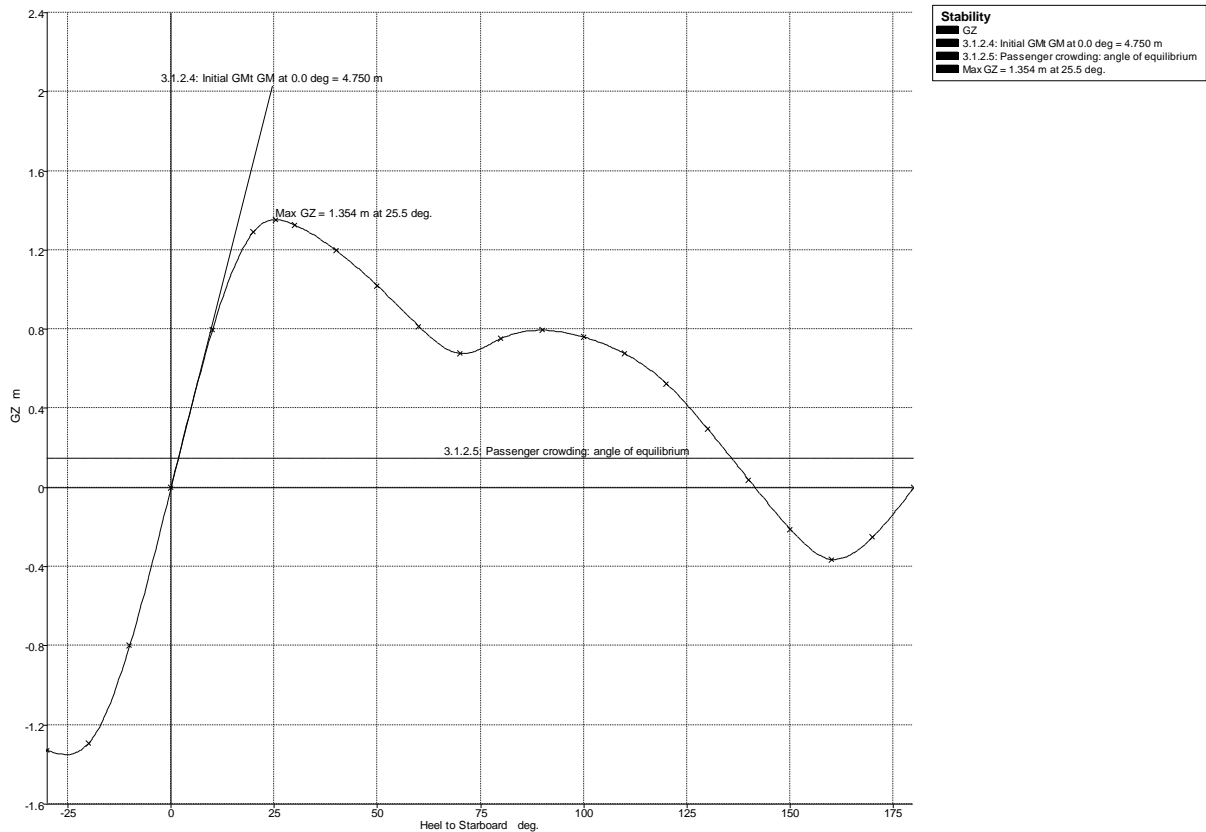
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	0	0.075	0.000			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	0	0.025	0.000			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	50%	0.453	0.227	0.480	0.240	4.500	0.000	1.000	0.027	Actual
Disel	50%	0.071	0.035	0.084	0.042	5.075	0.000	1.000	0.001	Actual
Sewage	50%	0.200	0.100	0.200	0.100	5.500	0.000	1.000	0.005	Actual
Fresh Water	50%	2.040	1.020	2.040	1.020	6.500	0.000	1.000	0.614	Actual
Total Loadcase			43.782	2.804	1.402	7.882	0.000	1.766	0.647	
FS correction								0.015		
VCG fluid								1.781		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
------	----------	-------	-------	--------	--------	----------

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	27.9484	Pass	+786.88
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	40.7319	Pass	+689.90
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.7835	Pass	+643.70
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.333	Pass	+566.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	26.4	Pass	+5.46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.587	Pass	+2958.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+82.40

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 7

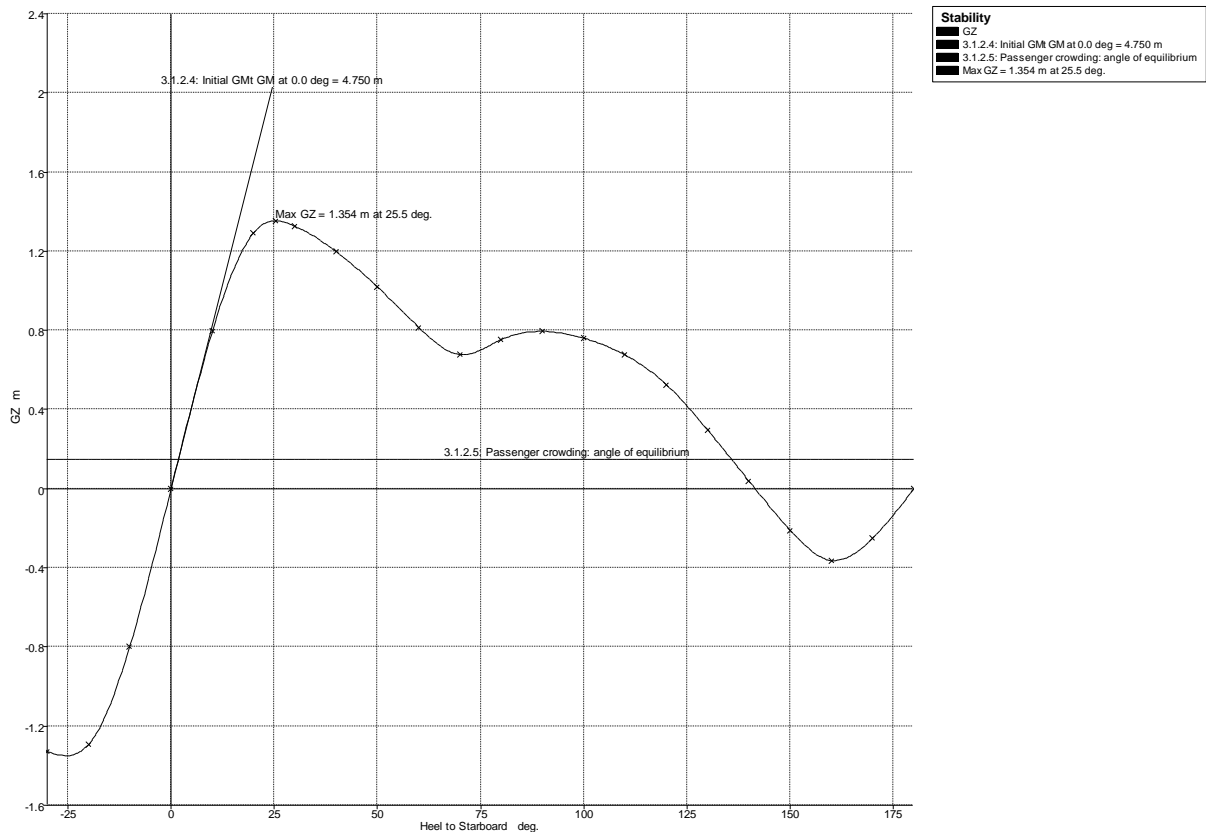
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	60	0.075	4.500			8.300	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	60	0.025	1.500			8.300	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	10%	0.453	0.045	0.480	0.048	4.500	0.000	0.840	0.027	Maximum
Disel	10%	0.071	0.007	0.084	0.008	5.075	0.000	0.840	0.001	Maximum
Sewage	10%	0.200	0.020	0.200	0.020	5.500	0.000	0.840	0.005	Maximum
Fresh Water	10%	2.040	0.204	2.040	0.204	6.500	0.000	0.840	0.614	Maximum
Total Loadcase			48.676	2.804	0.280	7.975	0.000	1.981	0.647	
FS correction								0.013		
VCG fluid								1.995		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	24.5859	Pass	+680.18
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	36.0653	Pass	+599.40

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	11.4795	Pass	+567.84
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.203	Pass	+501.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	27.3	Pass	+9.09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	3.863	Pass	+2475.33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.9	Pass	+81.21

Stability Calculation

Loadcase - Loadcase 8

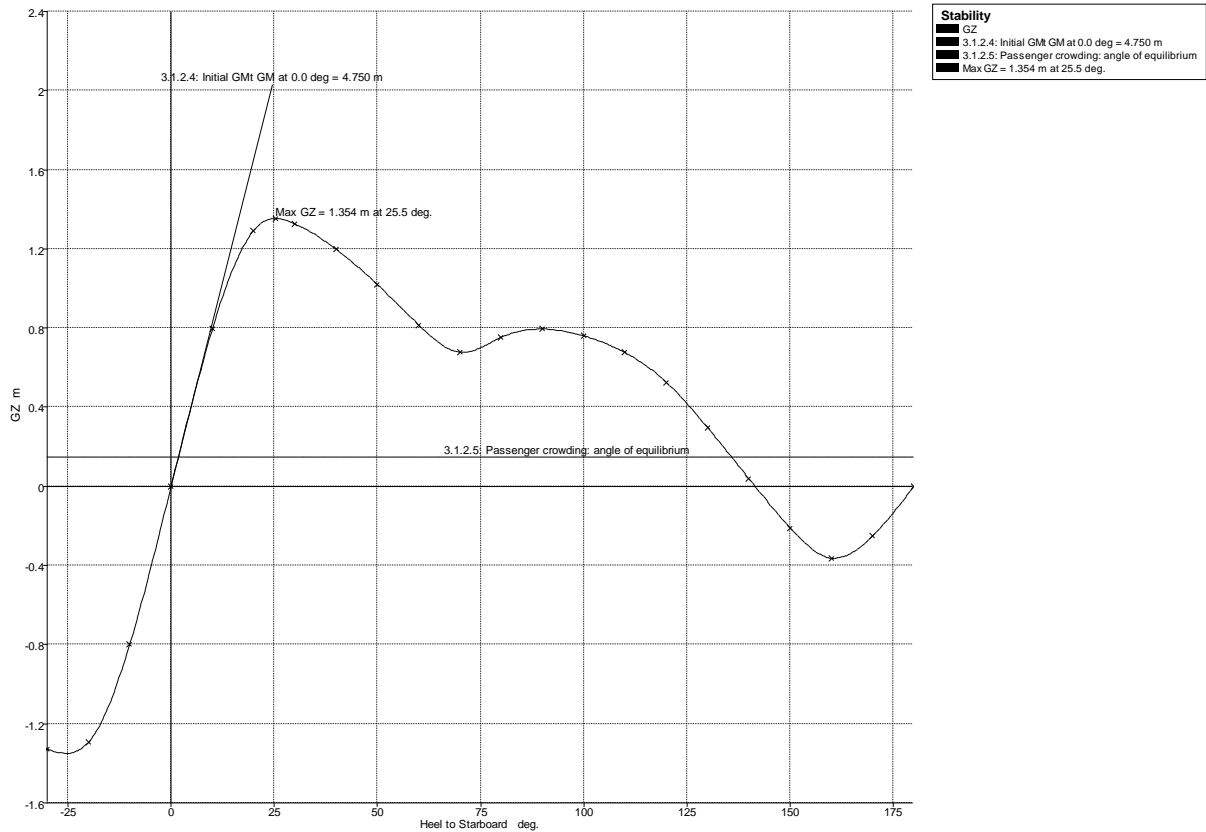
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	30	0.075	2.250			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	30	0.025	0.750			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	10%	0.453	0.045	0.480	0.048	4.500	0.000	0.840	0.027	Actual
Disel	10%	0.071	0.007	0.084	0.008	5.075	0.000	0.840	0.001	Actual
Sewage	10%	0.200	0.020	0.200	0.020	5.500	0.000	0.840	0.005	Actual
Fresh Water	10%	2.040	0.204	2.040	0.204	6.500	0.000	0.840	0.614	Actual
Total Loadcase			45.676	2.804	0.280	7.955	0.000	1.890	0.647	
FS correction								0.014		
VCG fluid								1.904		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
------	----------	-------	-------	--------	--------	----------

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	26.2974	Pass	+734.49
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	38.3259	Pass	+643.24
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.0284	Pass	+599.77
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.260	Pass	+530.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	26.4	Pass	+5.46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.255	Pass	+2736.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+81.85

Stability Calculation-

Loadcase - Loadcase 9

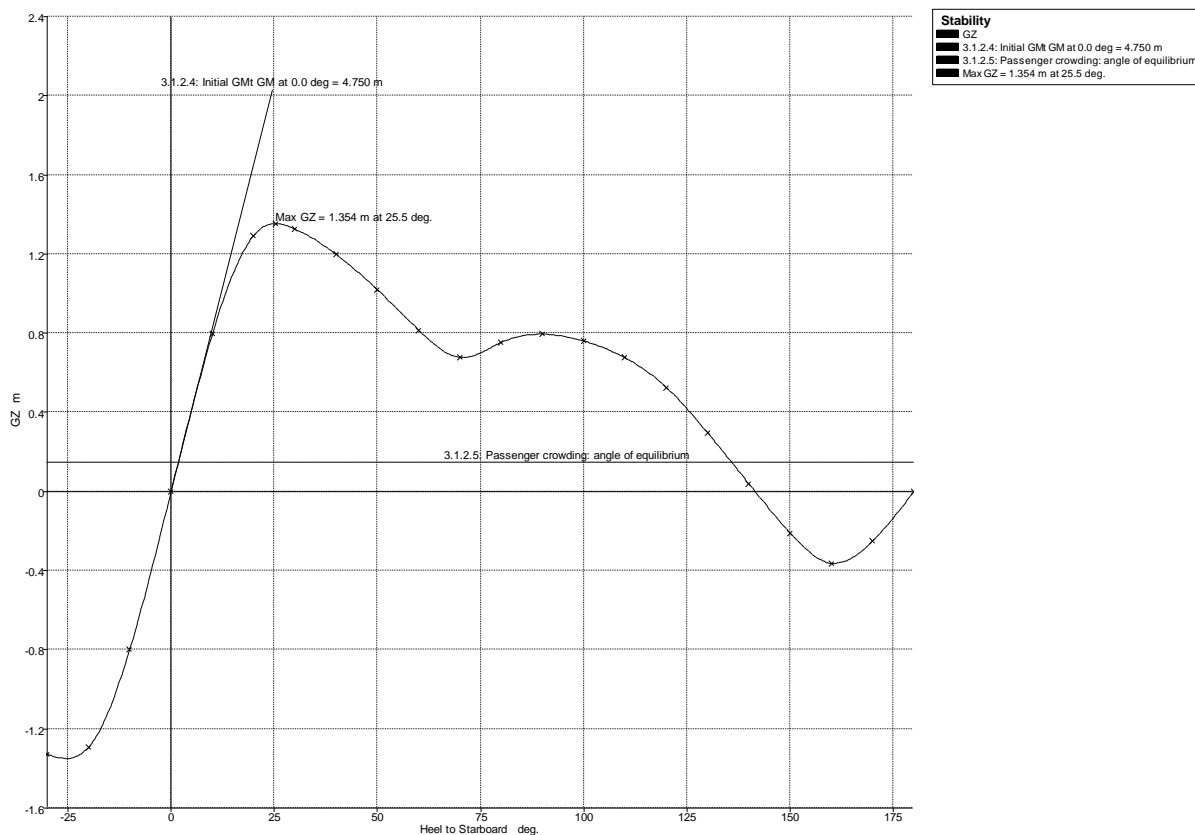
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
LWT	1	42.400	42.400			7.941	0.000	1.791	0.000	
Penumpang	0	0.075	0.000			8.320	0.000	3.000	0.000	User Specified
Bagasi	0	0.025	0.000			8.320	0.000	4.500	0.000	User Specified
Fuel Oil	10%	0.453	0.045	0.480	0.048	4.500	0.000	0.840	0.027	Actual
Disel	10%	0.071	0.007	0.084	0.008	5.075	0.000	0.840	0.001	Actual
Sewage	10%	0.200	0.020	0.200	0.020	5.500	0.000	0.840	0.005	Actual
Fresh Water	10%	2.040	0.204	2.040	0.204	6.500	0.000	0.840	0.614	Actual
Total Loadcase			42.676	2.804	0.280	7.929	0.000	1.785	0.647	
FS correction								0.015		
VCG fluid								1.800		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	28.1587	Pass	+793.56

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	40.8020	Pass	+691.26
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.6434	Pass	+635.55
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.324	Pass	+562.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	25.5	Pass	+1.82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.705	Pass	+3036.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+82.37

Stability Calculation -

Loadcase – LWT(Loadcase 10)

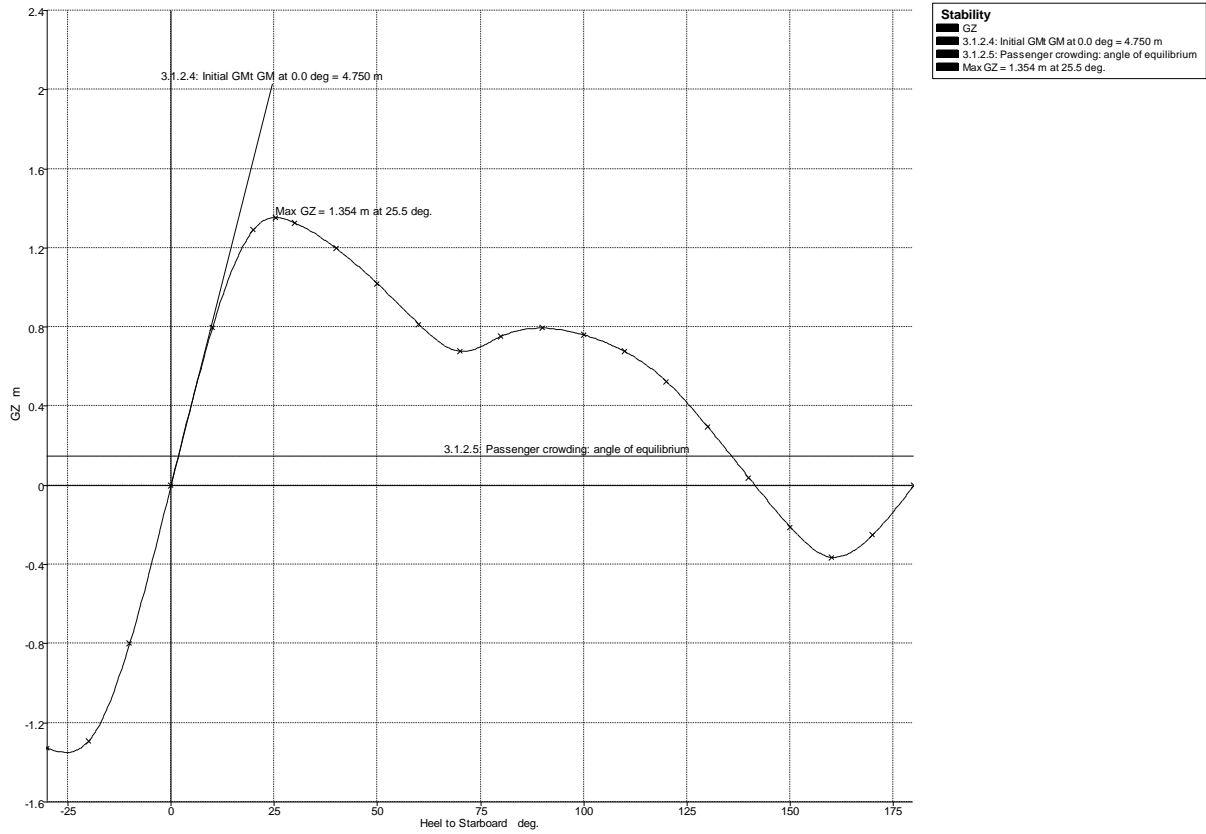
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Block 1	1	7.330	7.330			1.894	0.000	1.640	0.000	User Specified
Block 2	1	11.750	11.750			6.510	0.000	1.807	0.000	User Specified
Block 3	1	11.590	11.590			12.993	0.000	2.200	0.000	User Specified
Block 4	1	3.260	3.260			19.100	0.000	1.806	0.000	User Specified
Total Block			33.930			8.937	0.000	1.905	0.000	
Baris 1	10	0.005	0.055			11.190	0.000	2.600	0.000	User Specified
Baris 2	10	0.005	0.055			10.040	0.000	2.600	0.000	User Specified
Baris 3	10	0.005	0.055			8.900	0.000	2.600	0.000	User Specified
Baris 4	10	0.005	0.055			7.760	0.000	2.600	0.000	User Specified
Baris 5	10	0.005	0.055			6.610	0.000	2.600	0.000	User Specified
Baris 6	10	0.005	0.055			5.470	0.000	2.600	0.000	User Specified
Total Kursi			0.330			8.328	0.000	2.600	0.000	
Main engine	2	1.225	2.450			1.800	0.000	0.600	0.000	User Specified
Waterjet	2	0.375	0.750			-0.210	0.000	0.250	0.000	User Specified
Generator Set	2	1.200	2.400			1.575	0.000	1.150	0.000	User Specified
Gearbox	2	0.080	0.160			1.410	0.000	0.450	0.000	User Specified
Shaft	2	0.024	0.048			0.900	0.000	0.412	0.000	User Specified
Fan	1	0.480	0.480			17.250	0.000	2.100	0.000	User Specified
Total machinery			6.288			2.637	0.000	0.877	0.000	
life craft	2	0.300	0.600			0.500	0.000	2.650	0.000	User Specified
navigasi	1	0.750	0.750			16.000	0.000	2.700	0.000	User Specified
Life jacket	64	0.001	0.077			4.700	0.000	2.650	0.000	User Specified
Toilet	1	0.125	0.125			3.500	0.000	2.750	0.000	User Specified
Mini bar	1	0.300	0.300			3.500	0.000	2.600	0.000	User Specified
Total equip			1.852			7.640	0.000	2.669	0.000	
Total Loadgroup			42.400	0.000	0.000	7.941	0.000	1.791	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								1.791		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	28.3180	Pass	+798.61
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	41.0048	Pass	+695.19
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.6869	Pass	+638.08
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.328	Pass	+564.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	25.5	Pass	+1.82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	4.750	Pass	+3066.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	1.8	Pass	+82.41

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN EKONOMIS

PERHITUNGAN BIAYA STRUKTURAL

Item	Kuantitas		Produk/Material	Harga	per unit		Total
Pelat Sisi	71 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	38,465,244.44
Pelat Alas	53.9 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	29,225,777.78
Pelat Dek Penumpang	64.58 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	35,016,711.11
Transom	11.5 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m3	Rp	6,235,555.56
Tangki	12 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	6,506,666.67
Sekat	10.04 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,001.00	9 m2	Rp	5,443,912.23
Profil T	16.9 m		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	9,178,195.56
Profil L	28.2 m		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m	Rp	15,273,722.22
Kaca Samping	14.75 m2		Tempered Glass 6 mm	Rp 260,500.00	1 m2	Rp	3,842,375.00
Kaca Belakang	4.5 m2		Tempered Glass 6 mm	Rp 260,500.00	1 m2	Rp	1,172,250.00
Kaca Depan	4.4 m2		Laminated Glass 10 mm	Rp 370,450.00	1 m2	Rp	1,629,981.48
Dinding Sisi Kapal	67.56 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	36,632,533.33
Atap Kapal	72.36 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	39,235,200.00
Dinding Belakang Kapal	12.0 m2		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m2	Rp	6,506,666.67
Rangka Sisi	49 m		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m	Rp	26,384,533.33
Rangka Atap	75 m		Pelat Baja 6 mm (5'x20')	Rp 4,880,000.00	9 m	Rp	40,883,555.56
				TOTAL BIAYA MATERIAL		Rp	301,632,880.93

1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(steel pipe d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metalsdepot.com</i>		
	Harga	35	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	42	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	\$ 1,477.00	USD
2	Kursi		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	70	unit
	Harga per unit	120	USD
	Harga Kursi	\$ 8,400.00	USD
3	mini bar		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	125	USD
	Harga mini bar	\$ 125.00	USD
4	Peralatan Navigasi & Komunikasi (www.alibaba.com)		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,750	USD
	Kompas	55	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	-Masthead Light	9.8	USD
	-Anchor Light	8.9	USD
	-Starboard Light	12	USD
	-Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	9,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	\$ 17,757.65	USD
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	\$ 172.00	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga total	\$ 186.00	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	\$ 12,500.00	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	\$ 110.00	USD
	SART		
Jumlah	2	Set	
Harga per set	450	USD	
Harga total	\$ 900.00	USD	
SSAS			
Jumlah	1	Set	
Harga per set	12,530	USD	
Harga total	\$ 12,530.00	USD	
Portable 2-Way VHF Radiotelephone			
Jumlah	2	Unit	
Harga per unit	87	USD	
Harga total	\$ 174.00	USD	
Harga Peralatan Komunikasi	\$ 26,572.00	USD	

5	Lifebuoy (www.alibaba.com)		
	Jumlah	10	Unit
	Harga per unit	20	USD
Harga total		\$ 200.00	USD
6	Liferaft (@65 orang) (www.alibaba.com)		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	1,500	USD
Harga total		\$ 3,000.00	USD
7	Life Jacket (www.alibaba.com)		
	Jumlah	70	Unit
	Harga per unit	20	USD
Harga total		\$ 1,400.00	USD
9	Pintu (www.alibaba.com)		
	Jumlah	3	Unit
	Harga per unit	300	USD
	Pintu ruangan	2	Unit
	Harga per unit	90	USD
Harga total		\$ 1,080.00	USD
10	Windlass (www.alibaba.com)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	10,500	USD
Harga total		\$ 10,500.00	USD
11	Tali Tambat (www.alibaba.com)		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	1.6	USD
Harga total		\$ 3.20	USD
12	Fan Centrifugal (katalog harga)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	5,035.0	USD
Harga total		\$ 5,035.00	USD
Total Harga Equipment & Outfitting		\$ 101,947.85	USD
		Rp 1,465,602,291.60	
No	Item	Value	Unit
1	Main Engine (MAN D2862 LE 432)		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	17000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
Harga Main Engine		\$ 35,000	USD

2	Komponen Kelistrikan dan (www.alibaba.com)		
	<i>Power Control Unit</i>	550	USD
	<i>Automatic Change Over Switch (ACOS)</i>	400	USD
	<i>Automatic Control System (ACS)</i>	1,850	USD
	Saklar, Kabel, dan lain - lain	150	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	\$ 2,950	USD
3	CAT 7.1		
	Jumlah generator	2	unit
	Harga per unit	16000	USD/unit
	<i>Shipping Cost</i>	500	USD
	Harga Generator	\$ 32,500	USD
3	Water jet		
	jumlah water jet	2	unit
	Harga per unit	15000	USD/unit
	<i>Shipping Cost</i>	500	USD
	Harga waterjet	\$ 30,500	USD
	Total Harga Tenaga Penggerak	\$ 100,950	USD
	Kurs Jual Rupiah-Dollar per 14 Juni 2019, BI	Rp 14,376.00	
	Total	\$ 202,897.85	
		Rp 2,916,859,491.60	

PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN Kapal		
Jumlah Kapal Dibangun	3	unit
Rata-Rata Tingkat Inflasi Tahunan	6	%
Periode Pembangunan	2	tahun
Item		Biaya
1. Biaya Stuctural		Rp 301,632,880.93
2. Biaya Machinery		Rp 1,451,257,200.00
3. Biaya Outfitting		Rp 1,465,602,291.60
a. Subtotal [1+2+3]		Rp 3,218,492,372.53
4. Biaya Non Weight (10%)		Rp 321,849,237.25
b. Subtotal (1 kapal) [a+4]		Rp 3,540,341,609.78
5. Sister Ship Cost Reduction (8%)		Rp 283,227,328.78
b. Biaya kapal #1		Rp 3,540,341,609.78
c. Biaya kapal #2 s/d #7 [b-5]		Rp 3,257,114,281.00
d. Subtotal biaya 3 Kapal[b+7c]		Rp 10,054,570,171.79
6. Shipyard Profit Margin (5%)		Rp 502,728,508.59
7. Inflasi		Rp 603,274,210.31
Total Biaya Pembangunan [d+6+7]		Rp 11,160,572,890.68
NILAI INVESTASI		
1. Biaya Pembangunan		Rp 11,160,572,890.68
2. Biaya u/ operasional awal (1 bulan)		
- Bahan bakar Fuel Oil		Rp 380,330,667.75
- Bahan bakar diesel		Rp 66,446,004.89
- Air bersih		Rp 24,300,000.00
	total	Rp 471,076,672.64
3. Extras claimed by shipyard (0.5%)		Rp 55,802,864.45
4. Owner's supply items (1%)		Rp 111,605,728.91
5. Bunga pinjaman (9.6%)		Rp 2,142,829,995.01
Nilai Investasi [Sum 1-5]		Rp 13,941,888,151.69

PERHITUNGAN JUMLAH PENUMPANG PER TAHUN

Kapasitas kapal	60 orang	Jumlah roundtrip	2 per hari
Jumlah kapal	3 unit	Servis berkala (ha	1 per bulan

Hari operasional = Jumlah hari dalam sebulan - durasi servis

Januari	30 hari	Juli	30 hari
Februari	27 hari	Agustus	30 hari
Maret	30 hari	September	29 hari
April	29 hari	Oktober	30 hari
Mei	30 hari	November	29 hari
Juni	29 hari	Desember	30 hari

353

1. Pelabuhan Padang Bai, Bali - Pelabuhan Lembar, Lombok

1a. Peak season (Juli, Agustus, Desember)

(Kapasitas penuh)

Penumpang per hari	360	orang
Jumlah hari operasi	90	hari
Total penumpang <i>peak season</i>	32400	orang

1b. Low season

(Kapasitas 50% peak season)

Penumpang per hari	180	orang
Jumlah hari operasi	263	hari
Total penumpang <i>low season</i>	47340	orang

Total penumpang **79740 orang**

2. Pelabuhan Lembar, Lombok - Pelabuhan Padang Bai, Bali

(Kapasitas kembali = Kapasitas berangkat)

Total penumpang **79740 orang**

TOTAL PENUMPANG PER TAHUN (ORANG)

159480

PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL				
Bahan Bakar Fuel Oil				
Harga	Rp	9,600.00	per liter	
Jumlah pemakaian		440.2	liter per hari	
Biaya pemakaian (1kapal)	Rp	4,225,896.31	per hari	
Biaya pemakaian (3 kapal)	Rp	4,627,356,457.58	per tahun	
Bahan Bakar Diesel				
Harga	Rp	9,600.00	per liter	
Jumlah pemakaian		77	liter per hari	
Biaya pemakaian (1kapal)	Rp	738,288.94	per hari	
Biaya pemakaian (3 kapal)	Rp	808,426,392.88	per tahun	
Air Bersih				
Harga	Rp	50,000.00	per m3	
Jumlah penumpang per hari		1080		
Konsumsi per orang	Rp	5.00	liter	
Jumlah pemakaian per hari	Rp	5.40	m3 per hari	
Biaya pemakaian (1kapal)	Rp	270,000.00	per hari	
Biaya pemakaian (3 kapal)	Rp	295,650,000.00	per tahun	
Biaya Kru				
Gaji	Rp	3,000,000.00	per bulan	
Jumlah kru kapal		3		
Jumlah shift per hari		1		
Total kru		3	per kapal	
Biaya kru (1 kapal)	Rp	9,000,000.00	per bulan	
Biaya kru (3 kapal)	Rp	324,000,000.00	per tahun	
Biaya Maintenance & Repair				
Biaya (5%)		5%	per tahun (Dayusari, 2017)	
Biaya Maintenance & Repair	Rp	558,028,644.53	per tahun	
Biaya Administrasi dan Umum				
	Rp	3,306,480,000.00		
Asuransi				
Harga		1%	dari nilai investasi	
Nilai investasi	Rp	13,941,888,151.69		
Asuransi	Rp	139,418,881.52	per tahun	

PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (DISCOUNT RATE)

Weighted Average Cost of Capital (WACC) = $W_d \times K_d (1-t) + W_e \times K_e$

	Nilai Investasi	Rp	13,941,888,151.69		
	Umur Ekonomis (tahun)		20		
	Struktur Pendanaan				
0.8	Kredit investasi bank	Rp	11,153,510,521.36		
	Jangka pinjaman (tahun)		20		
	Bunga		9.6%		
	Pajak		0%		
0.2	Shareholder	Rp	2,788,377,630.34		
	Expected return		20%		
	Tingkat diskonto				
	Menggunakan Cost of Capital				
			$WACC = W_d \cdot K_d(1-t) + W_e \cdot K_e$		
			Di mana,		
			$W_d =$ proporsi Pinjaman dari Total Pendanaa		
			$W_e =$ Proporsi Modal dari Total Pendanaan		
			$K_d =$ Biaya pinjaman		
			$K_e =$ Biaya modal		
			$t =$ Pajak		
			Maka,		
			$WACC = 11.68\%$		

PERHITUNGAN TARIF TIKET

*Operating Profit Margin = (EBIT / Revenue)*100%*

Operating Profit Margin 20%

ANNUAL OPERATING COST

BIAYA OPERASIONAL

Voyage Cost

Biaya Bahan Bakar Fuel Oil	Rp	4,627,356,457.58
Biaya Bahan Bakar Diesel	Rp	808,426,392.88
Biaya Air Bersih	Rp	295,650,000.00

Daily Running Cost

Biaya Kru	Rp	324,000,000.00
Biaya <i>Maintenance & Repair</i>	Rp	558,028,644.53
Asuransi	Rp	139,418,881.52
Biaya Administrasi dan Umum	Rp	3,306,480,000.00

BIAYA LAIN

Depresiasi	Rp	545,548,644.53
------------	----	----------------

<i>Operating Cost</i>	Rp	10,604,909,021.04
-----------------------	----	-------------------

Annual Revenue

Rp13,256,136,276.30

TARIF TIKET

Penjualan tiket berangkat&dat	Rp	13,256,136,276.30
Jumlah penumpang		159,480
Tarif tiket	Rp	83,120.99
Tarif tiket diambil	Rp	90,000.00

PERHITUNGAN PENDAPATAN DAN DEPRESIASI PER TAHUN

1. Penjualan Tiket

a. Lembar - Padang Bai

Tarif tiket	Rp	90,000.00
Jumlah penumpang (orang)		79,740.00
Total penjualan	Rp	7,176,600,000.00

b. Padang Bai - Lembar

Tarif tiket	Rp	90,000.00
Jumlah penumpang (orang)		79,740.00
Total penjualan	Rp	7,176,600,000.00

Total Penjualan Tiket	Rp	14,353,200,000.00
-----------------------	-----------	--------------------------

2. Penjualan Scrap Besi dan Baja

Harga jual per kilogram	Rp	2,600.00
Jumlah besi/baja (ton)		96
Nilai <i>scrap</i> besi baja kapal	Rp	249,600,000.00

3. Depresiasi

1. Biaya Pembangunan kapal	Rp	11,160,572,890.68
2. Nilai <i>Scrap</i> Besi/Baja	Rp	249,600,000.00
3. Umur Ekonomis		20 tahun
Depresiasi [1+2] / [3]	Rp	545,548,644.53

PERHITUNGAN *FREE CASHFLOW* PER TAHUN

$$\text{Free cashflow} = \text{EBIT} * (1-t) + \text{Depreciation} - \text{CAPEX} - \text{Inc. Net WC}$$

t = Pajak Penghasilan	25%
CAPEX = Capital Expenditur	0
Increment Net Working Cap.	0

1) LABA/(RUGI) SEBELUM BUNGA & PAJAK (dalam Rupiah)

PENDAPATAN

Penjualan tiket	Rp	14,353,200,000.00
-----------------	----	-------------------

BIAYA OPERASIONAL

Voyage Cost

Biaya Bahan Bakar Fuel Oil	(4,627,356,457.58)
----------------------------	--------------------

Biaya Bahan Bakar Diesel	(808,426,392.88)
--------------------------	------------------

Biaya Air Bersih	(295,650,000.00)
------------------	------------------

Daily Running Cost

Biaya Kru	(324,000,000.00)
-----------	------------------

Biaya <i>Maintenance & Repair</i>	(558,028,644.53)
---------------------------------------	------------------

Asuransi	(139,418,881.52)
----------	------------------

Biaya Administrasi dan Umum	(3,306,480,000.00)
-----------------------------	--------------------

BIAYA LAIN

Depresiasi	(545,548,644.53)
------------	------------------

<i>Earnings Before Int. and Tax</i>	3,748,290,978.96
-------------------------------------	------------------

Free Cashflow

Rp3,356,766,878.75

2) LABA/(RUGI) TAHUN 2020 (dalam Rupiah)

Pendapatan	14,353,200,000.00
------------	-------------------

Biaya Operasional	(10,059,360,376.51)
-------------------	---------------------

Pendapatan/(Biaya) Lain:

Depresiasi	(545,548,644.53)
------------	------------------

Penjualan <i>Scrap</i>	249,600,000.00
------------------------	----------------

EBIT	3,997,890,978.96
------	------------------

Free Cashflow

Rp3,543,966,878.75

PERHITUNGAN NET PRESENT VALUE DAN IRR

Present Value = Future Value * Discount Factor

Nilai Investasi	Rp	13,941,888,151.69
Umur Ekonomis	20	
Nilai Scrap Bus	Rp	249,600,000.00
Tingkat Diskonto (i)	11.68%	
Faktor Diskonto	$1 / (1+i)^n$	
Net Cashflow	Rp	3,356,766,878.75

(dalam jutaan)

Tahun ke-(n)	Net Cashflow (Rp)	Faktor Diskonto	Net Present Value (Rp)
0	(13,941.89)	1.000	(13,941.89)
1	3,356.77	0.895	3,005.70
2	3,356.77	0.802	2,691.35
3	3,356.77	0.718	2,409.88
4	3,356.77	0.643	2,157.84
5	3,356.77	0.576	1,932.16
6	3,356.77	0.515	1,730.09
7	3,356.77	0.462	1,549.15
8	3,356.77	0.413	1,387.13
9	3,356.77	0.370	1,242.06
10	3,356.77	0.331	1,112.16
11	3,356.77	0.297	995.84
12	3,356.77	0.266	891.69
13	3,356.77	0.238	798.44
14	3,356.77	0.213	714.93
15	3,356.77	0.191	640.16
16	3,356.77	0.171	573.21
17	3,356.77	0.153	513.26
18	3,356.77	0.137	459.58
19	3,356.77	0.123	411.52
20	3,543.97	0.110	389.03

Penilaian Investasi:	NPV	11,663.32
Metode NPV		
Layak	IRR	23.74%
Metode IRR		
Layak		

PERHITUNGAN PAYBACK PERIODE

Payback Period = $P + \frac{|\text{Accumulated Net Cashflow P}|}{\text{Net Cashflow P+1}}$

(dalam Rupiah)

Tahun ke- (P)	Discounted Net Cashflow		Accumulated Net Cashflow
0	(13,941,888,151.69)		(13,941,888,151.69)
1	3,005,701,001.75		(11,250,536,968.18)
2	2,691,351,183.51		(8,840,659,475.78)
3	2,409,877,492.40		(6,682,817,881.58)
4	2,157,841,594.20		(4,750,653,130.33)
5	1,932,164,751.25		(3,020,562,916.10)
6	1,730,090,214.23		(1,471,413,368.97)
7	1,549,149,547.13		(84,280,894.83)
8	1,387,132,474.15		1,157,778,985.32
9	1,242,059,880.14		2,269,938,620.12
10	1,112,159,634.80		3,265,783,565.32
11	995,844,945.20		4,157,478,537.74
12	891,694,972.42		4,955,916,013.05
13	798,437,475.31		5,670,849,282.48
14	714,933,269.44		6,311,011,593.94
15	640,162,311.46		6,884,222,832.71
16	573,211,238.77		7,397,485,045.08
17	513,262,212.37		7,857,067,971.62
18	459,582,926.54		8,268,585,635.08
19	411,517,663.45		8,657,614,251.68
20	389,028,616.60		8,657,614,251.68

P = Tahun terakhir kas kum. neg.

P = 7

Kas kumulatif P = 1157778985

Arus kas P+1 = 1242059880

Payback Periode = 7.9 tahun

7

11.2 bulan

11

6 hari

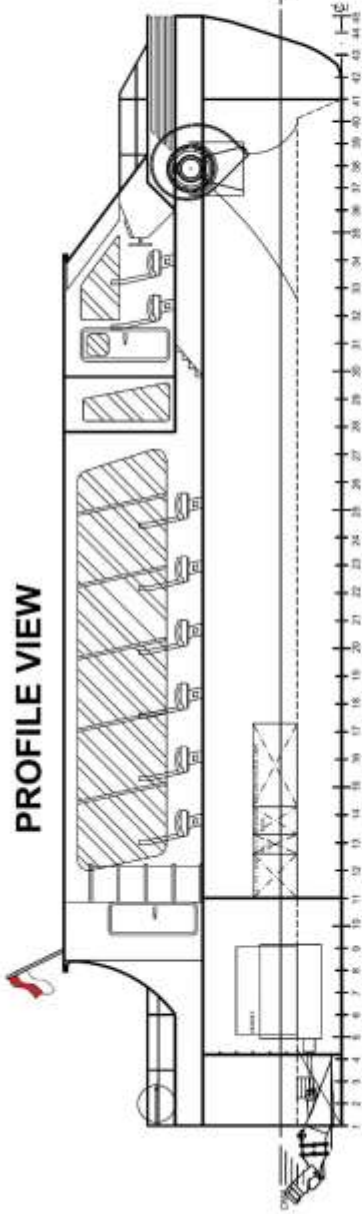
Payback periode = 7 tahun 11 bulan 6 hari

LAMPIRAN D
DESAIN RENCANA GARIS

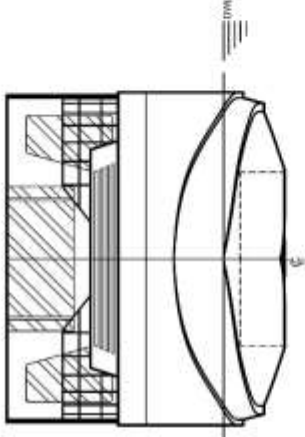
LAMPIRAN E
DESAIN RENCANA UMUM

LAMPIRAN E
DESAIN *SAFETY PLAN*

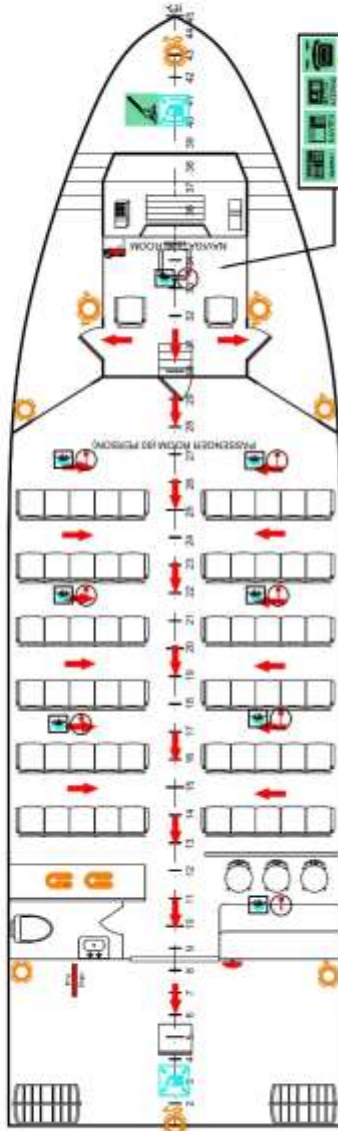
PROFILE VIEW



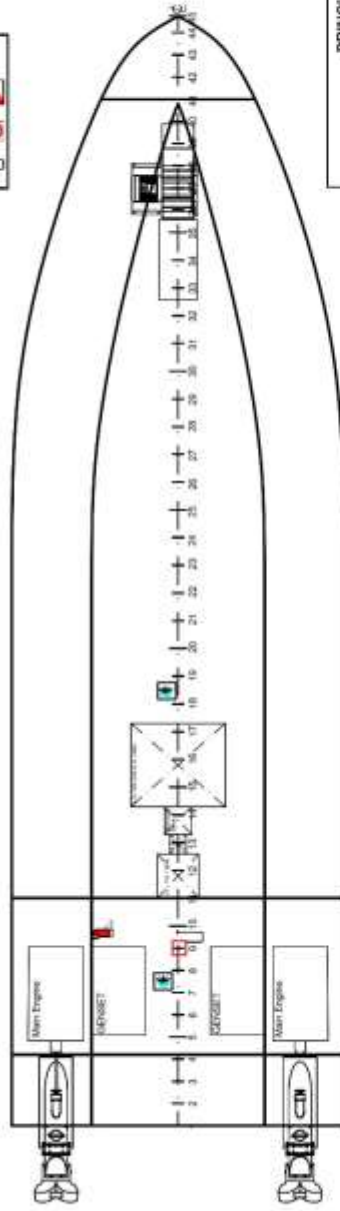
FRONT VIEW



MAIN DECK



BOTTOM



FIRE PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM	- Navigation Room
	FIRE CONTROL SAFETY PLAN	- Main Deck
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (POWDER)	- Engine Room - Main Deck
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM)	- Engine Room - Main Deck
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (CO ₂)	- Engine Room - Navigation Room
	FIRE HOSE AND NOZZLE	
	FIRE HYDRANT	- Main Deck - Main Deck - Bottom Deck
	HEAT DETECTOR	
	MANUALLY OPERATED CALL POINT	- Navigation Room - Engine Room
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (BATTERY)	- Navigation Room
	FIREMAN'S OUTFIT	- Bottom Deck - Main Deck
	SPRINKLER	- Main Deck
	FIRE EXTINGUISHING SYSTEM (CO ₂)	- Bottom Deck

SAFETY PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	MASTER STATION	- Main Deck (Front) - Upper Deck (Rear)
	LIFEBUOY	- Upper Deck (D)
	LIFEBUOY WITH LIGHTING LIGHT	- Main Deck (D)
	LIFEBUOY WITH LIGHT AND SMOKE SIGNAL	- Main Deck (D)
	LIFEBUOY WITH LINE	- Main Deck (D)
	ROCKET PARACHUTE FLARE	- Navigation Room
	SURVIVAL CRAFT PORTABLE RADIO	- Navigation Room
	LINE THROWING APPLIANCE	- Main Deck
	EPIRB	- Navigation Room
	CHILD LIFEJACKET	- Main Deck (A3)
	LIFEJACKET / LIGHTS	- Main Deck (B)
	PMBUSAT	- Navigation Room
	NAVTEC RECEIVER	- Navigation Room
	WATCO RECEIVER	- Navigation Room
	VHF RADIO - TELEPHONE	- Navigation Room
	LIFEBUOY	-
	TACRAT TRANSDUCER	- Navigation Room

PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	PASSENGER SHIP
LENGTH OVERALL	(L _{OA}) : 20 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR	(L _{BP}) : 19.6 m
BREADTH	(B) : 6 m
HEIGHT	(H) : 2.5 m
DRAUGHT	(T) : 1.1 m
SERVICE SPEED	(V _S) : 30 Knots
MAX SPEED	(V _{MAX}) : 35 Knots
PASSENGER	60 Person
CREW	3 Person



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

FOXY

SAFETY PLAN

SCALE	1:100	DATE	REVISION
DRAWN BY	Agus Nurrahman (1904)	05-11-2019	
CHECKED BY	Dr. Hedy Andri Kurniawan, M. Sc.		
APPROVED BY	Dr. Hedy Andri Kurniawan, M. Sc.		

A3

BIODATA PENULIS



SNMPTN.

Fajar Hamonangan Sinaga, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Lubuk Jawi pada 15 Desember 1995 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK , kemudian melanjutkan ke SD Budi Murni 1 Medan, SMP St. Thomas 1 Medan dan SMA St. Thomas 1 Medan . Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen PSDM HIMATEKPAL FTK ITS 2014/2015 serta *Steering Committee Surabaya Fisherman Sailing Competition (SFSC) SAMPAN ITS 2015/2016*. Selan itu, Penulis juga pernah menjadi peserta lomba Decombotion Undip Tingkat Nasional pada tahun 2015.

Email: fajar13@mhs.na.its.ac.id/josefajar.sc@gmail.com