



**TUGAS AKHIR - MN 184802**

**DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* DENGAN  
SISTEM BAHAN BAKAR *HYDROGEN FUEL CELLS* UNTUK  
TAMAN NASIONAL BUNAKEN, SULAWESI UTARA**

**Novita Rizki Dwilestari  
NRP 0411164000068**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



---

**TUGAS AKHIR - MN 184802**

**DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* DENGAN  
SISTEM BAHAN BAKAR *HYDROGEN FUEL CELLS* UNTUK  
TAMAN NASIONAL BUNAKEN, SULAWESI UTARA**

**Novita Rizki Dwilestari  
NRP 0411164000068**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



---

**FINAL PROJECT - MN 184802**

**SEMI-SUBMARINE TOURISM SHIP DESIGN WITH  
HYDROGEN FUEL CELLS SYSTEM FOR BUNAKEN  
NATIONAL PARK, NORTH SULAWESI**

**Novita Rizki Dwilestari  
NRP 04111640000068**

**Supervisor  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2020**

# LEMBAR PENGESAHAN

## DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* DENGAN SISTEM BAHAN BAKAR *HYDROGEN FUEL CELLS* UNTUK TAMAN NASIONAL BUNAKEN, SULAWESI UTARA

### 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:

**NOVITA RIZKI DWILESTARI**  
NRP 0411164000068

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

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

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 6 AGUSTUS 2020

# LEMBAR REVISI

## DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* DENGAN SISTEM BAHAN BAKAR *HYDROGEN FUEL CELLS* UNTUK TAMAN NASIONAL BUNAKEN, SULAWESI UTARA

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 23 Juli 2020

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

Oleh:

**NOVITA RIZKI DWILESTARI**  
NRP 0411164000068

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T. ....

2. Hasanudin, S.T., M.T. ....

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

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. ....



SURABAYA, 6 AGUSTUS 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

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

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Hasanudin, Bapak Danu, Ibu Sri Rejeki, dan Ibu Febri selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Bapak Moh. Sholikhhan Arif, S.T., M.T selaku Dosen Wali yang telah membimbing selama masa perkuliahan;
5. Kedua orang tua, kakak, adik, serta keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;
6. Teman-teman P56 IRONCLAD dan *Rekayasa in Exile* yang telah bersama-sama berjuang selama masa kuliah dan membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

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

Surabaya, 6 Agustus 2020

Novita Rizki Dwilestari

# **DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* DENGAN SISTEM BAHAN BAKAR *HYDROGEN FUEL CELLS* UNTUK TAMAN NASIONAL BUNAKEN, SULAWESI UTARA**

Nama Mahasiswa : Novita Rizki Dwilestari  
NRP : 04111640000068  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRAK**

Potensi wisata bahari yang ada di Indonesia sangat besar yang didukung dengan keindahan bawah lautnya. Salah satu potensi wisata keindahan bawah laut yang dimiliki Indonesia yaitu pada Taman Nasional Bunaken di Sulawesi Utara. Taman Nasional Bunaken yang terdiri dari beberapa pulau di dalamnya menyimpan banyak keindahan terumbu karang dan keragaman fauna bawah laut. Fasilitas dan sarana pendukung menjadi salah satu alasan wisatawan untuk berkunjung ke tempat wisata. Oleh sebab itu, dalam Tugas Akhir ini dilakukan desain kapal wisata *semi-submarine* untuk mendukung pariwisata. Kapal ini menggunakan sistem bahan bakar *hydrogen fuel cell* yang langsung diproduksi *on board* dari laut sehingga dapat mengurangi emisi karbon dari pembuangan kapal. *Semi-submarine* merupakan kapal yang terdapat ruang di bawah lambung kapal dan dilapisi oleh jendela *acrylic* tembus pandang untuk menikmati pemandangan bawah laut. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan analisis teknis pertama kali yaitu menentukan *payload* kapal mengacu pada jumlah wisatawan Kota Manado. Setelah didapatkan *payload* lalu dicari ukuran utama yang sesuai menggunakan metode *Parent Ship Design*. Kemudian dilakukan perhitungan hambatan, *power*, berat kapal, stabilitas, *trim*, dan lambung timbul untuk mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan*, 3D model. Selain itu juga dilakukan analisis ekonomis meliputi biaya pembangunan, biaya operasional, dan penentuan harga tiket. Kapal yang didesain memiliki *payload* 38 penumpang, 5 orang *crew*, dengan ukuran utama Panjang (Lpp): 23 m; Lebar (B): 5 m; Tinggi (H): 3,5 m; Sarat (T) 2,2 m; Kecepatan (Vs): 8 Knot dengan rute Pulau Bunaken, Pulau Manado Tua, dan pulau Siladen. Biaya pembangunan kapal sebesar Rp 6.105.003.915 dan biaya operasional sebesar Rp 2.244.492.618.

Kata kunci: *Acrylic*, *Hydrogen Fuel Cell*, *Semi-submarine*, Taman Nasional Bunaken.



# **SEMI-SUBMARINE TOURISM SHIP DESIGN WITH HYDROGEN FUEL CELLS SYSTEM FOR BUNAKEN NATIONAL PARK, NORTH SULAWESI**

Author : Novita Rizki Dwilestari  
Student Number : 04111640000068  
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology  
Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRACT**

The potential of marine tourism in Indonesia is very large which is supported by the beauty of the underwater. One of Indonesia's underwater beauty tourism potentials is Bunaken National Park in North Sulawesi. Bunaken National Park which consists of several islands in it holds a lot of beauty of coral reefs and diversity of underwater fauna. Supporting facilities become one of the reasons for tourist attractions. Therefore, in this Final Project a semi-submarine tour boat design is carried out using a hydrogen fuel cell system which is directly produced on board from the sea so that it can reduce carbon emissions from ship disposal. Semi-submarine is a ship which has space under the hull of the ship and is covered by transparent acrylic windows to enjoy the underwater scenery. In this Final Project, the first technical analysis is to determine the ship payload based on the number of tourists in Manado. After the payload is obtained, a suitable main dimension is searched within Parent Ship Design. Then do the calculation of obstacles, power, ship weight, stability, trim, and hull arise to design the Lines Plan, General Arrangement, Safety Plan, and 3D model. In addition, an economic analysis was also carried out covering building costs, operational costs, and ticket pricing. The ship is designed to have a payload of 38 passengers, 5 crew members, with the main dimensions Length (Lpp): 23 m; Width (B): 5 m; Height (H): 3.5 m; Draught (T) 2.2 m; Speed (Vs): 8 Knots with Bunaken Island route, Manado Tua Island, and Siladen Island. The cost of building a ship is Rp 6,105,003,915 and an operational cost is Rp 2,244,492,618.

Kata kunci: *Acrylic, Hydrogen Fuel Cell, Semi-submarine, Taman Nasional Bunaken.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR SIMBOL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat .....	3
1.6. Hipotesis .....	4
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Kapal <i>Semi-Submarine</i> .....	5
2.2. Jendela Bawah Air .....	6
2.3. Tinjauan Umum Daerah Operasional .....	8
2.4. <i>Hydrogen Fuel Cells</i> .....	9
2.4.1. <i>Protone Exchange Membrane (PEM)</i> .....	11
2.4.2. <i>Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC)</i> .....	12
2.4.3. <i>Alkaline Fuel Cell (AFC)</i> .....	13
2.4.4. <i>Solid Oxide Fuel Cell</i> .....	15
2.4.5. <i>Molten Carbonate Fuel Cell</i> .....	17
2.4.6. <i>Direct Methanol Fuel Cell</i> .....	18
2.5. Proses Produksi Hidrogen .....	19
2.6. Teori Desain Kapal .....	21
2.6.1. <i>Concept Design</i> .....	21
2.6.2. <i>Preliminary Design</i> .....	21
2.6.3. <i>Contract Design</i> .....	22
2.6.4. <i>Detail Design</i> .....	22
2.7. Metode Desain Kapal .....	22
2.7.1. <i>Parent Design Approach</i> .....	22
2.7.2. <i>Parametric Design Approach</i> .....	23
2.7.3. <i>Trend Curve Approach</i> .....	23
2.7.4. <i>Iterative Design Approach</i> .....	23
2.7.5. <i>Optimization Design Approach</i> .....	23
2.8. Tinjauan Teknis Desain Kapal.....	24
2.8.1. Penentuan Ukuran Utama .....	24
2.8.2. Perhitungan Berat kapal .....	24

2.8.3.	Perhitungan Hambatan Kapal.....	25
2.8.4.	Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak Kapal .....	26
2.8.5.	Perhitungan Stabilitas.....	27
2.8.6.	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	29
2.9.	Perhitungan Ekonomis Desain Kapal.....	30
2.9.1.	Biaya Pembangunan Kapal .....	30
2.9.2.	Biaya Operasional Kapal.....	31
BAB 3	METODOLOGI.....	33
3.1.	Bagan Alir .....	33
3.2.	Langkah Pengerjaan .....	34
3.2.1.	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	34
3.2.2.	Pengumpulan Data .....	34
3.2.3.	Studi Literatur.....	34
3.2.4.	Analisis Data .....	34
3.2.5.	Penentuan Ukuran Utama Kapal .....	35
3.2.6.	Perhitungan Teknis.....	35
3.2.7.	Pembuatan Desain Model.....	35
3.2.8.	Perhitungan Ekonomis .....	35
3.2.9.	Kesimpulan dan Saran.....	35
BAB 4	ANALISIS TEKNIS .....	37
4.1.	<i>Operational Requirements</i> .....	37
4.1.1.	Penentuan Rute Pelayaran .....	37
4.1.2.	Perhitungan Kecepatan.....	38
4.1.3.	Perhitungan <i>Payload</i> .....	38
4.2.	Perhitungan Teknis Kapal <i>Semi-submarine</i> .....	40
4.2.1.	Perhitungan Ukuran Utama Kapal .....	40
4.2.2.	Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal .....	41
4.2.3.	Perhitungan Koefisien .....	42
4.2.4.	Perhitungan Hambatan .....	43
4.2.5.	Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin .....	43
4.2.6.	Desain Sistem Hibrida.....	44
4.2.7.	Perhitungan Sistem Hibrida.....	46
4.2.8.	Perhitungan Berat Kapal .....	48
4.2.9.	Pengecekan <i>Displacement</i> .....	48
4.2.10.	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	49
4.2.11.	Perhitungan Stabilitas.....	50
4.2.12.	Perhitungan <i>Trim</i> .....	51
4.2.13.	Perhitungan Tonase .....	52
4.3.	Pembuatan Desain Rencana Garis ( <i>Lines Plan</i> ).....	53
4.4.	Pembuatan Desain Rencana Umum ( <i>General Arrangement</i> ) .....	54
4.5.	Pembuatan Desain Rencana Keselamatan ( <i>Safety Plan</i> ) .....	55
4.5.1.	<i>Life Saving Appliance</i> .....	55
4.5.2.	<i>Fire Fighting Equipment</i> .....	56
4.6.	Pembuatan Desain Model 3 Dimensi ( <i>3D Modelling</i> ).....	58
BAB 5	ANALISIS EKONOMIS .....	61
5.1.	Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal.....	61
5.2.	Perhitungan Biaya Operasional.....	62
5.3.	Harga Tiket.....	63
5.4.	<i>Payback Period</i> .....	64

5.5. <i>Net Present Value (NPV)</i> .....	64
5.6. <i>Internal Rate of Return (IRR)</i> .....	65
5.7. Pemilihan Harga Tiket.....	66
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
6.1. Kesimpulan.....	67
6.2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A Analisis Teknis Desain Kapal Wisata <i>Semi-submarine</i>	
LAMPIRAN B Analisis Ekonomis Desain Kapal Wisata <i>Semi-submarine</i>	
LAMPIRAN C Desain Rencana Garis Kapal Wisata <i>Semi-submarine</i>	
LAMPIRAN D Desain Rencana Umum Kapal Wisata <i>Semi-submarine</i>	
LAMPIRAN E Desain <i>Safety Plan</i> Kapal Wisata <i>Semi-submarine</i>	
LAMPIRAN F Desain Model 3D Kapal Wisata <i>Semi-submarine</i>	
BIODATA PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal <i>Semi-submarine</i> .....	5
Gambar 2.2 Kapal <i>Semi-submarine</i> yang telah beroperasi .....	6
Gambar 2.3 Kabin Penumpang .....	7
Gambar 2.4 Peta Taman Nasional Bunaken .....	8
Gambar 2.5 Taman Bawah Laut Bunaken .....	9
Gambar 2.6 Prinsip Kerja <i>Hydrogen Fuel Cells</i> .....	10
Gambar 2.7 <i>Flow Chart</i> PEMFC System .....	11
Gambar 2.8 Skema Reaksi Kimia PEMFC .....	12
Gambar 2.9 Skema Reaksi Kimia PAFC .....	13
Gambar 2.10 <i>Flow Chart</i> PAFC System .....	13
Gambar 2.11 <i>Flow Chart</i> AFC System .....	14
Gambar 2.12 Skema Reaksi AFC .....	15
Gambar 2.13 Skema Reaksi Kimia SOFC .....	16
Gambar 2.14 <i>Flow Chart</i> SOFC System .....	16
Gambar 2.15 <i>Flow Chart</i> MCFC System .....	17
Gambar 2.16 Skema Reaksi Kimia MCFC .....	18
Gambar 2.17 <i>Flow Chart</i> DMFC System .....	19
Gambar 2.18 Skema Reaksi Kimia DMFC .....	19
Gambar 2.19 Proses Elektrolisis .....	20
Gambar 2.20 Diagram Spiral Desain .....	21
Gambar 2.21 Keseimbangan Stabil .....	28
Gambar 2.22 Keseimbangan Labil .....	28
Gambar 2.23 Keseimbangan Netral .....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Pengerjaan .....	33
Gambar 4.1 Rute Operasional Kapal .....	37
Gambar 4.2 Grafik Peningkatan Jumlah Wisatawan Kota Manado .....	39
Gambar 4.3 Kapal <i>Coral Viewer</i> .....	41
Gambar 4.4 ELCO EP-70 electric motor .....	44
Gambar 4.5 Desain Sistem Hibrida .....	44
Gambar 4.6 Produksi Gas Hidrogen <i>on board</i> .....	45
Gambar 4.7 Desain <i>Lines Plan</i> .....	53
Gambar 4.8 Desain <i>General Arrangement</i> .....	54
Gambar 4.9 Desain <i>Safety Plan</i> .....	57
Gambar 4.10 Desain Model 3D .....	58
Gambar 4.11 Desain Model 3D (tampak belakang) .....	58
Gambar 4.12 Kabin Penumpang <i>Semi-submarine</i> .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Detail Perjalanan .....	38
Tabel 4. 2 Perhitungan Kecepatan Kapal .....	38
Tabel 4. 3 Wisatawan Kota Manado tahun 2006 – 2014.....	39
Tabel 4. 4 Jumlah wisatawan Kota Manado.....	39
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Rata-rata Jumlah Wisatawan .....	40
Tabel 4. 6 Pengecekan <i>ratio</i> ukuran utama <i>Parent ship</i> .....	41
Tabel 4. 7 Pengecekan <i>ratio</i> ukuran utama kapal setelah dilakukan perubahan .....	42
Tabel 4. 8 Rekap Hasil Koefisien Bentuk Kapal.....	42
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal .....	48
Tabel 4. 10 Pemeriksaan Lambung Timbul .....	50
Tabel 4. 11 <i>Loadcase</i> Stabilitas Kapal .....	50
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Stabilitas Kapal .....	51
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan .....	61
Tabel 5. 2 Biaya Tenaga Kerja ( <i>Labor Cost</i> ) .....	61
Tabel 5. 3 Koreksi Biaya Pembangunan .....	62
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal .....	63
Tabel 5. 5 Perencanaan Harga Tiket Wisata <i>Semi-submarine (Low Season)</i> .....	63
Tabel 5. 6 Perencanaan Harga Tiket Wisata <i>Semi-submarine (Peak Season)</i> .....	64
Tabel 5. 7 Rekapitulasi <i>Payback Period</i> .....	64
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Nilai NPV .....	65
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Nilai IRR .....	65
Tabel 5. 10 Harga Tiket Akhir Wisata <i>Semi-submarine</i> .....	66

## DAFTAR SIMBOL

Lpp = panjang kapal dari titik AP ke FP  
Lwl = panjang kapal sesuai dengan garis air  
Loa = panjang kapal secara keseluruhan  
B = lebar kapal tanpa kulit  
H = tinggi kapal tanpa kulit  
T = sarat kapal  
LCB = letak memanjang titik gaya apung  
LCG = letak memanjang titik gaya berat  
Cb = koefisien blok kapal  
Cm = koefisien midship  
Cwp = *waterplane coefficient*  
Cp = *prismatic coefficient*  
 $\nabla$  = *volume displacement*  
 $\Delta$  = displacement  
VS = kecepatan dinas  
Fn0 = *Froude Number*  
 $\rho$  = *mass density salt water* (1025 kg/m<sup>3</sup>)  
CF0 = *friction coefficient* (ITTC 1957)  
Rn = *Reynold Number*  
1 + K = *form factor of vessel*  
S = *Wetted surface area*  
Sapp = *total wetted surface of appendages*  
Stot = *total wetted surface of vessel*  
W = *displacement weight*  
RT = *total resistance of vessel*  
Ta = *moulded draft at AP* [m]  
Tf = *moulded draft at FP* [m]  
PB = BHP (*break horse power*)  
PE = EHP (*effective horse power*)  
 $\eta_h$  = *hull efficiency*  
 $\eta_o$  = *open water efficiency*  
 $\eta_r$  = *relative rotative efficiency*  
 $\eta_s$  = *seal efficiency*  
 $\eta_b$  = *line shaft bearing efficiency*  
 $\eta_t$  = *electrical transmission efficiency*  
CC&E = *crew coefficient*  
WC&E = *berat crew*  
VSW = *total volume air laut*  
WSW = *total berat air laut*  
VFW = *total volume air tawar*  
WFW = *total berat air tawar*  
WH = *total berat gas hidrogen*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pulau Bunaken merupakan salah satu kawasan wisata di Perairan Taman Nasional Bunaken yang terletak di Sulawesi Utara. Pulau Bunaken terkenal dengan wisata bawah laut yang menyajikan keindahan terumbu karang dan beragam biota laut. Kegiatan utama yang dapat dilakukan oleh wisatawan asing maupun wisatawan lokal antara lain *diving*, *snorkeling*, dan *submarine touring*. Pulau Bunaken memiliki luas daratan (dari pasang tertinggi) 704,33 Ha dapat ditempuh dari Kota Manado dengan menggunakan perahu motor dalam waktu 35 menit. (Buku Informasi Wisata Taman Nasional Bunaken, 2018) Terdapat beberapa titik *snorkeling* dan *diving* yang nantinya akan menjadi pertimbangan untuk menentukan wilayah operasional kapal, antara lain Pulau Manado Tua, Pulau Siladen, Fukui *Point*, Tanjung Paringi dan Lekuan. *Spot diving* tersebut memiliki keindahan bawah laut yang dapat menarik minat wisatawan baik dalam maupun luar negeri untuk berkunjung.

Berdasarkan data dari Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan jumlah pengunjung di Taman Nasional Bunaken mencapai 32.000 hingga 39.000 jiwa pada tahun 2003 hingga 2006, dengan 8–10.000 diantaranya merupakan turis asing. (Suraji, 2015) Berdasarkan hasil survey, terdapat peningkatan pengunjung sehingga dibutuhkan kapal wisata yang dapat menampung lebih banyak wisatawan dan memiliki stabilitas yang lebih baik untuk mendukung sarana wisata bawah laut di Pulau Bunaken. Kapal didesain untuk memberi kenyamanan pada wisatawan tanpa harus melakukan *snorkeling* maupun *diving*.

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Manado, wisatawan dari dalam maupun luar negeri dari tahun ke tahun semakin meningkat. (Badan Pusat Statistik Kota Manado, 2020) Sebagian besar wisatawan yang datang ke Kota Manado akan menuju Pulau Bunaken untuk berwisata. Kapal wisata sebagian besar hanya beroperasi di pulau-pulau sekitar Taman Nasional Bunaken. Wisatawan dari Kota Manado harus menyebrang ke Pulau Bunaken terlebih dahulu untuk dapat berwisata di Bunaken. Tugas Akhir ini merancang kapal *semi-submarine* yang beroperasi dari Kota Manado ke Taman Nasional Bunaken dan sekaligus menjadi kapal wisata. Jadi wisatawan



tidak perlu menyewa kapal lagi untuk menyebrang ke Pulau Bunaken. Kapal ini akan beroperasi dari dermaga yang ada di salah satu *resort* di Kota Manado.

Kapal wisata ini juga akan dirancang menggunakan *hydrogen fuel cells* sebagai pengganti bahan bakar. *Fuel Cell* adalah perangkat yang merubah energi kimia secara langsung menjadi energi listrik. Beberapa kelebihan *fuel cell* antara lain lebih ramah lingkungan, nol emisi karbon, dan tidak menimbulkan bising. Terdapat berbagai jenis *fuel cell* yang telah dikembangkan di dunia, namun yang akan digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *fuel cell* yang menggunakan bahan bakar hidrogen yaitu jenis *Proton Exchange Membrane (PEMFC)*. Pemilihan *Fuel cell* berbahan bakar gas hidrogen dikarenakan gas ini merupakan gas yang sangat berlimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal oleh manusia terutama pada transportasi laut, dimana gas hidrogen dapat dihasilkan melalui proses elektrolisis air laut. (Iqbal & Aryawan, 2019) Hidrogen akan diolah menjadi listrik untuk memenuhi kebutuhan propulsi kapal dan akan dapat diproduksi *on board*.

Selaras dengan kondisi bumi pada saat ini semakin memprihatinkan, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain tercemarnya lingkungan dari efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang menyebabkan *global warming*, hujan asam, rusaknya lapisan ozon hingga hilangnya hutan tropis. Semua jenis polusi itu rata-rata akibat dari penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, uranium, plutonium, batu bara dan lainnya secara terus menerus. Industri maritim juga merupakan salah satu penyumbang emisi karbon terbesar di bumi dengan adanya kegiatan transportasi laut menggunakan kapal.

Dengan kondisi yang semakin memprihatinkan, gerakan hemat energi merupakan suatu keharusan di seluruh dunia. Salah satunya dengan menghemat bahan bakar dan menggunakan bahan bakar non-fosil yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga air, energi panas bumi, tenaga matahari, dan lainnya. Maka penggunaan kapal wisata *semi-submarine* dengan sistem bahan bakar *hydrogen fuel cells* diharapkan dapat mengurangi emisi karbon di bumi.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan *payload* kapal?
2. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal yang sesuai karakteristik perairan Pulau Bunaken?

3. Bagaimana menentukan desain rencana garis, rencana umum serta desain 3D kapal wisata *semi-submarine*?
4. Bagaimana menentukan kapasitas *hydrogen fuel cells* dan perhitungan teknis lainnya?
5. Berapa biaya pembangunan dari kapal, operasional kapal dan harga tiket?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh *payload* kapal.
2. Memperoleh ukuran utama kapal wisata *semi-submarine* untuk perairan Pulau Bunaken.
3. Memperoleh Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan* serta desain 3D.
4. Memperoleh kapasitas *hydrogen fuel cells* serta perhitungan teknis lainnya.
5. Mengetahui biaya pembangunan kapal, biaya operasional serta harga tiket penumpang yang sesuai.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan Tugas Akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Desain kapal disesuaikan dengan karakteristik di perairan Pulau Bunaken.
2. Tidak membahas perancangan tempat sandar kapal dan getaran kapal.
3. Hasil pengerjaan dari Tugas Akhir ini adalah desain Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan* serta desain 3D, tanpa desain konstruksi dari kapal.
4. Bahan yang digunakan untuk jendela bawah air adalah *acrylic*.

### **1.5. Manfaat**

Tugas Akhir diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Bagi akademisi, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Bagi praktisi, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi untuk dijadikan kapal wisata di kawasan Pulau Bunaken.

## **1.6. Hipotesis**

Kapal ini diharapkan mendapat jumlah penumpang dan desain yang sesuai dengan perairan Pulau Bunaken serta menjadi salah satu referensi desain kapal wisata yang lebih ramah lingkungan.

## BAB 2 STUDI LITERATUR

### 2.1. Kapal *Semi-Submarine*

Kapal *semi-submarine* adalah kapal yang memiliki desain atau bentuk yang mirip dengan kapal selam. Namun berbeda dengan kapal selam yang keseluruhan badan kapal dapat tenggelam di bawah air, kapal *semi-submarine* hanya menyelamkan sebagian badan kapalnya. Kabin kapal relatif lebih rendah beberapa meter dibawah permukaan laut jika dibandingkan dengan sarat kapalnya. Kabin dilengkapi dengan jendela kaca berukuran besar agar wisatawan dapat menikmati pemandangan bawah air tanpa harus melakukan *diving* ataupun *snorkeling*.



**Gambar 2.1** Kapal *Semi-submarine*  
(sumber: [www.tripadvisor.com](http://www.tripadvisor.com))

Bagian penumpang kapal *semi-submarine* menggunakan bahan material yang bersifat transparan. Material transparan tersebut bisa berupa kaca atau bahan tebal yang kuat dan aman. Bagian transparan itu berfungsi untuk memperlihatkan keanekaragaman biota laut kepada penumpang. Kapal ini berfungsi untuk memudahkan penumpang untuk menikmati keindahan bahari tanpa harus menyelam dan basah. *Semi-Submarine* juga bisa dikatakan *Semi* kapal selam.

Ukuran dan kapasitas kapal *semi-submarine* bervariasi tergantung pada fungsi dan daerah operasional kapal. Kapal *semi-submarine* awalnya berfungsi untuk melakukan riset atau penelitian dibawah laut. Namun seiring perkembangan jaman, kapal banyak digunakan sebagai penunjang wisata khususnya wisata bawah air. (Saputra, 2017) Tingginya minat wisatawan

untuk melihat biota laut membuat kapal jenis ini semakin diminati untuk pengembangan daerah wisata, dikarenakan biaya *diving* yang tinggi adalah salah satu penyebabnya.

Berikut ini terdapat contoh kapal *semi-submarine* yang digunakan sebagai sarana wisata bawah air.



**Gambar 2.2 Kapal *Semi-submarine* yang telah beroperasi**  
(sumber: [www.maritimesales.com](http://www.maritimesales.com))

## 2.2. Jendela Bawah Air

Kapal *semi-submarine* memiliki kabin penumpang yang lebih rendah dari sarat kapal dan berada di bawah permukaan air. Tentu saja berfungsi sebagai sarana wisatawan agar dapat melihat keindahan bawah laut tanpa harus melakukan *diving* ataupun *snorkeling*. Material yang digunakan untuk jendela bawah air haruslah kuat dan jernih. Terdapat beberapa jenis material yang dapat digunakan untuk jendela bawah air kapal *semi-submarine* antara lain kaca, *acrylic*, dan *polycarbonate*.

Kaca merupakan bahan lutsinar, kuat, dan material yang dapat dibentuk pada temperatur di atas 2300 °F atau 1261 °C. Komponen utama kaca adalah silika. Silika ialah galien yang mengandung silikon dioksida. (Karnain, 2015) Di dalam ilmu pengetahuan, istilah kaca didefinisikan dalam arti yang luas, kaca dapat dibuat dari paduan bahan berbeda. Adapun sifat dari kaca adalah :

- Massa jenis kaca berkisar antara 2 hingga 8,1 g/cm<sup>3</sup>
- Kekuatan tekannya 6000 hingga 21000 kg/cm<sup>2</sup>
- Kekuatan tariknya 1 hingga 300 kg/cm<sup>2</sup>, karena kekuatan tariknya relatif kecil, maka kaca merupakan bahan yang regas. Walaupun kaca adalah substansi berongga, tetapi tidak mempunyai titik leleh yang tegas, karena pelelehannya perlahan ketika suhu pemanasan dinaikkan.

- Kaca berwujud padat namun susunan atomnya seperti zat cair.
- Kaca tidak memiliki titik lebur yang pasti.
- Efektif sebagai isolator.
- Kaca mampu menahan vakum namun rapuh terhadap benturan.



**Gambar 2.3 Kabin Penumpang**  
(sumber: (Saputra, 2017))

Dikutip dari website blog hudileksono, PMMA atau *acrylic* biasanya dipakai sebagai pengganti kaca/*glass*. Ada beberapa keuntungan *acrylic* dibanding kaca tergantung aplikasinya, antara lain:

- *Acrylic* mempunyai berat jenis ringan (separuhnya berat jenis kaca 1150-1190 kg/m<sup>3</sup> sedangkan kaca 2400-2800 kg/m<sup>3</sup>) sehingga menguntungkan dari segi transportasi dan pemasangan *on site*.
- *Acrylic* lebih tinggi ketahanan impaknya dibanding kaca yang mudah pecah/ regas dan seringkali membahayakan pengguna.
- *Acrylic* lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun *acrylic* memungkinkan di poles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus diganti baru.
- *Acrylic* dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan
- *Acrylic* meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca

- *Acrylic* dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya.
- Produk *acrylic* yang baik ketahanan terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya.

### 2.3. Tinjauan Umum Daerah Operasional

Taman Nasional Bunaken merupakan tempat wisata yang berada di Teluk Manado - Sulawesi Utara yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 730/Kpts-II/1991 tanggal 15 Oktober 1991 dengan luas sekitar 89.065 Ha, memiliki keanekaragaman hayati dan keindahan bawah laut yang mempesona. Taman Nasional Bunaken terletak di Provinsi Sulawesi Utara yang secara geografis terbagi menjadi 2 wilayah yaitu bagian utara dan selatan. Bagian utara terletak antara 1°35'41" - 1°32'16" LU dan 124°50'50" - 124°49'22,6" BT, terdiri dari 5 pulau (Bunaken, Manado Tua, Siladen, Mantehage, dan Nain). Bagian selatan terletak antara 1°24'0" - 1°16'44" LU dan 124°38'3" - 124°32'22" BT. (Buku Informasi Wisata Taman Nasional Bunaken, 2018)



**Gambar 2.4 Peta Taman Nasional Bunaken**  
(sumber: *google maps*)

Berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951) terdapat dua zona iklim di TN Bunaken yaitu zona A dan B. Zona A yaitu bagian utara TN Bunaken dan zona B merupakan bagian selatan TN Bunaken. Curah hujan rata-rata di kawasan TN Bunaken bagian utara berkisar antara 3.001–3.500 mm/tahun. Curah hujan bagian selatan berkisar antara 2.501–3.000 mm/tahun. Suhu rata-rata adalah 27°C dengan fluktuasi bulanan 1°-2°C. Pada umumnya tinggi ombak diperkirakan tidak melebihi 1 meter dan arus permukaan laut mengalir ke arah timur sepanjang tahun, sejajar dengan pantai utara Sulawesi Utara. Berdasarkan penelitian dari *Water Sector*



*Technical Cooperation Fund*, terdapat arus yang berlawanan arah jarum jam di Teluk Manado dengan kecepatan maksimal 1,12 km/jam yang dimotori pasang-surut.

Menurut *Natinal Oceanographic and Atmospheric Administration* kadar garam air laut mayoritas adalah 3,5%, artinya dalam satu liter air laut memiliki kadar garam sebesar 35 gram. Perairan Teluk Manado memiliki kadar garam antara 3,3% - 3,4% sehingga masih dalam kategori normal. Teluk Manado juga memiliki kisaran pH air laut sekitar 7,6 – 7,8 dimana pada umumnya air laut memiliki pH yang berkisar 8 – 8,3.

Taman Nasional Bunaken memiliki pesona alam bawah laut yang sangat menakjubkan, ada sekitar 13 jenis terumbu karang yang menjulang terjal vertikal kebawah sedalam sekitar 25-50 meter. Wisatawan juga akan dimanjakan dengan pemandangan yang disuguhkan oleh sekitar 91 species ikan yang ada di Taman Laut Bunaken antara lain koi putih (*Seriola rivoliana*), gusimi lokal (*Hippocampus*), nila gasi (*Scolopsis bilineatus*), dan lain-lain.



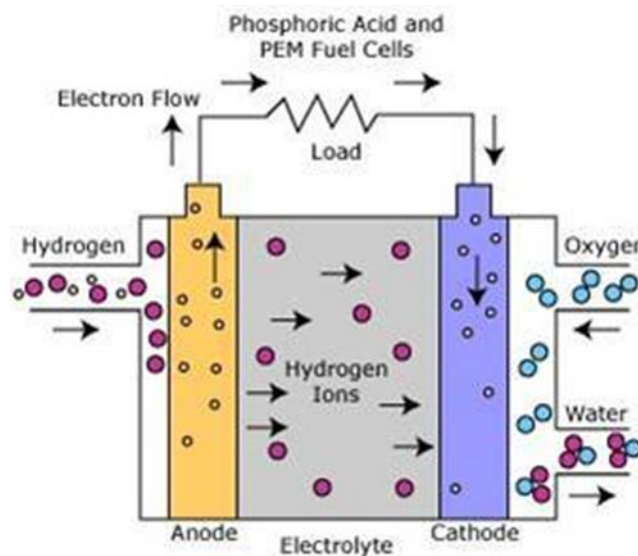
**Gambar 2.5 Taman Bawah Laut Bunaken**  
(sumber: *blog.traforia.com*)

#### **2.4. Hydrogen Fuel Cells**

*Fuel Cell* adalah perangkat yang mengubah energi potensial kimia (energi yang disimpan dalam ikatan molekul) menjadi energi listrik. Sel PEM (*Proton Exchange Membrane*) menggunakan gas hidrogen ( $H_2$ ) dan gas oksigen ( $O_2$ ) sebagai bahan bakar. Produk dari reaksi dalam sel adalah air, listrik, dan panas. Bahan bakar dengan energi alternatif sudah lama disarankan, bahkan Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menargetkan pada tahun 2020 penggunaan bahan bakar alternatif mencapai sudah 5 persen. (Isnandar, 2009) Menggunakan *hydrogen fuel cell* merupakan salah satu cara untuk mengurangi emisi karbon di bumi dengan adanya pembakaran melalui mesin kapal.



Prinsip kerja pada *hydrogen fuel cell* hampir sama dengan prinsip kerja pada baterai. Cara kerjanya yaitu gas hidrogen bertekanan ( $H_2$ ) memasuki sel bahan bakar di sisi anoda. Gas ini dipaksa melalui katalis oleh tekanan. Ketika sebuah molekul  $H_2$  bersentuhan dengan platinum pada katalis, ia terbagi menjadi dua ion  $H^+$  dan dua elektron ( $e^-$ ). Elektron dilakukan melalui anoda, di mana mereka berjalan melalui sirkuit eksternal (melakukan pekerjaan yang bermanfaat seperti memutar motor) dan kembali ke sisi katoda sel bahan bakar. Sementara itu, di sisi katoda sel bahan bakar, gas oksigen ( $O_2$ ) dipaksa melalui katalis, di mana ia membentuk dua atom oksigen. Masing-masing atom memiliki muatan negatif yang kuat. Muatan negatif ini menarik dua ion  $H^+$  melalui membran, di mana mereka bergabung dengan atom oksigen dan dua elektron dari sirkuit eksternal untuk membentuk molekul air ( $H_2O$ ). (Isnandar, 2009)



**Gambar 2.6 Prinsip Kerja *Hydrogen Fuel Cells***  
(sumber: isnandar,2009)

Keunggulan penggunaan *Hydrogen Fuel Cell* pada kapal maupun kendaraan bermotor lainnya, antara lain:

- Tidak menimbulkan kebisingan karena tidak ada komponen yang bergerak.
- Emisi buang berupa air tidak akan mencemari lingkungan dan dapat mengurangi dampak dari *global warming*.
- Lebih efisien dibanding dengan sistem konvensional karena mengubah energi potensial kimia secara langsung menjadi energi listrik.

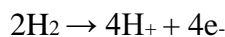
Jenis dari pada *fuel cell* ditentukan oleh material yang digunakan sebagai elektrolit yang mampu menghantar proton. Berikut adalah jenis-jenis *hydrogen fuel cells*:

#### 2.4.1. *Protone Exchange Membrane (PEM)*

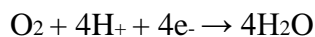
*Proton exchange membrane (PEM)* memiliki membran yang terbuat dari plastik tipis yang pada kedua sisinya dilapisi dengan platina. Platinum dan / atau sejenis logam mulia biasanya digunakan sebagai katalis untuk PEMFC. Elektrolitnya bisa berupa membran polimer. Jenis ini mampu beroperasi pada temperatur yang rendah. Kelebihannya adalah harganya relatif murah, sehingga dapat digunakan untuk alat listrik, kamera video dan telepon selular. *Fuel cell* PEM memiliki kepadatan energi yang tinggi (*high energy density*). Produk limbah dengan jenis bahan bakar ini adalah karbon dioksida dan air. Ketika hidrogen digunakan, CO<sub>2</sub> dilepaskan ketika metana dari gas alam dikombinasikan dengan uap, dalam proses yang disebut pembentukan kembali metana uap, untuk menghasilkan hidrogen.

PEMFC menggunakan hidrogen dan oksigen, dan menghasilkan air, listrik dan panas. Jika ingin menggunakan sumber bahan bakar selain hidrogen, maka perlu diubah terlebih menjadi hidrogen sebelum injeksi ke PEMFC. Hal ini yang mendasari proses perubahan dari air laut menjadi air tawar lalu diubah menjadi gas hidrogen pada sistem kapal yang akan dirancang di Tugas Akhir ini. (Tomas Tronstad, 2017)

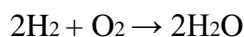
Reaksi pada anoda:



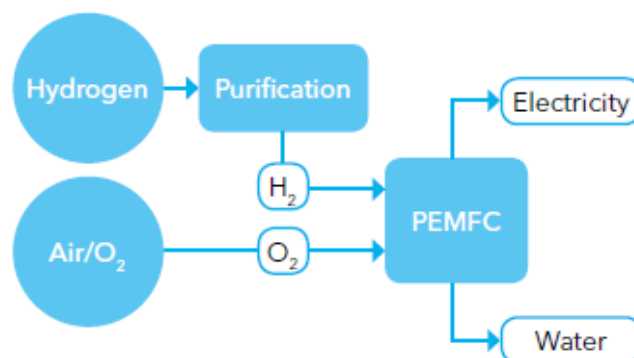
Reaksi pada katoda:



Reaksi total:

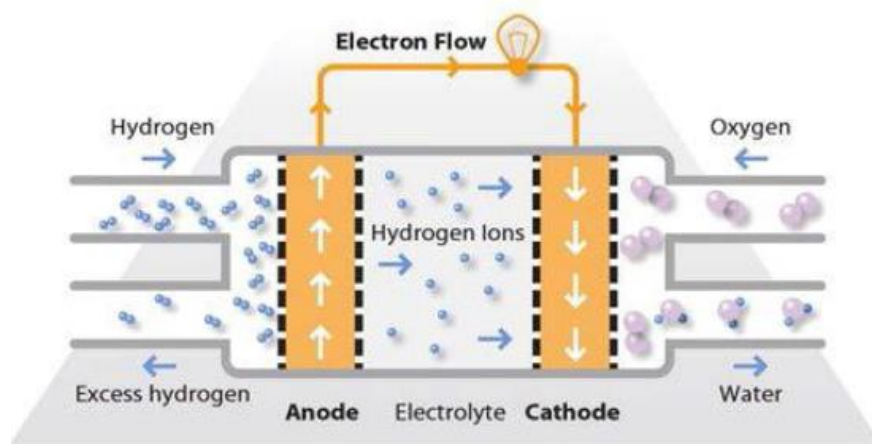


Proses reaksi kimia dari PEMFC untuk menghasilkan listrik akan ditunjukkan pada dibawah ini:



**Gambar 2.7 Flow Chart PEMFC System**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

PEMFC memiliki dua jenis berdasarkan suhu operasionalnya, yakni *low temperature* dan *high-temperature*. Perbedaan mendasar pada HT-PEMFC ialah suhu operasional yang mencapai 200°C dan juga penggunaan elektrolit berupa asam mineral yang berbeda dengan PEMFC yang berbasis air/kelembaban. Sedangkan untuk reaksi LT-PEMFC dan HT-PEMFC tidak ada perbedaan.

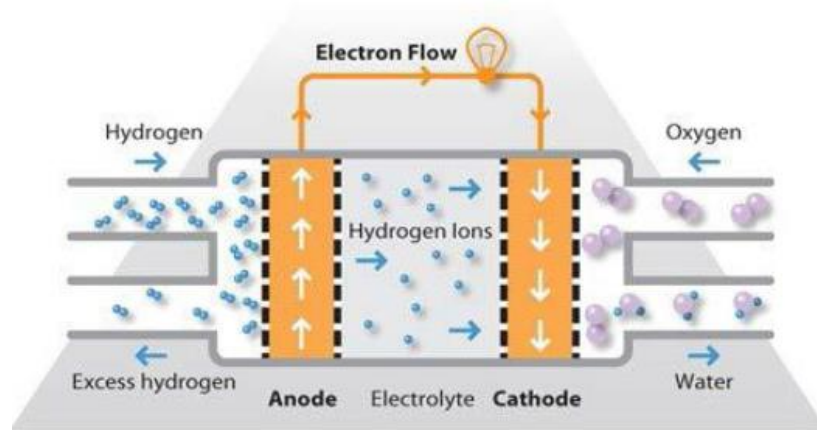


**Gambar 2.8 Skema Reaksi Kimia PEMFC**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

#### 2.4.2. *Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC)*

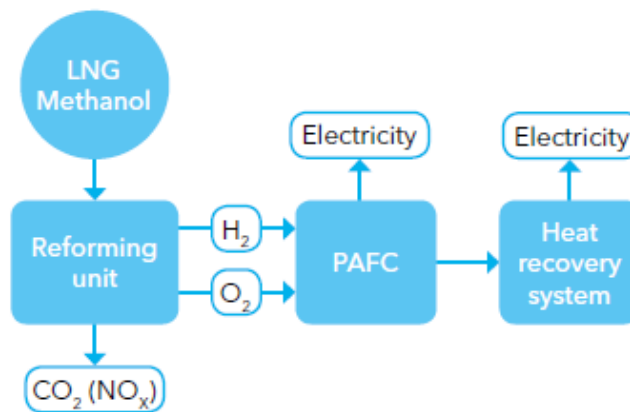
Dalam sel-sel ini asam fosfat digunakan sebagai elektrolit non-konduktif untuk melewati ion hidrogen positif dari anoda ke katoda. Sel-sel ini biasanya bekerja pada suhu 150 hingga 200 derajat Celcius. Elektrolit asam fosfat yang digunakan dalam PAFC adalah asam cair non-konduktif yang memaksa elektron melakukan perjalanan dari anoda ke katoda melalui rangkaian listrik eksternal. Kerugian utama dari sel-sel ini adalah penggunaan elektrolit asam. Ini meningkatkan korosi atau oksidasi komponen yang terpapar asam fosfat.

Peningkatan suhu pada PAFC berarti bahwa panas berlebih dari *fuel cell* dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem sekitar 40% (efisiensi kelistrikan) hingga 80%. PAFC memiliki elektrolit berupa Asam Fosfat di dalam suatu struktur Silikon Karbida dan elektroda yang terbuat dari Platinum tersebar pada Karbon. Presentasi skematik reaksi kimia dalam PAFC ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.9 Skema Reaksi Kimia PAFC**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

PAFC menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar dalam kondisi asam, reaksi utama yang terjadi pada PAFC sama dengan PEMFC. Dikarenakan suhu yang lebih tinggi, sumber bahan bakar selain dari hidrogen murni juga dapat digunakan, seperti LNG dan metanol namun, hidrokarbon perlu direformasi dalam tahap terpisah sebelum diinjeksi ke PAFC. Sistem PAFC yang menggunakan LNG, metanol atau hidrokarbon lain akan mencakup reformer dan sistem pemulihan panas, (Tomas Tronstad, 2017) seperti terlihat pada berikut gambar ini:



**Gambar 2.10 Flow Chart PAFC System**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

### 2.4.3. Alkaline Fuel Cell (AFC)

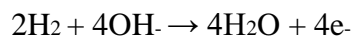
Alkaline fuel cells (AFC) menggunakan alkaline potassium, hydroxyde sebagai elektrolit. Sel jenis ini dapat menghasilkan efisiensi sampai 70%. Jenis sel ini beroperasi secara efisien dalam kisaran suhu 343-413 K dan memberikan potensi sekitar 0,9 V. Sel jenis ini banyak digunakan untuk misi luar angkasa oleh NASA, salah satunya sebagai sumber energi

listrik utama dalam program luar angkasa Apollo. Kekurangannya adalah jenis sel ini sangat mahal sehingga tidak digunakan untuk komersil.

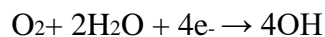
AFC terdiri dari anoda Nikel, katoda Perak dan larutan elektrolit alkali seperti Kalium Hidroksida, KOH yang dapat dimobilisasi atau diimobilisasi dalam matriks. Pada AFC, gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) dan hidroksil ion (OH<sup>-</sup>) diangkut melalui elektrolit dari katoda ke anoda. Hidrogen dan oksigen yang akan dialirkan ke AFC harus memiliki kemurnian yang sangat tinggi untuk menghindari degradasi AFC. (Tomas Tronstad, 2017)

Pada pesawat ruang angkasa milik NASA, AFC juga digunakan sebagai sumber air dan panas. AFC memiliki reaksi utama sebagai berikut:

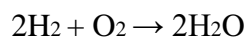
Reaksi pada anoda:



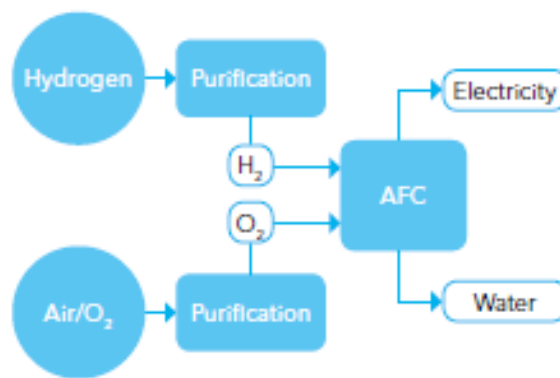
Reaksi pada katoda:



Reaksi total:

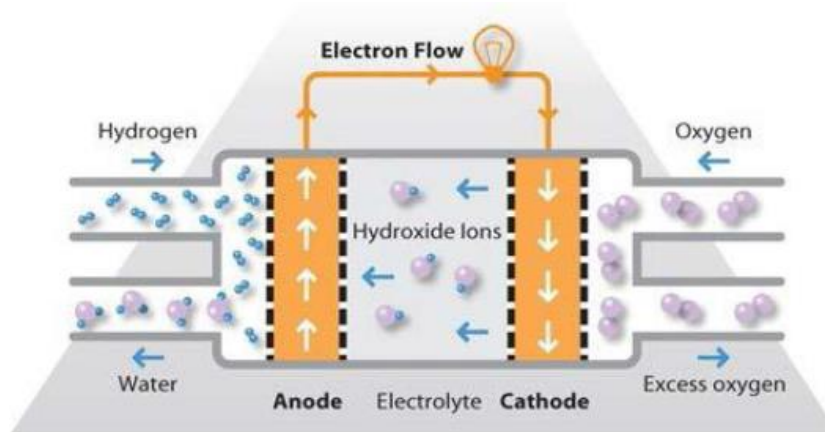


Proses reaksi kimia dari AFC untuk menghasilkan listrik akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.11 Flow Chart AFC System**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

Seperti pada penjelasan sebelumnya, terlihat pada Gambar 2.11 bahwa gas hidrogen dan oksigen perlu untuk dipurifikasi terlebih dahulu sebelum masuk ke ruang bakar pada AFC yang merupakan salah satu tantangan untuk pengembangan kedepannya dari *Alkaline Fuel Cell*.



**Gambar 2.12 Skema Reaksi AFC**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

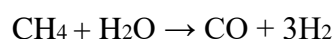
#### 2.4.4. Solid Oxide Fuel Cell

*Solid Oxide Fuel Cell* menggunakan bahan padat sebagai elektrolit. Jenis bahan yang biasa digunakan adalah keramik yang disebut *yttria-stabilized zirconia* (YSZ). Karena seluruhnya terbuat dari bahan padat, maka membutuhkan suhu operasi yang tinggi (800-1000 °C) dan dapat dijalankan pada berbagai bahan bakar termasuk gas alam. Kekurangan dari sel jenis ini adalah suhu operasinya yang tinggi memungkinkan debu karbon menumpuk di anoda, yang memperlambat proses reformasi internal.

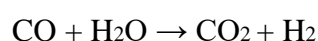
SOFC umumnya digunakan dalam produksi listrik di darat skala besar, dengan kapasitas maksimal hingga 10 MW. Beberapa proyek telah mencoba mengembangkan SOFC untuk penggunaan maritim, termasuk Methapu, Felicitas dan juga proyek Schibz. SOFC juga memiliki fleksibilitas yang sama terhadap bahan bakar seperti MCFC, dapat menggunakan Hidrogen, LNG, Metanol dan juga Hidrokarbon pada mesin diesel.

Reformasi hingga menjadi syngas (hidrogen dan karbon monoksida) terjadi dalam SOFC. Berbeda dengan MCFC, pada SOFC tidak dibutuhkan penambahan CO<sub>2</sub> pada katoda. Emisi dari SOFC adalah CO<sub>2</sub>, tetapi dapat dihilangkan jika hydrogen digunakan sebagai bahan bakar utama. Berikut ini adalah reaksinya yang terjadi pada reformasi internal LNG:

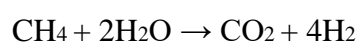
Reformasi uap:



Reaksi pergantian air menjadi gas:

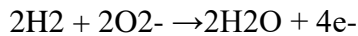


Reaksi total dari reformasi:

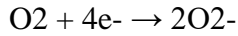


Sementara reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda SOFC yaitu:

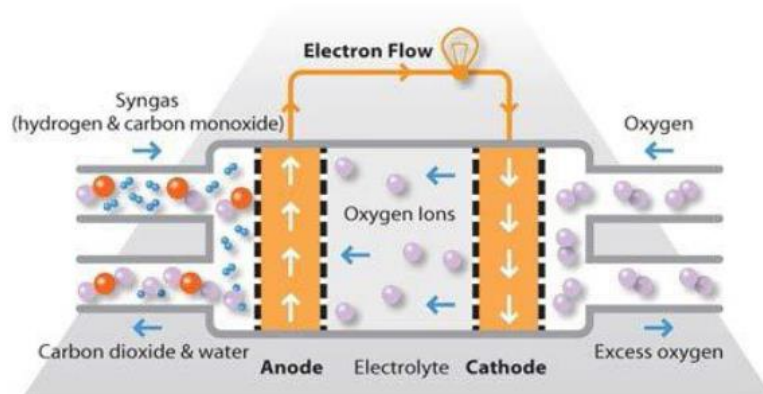
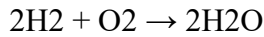
Reaksi pada anoda:



Reaksi pada katoda:



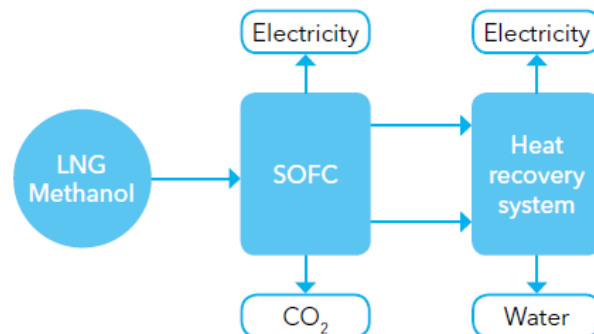
Reaksi total:



**Gambar 2.13 Skema Reaksi Kimia SOFC**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

Efisiensi listrik yang dihasilkan oleh SOFC cukup tinggi, sekitar 60%, dan bisa meningkat hingga 85% atau lebih tinggi jika sistem pemulihan panas diterapkan. Terdapat dua bentuk geometri untuk SOFC yaitu planar dan tubular. Masing-masing bentuk SOFC memiliki keuntungan yakni SOFC berbentuk tubular/tabung lebih stabil dan tahan terhadap siklus termal sedangkan SOFC berbentuk planar juga dianggap menguntungkan secara desain karena memiliki kepadatan energi yang lebih tinggi dan mudah untuk diproduksi.

Proses reaksi kimia dari SOFC untuk menghasilkan listrik akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



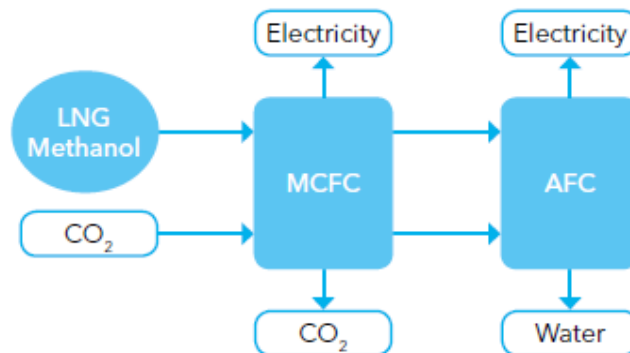
**Gambar 2.14 Flow Chart SOFC System**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

#### 2.4.5. Molten Carbonate Fuel Cell

*Molten Carbonate Fuel Cell* (MCFC) memerlukan suhu operasi tinggi, 650 ° C (1.200 ° F), mirip dengan SOFC. MCFC menggunakan garam lithium kalium karbonat sebagai elektrolit, dan garam ini mencair pada suhu tinggi, memungkinkan perpindahan muatan dalam sel, dalam hal ini, ion karbonat negatif. Keunggulan MCFC dibandingkan dengan jenis sel lainnya adalah tahan terhadap kotoran. Sel ini tidak rentan "coking karbon", yang mengacu pada penumpukan karbon pada anoda yang menghasilkan penurunan kinerja dengan memperlambat proses reformasi bahan bakar internal.

MCFC telah digunakan dalam proyek *FellowSHIP* dengan daya 320 kW menggunakan LNG pada kapal *Viking Lady*, sedangkan di SSFC milik Amerika memiliki daya 625 kW (pengembangan konsep) dan dalam proyek MC-WAP memiliki daya 150 kW menggunakan diesel. Suhu tinggi membuat MCFC fleksibel terhadap pilihan bahan bakar, dapat menggunakan LNG, gas buang dari pembakaran Batu Bara dan juga Hidrogen. Pada MCFC tambahan peralatan untuk mereformasi tidak diperlukan, karena reformasi terjadi didalam MCFC itu sendiri. Penggunaan bahan bakar berupa hidrokarbon pada MCFC dapat menyebabkan emisi CO<sub>2</sub>.

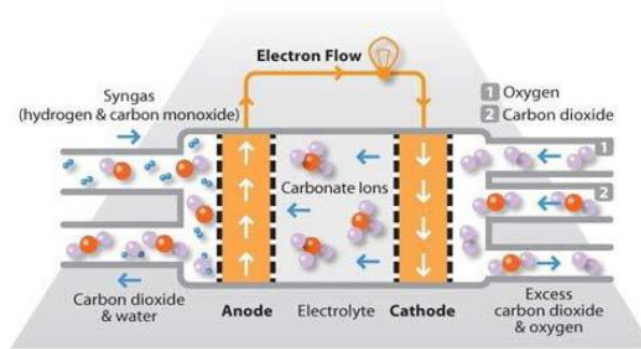
Alur untuk proses yang terjadi pada sistem MCFC dapat lebih jelas diamati pada gambar berikut ini:



**Gambar 2.15 Flow Chart MCFC System**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

Seperti PAFC, MCFC cocok digunakan untuk sistem pemulihan panas dikarenakan gas buang dapat digunakan untuk *burner* atau turbin gas, dan lebih banyak energi bisa diekstrak dalam turbin uap. Efisiensi listrik pada MCFC sekitar 50%, tetapi efisiensi total untuk sistem MCFC bisa mencapai 85%.





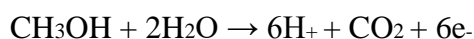
**Gambar 2.16 Skema Reaksi Kimia MCFC**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

#### 2.4.6. Direct Methanol Fuel Cell

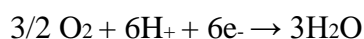
*Direct methanol fuel cell* (DMFC) mirip dengan *proton exchange membrane* (PEM), yaitu sama-sama menggunakan plastik polymer sebagai membran. Pada DMFC hidrogen diambil secara langsung oleh katalisator anoda dari methanol cair, sehingga tidak diperlukan sebuah *reformer* bahan bakar. DMFC secara umum baik digunakan untuk menghantarkan listrik dengan jumlah kecil dalam waktu yang lama, dan *output* daya hingga 5 kW. DMFC biasanya beroperasi pada kisaran suhu 50-120 ° C. Suhu dan tekanan yang lebih tinggi dapat meningkatkan efisiensi DMFC, tetapi akan meningkatkan *energy losses* secara keseluruhan pada sistem, dan manfaatnya hilang.

DMFC menggunakan metanol yang lemah dicampur ke dalam larutan air dengan konsentrasi hanya sekitar 3% sebagai bahan bakar. Pada DMFC, penggunaan etanol sebagai bahan bakar, maka oksidasi pada anoda menyebabkan terbentuknya emisi CO<sub>2</sub>. (Tomas Tronstad, 2017) Berikut ini reaksi utama dalam DMFC:

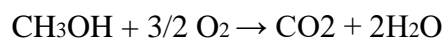
Reaksi pada anoda:



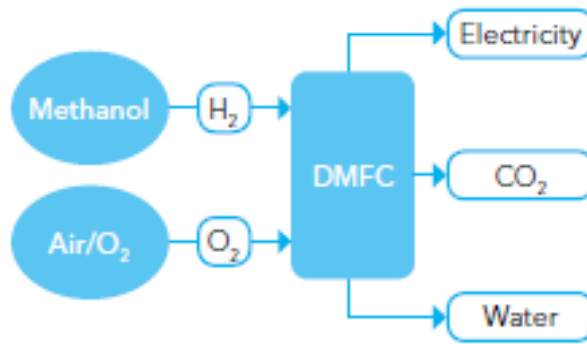
Reaksi pada katoda:



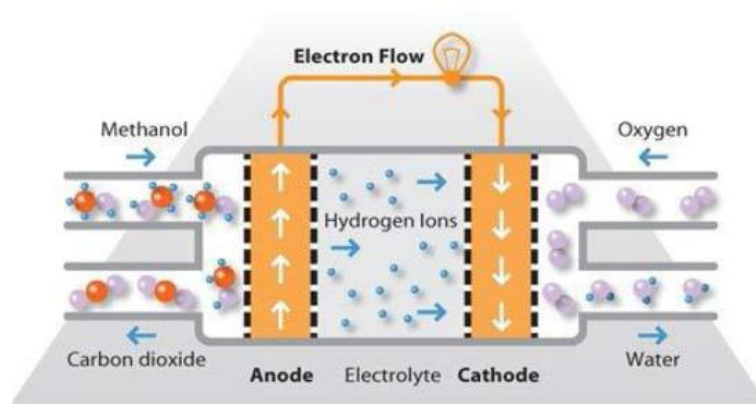
Reaksi total:



Proses reaksi kimia dari DMFC untuk menghasilkan listrik akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.17 Flow Chart DMFC System**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)



**Gambar 2.18 Skema Reaksi Kimia DMFC**  
(sumber : Tomas Tronstad, 2017)

Seperti terlihat pada Gambar 2.17 bahwa DMFC memiliki kelemahan yakni hasil reaksi kimia menghasilkan emisi berbahaya berupa CO<sub>2</sub> yang menjadi polusi bagi lingkungan sekitar.

## 2.5. Proses Produksi Hidrogen

Sistem penggerak yang digunakan pada kapal merupakan *Hydrogen Fuel Cell* yang dikombinasikan dengan generator sebagai penghasil listrik pada kapal. Bahan bakar utama yang digunakan pada *fuel cell* adalah gas hidrogen yang langsung diproduksi *on-board*. Berikut ini adalah proses produksi hidrogen:

### a. Proses Desalinasi Air Laut

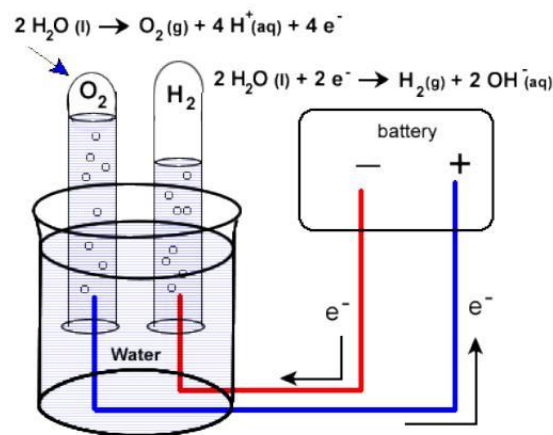
Proses produksi hidrogen memerlukan sumber utama yaitu air laut/*seawater* yang masuk ke dalam tangki *seawater* melalui *seachest* pada lambung kapal. Mekanisme masuknya air laut ke dalam tangki adalah dengan membuka *valve*, lalu air laut masuk melalui beberapa *strainer* agar kotoran-kotoran dan komponen selain air laut dapat tersaring. Pada saat tangki sudah penuh maka ditunggu beberapa saat agar kotoran dan komponen lain yang masih lolos

dari proses penyaringan mengendap pada bawah tangki, lalu dilakukan proses desalinasi dengan alat desalinator.

Prinsip kerja desalinator ialah memurnikan air laut menjadi air tawar (H<sub>2</sub>O) dengan menyisahkan campuran lain pada air laut seperti kandungan mineral, garam, serta zat-zat residu lainnya.

b. Proses Elektrolisis

Proses selanjutnya adalah dilakukan reaksi elektrolisis untuk mengubah *fresh water*/air tawar (H<sub>2</sub>O) yang telah melalui proses desalinasi menjadi gas hidrogen dan gas oksigen yang disebut reaksi hidrolisis. Reaksi elektrolisis membutuhkan sejumlah energi listrik untuk melepaskan ion-ion yang berikatan pada suatu senyawa. Listrik yang dialirkan pada sel elektrolisis akan menghasilka ion-ion yang terbentuk pada elektroda positif(anoda) dan juga elektroda negatif(katoda).



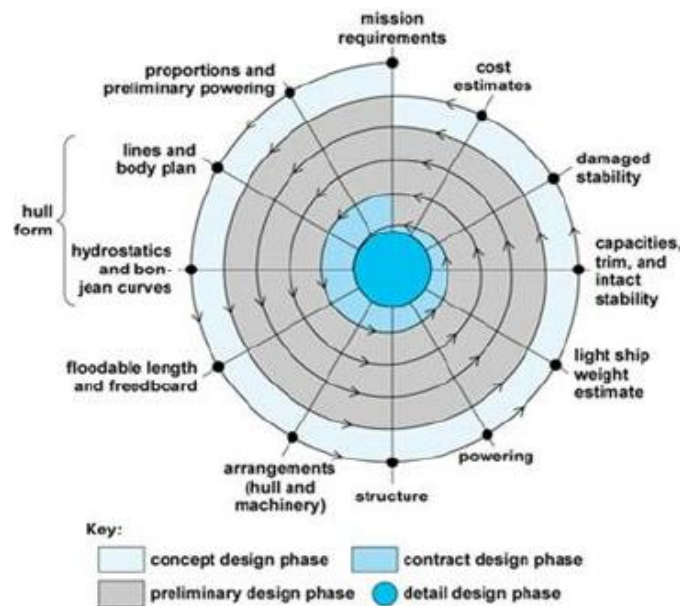
**Gambar 2.19 Proses Elektrolisis**  
(sumber: [www.chem.libretexts.org](http://www.chem.libretexts.org))

c. Proses Kompresi

Pada keadaan suhu ruangan (STP) sifat dari gas hidrogen memiliki densitas sangat rendah yaitu  $\rho_{\text{H}_2} = 0,08988 \text{ kg/m}^3$ . Hal tersebut dikarenakan gas hidrogen memiliki massa atom paling ringan  $A_r = 1$ , maka pada umumnya penyimpanan gas hidrogen berupa pada tekanan yang tinggi untuk menaikkan densitas gas hidrogen sehingga dibutuhkan proses kompresi untuk memampatkan volume gas hidrogen. Penyimpanan gas hidrogen pada umumnya berada pada kisaran tekanan 150-350 bar atau lebih. Densitas gas hidrogen yang lebih tinggi akan menghasilkan energi yang lebih tinggi pada reaksi kimia yang akan terjadi pada *fuel cell*.

## 2.6. Teori Desain Kapal

Proses mendesain sebuah kapal memerlukan proses yang berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang guna mendapatkan desain kapal yang baik dan optimal. Desain ini digambarkan pada desain spiral (the spiral design). Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Watson, 1998)



Gambar 2.20 Diagram Spiral Desain

(Sumber: *Principles of Yachts Design*, 2007)

### 2.6.1. Concept Design

*Concept design* atau konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner requirement*. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi designer untuk mendefinisikan sebuah objek untuk memenuhi persyaratan misi dan mematuhi kendala atau permasalahan yang ada. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa gambar atau sketsa, baik sebagian ataupun secara lengkap.

### 2.6.2. Preliminary Design

Tahapan yang kedua dalam proses desain adalah *preliminary design*. *Preliminary design* adalah usaha teknis lebih lanjut yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Dalam hubungannya dengan diagram spiral, preliminary design ini merupakan iterasi kedua atau bisa dikatakan merupakan lintasan kedua pada diagram spiral. Adapun yang

dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain.

### **2.6.3. Contract Design**

Pada tahap *contract design* merupakan tahap lanjutan setelah *preliminary design*. Pada tahapan ini merupakan tahap pengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal memahami kapal yang akan dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal.

Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Beberapa komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* adalah *Arrangement drawing*, *Structural drawing*, *Structural details*, *Propulsion arrangement*, *Machinery selection*, *Propeller selection*, *Generator selection*, *Electrical selection*. Dimana keseluruhan komponen-komponen di atas biasa disebut *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal.

### **2.6.4. Detail Design**

*Detail design* adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang lebih detail secara menyeluruh. Tahapan ini mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk proses produksi.

## **2.7. Metode Desain Kapal**

Dalam mendesain kapal juga digunakan sebuah metode, berikut merupakan beberapa metode dalam mendesain sebuah kapal:

### **2.7.1. Parent Design Approach**

*Parent design approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang

akan dirancang. Dalam hal ini, desainer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai performa yang baik.

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga desainer hanya butuh memodifikasi saja, dan performance kapal juga telah terbukti baik.

### **2.7.2. Parametric Design Approach**

*Parametric design approach* adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai main dimension yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya ( $R_t$ ), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

### **2.7.3. Trend Curve Approach**

*Trend Curve Approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik memakai sistem regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama kapal. Dalam metode ini, ukuran beberapa kapal pembanding setelah diambil sampel maka kemudian dikomparasi dimana setiap variabel dihubungkan dan ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

### **2.7.4. Iterative Design Approach**

*Iterative design* adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari prototyping, testing, dan analyzing. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru dari sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

### **2.7.5. Optimization Design Approach**

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost*. Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal.

## 2.8. Tinjauan Teknis Desain Kapal

Terdapat beberapa komponen utama dalam perhitungan teknis dalam desain kapal adalah penentuan ukuran utama, perhitungan berat, perhitungan hambatan, perhitungan daya penggerak, perhitungan stabilitas, dan perhitungan *freeboard*.

### 2.8.1. Penentuan Ukuran Utama

Ukuran utama kapal didapatkan dari perbandingan dengan kapal pembanding atau kapal yang telah ada dan menjadi acuan dalam desain kapal ini. Metode tersebut menghasilkan ukuran utama kapal, antara lain:

a) *Lpp (Length between Perpendicular)*

*Lpp* merupakan panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

b) *LOA (Length Overall)*

*Loa* merupakan panjang keseluruhan dari kapal, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c) *B (Moulded Breadth)*

*Moulded Breadth* merupakan lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d) *H (Height)*

*Height* merupakan jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

e) *T (Draught)*

*Draught* merupakan jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

### 2.8.2. Perhitungan Berat kapal

Perhitungan berat pada kapal terdiri dari berat DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan LWT (*Light Weight Tonnage*). DWT adalah berat kapal yang terdiri dari beberapa komponen, meliputi berat minyak pelumas, berat air tawar, berat barang bawaan, dan berat orang. Sementara LWT merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja kapal, berat permesinan, berat perlengkapan dan peralatan.

### 2.8.3. Perhitungan Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya yang menahan kapal ketika melaju dengan kecepatan dinasnya. Gaya hambat ini harus dilawan oleh gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin kapal agar tercapai kecepatan yang dikehendaki. Hambatan total kapal dapat dibagi atas beberapa komponen, antara lain yaitu:

a) Hambatan Gesek

Hambatan gesek timbul akibat kapal bergerak melalui fluida yang memiliki viskositas seperti air laut. Fluida yang berhubungan langsung dengan permukaan badan kapal yang tercelup sewaktu bergerak akan menimbulkan gesekan sepanjang permukaan tersebut.

b) Hambatan Gelombang

Hambatan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang. Hambatan gelombang dialami kapal akibat adanya energi yang hilang karena digunakan dalam pembentukan gelombang. Gelombang ini terbentuk akibat interaksi antar badan/lambung kapal yang memindahkan air seiring dengan pergerakan kapal.

c) Hambatan Bentuk

Hambatan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup dibawah air menimbulkan suatu hambatan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.

d) Hambatan Udara

Hambatan udara diartikan sebagai hambatan yang disebabkan oleh udara yang dialami oleh bagian kapal yang berada di atas air dan bangunan atas karena kapal yang bergerak. Hambatan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut.

e) Hambatan Tambahan

Hambatan ini terjadi karena adanya penonjolan bagian pada lambung kapal seperti kemudi, zinc anode, bentuk buritan, dll.

f) Hambatan Sisa

Hambatan sisa merupakan gabungan dari hambatan gelombang, hambatan bentuk, hambatan udara dan juga hambatan tambahan. Sehingga dalam berbagai metode



perhitungan hambatan total dikenal dua buah komponen hambatan yaitu hambatan gesek dan hambatan sisa.

Dalam menentukan hambatan kapal menggunakan *metode holtrop* dengan cara perhitungan empiris dan kemudian dibandingkan dengan software *maxsurf resistance*. Pemilihan penggunaan metode ini karena persyaratan dari kapal memenuhi untuk menggunakan metode ini untuk perhitungan hambatan kapal. Untuk pemakaian software *maxsurf resistance* dilakukan dengan cara yang cukup sederhana, yakni dengan membuka file desain kapal kita dalam software *maxsurf resistance*, setelah itu pilih metode yang akan digunakan untuk memproses perhitungan hambatan dan kecepatan kapal yang kita desain.

Berikut adalah rumusan empiris metode Holtrop:

Total *Resistance*:

$$RT = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot Stot \cdot (CF (1+k) + CA) + (Rw/W) \cdot W \quad (2.1)$$

a) Hambatan Kekentalan (*Viscous Resistance*)

Hambatan kekentalan adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan mengintegrasikan tegangan tangensial keseluruhan permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. persamaannya adalah:

$$Rv = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot CFO \cdot (1+k1) \cdot S \quad (2.2)$$

Dimana:

$1+k1$  = factor bentuk lambung kapal

$$1+k1 = 0,93+0,4871 \cdot C \cdot (B/L)^{1,081} \cdot (T/L)^{0,4611} \cdot (L3/V)^{0,3649} \cdot (1-Cp)^{-0,6042} \quad (2.3)$$

$1+k = 1+k1 + [1+k2 - (1+k1)] Sapp/Stot$

$1+k2$  = koefisien karena bentuk tonjolan pada lambung kapal

b) Hambatan gelombang (*wave resistance*)

Tahanan gelombang adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh gelombang pada saat kapal berjalan dengan kecepatan tertentu. Persamaannya adalah:

$$Rw/W = C1 \cdot C2 \cdot C3 \cdot e^{\{m1Fn^d + m2 \cos(\lambda Fn^{-2})\}} \quad (2.4)$$

c) Model *ship correlation allowance*

$$CA = 0.006 (LWL + 100)^{-0.16} - 0.00205 \text{ for } Tf/Lwl > 0.04 \quad (2.5)$$

#### 2.8.4. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak Kapal

Perhitungan kebutuhan daya penggerak utama agar kapal dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan adalah sebagai berikut:

- a) *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = RT \times V_s \quad (2.6)$$

RT = Hambatan total kapal (N)

VS = Kecepatan dinas kapal (m/s)

- b) *Delivery Horse Power* (DHP)

$$DHP = EHP / \eta_D \quad (2.7)$$

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_O \times \eta_{RR} \quad (2.8)$$

$\eta_H$  = Efisiensi badan kapal

$\eta_O$  = Efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal

$\eta_{RR}$  = Efisiensi relatif rotatif

- c) *Break Horse Power* (BHP)

$$BHP = DHP + (X \% \times DHP) \quad (2.9)$$

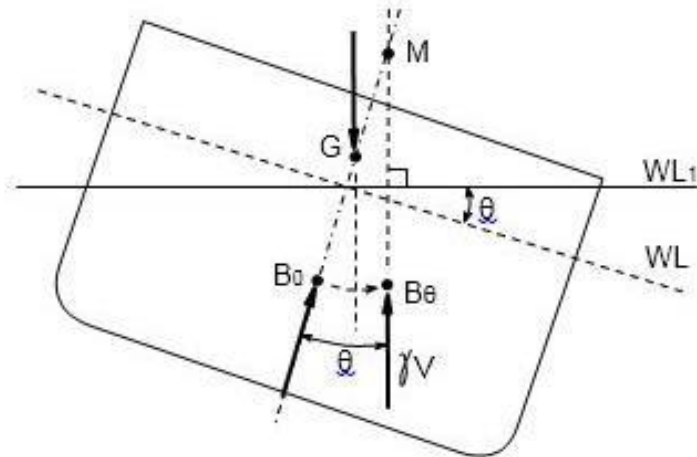
X = Faktor tambahan (koreksi letak kamar mesin dan koreksi daerah pelayaran).

### 2.8.5. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal untuk kembali pada titik kesetimbangan. Komponen yang memegang peranan, yaitu: Titik G (gravitasi), yaitu titik berat kapal. Titik B (*buoyancy*) (titik tekan keatas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup air), titik M (*metacentre*) (titik perpotongan antara vektor gaya tekan keatas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan keatas pada keadaan sudut oleng). Keseimbangan statis suatu benda dapat dibedakan menjadi tiga macam: Keseimbangan stabil (ketika titik G berada dibawah titik M), keseimbangan labil (ketika titik G berada diatas titik M) dan keseimbangan *indeferent* (ketika titik G dan titik M berada dalam keadaan berhimpit).

- a. Keseimbangan stabil (*Stable Equilibrium*)

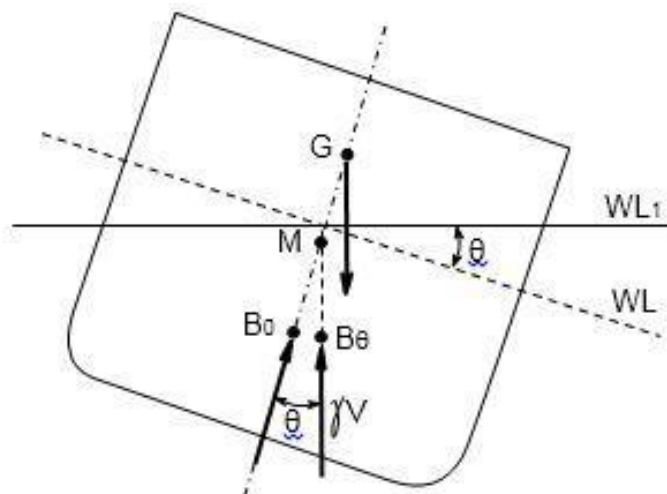
Keseimbangan stabil adalah suatu keadaan dimana titik G berada di bawah titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas yang bagus sewaktu oleng dan memiliki kemampuan untuk menegak kembali.



**Gambar 2.21 Keseimbangan Stabil**  
(Sumber: Karnain, 2015)

b. Keseimbangan Labil (*Unstable Equilibrium*)

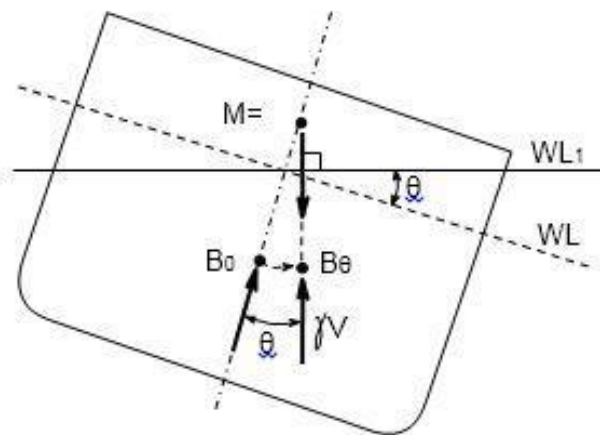
Suatu keadaan stabilitas dimana titik G berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu oleng tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut oleng akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik/*capsize*.



**Gambar 2.22 Keseimbangan Labil**  
(Sumber: Karnain, 2015)

c. Keseimbangan *Indeferent*/netral

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu oleng.



**Gambar 2.23 Keseimbangan Netral**  
(Sumber: Karnain, 2015)

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal. Kriteria stabilitas tersebut diantaranya [IMO regulation A. 749(18)] adalah:

1.  $e_{0-30^\circ} \geq 0.055 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$
2.  $e_{0-40^\circ} \geq 0.09 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$
3.  $e_{30,40^\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03 \text{ m.rad}$
4.  $H_{30^\circ} \geq 0.2 \text{ m}$   
Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 m pada sudut oleng  $30^\circ$  atau lebih.
5.  $H_{\max}$  pada  $\phi_{\max} \geq 25^\circ$   
Lengan penegak maksimum pada sudut oleng lebih dari  $25^\circ$
6.  $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$   
Tinggi metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter.
7. *Crowding arm*  $\leq 10^\circ$   
Untuk kapal penumpang *crowding arm* tidak boleh lebih dari  $10^\circ$

#### 2.8.6. Perhitungan *Freeboard*

Lambung timbul dapat dihitung melalui selisih antara tinggi kapal (H) termasuk tebal kulit dan lapisan kayu dengan sarat kapal (T) muatan penuh yang diukur pada keadaan sarat

musim panas (*summer freeboard*). Panjang freeboard dapat dilihat dari *length of perpendicular* atau 96% *length of waterline* (tergantung yang memiliki ukuran lebih besar). Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship*.

## 2.9. Perhitungan Ekonomis Desain Kapal

Terdapat beberapa faktor ekonomis dalam mendesain kapal, yaitu biaya operasional kapal dan biaya pembangunan kapal. Perkiraan perhitungan biaya-biaya tersebut adalah sebagai berikut:

### 2.9.1. Biaya Pembangunan Kapal

Analisis biaya pembangunan dilakukan dengan membagi komponen biaya pembangunan kapal menjadi beberapa faktor ekonomis. Dalam rincian biaya pembangunan kapal menurut buku *Ship Design and Construction Volume 1* terdiri dari:

#### 1. Biaya pembangunan komponen baja (*structural weight cost*)

Pada tahap awal perhitungan biaya berat struktur kapal atau *hull structure* sering dihitung harganya sesuai dengan basis dari berat lambung kapal dan jenis dari materialnya (baja, aluminium, dll.). Dalam prosedur estimasi biaya yang lebih detail, berat lambung dipecah menjadi *blocks* atau *parts*, seperti *double bottom*, *decks*, *fore peak*, *aft section* dll. (Lamb, 2003)

#### 2. Biaya permesinan (*machinery cost*)

*Major equipment items* atau permesinan dari kapal seperti mesin propulsi biasanya dihitung perkiraan harganya dengan cara mendapatkan *quotation* dari pihak vendor, kemudian menambahkan estimasi biaya pekerja untuk installasinya serta proses *testing* yang akan dilakukan. Untuk kontrak jangka panjang, koreksi biaya untuk inflasi dan efek ekonomi lainnya juga ditambahkan. (Lamb, 2003)

#### 3. Biaya peralatan dan perlengkapan (*hull outfitting cost*).

Biaya *outfit systems* atau perlengkapan pendukung pada kapal dihitung estimasinya dengan memperhitungkan biaya pekerja atau material pada rata-rata biaya per *parametric unit*. Sejarah data biaya yang dibutuhkan pada pembangunan kapal sebelumnya atau yang sudah ada dapat digunakan sebagai perbandingan dengan parameter ukuran material kapal yang akan dibangun dengan kapal yang sudah ada. (Lamb, 2003)

#### 4. Biaya Galangan (*shipyard support services*)

Biaya galangan sebagai pihak yang membangun kapal yang termasuk biaya *engineering*, *project management* dan dukungan usaha produksi lainnya (*material handling*,

*temporary service*, dll.) biasanya diestimasikan sebagai persentase dari semua biaya *man-hour*, dan juga dipertimbangkan tambahan biaya dampak dari durasi kontrak, tingkat kesulitan teknis, dan faktor lain yang mungkin mempengaruhi. (Lamb, 2003)

### **2.9.2. Biaya Operasional Kapal**

Pada umumnya biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap.

Kedua biaya tersebut di antaranya adalah:

#### a) Biaya Variabel

1. Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)

(Operational time X Harga bahan bakar/liter X kebutuhan bahan bakar).

2. Biaya minyak pelumas (*lubricant oil cost*)

(Operational time X Kebutuhan minyak lumas X Harga minyak lumas/liter).

3. Biaya air tawar (*fresh water cost*)

(Operational time X Kebutuhan air tawar X Harga air tawar/liter).

4. Gaji kru kapal

(Gaji kru per orang X jumlah kru X 12 bulan).

#### b) Biaya Tetap

1. Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% dari biaya pembangunan kapal.

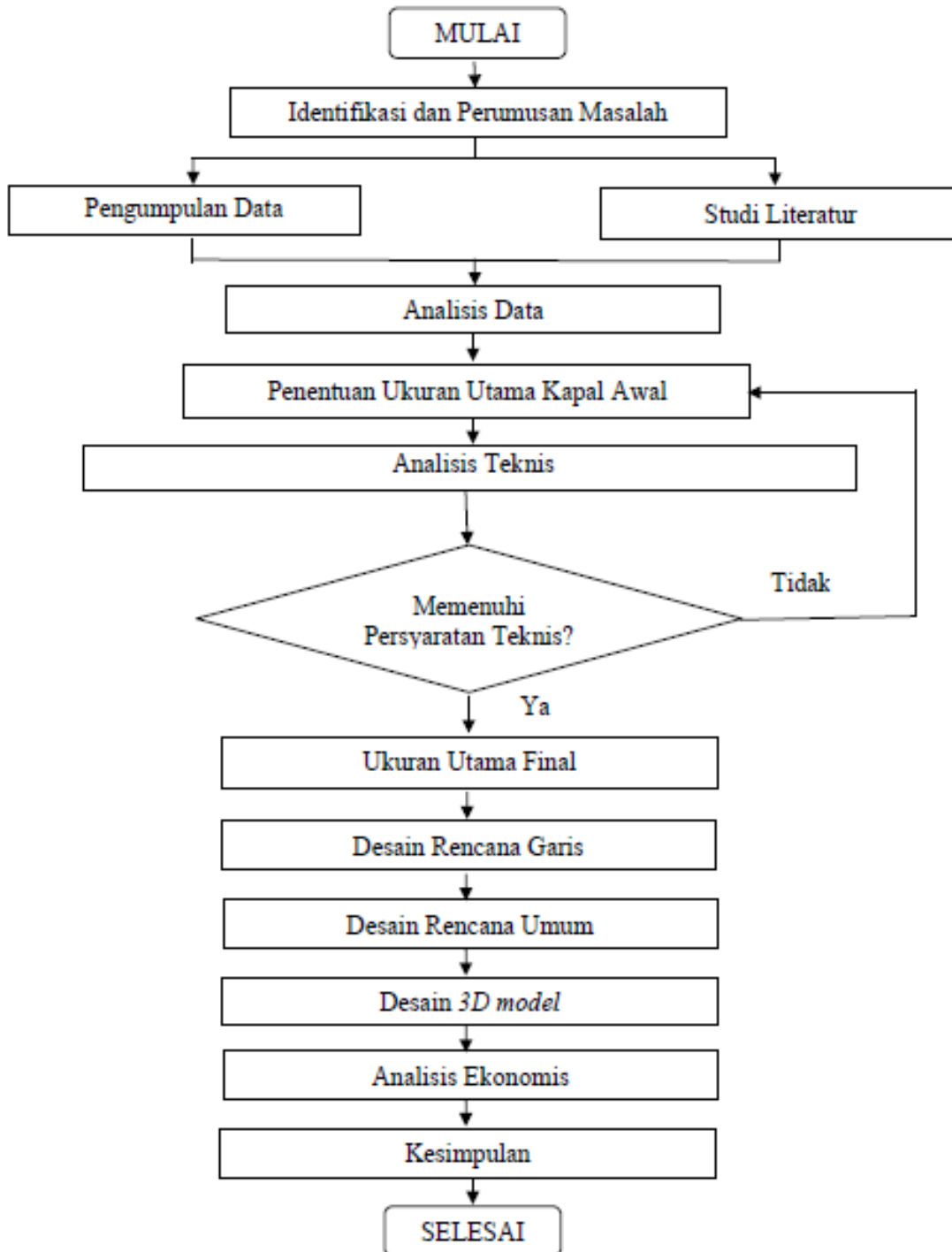
2. Biaya asuransi, biaya ini diambil sebesar 2% dari total biaya pembangunan kapal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1. Bagan Alir

Secara umum metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Pengerjaan



### **3.2. Langkah Pengerjaan**

Secara umum tahap pengerjaan Tugas Akhir terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

#### **3.2.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Langkah awal dalam pengerjaan adalah dengan menentukan permasalahan sebagai latar belakang dari pengerjaan Tugas Akhir yaitu industri maritim yang menjadi salah satu penyebab meningkatnya pemanasan global karena emisi gas karbon dari pembuangan kapal.

#### **3.2.2. Pengumpulan Data**

Pada tahap pengumpulan data ini diambil data yang relevan atau berhubungan dengan Tugas Akhir. Data yang didapat nantinya akan dianalisa untuk mendapatkan hasil akhir dari Tugas Akhir ini. Terdapat beberapa data yang diperlukan untuk pengerjaan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Karakteristik dan Kondisi Perairan

Data karakteristik perairan Taman Nasional Bunaken yang diperlukan meliputi kedalaman perairan, tinggi gelombang rata-rata, dan kecepatan angin. Selain itu diperlukan juga rute pelayaran kapal sehingga dapat menentukan durasi kapal beroperasi. Data tersebut diperlukan untuk mengetahui kondisi perairan dan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan hambatan kapal sehingga *power* yang diperlukan dapat diketahui.

2. Data Kapal Pembanding

Data kapal pembanding diperlukan sebagai referensi untuk menentukan ukuran utama awal kapal. Komponen utama yang diperlukan dari kapal pembanding adalah L, B, T, H, serta jumlah penumpang.

#### **3.2.3. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan berbagai referensi berupa dasar teori terkait dengan sistem, peralatan dan komponen-komponen yang akan diterapkan pada kapal yang akan didesain.

#### **3.2.4. Analisis Data**

Setelah data yang dibutuhkan telah terkumpul dan ditinjau dengan tinjauan pustaka yang berkaitan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis awal dari data-data tersebut. Analisis ini dilakukan untuk menentukan *design requirement* meliputi kapasitas jumlah penumpang dan rute yang akan digunakan. Kapasitas jumlah penumpang

dan rute operasional kapal berguna juga untuk menentukan kapasitas *daily crew consumption* sebagai salah satu item *payload* pada desain kapal.

### **3.2.5. Penentuan Ukuran Utama Kapal**

Pada Tugas Akhir ini metode yang digunakan untuk mendesain kapal adalah *Parent Design Approach*. Dimana membutuhkan satu kapal pembanding yang menjadi acuan untuk mendapatkan ukuran utama kapal yang diinginkan.

### **3.2.6. Perhitungan Teknis**

Perhitungan teknis dilakukan sesuai dengan literatur yang dipelajari. Hal itu meliputi perhitungan berat kapal, perhitungan hambatan kapal, perhitungan daya kapal, perhitungan stabilitas kapal, dan perhitungan lambung timbul kapal.

### **3.2.7. Pembuatan Desain Model**

Pada tahapan ini akan dilakukan pembuatan gambar rencana garis, rencana umum dan juga permodelan 3D dari kapal yang sudah memenuhi persyaratan teknis dan regulasi yang berlaku.

### **3.2.8. Perhitungan Ekonomis**

Setelah perhitungan teknis selesai, maka dilakukan pengecekan persyaratan teknis berdasarkan peraturan dan regulasi yang berlaku seperti pengecekan stabilitas berdasarkan kriteria IMO, pengecekan margin antara *displacement* dan berat kapal serta pengecekan lainnya, apabila memenuhi maka dilanjutkan dengan melakukan analisis ekonomis terhadap desain kapal meliputi biaya pembangunan dan biaya operasional.

### **3.2.9. Kesimpulan dan Saran**

Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, kemudian ditarik kesimpulan dari analisa dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi keamanan terhadap standar yang sudah ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan apa yang belum tercakup dalam proses desain kapal ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB 4

### ANALISIS TEKNIS

#### 4.1. *Operational Requirements*

*Operational requirements* kapal adalah aspek dan kebutuhan operasional dari kapal yang akan didesain. Pada Tugas Akhir kapal wisata *Semi-submarine* ini yang merupakan *operational requirements* antara lain rute perjalanan, kecepatan kapal, dan *payload*. *Payload* kapal merupakan jumlah penumpang yang didapatkan dari rata-rata jumlah wisatawan kota Manado pertahun.

##### 4.1.1. Penentuan Rute Pelayaran

Setelah melakukan pengumpulan data maka langkah selanjutnya adalah menghitung *payload* dan menentukan rute kapal. Rute perjalanan yang dipilih pada tugas akhir ini adalah destinasi wisata di Taman Nasional Bunaken. Kapal mengitari beberapa pulau yaitu Pulau Bunaken, Pulau Manado Tua, dan Pulau Siladen. Pelayaran kapal dimulai dari salah satu dermaga yang ada di Cocotinos *Resort* Manado kemudian dilanjutkan menuju pulau-pulau di Taman Nasional Bunaken. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Rute Operasional Kapal**  
(sumber: *google maps*)

Dalam satu hari, kapal melakukan pelayaran sebanyak 2 perjalanan (*trip*) dimulai dari Dermaga Cocotinos Manado menuju ke Pulau Bunaken. Kemudian dari Pulau Bunaken menuju ke Pulau Manado Tua, lalu destinasi terakhir adalah Pulau Siladen.

Setelah itu perjalanan kembali menuju *Cocotinos Manado Resort*. Rincian perjalanan kapal dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

**Tabel 4. 1 Detail Perjalanan**

no.	Lokasi	Jarak	Waktu	
			Trip 1	Trip 2
1	Dermaga Cocotinos - Pulau Bunaken	7,5 nm	08:00 - 09:00	13:00 - 14:00
2	Pulau Bunaken - Pulau Manado Tua	3,2 nm	09:40 - 10:05	14:40 - 15:05
3	Pulau Manado Tua - Pulau Siladen	4,8 nm	10:30 - 11:10	15:30 -16:10
4	Pulau Siladen - Dermaga Cocotinos	4,3 nm	11:55 - 12:30	16:55 - 17:30

#### 4.1.2. Perhitungan Kecepatan

Pada umumnya kapal wisata memiliki kecepatan yang relatif rendah agar wisatawan dapat menikmati perjalanan dengan nyaman. Sesuai dengan tujuan kapal wisata *semi-submarine* ini, wisatawan diharapkan dapat menikmati keindahan bawah laut di sekitar Bunaken. Adapun perhitungan kecepatan kapal dapat dilihat pada Tabel 4.2:

**Tabel 4. 2 Perhitungan Kecepatan Kapal**

No.	Lokasi	Waktu	Jarak	Durasi Wisata	Kecepatan
1	Dermaga Cocotinos Mando	-	-	-	
2	Pulau Bunaken	±60 menit	7,5 nm	40 menit	7,6 knot
3	Pulau Manado Tua	±25 menit	3,2 nm	25 menit	7,8 knot
4	Pulau Siladen	±40 menit	4,8 nm	45 menit	7,3 knot
5	Dermaga Cocotinos Mando	±35 menit	4,3 nm	-	7,4 knot

Kecepatan kapal ketika melakukan pelayaran, dihitung dari jarak tempuh (nm) dibagi lamanya perjalanan (jam), kemudian didapatkan kecepatan kapal dalam satuan nm/h yang kemudian dikonversi menjadi knot. Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kapal memiliki jarak tempuh sekitar 19,97 nm atau 37 km dengan waktu kurang lebih sekitar 4,5 jam dalam 1 kali perjalanan. Berdasarkan jarak tempuh dan lama perjalanan juga didapatkan kecepatan maksimal kapal adalah 8 knot.

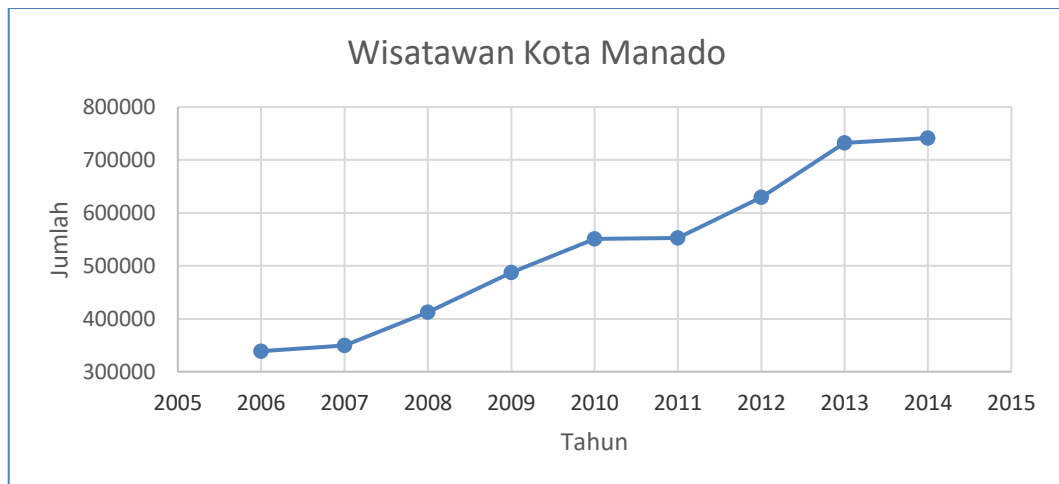
#### 4.1.3. Perhitungan *Payload*

*Payload* dari kapal wisata *semi-submarine* ini adalah banyaknya penumpang yang dapat diangkut dalam satu kali perjalanan. Banyaknya penumpang yang dapat diangkut didapatkan dari perhitungan rata-rata jumlah wisatawan Kota Manado baik dari dalam maupun luar negeri. Data yang berhasil didapatkan yaitu jumlah wisatawan Kota Manado dari tahun 2006 – 2014. Data didapatkan dari Dinas Pariwisata Kota Manado melalui website Badan Pusat Statistik Kota Manado, dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

**Tabel 4. 3 Wisatawan Kota Manado tahun 2006 – 2014**  
(sumber: Badan pusat Statistik Kota Manado)

Tahun	Wisatawan Mancanegara	Wisatawan Nusantara
2006	22328	316542
2007	25141	324587
2008	3276	409065
2009	26128	461335
2010	13678	537237
2011	41904	510493
2012	5012	624387
2013	50197	682231
2014	50210	691120

Berikut adalah grafik peningkatan jumlah wisatawan di Kota Manado pada tahun 2006 hingga tahun 2014.



**Gambar 4.2 Grafik Peningkatan Jumlah Wisatawan Kota Manado**

Setelah didapatkan data jumlah wisatawan Kota Manado maka dilakukan perhitungan atau analisis teknis sebagai berikut:

**Tabel 4. 4 Jumlah wisatawan Kota Manado**

Tahun	Wisatawan Mancanegara	Wisatawan Nusantara	Jumlah
2006	22328	316542	338870
2007	25141	324587	349728
2008	3276	409065	412341
2009	26128	461335	487463
2010	13678	537237	550915
2011	41904	510493	552397
2012	5012	624387	629399
2013	50197	682231	732428
2014	50210	691120	741330
			4794871

Setelah didapatkan total jumlah wisatawan Kota Manado tahun 2006-2014, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata perhari jumlah wisatawan. Berikut adalah hasil analisis perhitungan rata-rata jumlah wisatawan Kota Manado:

**Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Rata-rata Jumlah Wisatawan**

Tahun	Wisatawan pertahun	per-hari	per destinasi (10%)	per-trip
2006	338870	968	97	48
2007	349728	999	100	50
2008	412341	1178	118	59
2009	487463	1393	139	70
2010	550915	1574	157	79
2011	552397	1578	158	79
2012	629399	1798	180	90
2013	732428	2093	209	105
2014	741330	2118	212	106
Rata-rata	532763	1522	152	76

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel didapatkan rata-rata sebanyak 532763 orang pertahun. Kemudian dihitung rata-rata perhari yang diasumsikan dalam satu tahun adalah 350, disesuaikan ketika kapal melakukan *docking* kurang lebih selama 15 hari. Maka didapatkan jumlah wisatawan sebanyak 1522 orang perhari. Setelah itu, diasumsikan sebanyak 10% wisatawan berkunjung ke Cocotinos Manado *Resort* dan melakukan perjalanan wisata menggunakan kapal *semi-submarine* ini. Maka didapatkan sebanyak 152 wisatawan dalam satu hari untuk melakukan perjalanan wisata.

Dikarenakan kapal melakukan pelayaran sebanyak 2 kali dalam sehari maka jumlah wisatawan dibagi menjadi 2 *trip*, dan dihasilkan sebanyak kurang lebih 76 orang. Namun karena jumlah sebanyak 76 orang dianggap terlalu banyak jika diangkut dalam satu kapal, dan mempertimbangkan operasional kapal ketika *low season* maka akan dibangun 2 kapal untuk perjalanan wisata ini. Jadi didapatkan sebanyak 38 penumpang yang dapat diangkut satu kapal dalam satu kali perjalanan.

#### **4.2. Perhitungan Teknis Kapal *Semi-submarine***

Perhitungan teknis kapal *semi-submarine* meliputi perhitungan yang menyangkut performa dan hal-hal teknis lain yang akan dijelaskan pada beberapa sub-bab berikut.

##### **4.2.1. Perhitungan Ukuran Utama Kapal**

Ukuran utama kapal ditentukan dengan metode *Parent Ship Design*, yaitu dengan menggunakan ukuran utama kapal pembanding yang memiliki muatan dan jenis yang serupa

dengan kapal yang akan didesain. Pada Tugas akhir ini menggunakan kapal pembanding *Semi-submarine Coral Viewer* yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4.3 Kapal Coral Viewer**  
(sumber: [www.workboatsinternational.com](http://www.workboatsinternational.com))

Nama kapal : *Coral viewer*  
 Lpp : 13,5 m  
 B : 4,9 m  
 H : 2,59 m  
 T : 1,25 m  
 Payload : 44 orang

#### 4.2.2. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Setelah diperoleh ukuran utama kapal dari kapal pembanding maka selanjutnya dilakukan pengecekan *ratio* ukuran utama kapal sebagai berikut:

**Tabel 4. 6 Pengecekan *ratio* ukuran utama Parent ship**

<i>Length to Breadth</i>			
$L_{PP} / B$	3.5 <	2.76	< 10 <b>Rejected</b>
<i>Length to Draught</i>			
$L_{PP} / T$	10 <	10.80	< 30 <b>Accepted</b>
<i>Breadth to Draught</i>			
$B / T$	1.8 <	3.92	< 5 <b>Accepted</b>
<i>Restricted Ocean Service</i>			
H	>	$L_{PP} / 16$	
2.59	>	0.84	<b>Accepted</b>

Pada Tabel 4.6 terlihat bahwa perbandingan antara ukuran utama kapal tidak memenuhi, maka dilakukan perubahan pada ukuran utama kapal sebagai berikut:



L <sub>pp</sub>	: 23 m
B	: 5 m
H	: 3,5 m
T	: 2,2 m

Setelah dilakukan pengecekan ratio ukuran utama kapal yang telah dilakukan perubahan, didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4. 7 Pengecekan *ratio* ukuran utama kapal setelah dilakukan perubahan**

<i>Length to Breadth</i>				
L <sub>pp</sub> / B	3.5 <	4.60	< 10	<b>Accepted</b>
<i>Length to Draught</i>				
L <sub>pp</sub> / T	10 <	10.45	< 30	<b>Accepted</b>
<i>Breadth to Draught</i>				
B / T	1.8 <	2.27	< 5	<b>Accepted</b>
<i>Restricted Ocean Service</i>				
H	>	L <sub>pp</sub> / 16		
3.50	>	1.44		<b>Accepted</b>

Berdasarkan pengecekan *ratio* ukuran utama pada Tabel 4.7 maka perbandingan antara ukuran utama kapal sudah memenuhi sehingga ditentukan ukuran utama kapal seperti pada Tabel 4.7.

#### 4.2.3. Perhitungan Koefisien

Penentuan koefisien bentuk kapal didapatkan dari persamaan pendekatan pada Bab 2. Berikut nilai koefisien bentuk lambung kapal yang didapatkan dari perhitungan menggunakan rumus persamaan pendekatan Bab 2 pada Tabel 4.8.

**Tabel 4. 8 Rekap Hasil Koefisien Bentuk Kapal**

Nama	Nilai	Keterangan
Koefisien Blok (Cb)	0.6	
Koefisien <i>Midship</i> (Cm)	0.97	
Koefisien Prismatic (Cp)	0.60	
Koefisien <i>Waterplan</i> (Cwp)	0.69	
<i>Longitudinal Center of Bouyancy</i> (LCB)	11.907	m From AP
<i>Displacement</i>	113.50	ton
Volume Lambung Kapal	110.72	m <sup>3</sup>
<i>Length of waterline</i> (Lwl)	23.92	m

#### 4.2.4. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan menggunakan metode *Holtrop & Menen*. Perhitungan hambatan nantinya akan digunakan untuk menghitung daya yang dibutuhkan dan menentukan mesin kapal. Berikut adalah uraian penggunaan perhitungan empiris menggunakan metode *Holtrop*. Detail perhitungan hambatan dapat dilihat pada lampiran.

Menghitung hambatan total menggunakan formula seperti yang terdapat pada persamaan berikut:

$$R_T = 0,5 \times \rho \times S_{tot} \times [C_f(1+k)+C_A] \times V^2 + R_w/W \times W \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan komponen sebagai berikut:

- $\rho = 1.025 \text{ ton/m}^3$
- $C_f = 0.0023916$
- $V^2 = 16.89 \text{ m/s}$
- $S_{tot} = 151.52 \text{ m}^2$
- $(1+k) = 1.3$
- $C_A = 0.000724$
- $R_w/W = 0.0017039$
- $W = 1113.3 \text{ kN}$

Maka diperoleh hambatan total berdasarkan persamaan diatas yakni ( $R_t$ ) sebesar 5.6115 kN.

#### 4.2.5. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin

Setelah nilai hambatan total diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal, yaitu *Break Horse Power* (BHP) dengan persamaan sebagai berikut:

$$BHP = DHP + (15\% \times DHP) \dots\dots\dots(4.2)$$

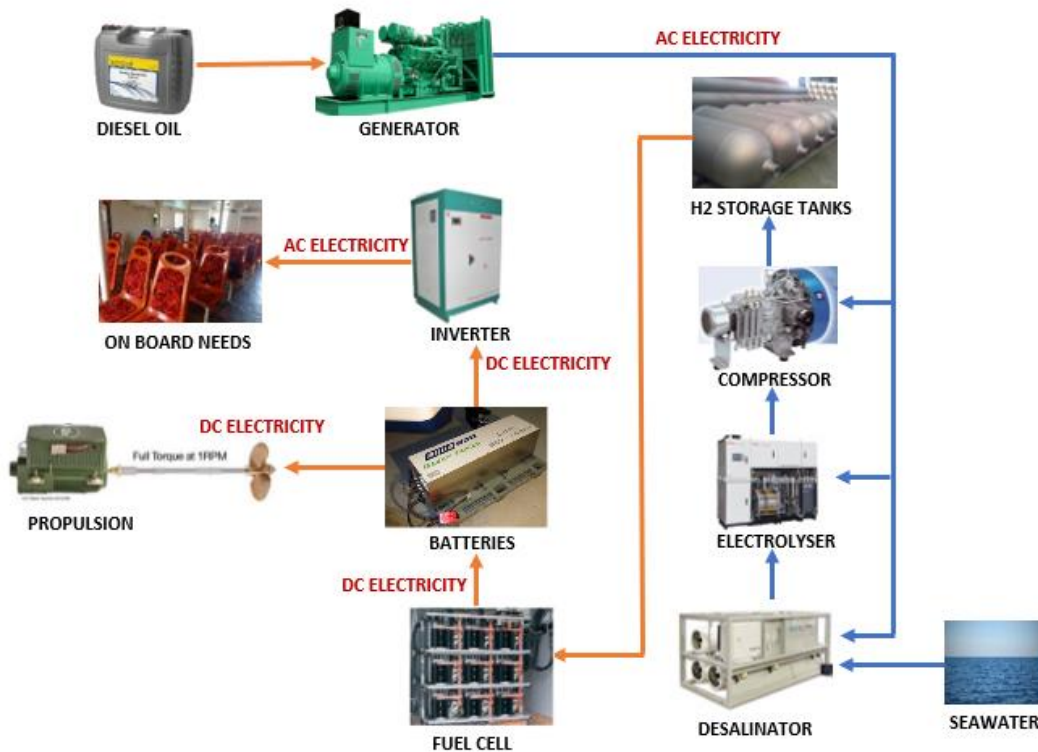
Maka diperoleh nilai BHP yang telah diberikan koreksi MCR sebesar 15% yaitu sebesar 46.93 kW atau setara dengan 62.93 HP. Berdasarkan perhitungan propulsi yang didapatkan maka dipilih mesin penggerak elektrik (*electric motor*) dengan spesifikasi *power* 70 HP yang setara dengan 51.5 kW. Berikut ini dapat dilihat gambar *Electric Motor* dari *ELCO* yang dipilih sebagai penggerak kapal.



**Gambar 4.4 ELCO EP-70 electric motor**  
(sumber: [www.elcomotoryachts.com](http://www.elcomotoryachts.com))

#### 4.2.6. Desain Sistem Hibrida

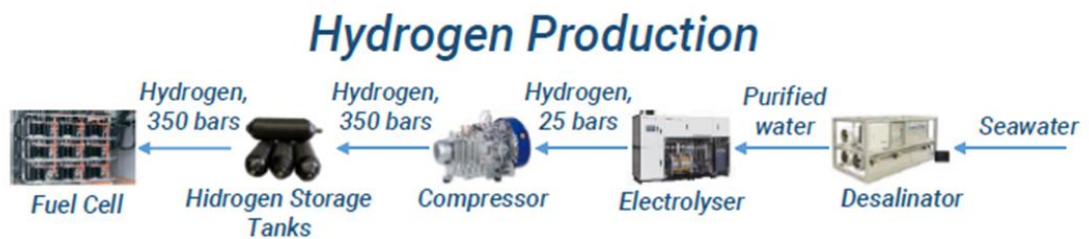
Sistem hibrida pada kapal ini menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar. Kapal memanfaatkan hidrogen yang merupakan energi terbarukan sebagai bahan bakar dan dapat diproduksi langsung diatas kapal. Hal ini bertujuan untuk mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh kapal karena berbahaya untuk lingkungan. Berikut adalah gambaran umum sistem hibrida yang akan didesain.



**Gambar 4.5 Desain Sistem Hibrida**

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 bahwa desain sistem hibrida pada kapal menggunakan *Hydrogen Fuel Cell*. Dapat dilihat pada gambar bahwa *generator* memberikan *supply* listrik untuk menyalakan komponen-komponen *hydrogen fuel cell*, sedangkan *fuel cell* menghasilkan listrik untuk keperluan sistem propulsi dan kelistrikan *on boards*.

Energi terbarukan berupa gas hidrogen yang diproduksi langsung dari pengolahan air laut di kapal akan dikonversi menjadi energi listrik melalui reaksi kimia yang terjadi di dalam *fuel cell*, khususnya jenis PEM-FC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*). Energi dari gas hidrogen dapat dimanfaatkan sepanjang hari dari air laut dan intensitas produksinya tidak tergantung pada kondisi cuaca, namun untuk memulai produksi gas hidrogen dari laut dibutuhkan energi listrik dari generator. Semua peralatan yang terdapat pada kapal menggunakan arus AC (*Alternating Current*) sementara energi listrik yang dialirkan oleh *fuel cell* merupakan arus DC (*Direct Current*) sehingga perlu *inverter* untuk mengubah arus listrik dari AC menjadi DC. Pada pengoperasian *fuel cell* dibutuhkan gas hidrogen sebagai bahan bakar utama yang dihasilkan dari air laut melalui beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.6 Produksi Gas Hidrogen on board**

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2, proses produksi gas hidrogen dilakukan melalui tiga tahapan antara lain desalinasi, elektrolisis, dan juga kompresi. Proses dimulai dari masuknya air laut melalui *sea chest* kapal dan akan dibiarkan beberapa saat pada tangki *sea water* kemudian dihasilkan air murni (*purified water*) dari proses desalinasi oleh desalinator. Setelah itu air murni/purifikasi dielektrolisis menggunakan *electrolyser* untuk menghasilkan gas hydrogen dengan reaksi  $H_2O \rightarrow 2 H_2 + 1/2 O_2$ . Gas hidrogen yang dihasilkan dari proses elektrolisis perlu untuk dikompresi agar dapat disimpan dalam jumlah yang banyak menggunakan ruang seminimal mungkin. proses kompresi dilakukan hingga gas hidrogen mencapai tekanan 350 bar atau setara dengan 35 MPa. Tangki penyimpanan gas hidrogen dalam tekanan tinggi menggunakan bahan komposit khusus yang dapat bekerja

pada tekanan tersebut. Pada umumnya terdapat tiga cara untuk menyimpan gas hidrogen yaitu: (*University of Central Florida. The Florida Solar Energy Center (FSEC), 2014*)

- Hidrogen dalam bentuk gas terkompresi (tangki bertekanan tinggi 150-350 bar atau lebih)
- Hidrogen dalam bentuk cairan (tangki dengan suhu  $\pm -253$  ° C setara dengan 20.15 K)
- Hidrogen dalam bentuk padat (direaksikan dengan logam/senyawa kimia)

Pada kapal digunakan penyimpanan hidrogen dalam bentuk gas karena reaksi pada *fuel cell* membutuhkan hidrogen dalam wujud gas. Setelah hidrogen terkumpul pada tangki-tangki komposit maka gas hidrogen akan dialirkan menuju *fuel cell* sebagai bahan bakar penghasil listrik.

#### 4.2.7. Perhitungan Sistem Hibrida

Setelah didapatkan desain sistem hibrida pada kapal, selanjutnya dilakukan perhitungan terkait total kebutuhan listrik, kebutuhan hidrogen, kebutuhan *purified water*, dan kebutuhan air laut untuk menghasilkan gas hidrogen. Penentuan kapasitas listrik *fuel cell* didasarkan pada kebutuhan propulsi dan kelistrikan *on board*. Komponen-komponen yang digunakan dalam sistem hibrida kapal adalah sebagai berikut:

- a. *Electric Motor*
- b. *Desalinator*
- c. *Electrolyser*
- d. *Compressor*
- e. *Fuel Cell*

Hasil perhitungan kebutuhan listrik *on board* dan sistem propulsi adalah sebesar 61.80 kW dan akan dipenuhi oleh komponen *fuel cell*, maka dipilih PEM *fuel cell* dari SIEMENS dengan *output power* sebesar 80 kW. PEM *fuel cell* belum dapat menghasilkan daya apabila gas hidrogen masih dalam tahap produksi, sehingga dibutuhkan tenaga listrik dari generator untuk memulai produksi gas hidrogen dari air laut. Total daya yang dibutuhkan untuk memproduksi hidrogen terdiri dari *desalinator*, *electrolyser*, dan *compressor* yaitu sebesar 40.5 kW.

Adapun perhitungan keseluruhan sistem hibrida adalah sebagai berikut:

- a. Total kebutuhan gas hidrogen untuk *fuel cell* 80 kW = 26.72 kg/hari didapatkan dengan melakukan perbandingan terhadap kapal yang sudah

beroperasi menggunakan PEM *fuel cell* (J. Schneider, 2010), lalu diberikan margin sebesar 50% maka total kebutuhan gas hidrogen diperoleh sebesar 40.1 kg/hari.

- b. Sebanyak 40.1 kg gas hidrogen akan disimpan di dalam tangki komposit khusus yang memiliki tekanan sebesar 350 bar dengan kapasitas gas hidrogen sebesar 8.4 kg/tangki, maka dibutuhkan sebanyak 5 buah tangki.
- c. Kompresor yang digunakan untuk menaikkan tekanan gas hidrogen memiliki kapasitas debit hidrogen sebesar  $13 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan membutuhkan daya sebesar 5.5 kW, maka kompresor akan dioperasikan selama 1.18 jam, maka daya yang dibutuhkan sebesar 6.48 kWh.
- d. Elektroliser yang digunakan membutuhkan daya sebesar 30 kW dengan kapasitas *output* gas hidrogen sebesar  $6 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Maka didapatkan durasi pengoperasian elektroliser yaitu 2.55 jam untuk dapat menghasilkan hidrogen dengan volume  $15.31 \text{ m}^3$  yang selanjutnya akan dikompres untuk menaikkan densitasnya pada tekanan 350 bar. Maka daya yang dibutuhkan sebesar 76.56 kWh.
- e. Tangki  $\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan berdasarkan perhitungan minimal mampu menampung sebesar  $2.52 \text{ m}^3$  *purified water*.
- f. Desalinator yang digunakan membutuhkan daya sebesar 5 kW dan memiliki kapasitas *output purified water* sebesar  $1.57 \text{ m}^3/\text{jam}$ , maka untuk pengisian penuh tangki  $\text{H}_2\text{O}$ , desalinator akan dioperasikan selama 1.6 jam dan membutuhkan daya sebesar 8 kWh.
- g. Tangki *sea water* yang diperlukan berdasarkan perhitungan minimal mampu menampung sebesar  $4 \text{ m}^3$  air laut.

Berdasarkan perhitungan dan analisis diatas maka total durasi produksi hidrogen adalah selama 5.3 jam. Berdasarkan katalog generator yang digunakan, generator memiliki daya sebesar 45 kW, maka akan beroperasi selama proses produksi hidrogen yaitu 5.3 jam hingga tangki hidrogen terisi penuh. Daya listrik yang dihasilkan *fuel cell* akan ditampung pada baterai berkapasitas 20 kWh dan digunakan 4 baterai untuk menampung daya sebanyak 80 kWh.

Penggunaan sistem *hydrogen fuel cell* ini dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar diesel sehingga emisi yang dikeluarkan akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan penggunaan diesel generator untuk memenuhi kebutuhan listrik propulsi dan kebutuhan

listrik *on board* kapal. Hal ini dapat dikatakan lebih efisien karena daya generator yang digunakan lebih kecil namun dapat memenuhi seluruh kebutuhan listrik pada kapal. Sedangkan jika generator digunakan secara langsung untuk memenuhi kebutuhan listrik kapal, maka daya yang dibutuhkan akan lebih besar. Sehingga memungkinkan untuk memperbesar jumlah emisi karbon pada pembuangan kapal.

#### 4.2.8. Perhitungan Berat Kapal

Komponen berat kapal yang akan didesain terdiri dari dua kelompok yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). Komponen LWT terdiri dari berat lambung kapal (pelat, konstruksi, dan bangunan atas), berat permesinan (generator dan komponen sistem hibrida), serta berat *equipment & outfitting*. Komponen DWT terdiri dari *payload*, jumlah *crew* dan *consumable*. Adapun rekapitulasi dari perhitungan berat dan titik berat dari masing-masing komponen kapal dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4. 9 Rekapitulasi Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal**

Komponen	Berat (ton)	LCG (ap)	KG
LWT			
Lambung Kapal	44.12	10.02	1.68
<i>Outfitting</i>	32.30	12.93	2.21
Permesinan	9.48	7.38	1.31
DWT			
<i>Crew &amp; consumable</i>	12.89	11.93	0.926
<i>Payload</i>	3.23	11.37	2.09
<i>Total</i>	101.72		

Dari perhitungan yang dilakukan, maka dapat diketahui bahwa berat DWT+LWT kapal wisata *semi-submarine* adalah 101.72 Ton.

#### 4.2.9. Pengecekan *Displacement*

Setelah dilakukan perhitungan berat total kapal, maka dilakukan pengecekan total *displacement* kapal dengan margin 2-10%. Margin yang diperoleh berdasarkan pengecekan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Displacement kapal} &= 113.50 \text{ ton} \\
 \text{Berat total kapal (LWT+DWT)} &= 101.72 \text{ ton} \\
 \text{Selisih Displacement} &= \text{Displacement} - (\text{LWT+DWT}) \\
 &= 9 \text{ Ton} \\
 \text{Margin kapal} &= 7.93\% \\
 \text{Status} &= \text{Memenuhi (2\% ~ 10\%)}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.10. Perhitungan *Freeboard*

Perhitungan lambung timbul kapal dengan panjang kurang dari 24 m tidak wajib menggunakan ketentuan *International Convention on Load Lines (ICLL)* 1996. Maka dari itu, perhitungan lambung timbul kapal menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standard Indonesian Flagged Chapter VI, Appendix 4*. Berikut ini merupakan perhitungan lambung timbul kapal:

$$\begin{aligned}L &= 23.92 \text{ m} \\H &= 3.50 \text{ m} \\B &= 5 \text{ m} \\T &= 2.2 \text{ m} \\d1 &= 85\% \text{ Moulded Depth} \\&= 2.975 \text{ m} \\C_b &= 0.6 \text{ m}\end{aligned}$$

Tipe Kapal (Tipe B)

Perhitungan:

*Initial Freeboard (fb) for Type B Vessels*

$$\begin{aligned}F_b &= 0.8 L \quad ; L \leq 50 \text{ m} \\&= 19.136 \text{ cm} \\&= 0.19136 \text{ m}\end{aligned}$$

Koreksi:

1. Koreksi  $C_b$

Kapal tidak memerlukan koreksi karena  $C_b \leq 0.68$

2. Koreksi *Depth/Height of Vessel*

Apabila  $D \geq L/15$ , maka *freeboard* harus ditambahkan

Apabila  $D \leq L/15$ , maka *freeboard* tidak perlu dikoreksi

$$L/15 = 1.595$$

$$D = 2.975$$

$$\text{Koreksi; } F_{b2} = 27.606 \text{ cm}$$

3. Koreksi *superstructure and trunk*

Apabila kapal memiliki bangunan atas dan *trunk*, maka *freeboard* harus dikurangi dengan:

$$L_s = \text{Panjang } \textit{superstructure}$$

$$H_s = \text{Tinggi } \textit{superstructure}$$



$$Fb3 = 0.0393 \text{ m}$$

Maka didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Total lambung timbul (Fb)} &= Fb2 - \text{Pengurangan} \\ &= 0.428 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung timbul Sebenarnya (*Actual Freeboard*)

$$\begin{aligned} Fb &= H - T \\ &= 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar dari lambung timbul total, maka dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 10 Pemeriksaan Lambung Timbul**

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0.428	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.3	m
Kondisi	DITERIMA	

#### 4.2.11. Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas pada Tugas Akhir ini dilakukan pada *Maxsurf Stability Enterprise* dengan menggunakan model yang sebelumnya telah dibuat pada *Maxsurf Modeler Advanced*. Langkah awal untuk melakukan analisis stabilitas adalah pengaturan tangki, kompartemen, serta titik berat kapal. Perhitungan stabilitas dilakukan berdasarkan kemungkinan *loadcase* yang terjadi selama kapal berlayar dan diperoleh 9 *loadcase* yang mewakili sebagai berikut:

**Tabel 4. 11 Loadcase Stabilitas Kapal**

kondisi kapal	LWT + crew	Gas hidrogen	Purified water	seawater	Fuel Oil	penumpang
<i>loadcase 1</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>loadcase 2</i>	100%	0%	0%	100%	100%	0%
<i>loadcase 3</i>	100%	0%	100%	0%	50%	0%
<i>loadcase 4</i>	100%	100%	0%	0%	0%	0%
<i>loadcase 5</i>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>loadcase 6</i>	100%	100%	100%	100%	50%	100%
<i>loadcase 7</i>	100%	100%	100%	100%	0%	100%
<i>loadcase 8</i>	100%	100%	0%	100%	0%	50%
<i>loadcase 9</i>	100%	100%	0%	100%	0%	100%

*Loadcase 1-4* merupakan tahap awal produksi gas hidrogen yang menjadi bahan bakar kapal, *loadcase 5* merupakan kondisi kapal saat muatan penuh, sedangkan *loadcase 6-9* merupakan tahap pada saat proses kapal berlayar ke daerah tujuan wisata, dimana tangki

*seawater*, dan gas hidrogen selalu diusahakan dalam keadaan penuh. Kriteria yang digunakan untuk melakukan analisis stabilitas kapal pada *Maxsurf Stability* adalah merujuk pada *Non Convention Vessel Standard Chapter II* sesuai dengan IMO No. A 749 (18).

Setelah didapatkan *loadcase* seperti pada Tabel 4.11, kemudian dilakukan analisis stabilitas dengan bantuan *software maxsurf stability* dan diperoleh hasil seperti berikut:

**Tabel 4. 12 Hasil Analisis Stabilitas Kapal**

Data	Loadcase									Criteria	Status
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
e0-30°(m.deg)	3.48	3.79	3.74	3.48	3.8	3.75	3.68	3.57	3.68	$\geq 3.15$	<b>Pass</b>
e0-40°(m.deg)	8.83	9.32	9.25	8.84	9.25	9.18	9.07	8.94	9.07	$\geq 5.16$	<b>Pass</b>
e30-40°(m.deg)	5.35	5.53	5.51	5.35	5.44	5.42	5.38	5.37	5.59	$\geq 1.72$	<b>Pass</b>
Max GZ at 30 or Greater (m.deg)	1.308	1.307	1.312	1.307	1.248	1.252	1.254	1.28	1.254	$\geq 0.20$	<b>Pass</b>
Angle of Maximum GZ (deg)	74.5	74.5	74.5	74.5	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	$\geq 25$	<b>Pass</b>
GM0 (m)	0.293	0.313	0.312	0.293	0.282	0.28	0.276	0.283	0.276	$\geq 0.15$	<b>Pass</b>
Passenger Crowding: Angle of Equilibrium (deg)	9.4	8.6	8.7	9.4	9.2	9.3	9.5	9.5	9.5	$\leq 10$	<b>Pass</b>

#### 4.2.12. Perhitungan *Trim*

*Trim* merupakan keadaan kapal yang terjadi karena perbedaan letak titik B dan titik G kapal atau titik berat kapal keseluruhan secara memanjang tidak sama dengan titik berat kapal yang tercelup air yang diakibatkan oleh perubahan kondisi pemuatan secara otomatis. Keadaan tersebut mengakibatkan perbedaan tinggi antara sarat depan dan sarat belakang kapal yang disebut dengan *trim*. *Trim* terbagi menjadi dua yaitu:

- a. *Trim* haluan ( $T_a \leq T_f$ )
- b. *Trim* buritan ( $T_f \leq T_a$ )

Perhitungan *trim* dilakukan berdasarkan SOLAS Reg. II-1/5-1 Part B-1 dimana dalam aturan tersebut pemeriksaan sarat dan *trim* kapal tidak boleh lebih dari  $\pm 0.5\% \cdot LWL$ . Pada kapal wisata *semi-submarine* ini nilai *trim* harus lebih kecil dari *trim* yang disyaratkan yaitu  $\pm 0.5\% \cdot LWL = 0.120$  m. Berdasarkan hasil perhitungan *trim* dari *Maxsurf Stability Enterprise*, didapatkan nilai *trim* yaitu sebesar 0.015 m. Maka kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa *trim* diterima dengan kondisi *trim* buritan.

#### 4.2.13. Perhitungan Tonase

Perhitungan tonase kapal berfungsi sebagai acuan untuk perhitungan ekonomis kapal, baik biaya labuh maupun biaya pajak. Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 H &= 3.50 \text{ m} \\
 T &= 2.20 \text{ m} \\
 V_{DH} &= 294.7 \text{ m}^3 \\
 \tilde{N} &= 110.72 \text{ m}^3 \\
 Z_c &= 5 \text{ orang} \\
 N_1 &= 38 \text{ orang, asumsi jumlah penumpang dalam kabin} \\
 N_2 &= 33 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Gross Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_U &= \nabla \cdot \left( 1.25 \cdot \frac{H}{T} - 0.115 \right) \quad ; \text{volume geladak di bawah geladak cuaca} \\
 &= 207.449 \text{ m}^3 \\
 V_H &= V_{DH} \quad ; \text{volume ruang tertutup di bawah geladak cuaca} \\
 &= 294.7 \text{ m}^3 \\
 V &= V_U + V_H \quad ; \text{total volume ruang tertutup} \\
 &= 502.1490182 \text{ m}^3 \\
 K_1 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V \\
 &= 0.254016652 \\
 GT &= V \cdot K_1 \\
 &= 127.55 \text{ GT}
 \end{aligned}$$

Net Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_{R'} &= 145.2 \text{ m}^3 \quad ; \text{total volume ruang muat} \\
 K_2 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_{R'} \\
 &= 0.243239332 \\
 K_3 &= 1.25 \frac{GT+10000}{10000} \\
 &= 1.25 \\
 a &= K_2 \cdot V_{R'} \cdot \left( \frac{4 \cdot T}{2 \cdot H} \right)^2 \\
 &= 1126659.809 \quad (\text{taken}) \\
 \text{Jadi,} \quad a &\geq 0.25 \cdot GT \quad \quad \quad 0.25 \text{ GT} = 31.88855315
 \end{aligned}$$

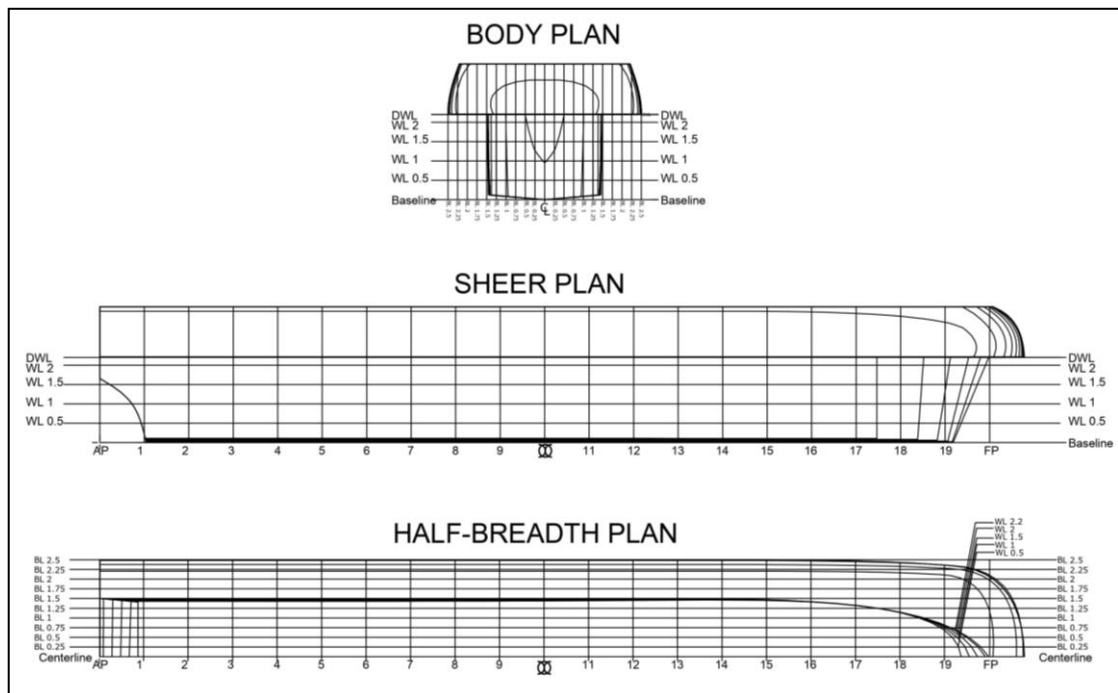
$$NT = a + K_3 \cdot \left( N_1 \cdot \frac{N_1}{10} \right)$$

$$= 1126796.322 \text{ NT} \quad (\text{taken})$$

Jadi,  $NT \geq 0.30 \cdot GT$                        $0.30 \text{ NT} = 338038.8967$

### 4.3. Pembuatan Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Setelah semua analisis teknis dilakukan dan memenuhi persyaratan, maka Langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. Proses pembuatan *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Modeler Advanced* dan AutoCAD. *Lines Plan* merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi dari 3 sudut pandang kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertical memanjang (*half breadth plan*). *Lines plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang optimum, terutama desain ruang muat.



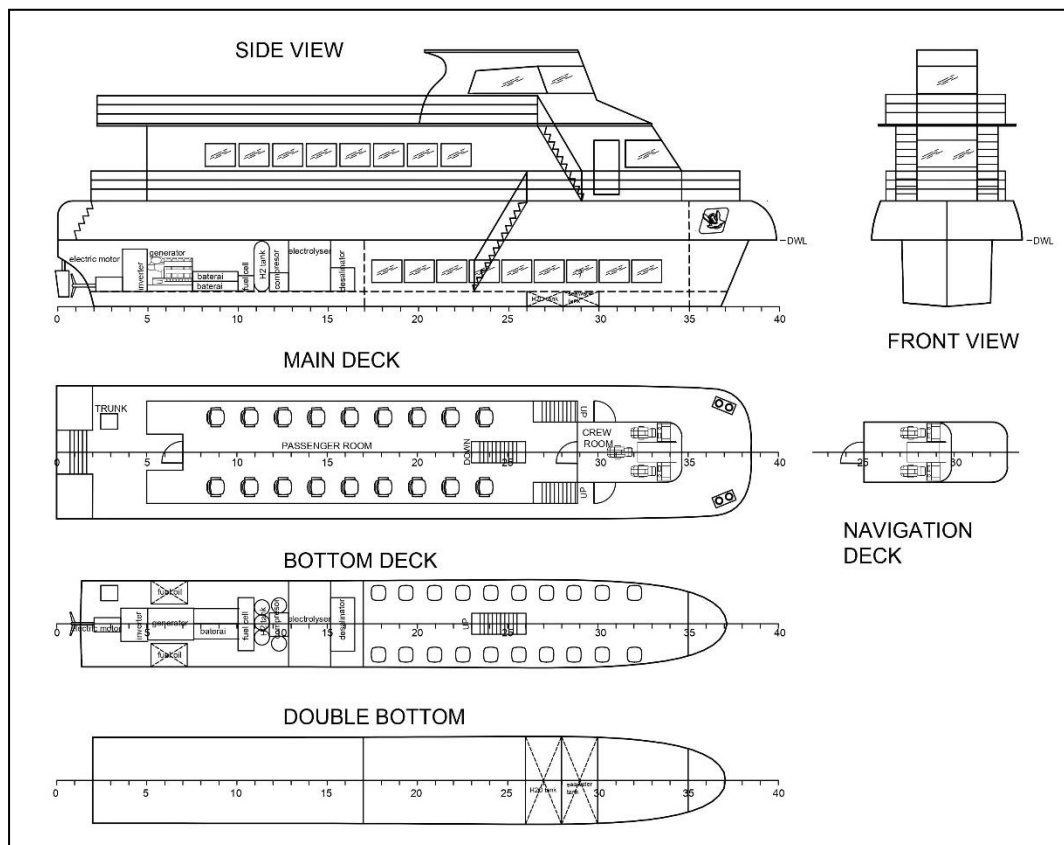
**Gambar 4.7 Desain *Lines Plan***

Pada Tugas Akhir ini menggunakan literasi *sample design* pada *software Maxsurf* yang karakteristiknya disesuaikan dengan perhitungan kapal yang direncanakan. Langkah akhir pengerjaan *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD*. Model dapat langsung di-*export* ke format *dxf*. dengan skala 1:1. Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan*, selanjutnya dilakukan proses penggabungan dan sedikit *editing* pada *Lines Plan*.

#### 4.4. Pembuatan Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Desain Rencana Umum dibuat berdasarkan *Lines Plan* yang telah dibuat sebelumnya dan menyesuaikan beberapa ketentuan, seperti jarak kursi untuk penumpang, jarak lorong/gangway, luasan yang dibutuhkan untuk *machinery spaces*, dan ketentuan lainnya. Pembuatan Rencana Umum pada Tugas Akhir ini menggunakan *software* AutoCAD.

Jarak gading yang digunakan pada Rencana Umum kapal adalah 0.6 m dengan gading besar yang terdapat pada setiap lima jarak gading. Kapal *semi-submarine* ini memiliki tiga buah geladak yaitu *bottom deck* yang terletak di bawah garis air, *main deck*, dan *navigation deck*. Adapun gambar Rencana Umum kapal *semi-submarine* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Desain *General Arrangement*

Pada *bottom deck* terdapat *passenger area* dan *machinery spaces* serta tangki *fuel oil*. Pada *main deck* atau geladak utama terdapat ruang akomodasi penumpang dan ruang untuk *crew*, sedangkan pada *navigation deck* terdapat *wheelhouse*. Adapun jumlah kursi yang tersedia pada *main deck* sebanyak 18 buah dan pada *bottom deck* sebanyak 20 buah.

#### 4.5. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Kapal *semi-submarine* yang merupakan kapal penumpang harus memenuhi standar minimum terkait perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah penumpang dan ruang akomodasi penumpang.

##### 4.5.1. *Life Saving Appliance*

Peraturan keselamatan untuk penumpang dan kru harus disediakan sesuai dengan aturan yang ada, yaitu:

1. *Life bouy* disediakan sebanyak 8 buah karena ukuran kapal < 60 meter sesuai dengan SOLAS Reg.III/22-1. Adapun spesifikasi *life bouy* 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 sekalipun terbakar selama 2 detik.
2. *Life jacket* terdapat sebanyak 43 buah yang disediakan untuk semua penumpang di kapal kapasitas 38 orang sesuai dengan SOLAS Reg. III/7-2.
3. *Life raft tipe inflatable life raft* disediakan sebanyak 2 buah yang masing-masing memiliki kapasitas 30 orang. Ketentuan peletakan *inflatable life raft* pada kapal penumpang menurut SOLAS Reg.III/21-1.4 adalah sebagai berikut:
  - a. *Inflatable life raft* harus diletakkan di setiap 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.
4. *Line throwing appliance* sebanyak 1 buah yang diletakkan pada *navigation room* sesuai dengan LSA Code VII/7.1
5. *Muster / assembly station* yang berada pada ruang terbuka di *upper deck* dan memiliki lokasi berdekatan dengan posisi *life raft* dan telah mengikuti aturan MSC/Circular.699/II-2. Ketentuan letak *Muster / assembly station* 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* yang dipasang pada setiap lorong dan tangga kapal. Desain dibuat untuk mengarahkan penumpang kapal untuk menuju *muster station* jika terjadi keadaan darurat sesuai dengan aturan MSC/Circular.699/II-2.
7. *Visual signal* yang digunakan untuk komunikasi dalam keadaan darurat/bahaya yaitu berupa *rocket parachutes flare* yang dipasang di *navigation deck* dan *liferaft*.
8. *Radio and navigation*
  - a. *Search and Rescue Radar (SART)*

Pada kapal akan dipasang sebanyak 2 buah SART pada tiap sisi *navigation deck* dan harus dibawa pada saat naik di *lifeboat* atau *liferaft* ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap. Hal ini mengacu pada aturan SOLAS Reg. III/6.
  - b. *Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)*

Pada kapal akan dipasang 1 EPIRB pada *navigation deck* dan diletakkan di luar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 MHz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku.
  - c. *Radio Telephone Apparatus*

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

#### **4.5.2. Fire Fighting Equipment**

Peralatan pemadam kebakaran harus diletakkan di lokasi yang terlihat, dapat dijangkau dengan mudah dan cepat kapanpun saat dibutuhkan sesuai dengan aturan SOLAS Reg. II/10. Pada kapal ini, peralatan pemadam kebakaran yang dipasang terdiri dari beberapa alat yaitu:

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

Kapal yang mengangkut lebih dari 36 penumpang *fire hoses* harus terhubung ke *hydrant*. Berdasarkan aturan 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 CO<sub>2</sub> fire system

Berdasarkan aturan SOLAS Reg. II/10-5, *fixed CO<sub>2</sub> fire system* digunakan untuk sistem pemadam kebakaran di kamar mesin atau kategori A yang terdapat kandungan bahan bakar.

## 3. Sprinkler

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

## 4. Portable CO<sub>2</sub> fire extinguisher

Terletak di *engine room* dan berfungsi untuk meredakan kebakaran pada area yang banyak mengandung minyak dan bahan bakar.

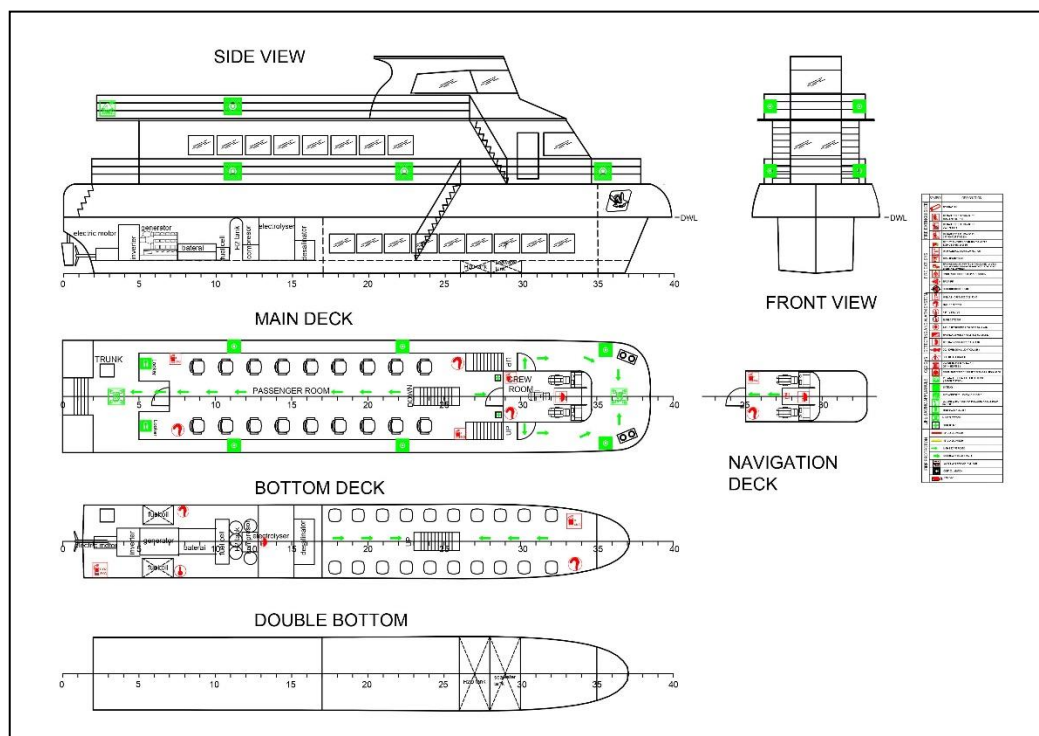
## 5. Portable foam extinguisher

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

## 6. Portable dry power extinguisher

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

Adapun perencanaan keselamatan dan pemadam kebakaran pada kapal ini dapat dilihat pada Gambar 4.9.



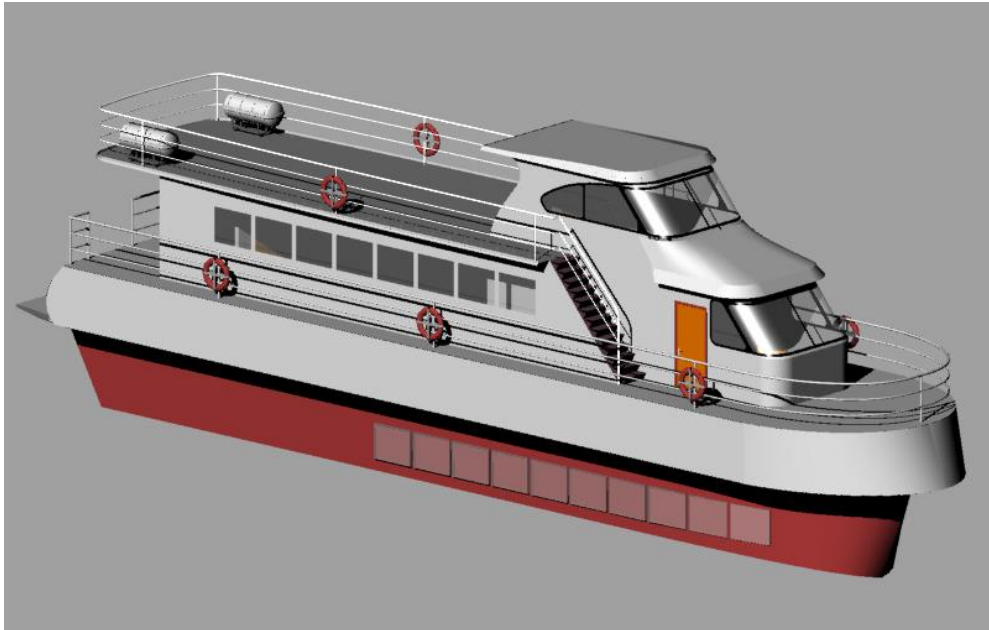
Gambar 4.9 Desain Safety Plan



#### 4.6. Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (3D Modelling)

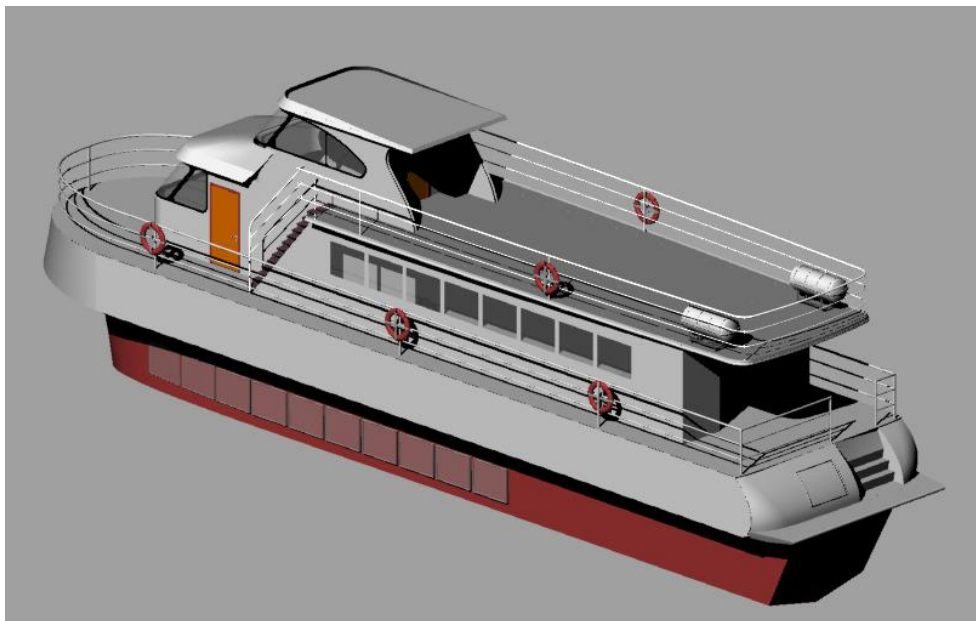
Proses pembuatan model 3 dimensi dari *semi-submarine* dilakukan dengan menggunakan *Rhinceros* dan *Sketchup*. Pembuatan bentuk lambung kapal mengacu pada ukuran utama dan *lines plan* yang telah didapatkan. Sedangkan bagian rumah geladak mengacu pada Rencana Umum yang telah dibuat.

Model 3D kapal dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



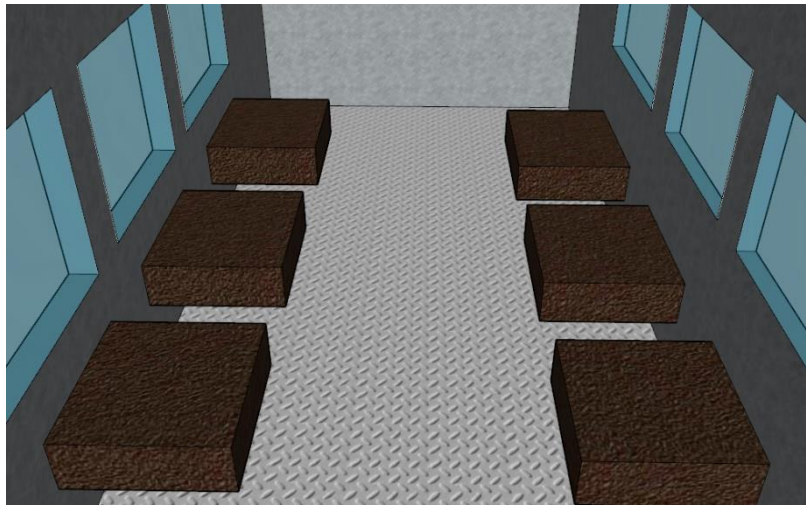
**Gambar 4.10 Desain Model 3D**

Tampak perspektif kapal jika dilihat dari samping maka akan terlihat pada Gambar 4.11 seperti berikut.



**Gambar 4.11 Desain Model 3D (tampak belakang)**

Dapat dilihat model 3D interior kapal *semi-submarine* bagian kabin penumpang bawah *deck* pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12 Kabin Penumpang *Semi-submarine***

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

### 5.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal meliputi tiga komponen utama yaitu pelat dan konstruksi, *equipment & outfitting*, serta biaya untuk permesinan dan sistem hibrida. Selain itu juga dilakukan perhitungan koreksi yang meliputi keuntungan galangan, biaya inflasi, dan biaya pajak pemerintah. Biaya pembangunan kapal akan lebih tinggi jika menggunakan sistem *hydrogen fuel cells*, karena terdapat biaya tambahan untuk komponen sistem hibrida pada perhitungan biaya permesinan. Komponen sistem hibrida antara lain desalinator, elektroliser, kompresor, tangki hidrogen, *fuel cell*, dan inverter. Namun biaya untuk bahan bakar diesel akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan kapal yang sepenuhnya menggunakan diesel *engine*. Biaya pembangunan kapal yang didapat jika tidak menggunakan sistem *hydrogen fuel cell* adalah sebesar Rp1.888.410.454. Pada Tabel 5. 1 berikut dapat dilihat rekapitulasi dari perhitungan biaya pembangunan kapal wisata *semi-submarine* dengan menggunakan sistem *hydrogen fuel cells*.

**Tabel 5. 1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan**

<b>Biaya Pembangunan</b>		
<b>No</b>	<b>Item</b>	<b>Value</b>
1	Pelat dan Konstruksi	Rp 403.262.247
2	<i>Equipment &amp; Outfitting</i>	Rp 640.308.877
3	Tenaga Penggerak	Rp 2.772.056.322
<b>Total Harga (Rupiah)</b>		<b>Rp 3.815.627.447</b>

Berdasarkan total harga biaya pembangunan tersebut, maka dapat dihitung biaya tenaga kerja (*Labor Cost*) dan koreksi biaya pembangunan. Biaya tenaga kerja (*Labor Cost*) diasumsikan sebesar 20% dari biaya pembangunan kapal awal. Perhitungan *labour cost* ditunjukkan pada Tabel 5.2.

**Tabel 5. 2 Biaya Tenaga Kerja (*Labor Cost*)**

<b>Item</b>	<b>Value</b>
<b><i>Labor Cost</i></b>	
<i>20% dari biaya pembangunan awal</i>	
Labor Cost	Rp 763.125.489

Koreksi biaya pembangunan kapal meliputi keuntungan galangan yang diambil 10% dari biaya pembangunan awal dan biaya inflasi yaitu 5% dari biaya pembangunan

awal. Selain itu terdapat biaya pajak pemerintah antara lain Pajak Pertambahan Nilai (PPn) sebesar 10% dan Pajak Penghasilan (PPh) sebesar 15%. Maka dapat dihitung koreksi biaya pembangunan kapal adalah seperti pada Tabel 5. 3.

**Tabel 5. 3 Koreksi Biaya Pembangunan**

	No	Item	Value
<b>Koreksi Ekonomi</b>	<b>1</b>	<b>Keuntungan Galangan</b>	
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>	
		Keuntungan Galangan	Rp 381.562.745
	<b>2</b>	<b>Biaya Untuk Inflasi</b>	
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>	
		Biaya Inflasi	Rp 190.781.372
	<b>3</b>	<b>Biaya Pajak Pemerintah</b>	
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>	
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>	
		Biaya Pajak Pemerintah	Rp 953.906.862
<b>Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi</b>			<b>Rp 1.526.250.979</b>

Berdasarkan hasil perhitungan biaya tenaga kerja dan biaya koreksi pembangunan, maka diketahui biaya tenaga kerja adalah sebesar **Rp 763.125.489** dan koreksi biaya pembangunan sebesar **Rp 1.526.250.979**. Hasil perhitungan tersebut ditambahkan dengan hasil perhitungan biaya pembangunan awal yang telah dilakukan. Maka didapatkan harga pembangunan kapal sebesar **Rp 6.105.003.915**.

## **5.2. Perhitungan Biaya Operasional**

Untuk memenuhi biaya pembangunan, dilakukan peminjaman uang kepada Bank. Bank yang dipilih pada perhitungan ini adalah Bank Mandiri yang memiliki ketentuan sebagai berikut:

- a. Mempunyai *Feasibility Study*
- b. Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dan lain-lain
- c. Maksimum jangka waktu kredit adalah 15 tahun dan masa tenggang waktu maksimum 4 tahun
- d. Maksimum pembiayaan bank 65% dan *Self Financing* (SF) 35%

Berdasarkan ketentuan tersebut, maka rincian mengenai kredit investasi kepada Bank dapat dilihat pada lampiran. Selain itu, pada kapal juga terdapat biaya operasional antara lain cicilan pinjaman, biaya perawatan, biaya asuransi, gaji kru, biaya bahan bakar, dan biaya kebutuhan air bersih. Biaya perawatan (*Maintenance Cost*) diasumsikan sebesar

10% dari total biaya pembangunan, sedangkan biaya asuransi diasumsikan sebesar 2% dari total biaya pembangunan. Gaji *crew* untuk satu bulan adalah sebesar Rp 5.000.000, maka gaji untuk 5 orang *crew* dalam satu tahun adalah sebesar Rp 300.000.000. Biaya operasional kapal dikeluarkan untuk setiap tahun dan dalam setahun diasumsikan 350 hari, disesuaikan dengan kondisi pada saat kapal harus *docking* dan tidak beroperasi selama kurang lebih 15 hari. Berikut ini adalah hasil rekapitulasi perhitungan biaya operasional kapal wisata *semi-submarine*.

**Tabel 5. 4 Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal**

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 932.539.348	per tahun
<i>Maintenance Cost</i>	Rp 610.500.392	per tahun
<i>Insurance Cost</i>	Rp 122.100.078	per tahun
Gaji Kru	Rp 300.000.000	per tahun
Bahan Bakar <i>Diesel Oil</i>	Rp 152.258.400	per tahun
Air Bersih ( <i>Fresh Water</i> )	Rp 127.094.400	per tahun
<b>Total</b>	<b>Rp 2.244.492.618</b>	per tahun

Maka dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa biaya operasional kapal yang dikeluarkan sebesar **Rp 2.244.492.618**.

### 5.3. Harga Tiket

Penentuan harga tiket untuk kapal wisata *semi-submarine* ini diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu harga tiket *weekdays* (Senin – Jumat) dan *weekend* (Sabtu dan Minggu). Masing-masing jenis tiket tersebut diklasifikasikan lagi menjadi dua yaitu harga tiket untuk anak-anak dan dewasa. Harga tiket anak-anak berlaku untuk anak yang berusia dibawah 12 tahun. Perencanaan harga tiket untuk *low season* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5. 5 Perencanaan Harga Tiket Wisata *Semi-submarine* (*Low Season*)**

Klasifikasi Tiket	<i>Low Season</i>		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 275.000	Rp 250.000	Rp 225.000
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 300.000	Rp 325.000	Rp 350.000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 150.000	Rp 125.000	Rp 100.000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 175.000	Rp 150.000	Rp 125.000

Sedangkan untuk harga tiket wisata pada *peak season* diasumsikan terdapat kenaikan 50% dari harga *low season* sehingga harga tiket yang didapatkan adalah seperti pada Tabel 5.5 sebagai berikut.

**Tabel 5. 6 Perencanaan Harga Tiket Wisata *Semi-submarine (Peak Season)***

Klasifikasi Tiket	Peak Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 412.500	Rp 375.000	Rp 337.500
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 450.000	Rp 487.500	Rp 525.000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 225.000	Rp 187.500	Rp 150.000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 262.500	Rp 225.000	Rp 187.500

#### 5.4. *Payback Period*

Dalam analisis ekonomis dilakukan perhitungan terhadap modal awal dalam jangka waktu pengembalian modal awal. Detail perhitungan dapat dilihat pada Lampiran B Tugas Akhir ini dan rekapitulasi dari *payback period* dapat dilihat pada Tabel 5. 7 sebagai berikut.

**Tabel 5. 7 Rekapitulasi *Payback Period***

Harga Tiket	Penumpang	Payback Period
Versi 1	100%	2 Tahun 3 Bulan 28 Hari
	70%	4 Tahun 7 Bulan 27 Hari
	50%	17 Tahun 5 Bulan 7 Hari
Versi 2	100%	2 Tahun 6 Bulan 19 Hari
	70%	5 Tahun 3 Bulan 28 Hari
	50%	>20 tahun
Versi 3	100%	2 Tahun 9 Bulan 24 Hari
	70%	6 Tahun 2 Bulan 27 Hari
	50%	>20 tahun

#### 5.5. *Net Present Value (NPV)*

*Net Present Value (NPV)* adalah selisih antara nilai pemasukan dan nilai pengeluaran hasil diskon dari *social opportunity cost of capital* sebagai diskon factor. Digunakan untuk penganggaran modal untuk menganalisis probabilitas investasi yang bertujuan untuk mencari investasi dengan nilai NPV positif (Ross, 2005). Nilai NPV negatif akan berstatus tidak layak, sedangkan NPV dengan nilai positif akan berstatus layak. Perhitungan NPV dilakukan dalam rencana investasi selama 20 tahun. Analisis yang dilakukan berdasarkan variasi harga tiket yang dibagi menjadi 3 variasi dan dengan variasi jumlah penumpang yaitu 100%, 70%, dan 50%. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan rekapitulasi nilai NPV seperti pada Tabel 5. 8 berikut.

**Tabel 5. 8 Rekapitulasi Nilai NPV**

Harga Tiket	Penumpang	NPV (juta)	Status
Versi 1	100%	Rp 18,481.48	Layak
	70%	Rp 7,538.26	Layak
	50%	Rp 242.78	Layak
Versi 2	100%	Rp 16,551.69	Layak
	70%	Rp6,187.41	Layak
	50%	Rp (722.11)	<b>Tidak Layak</b>
Versi 3	100%	Rp 14,621.91	Layak
	70%	Rp 4,836.56	Layak
	50%	Rp (1,687.00)	<b>Tidak Layak</b>

Berdasarkan hasil yang telah didapat, maka dapat diketahui bahwa nilai NPV pada versi 2 dan versi 3 dengan variasi 50% penumpang nilai NPV negatif. Hal ini menunjukkan bahwa investasi pada variasi tersebut tidak layak.

### 5.6. *Internal Rate of Return (IRR)*

*Internal Rate of Return (IRR)* adalah tingkat bunga dimana nilai NPV dari semua *cash flow* (positif ataupun negatif) dari suatu proyek atau investasi bernilai nol. IRR digunakan untuk mengevaluasi daya tarik dari suatu proyek atau investasi (Ross, 2005). Apabila nilai IRR lebih besar dari tingkat diskonto atau bunga pinjaman, maka investasi dapat diterima atau dikatakan layak, begitupun sebaliknya. Pada perhitungan ekonomis Tugas Akhir ini nilai tingkat diskonto adalah 13,58%, maka rekapitulasi perhitungan IRR dapat dilihat pada Tabel 5. 9.

**Tabel 5. 9 Rekapitulasi Nilai IRR**

Harga Tiket	Penumpang	IRR	Status
Versi 1	100%	53%	Layak
	70%	30%	Layak
	50%	14%	Layak
Versi 2	100%	49%	Layak
	70%	27%	Layak
	50%	12%	<b>Tidak Layak</b>
Versi 3	100%	45%	Layak
	70%	24%	Layak
	50%	9%	<b>Tidak Layak</b>

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai IRR yang berada di bawah nilai tingkat diskonto yaitu pada harga tiket versi 2 dan versi 3 dengan jumlah penumpang 50%. Maka dari itu, investasi pada versi harga tiket ini dianggap tidak layak.



### 5.7. Pemilihan Harga Tiket

Berdasarkan hasil dari analisis ekonomis yang telah dilakukan, dengan mempertimbangkan nilai investasi pada NPV dan IRR maka dapat diketahui bahwa investasi yang dianggap layak untuk dilaksanakan adalah pada harga tiket versi 1. Oleh sebab itu, pemilihan harga tiket yang diambil adalah versi 1 dimana hasil analisis investasi layak untuk dilakukan dengan *payback period* paling lama yaitu 17 tahun 5 bulan 7 hari. Sedangkan *payback period* paling cepat yang diasumsikan penumpang selalu penuh 100% adalah dalam jangka waktu 2 tahun 3 bulan 28 hari. Harga tiket adalah sebagai berikut.

**Tabel 5. 10 Harga Tiket Akhir Wisata *Semi-submarine***

<b>Harga Tiket</b>	<b><i>Low Season</i></b>	<b><i>Peak Season</i></b>
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 275.000	Rp 412.500
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 300.000	Rp 450.000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 150.000	Rp 225.000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 175.000	Rp 262.500

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan analisis teknis dan analisis ekonomis maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis dari data jumlah wisatawan di Kota Manado maka diperoleh *payload* penumpang sebanyak 38 orang dengan 5 *crew*.
2. Ukuran utama akhir yang diperoleh untuk kapal *semi-submarine* yaitu:
  - *Length Overall* = 23.9 m
  - *Length Between Perpendiculars* = 23 m
  - *Breadth* = 5 m
  - *Height* = 3,5 m
  - *Draught* = 2,2 m
3. Berdasarkan hasil analisis teknis kapal, diketahui bahwa:
  - *Freeboard* dari kapal adalah 1,3 m, lebih besar dari syarat yaitu 0,428 m sehingga kondisi *freeboard* diterima.
  - *Trim* kapal adalah 0,015 m dengan batas *trim* 0,120 m, maka kondisi *trim* diterima.
  - Stabilitas kapal memenuhi kriteria dari IS Code.
  - Sistem Hibrida pada kapal menggunakan *fuel cell* dengan bahan bakar gas hidrogen yang diproduksi *on board* selama 5,3 jam dengan kebutuhan gas hidrogen sebesar 40,10 kg/hari.
4. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), model 3D, dan Rencana Keselamatan (*Safety Plan*) dapat dilihat pada lampiran Tugas Akhir ini.
5. Biaya pembangunan kapal wisata *semi-submarine* yaitu sebesar Rp 6.105.003.915 dan biaya operasional kapal adalah sebesar Rp 2.244.492.618. Pemilihan harga tiket yaitu versi 1 dengan estimasi terjadinya *payback period*, nilai *Net Present Value* (NPV), dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebagai berikut:
  - Penumpang penuh 100%, estimasi *payback period* adalah pada waktu 2 tahun 3 bulan 28 hari, dengan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 18,481.48 dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 53%.

- Jumlah penumpang 70%, estimasi *payback period* adalah pada waktu 4 tahun 7 bulan 27 hari, dengan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 7,538.26 dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 30%.
- Jumlah penumpang 50%, estimasi *payback period* adalah pada waktu 17 tahun 5 bulan 7 hari, dengan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 242.78 dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 14%.

## 6.2. Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat direkomendasikan penulis terhadap penelitian berikutnya, yakni:

1. Perlu dilakukan analisis lebih mendalam terkait sumber energi *hybrid* yang digunakan.
2. Perlu dilakukan analisis lebih mendalam mengenai kelistrikan antar komponen dan peralatan sistem hibrida.
3. Perlu adanya analisis mengenai kekuatan *acrylic* sebagai material jendela bawah air.
4. Perlu dilakukan analisis perhitungan ketebalan *acrylic* yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Manado.* (2020, February). Retrieved from <https://manadokota.bps.go.id/>
- Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). (2013). *Rules for the Classification and Construction Part 3 Special Ship. BKI Vol.VII: Rules for Small Vessels up to 24 m.* Jakarta: BKI.
- Buku Informasi Wisata Taman Nasional Bunaken.* (2018). Manado: Balai TNB.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974). London: IMO Publishing.
- Iqbal, M., & Aryawan, W. D. (2019). Desain Kapal Ikan Hibrida Berbahan High Density Polyethylene Sebagai Penunjang Potensi Laut Provinsi Kepulauan Riau. *JURNAL TEKNIK ITS*, 8, G161.
- Isnandar, D. (2009, September 21). *Fuel Cell Hydrogen sebagai Energi Alternatif pada BTS.* Retrieved from wordpress: <https://dendiisnandar.wordpress.com/2009/09/21/fuel-cell-hydrogen-sebagai-energi-alternatif-pada-bts/>
- J. Schneider, S. D. (2010). ZEMShip. *18th World Hydrogen Energy Conference 2010 -WHEC 2010* (p. 4). Essen: Institute of Energy Research.
- Karnain, H. K. (2015). *DESAIN SEMI-SUBMARINE UNTUK KAPAL WISATA PULAU PISANG, LAMPUNG.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kumaat, S. (2016). PEMILIHAN TIPE BANGUNAN PENGAMAN PANTAI DENGAN KEARIFAN LOKAL DI PULAU BUNAKEN. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.6 No.2*, 519-528.
- Lamb, T. (2003). *Ship Design and Construction.* Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Leksono, H. (2015). *Acrylic vs Kaca vs Polycarbonat.* Retrieved from scribd: <https://www.scribd.com/doc/33055091/Acrylic-vs-Kaca-vs-Polycarbonat>
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Vol. I.* New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Nurcholis, E. P. (2016). *DESAIN KAPAL MONOHULL SEMI SUBMARINE SEBAGAI SARANA WISATA DI KARIMUNJAWA.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Putra, R. A. (2020). *DESAIN KAPAL KAYU DENGAN HYBRID SYSTEM UNTUK PARIWISATA DI KAWASAN BARELANG, BATAM.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. (2005). *Corporate Finance.* International Edition, McGraw-Hill.
- Saputra, Y. (2017). *DESAIN KAPAL WISATA SEMI-SUBMARINE UNTUK PERAIRAN TAMAN NASIONAL LAUT SAWU.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Suraji. (2015). *Profil Kawasan Konservasi Provinsi Sulawesi Utara.* Jakarta Pusat.
- Tomas Tronstad, H. H. (2017). Study On The Use Of Fuel Cell In Shipping. *DNV GL*, 108. University of Central Florida. The Florida Solar Energy Center (FSEC). (2014). *Hydrogen Basics - Storage.* Retrieved from Florida Solar Energy Center: [www.fsec.ucf.edu](http://www.fsec.ucf.edu)
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.

## LAMPIRAN

Lampiran A Analisis Teknis Desain Kapal Wisata *Semi-submarine*

Lampiran B Analisis Ekonomis Desain Kapal Wisata *Semi-submarine*

Lampiran C Rencana Garis Desain Kapal Wisata *Semi-submarine*

Lampiran D Rencana Umum Desain Kapal Wisata *Semi-submarine*

Lampiran E *Safety Plan* Desain Kapal Wisata *Semi-submarine*

Lampiran F Model 3D Desain Kapal Wisata *Semi-submarine*

**LAMPIRAN A**  
**ANALISIS TEKNIS DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-***  
***SUBMARINE***

### Data Kapal

Vessel Reference Code: GBJ1659

Glass Bottom Boat

Semisubmersible

Lpp(m)	13.5
B(m)	4.9
H(m)	2.59
T(m)	1.25
Vs	up to 40 knots
GT	30
year built	1993 (japan)
cargo	44 pssger
ME	2 x Yanmar 4 CH-ST
Aux	2 x 3Kw



Ratio of dimensions				
Length to Breadth				
L <sub>pp</sub> / B	3.5 <	2.76	< 10	<b>Rejected</b>
Length to Draught				
L <sub>pp</sub> / T	10 <	10.80	< 30	<b>Accepted</b>
Breadth to Draught				
B / T	1.8 <	3.92	< 5	<b>Accepted</b>
Restricted Ocean Service				
H	>	L <sub>pp</sub> / 16		
2.59	>	0.84		<b>Accepted</b>

PNA Vol. I, pg. 19, by SNAME and editor Edward V. Lewis  
BKI Vol. II, sec. 1.A.1 pg. 1-1

ship's main dimentions	
Lpp(m)	23
B(m)	5
H(m)	3.5
T(m)	2.2
Cargo	38 pssgr
Vs	8 Knot

Ukuran utama setelah dilakukan perubahan.

Ratio of dimensions				
Length to Breadth				
L <sub>pp</sub> / B	3.5 <	4.60	< 10	<b>Accepted</b>
Length to Draught				
L <sub>pp</sub> / T	10 <	10.45	< 30	<b>Accepted</b>
Breadth to Draught				
B / T	1.8 <	2.27	< 5	<b>Accepted</b>
Restricted Ocean Service				
H	>	L <sub>pp</sub> / 16		
3.50	>	1.44		<b>Accepted</b>

PNA Vol. I, pg. 19, by SNAME and editor Edward V. Lewis  
BKI Vol. II, sec. 1.A.1 pg. 1-1

**Coefficient calculation**

Ship dimensions		Environmental factor
$L_{pp} =$	23.00 m	$g =$ 9.81 m/s <sup>2</sup>
$B =$	5.00 m	$\rho_{sw} =$ 1.025 ton/m <sup>3</sup>
$H =$	3.50 m	$\rho_{sw} =$ 1025 kg/m <sup>3</sup>
$T =$	2.20 m	
$V_S =$	8.00 knots	
$V_S =$	4.11 m/s	

Length on waterline	
$L_{WL} =$	$1.04 \times L_{pp}$
$L_{WL} =$	23.92 m

Froude number		Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 1 by SNAME and editor Thomas Lamb
$Fr =$	$V_S / \sqrt{g \times L_{WL}}$	
$Fr =$	0.27	0,15 ≤ Fn ≤ 0,32

Ship Coefficient Calculations		
<b>Block coefficient</b>		
$C_B =$	$-4.22 + 27.8 \sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3$	Ship Design for Efficiency and Economy 2 <sup>nd</sup> Ed., pg.26, by H. Schneekluth and V. Bertram
$C_B =$	0.6	0.15 < $F_n$ < 0.32 <b>Accepted</b>
<b>Midship section coefficient</b>		
$C_M =$	$0.977 + 0.085 (C_B - 0.60)$	Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 12
$C_M =$	0.97577018	
<b>Longitudinal prismatic coefficient</b>		
$C_p =$	$C_B / C_X$	Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 11
$C_p =$	0.600071	$C_X = C_M$
<b>Waterplane coefficient</b>		
$C_{WP} =$	$0.180 + 0.860 C_p$	Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 16
$C_{WP} =$	0.69606119	

LCB and Displacement Calculation		
<b>Longitudinal center of buoyancy</b>		
$\% LCB =$	$8.80 - 38.9 F_n$	Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 20
$\% LCB =$	$-1.703 \% L_{WL}$	
<b>From midship</b>		
$LCB_{mid} =$	$\% LCB \times L_{WL}$	
$LCB_{mid} =$	-0.4073576 m	
<b>From AP</b>		
$LCB =$	$0.5 L_{pp} - LCB_M$	
$LCB =$	11.9073576 m	
<b>Volume displacement</b>		
$\nabla =$	dari Maxsurf	
$\nabla =$	110.72 m <sup>3</sup>	

Displacement	
$\Delta =$	dari Maxsurf
$\Delta =$	113.50 Ton



## Ship Resistance Calculation

Method = Holtrop & Mennen (Displacement Ship)

### Ship dimensions

$L_{pp} = 23.00 \text{ m}$   
 $L_{WL} = 23.92 \text{ m}$   
 $B = 5.00 \text{ m}$   
 $H = 3.50 \text{ m}$   
 $T = 2.20 \text{ m}$   
 $V_S = 8.00 \text{ Knot}$   
 $V_5 = 4.11 \text{ m/s}$

### Environmental factor

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$   
 $\rho_{SW} = 1.025 \text{ Ton/m}^3$   
 $\rho_{SW} = 1025 \text{ Kg/m}^3$   
 $\nu = 1.88E-06 \text{ m}^2/\text{s}$

### Ship coefficients

$C_B = 0.585531535$   
 $C_M = 0.97577018$   
 $C_P = 0.600071151$   
 $C_{WP} = 0.69606119$

### Froude number and LCB

$Fr = 0.27$   
 $LCB = -1.703 \% L_{WL}$

$V = 110.72$

## A. Viscous resistance calculation

### > Reynolds number

$Rn = V_S \times L_{WL} / \nu$   
 $Rn = 5.23E+07$

*Practical Ship Design pg. 168*

### > Friction coefficient

$C_{FO} = 0.075 / (\log Rn - 2)^2$   
 $C_{FO} = 0.0022934$

*PNA Vol. II, pg. 90*

### Bare hull form (1+k)

*PNA Vol. II, pg. 91 - 92*

#### > $1 + k_1$

$c = 1 + 0.011 C_{stern}$   
 $c = 1$

$C_{stern} = 0$  normal section shape

$L_R/L = 1 - C_P + 0.06 C_P \times LCB / (4C_P - 1)$   
 $L_R/L = 0.3561411$

$L_R =$  length of the run

$Lwl3/V = Lwl3 / Lpp \times B \times T \times Cb$   
 $= 92.387394$

$1 + k_1 = 0.93 + 0.4871c (B/Lwl)^{1.0681} (T/Lwl)^{0.4611} (L/L_R)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1 - C_P)^{-0.6042}$   
 $1 + k_1 = 1.2432812$   
 $= 1.3$

## B. Appendages Resistance

### > Wetted Surface Area

*PNA Vol. II, pg. 91*

$A_{BT} = 0$  No Bulb fitted

$S = Lwl (2T + B) C_M^{0.5} (0.4530 + 0.4425 C_B - 0.2862 C_M - 0.003467(B/T) + 0.3696 C_{WP}) + 2.38 A_{BT}/C_B$   
 $S = 151.52535 \text{ m}^2$

$S_{rudder} = (c_1 \times c_2 \times c_3 \times c_4 \times (1.75 Lpp \times T) / 100) \times 2$

$c_1 = 1.0$

*BKI Vol. II, sec. 14.A.3 pg. 2*

$S_{rudder} = 1.771 \text{ m}^2$

$c_2 = 1.0$

$c_3 = 1.0$

$S_{app} = S_{rudder}$

$c_4 = 1.0$

$S_{app} = 1.771 \text{ m}^2$

### Total wetted surface area

*PNA Vol. II, pg. 92*

$S_{tot} = S + S_{app}$

$S_{tot} = 153.29635 \text{ m}^2$

### Total hull form

*PNA Vol. II, pg. 92*

$1 + k = (1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1))(S_{app}/S_{tot})$

$1 + k = 1.2849814$

### C. Wave-making resistance calculations

#### Coefficients

PNA Vol. II, pg. 92 - 93

for  $F_n < 0.4$   
**Accepted**

$C_1$   
 $B/L_{WL} = 0.2090301$   
 $C_4 = B/L_{WL}$  for  $0.11 < B/L_{WL} < 0.25$   
 $C_4 = 0.2090301$  **Accepted**

$T_a = 2.20$  m  
 $T_f = 2.20$  m

$i_E = 125.67 (B/L_{WL}) - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 (LCB + 6.8 (T_a - T_f)/T)^3$   
 $i_E = 17.710039$

$C_1 = 2223105 \times C_4^{3.7861} \times (T/B)^{1.0796} \times (90 - i_E)^{-1.3757}$   
 $C_1 = 6.7723679$

$C_2$   
 $C_2 = 1$  No Bulb fitted

$C_3$   
 $A_T = 0$  No Transom immersed at zero speed

$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B \times T \times C_M)$   
 $C_3 = 1$

$m_1$   
 $\nabla^{1/3}/L = 0.2007463$   
 $C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3$  for  $C_p < 0.8$   
 $C_5 = 1.36421$  **Accepted**

$m_1 = 0.01404 (L_{WL}/T) - 1.7525 (\nabla^{1/3}/L) - 4.7932 (B/L_{WL}) - C_5$   
 $m_1 = -2.5652878$

$m_2$   
 $L_{WL}^3/\nabla = 123.61109$   
 $C_6 = -1.69385$  for  $L_{WL}^3/\nabla < 512$   
**Accepted**

$m_2 = C_6 \times 0.4 e^{-0.034 F_n^{3.29}}$   
 $m_2 = -0.054233$

others  
 $d = -0.9$  PNA Vol. II, pg. 92

$L_{WL}/B = 4.784$   
 $\lambda = 1.446 C_p - 0.03 (L_{WL}/B)$  for  $L_{WL}/B < 12$   
 $\lambda = 0.7241829$  **Accepted**

#### Wave-making resistance coefficient

PNA Vol. II, pg. 92 - 93

$$R_{w/W} = C_1 \times C_2 \times C_3 \times e^{(m_1 \times F_n^d + m_2 \times \cos(\lambda \times F_n - 2))}$$

$$R_{w/W} = 0.0017039$$

#### \*Displacement Weight

PNA Vol. II, pg. 64

$$W = \rho \times \nabla \times g$$

$$W = 1113.3 \text{ kN}$$

**\*Model ship correlation allowance**

$$T/L_{WL} = 0.0919732$$

*PNA Vol. II, pg. 93*

$$C_A = 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$C_A = 0.0007249$$

**Total resistance***PNA Vol. II, pg. 93*

$$R_{T0} = 1/2 \times \rho \times V_s^2 \times S_{tot} \times (C_{FO} \times (1 + k) + C_A) + R_W/W \times W$$

$$R_{T0} = 4879.6 \text{ N}$$

$$R_{T0} = 4.88 \text{ kN}$$

**\*Voyage margin**

$$R_T = 115\% \times R_{T0}$$

$$\text{Margin} = 15\%$$

$$R_T = 5.6115439 \text{ kN}$$

## Ship Power and Propulsion Calculation

Ship dimensions		
$L_{pp}$ =	23.00	m
$L_{WL}$ =	23.92	m
B =	5.00	m
H =	3.50	m
T =	2.20	m
$V_s$ =	8.00	Knot
$V_s$ =	4.11	m/s
rasi pelayaran =	9	hour

Ship coefficients	
$C_B$ =	0.58553154
$C_M$ =	0.97577018
$C_P$ =	0.60007115
$C_{WP}$ =	0.69606119

Ship resistances	
$C_{FO}$ =	0.002293
$(1+k)$ =	1.243281
$C_A$ =	0.000725
$R_T$ =	5.611544 kN
$R_T$ =	5611.544 N

### Effective power (Thrust Block)

$$P_E = R_T \times V_s / 1000$$

$$P_E = 44.89235103 \text{ kW}$$

*Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 28*

*by SNAME and editor Thomas Lamb*

### Thrust power (Propeller Blade)

$$THP = TVA / 1000$$

$$T = Rt / (1 - t)$$

$$= 6235.048755$$

$$Va = V (1 - w)$$

$$= 3.714783775$$

$$C_v = (1 + k) C_f + C_A$$

$$C_v = 0.003576206$$

$$w = 0.3 C_B + 10 C_v \times C_B - 0.1$$

$$w = 0.096599276$$

$$t = 0.10$$

$$\eta_h = (1-t) / (1-w)$$

$$= 0.996235642$$

$$THP = 0.985$$

$$= 23.16185795 \text{ KW}$$

*PNA Vol. II, pg. 162 - 163*

di pdf 381

*by SNAME and editor Edward V. Lewis*

single-screw ship

### Delivery Horse Power

$$DHP = PT / \eta_p$$

$$\eta_o = 0.30 - 0.75$$

4 blades B-series propeller

$$\eta_o = 0.6$$

$0.30 < Ae/A0 < 1.05$

$$\eta_r = 0.985$$

rotative efficiency

$$\eta_p = \eta_o \eta_r$$

$$= 0.591$$

$$DHP = 39.190961 \text{ KW}$$

*$K_T, K_Q$ , and Efficiency Curves for the Wageningen B-Series Propellers, by M.M Bernitsas, D. Ray, and P. Kinley*

*Ship Resistance and Propulsion Modul 7 page.2*

### Shaft Horse Power

$$SHP = PD / (\eta_b \eta_s)$$

$$\eta_b \eta_s = \text{untuk mesin aft}$$

*(parametric design hal 11-29)*

$$= 0.98$$

*(parametric design hal 11-31)*

$$SHP = 39.99077653 \text{ KW}$$

### Brake Horse Power

$$BHP = PS / (\eta_T)$$

$$\eta_T = \text{low speed diesel}$$

$$= 0.98$$

$$BHP = 40.80691483 \text{ KW}$$

*Parametric Design chapter 11. pg 11-29*

### Maximum continuous Rates

$$MCR = BHP + \text{service margin } 15\%$$

*(parametric design hal 11-30)*

$$= 46.92795205 \text{ KW}$$

$$= 62.9303837 \text{ HP}$$

## Hybrid System Calculation

Kebutuhan Listrik	Daya (kW)	sumber
Electric Motor	51.50	catalog
On Board Needs	10.3	20% total BHP
Desalinator	5	catalog
Electrolyser	30	catalog
Compressor	5.5	catalog
<b>Total</b>	<b>102.30</b>	<b>kW</b>
Inverter	120	catalog
Fuel Cell	80	SIEMENS

Fuel Cell kapal untuk sistem penggerak dan keperluan listrik on board 61.80 kW  
jadi menggunakan fuel cel berkapasitas 80 kW

### Kebutuhan Hidrogen

ZEM ship =	50 kW PEM FC	
	16.7 kg/day	(18th World Hydrogen Energy Conference 2010 - WHEC 2010)
Kapal =	80 kw Pem FC katalog	
	26.72 kg/day	
	40.1 kg/day	(margin 50% kebutuhan tambahan)

### Proses Produksi Hidrogen

<b>Hidrogen Tank</b>			350 bar
Jumlah =	4.77 buah	8.4 kg/tangki	0.35 m <sup>3</sup>
	5 buah	massa jenis= 24 kg/m <sup>3</sup>	
		total gas H <sub>2</sub> = 42 kg	v= 1.75
		W = 0.56 ton	

### Compressor

volume H <sub>2</sub> dikompres=	15.31 m <sup>3</sup>	$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$	
output rate=	13 m <sup>3</sup> /h		350 Bar
Durasi pengoperasian=	1.18 jam		5.5 kW
Tenaga listrik dibutuhkan =	6.48 kWh	W =	0.167 ton

### Electrolyser

H <sub>2</sub> dibutuhkan =	15.3125 m <sup>3</sup>	40 Bar
output rate =	6 m <sup>3</sup> /h	30 kW
Durasi pengoperasian=	2.55 h	total gas H <sub>2</sub> = 42 kg
Tenaga listrik dibutuhkan =	76.56 kWh	W = 4 ton

### H<sub>2</sub>O tank (purified water)

total gas H <sub>2</sub> =	42 kg	40 Bar
		Overall reaction: H <sub>2</sub> O(l) → H <sub>2</sub> (g) + 1/2 O <sub>2</sub> (g)
H <sub>2</sub> O dibutuhkan =	63 kg	0.063 m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O dibutuhkan =	2.52 m <sup>3</sup>	
kapasitas tangki H <sub>2</sub> O =	3 m <sup>3</sup>	(minimal)
Desain =	4.5 m <sup>3</sup>	

<b>Desalinator</b>	H2O dibutuhkan =	2.52 m3	5 kW
	output rate =	1.58 m3/h	W = 0.725 ton
	Durasi pengoperasian =	1.6 h	
	Tenaga listrik dibutuhkan =	8 kWh	

<b>Seawater Tank</b>	kapasitas tangki H2O =	3 m3
	kapasitas tangki seawater =	4 m3
	Desain =	5.5 m3
	Durasi produksi hidrogen =	5.3 h

<b>Battery</b>	kebutuhan =	80.00 kWh	W =	1.18 ton
	kapasitas 1 baterai =	20 kWh		
	jumlah =	4.0 =	4 buah	
	total kapasitas baterai =	80 kWh		

<b>Generator</b>	kebutuhan =	40.5 kW	MCR =	46.575 kW
	output power =	45 kW		
	Dimensions			
	Length =	1.55 m		
	Width =	0.74 m		
	Height =	0.96 m		
	fuel oil consumption =	8.4 liter		
	Weight =	0.954 ton		

#### Calculation of Weight & Centre of Gravity (Hybrid System)

No.	Komponen	Berat(Ton)	L(meter)	B(meter)	H(meter)	LCG(AP)	VCG	LCG x berat	VCG x berat
	Desalinator	0.725	1.78	0.88	0.78	10.56	0.9	7.656	0.6525
	Electrolyser	4	3.5	1.4	2.2	8.62	1.61	34.48	6.44
	Compressor	0.167	0.77	0.64	0.61	7.74	0.81	1.29258	0.13527
	H2 storage tanks	0.56	2.342	0.509	-	7.1	1.6531	3.976	0.925736
	Fuel cell	0.9	1.76	0.53	0.5	5.05	0.7504	4.545	0.67536
	Inventer	0.7	0.9	1.1	1.6	1.8	1.207	1.26	0.8449
	Total	7.052 ton						53.20958	9.673766
		7052.0 kg						53209.58	9673.766
	LCG (AP)	7.545							
	VCG	1.372							

No.	Komponen	Berat(Ton)	L(meter)	B(meter)	H(meter)	LCG(AP)	VCG	LCG x berat	VCG x berat
	Generator	0.954	2.6	1.06	2.1	3.54	1.5015	3.37716	1.432431
	Electric Motor	0.294	0.89	0.47	0.48	0.89	0.7418	0.26166	0.2180892
	Total	1.248 ton						3.63882	1.6505202
	LCG (AP)	2.916							
	VCG	1.323							

## PERHITUNGAN EFISIENSI SISTEM HIBRID

### Generator

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{40.5}{45} \times 100\% \\ &= 0.9 \\ &= 90\%\end{aligned}$$

### Desalinator

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{5}{5} \times 100\% \\ &= 1 \\ &= 100\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\text{Output} &= \frac{1}{1.6} \times 8 \\ &= 5 \text{ Kw}\end{aligned}$$

### Electrolyser

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{30}{30} \times 100\% \\ &= 1 \\ &= 100\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\text{Output} &= \frac{1}{2.55} \times 76.56 \\ &= 30 \text{ Kw}\end{aligned}$$

### Compressor

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{5.5}{5.5} \times 100\% \\ &= 1 \\ &= 100\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\text{Output} &= \frac{1}{1.18} \times 6.48 \\ &= 5.5 \text{ Kw}\end{aligned}$$

### Fuel Cell

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{61.80}{80} \times 100\% \\ &= 0.8 \\ &= 80\%\end{aligned}$$

### Baterai

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{61.80}{80} \times 100\% \\ &= 0.8 \\ &= 80\%\end{aligned}$$

### Electric Motor

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{46.93}{51.5} \times 100\% \\ &= 0.9 \\ &= 90\%\end{aligned}$$

## Katalog Sistem Hidrogen Fuel Cell



Leading the Electric Revolution

**ELECTRIC**INBOARD



### EP-70 motor performance

Boat size ranges	38' - 56'
Comparable gas/petrol rating	70 h.p.
Suggested horsepower replacement range	45 - 85 h.p.
Peak kW	51.5 kW
Continuous kW	29.75 kW
Miles per gallon equivalency	33 mpg
Length	35"
Width	18.82"
Height	19.25"
Weight	650 lbs

### E-POWER ELECTRIC PERFORMANCE

Cruising speed*	7 - 8.5 knots
Cruising time*	6 - 2 hours
Cruising range*	36 - 20 nm
Recharging time standard charger*	3 - 4 hours
Recharging time quick charger*	2 - 3 hours
Number of 12 volt 8-D batteries (245 Ah)	9 batteries
Battery bank voltage in total	108 vdc
Amps (maximum)	275 amps
Kilowatts (peak output kW rating)	51.5 kW
Kilowatts (continuous output kW rating)	29.75 kW
Charger	Elcon PFC4000
Quick charger (optional)	Elcon PFC5000



ELECTRIC

### E-POWER HYBRID ELECTRIC PERFORMANCE: OPTIONAL GENERATOR

Genset kilowatt size (AC OR DC CONTINUOUS OUTPUT KW RATING)*	8 - 18 kW
Typical fuel tank capacity for genset (gallons)	75 gal
Cruising speed*	7 - 8.5 knots
Cruising time*	70 - 42 hours
Cruising range*	490 - 365 nm
Number of 12 volt 8-D batteries (245 Ah)	9 batteries
Battery bank voltage	108 vdc
Charger(s) required	1 - 2 chargers



HYBRID

\*Actual performance may vary based on operating conditions. figures above



Fig. 12: PEM Fuel Cell modules assembled in a test rack

Technical data	FCM 34	FCM 120	FCM NG 80	FCM NG 135
Rated power	34 kW	120 kW	80 kW	135 kW*
Voltage range	50-55 V	208-243 V	65-80 V	110-130 V
Efficiency at rated load, approx.	59 %	54 %	54 %	54 %
Efficiency at 20 % load, approx.	69 %	68 %	68 %	68 %
Operating temperature	75 °C	75 °C	75 °C	75 °C
H <sub>2</sub> pressure	2.3 bar abs.	2.3 bar abs.	2.3 bar abs.	2.3 bar abs.
O <sub>2</sub> pressure	2.6 bar abs.	2.6 bar abs.	2.6 bar abs.	2.6 bar abs.
Dimensions	H = 48 cm	H = 50 cm	Similar to FCM 120	
	W = 48 cm	W = 53 cm		
	L = 145 cm	L = 176 cm		
Weight (without module electronics)	650 kg	900 kg	Similar to FCM 120	





### HEXAGON COMPOSITES HYDROGEN TYPE 4 CYLINDER INFORMATION

Type 4 cylinders designed and manufactured by Hexagon Composites' wholly owned subsidiaries Hexagon Lincoln, Hexagon Raufoss and xperion Energy & Environment\*.

REF	NOMINAL WORKING PRESSURE (15° C)	OUTSIDE DIAMETER	OVERALL LENGTH	WEIGHT	WATER VOLUME	HYDROGEN CAPACITY
	MPa	MM	MM	KG	L	KG
A*	20	335	1,060	16	46	0.7
B	25	541	2,783	164	450	8.0
C	25	503	2,342	94	350	6.0
D	30	509	2,342	112	350	7.2
E	35	420	3,190	101	312	7.5
F	35	509	2,342	112	350	8.4
G	50	565	3,277	280	530	16.5
H	50	531	2,424	229	347	10.7
I	70	319	906	34	36	1.4
J	70	238	1,600	29	39	1.6
K	70	420	845	43	64	2.6
L	70	440	1,050	59	76	3.1
M	95	515	2,783	365	254	12.4



## SPECTRA CABO 10,000 WATERMAKER

### PRODUCT SPECIFICATIONS

Production / Day	10,000 gal (37854 l)
Production / Hour	420 gal (1575 l)
Power Requirement	220v-240v AC 20A to 24A 5 Kilowatts
Weight	1598 lbs (725 kg)
Controls	Available with Spectra Connect Controller
Installation Requirements	Dedicated thru-hull, dry and well ventilated area not to exceed 110F/37C
Membranes	(3) 8" x 40" High Rejection Spiral Wound Polyamide
Motor	Commercial variable AC motor with SP-20 series Spectra Pearson Pump
Salt Rejection	99.2%
Temperature Range	Max 110F/37C Min 36F/2C
Baseline Conditions	33,000 PPM feed water at 77F/25C
pH Range	3-11 (typical seawater pH is 8)
Chlorine Tolerance	0 PPM
Warranty	Spectra standard warranty
Shipping Weight	1660 lbs (753 kg)
Shipping Dimensions	76"x43"x37" 193cm x 109cm x 94cm



# 100V series 96V nominal

For all aquawatt 96 / 100V inboard engines and all other 96 V applications.

100 V 200 Ah.

Size A Length 1500 mm, Beam 515 mm, Height 320 mm, Weight 295 Kg, Energy 20 kWh  
Also available 160 to 600 Ah in other measurements.



Price according to current price list



## Overview

### Quick Details

Condition: New  
 Brand Name: COCH  
 Usage: Hydrogen  
 Voltage: 380v/50-60hz  
 Weight: 4000kg  
 Certification: CE/ISO9001  
 hydrogen Purity: >99.999  
 Technology: Water Electrolysis alkalinity electrolyzer  
 After-sales Serv... Engineers available to service machinery overseas

Place of Origin: Zhejiang, China  
 Model Number: CHO/CHG  
 Production Rate: 100%  
 Power(W): 30KW  
 Dimension(L\*W\*H): 3500\*1400\*2200  
 Color: Grey  
 Application: Heating\Carbide\Metal Deoxidization\The aerospace indus...  
 output pressure: 0.6-4.0MPa  
 Warranty: 12 Months



Isolation mode		Low Frequency Transformer	
DC Input	Rated voltage (Vdc)	480V	
	Rated current(A)	250A	312.5A
	Rated output power	120KW	150KW
AC Output	Output waveform	Pure Sine Wave	
	Rated Voltage	380VAC±3%	380VAC±3%
	Phases	3 phase 4 wire	3 phase 4 wire
	Rated current(A)	182A (phase current)	227A (phase current)
	Frequency	50Hz or 60Hz	
	Rated output voltage range (V)	380/400/415/440VAC optional	
	Power Factor(PF)	1	
	Overload Ability	150%, 5 seconds	
	Efficiency	>93%	
	Waveform distortion rate (THD)	<3%(Linear load)	
Dynamic Response (0 to 100% load)	5%±50ms		
Display	LCD		



## Technical data: High pressure compressors

Type	Piston displacement		Suction pressure		Free air delivery			Max. final pressure		Pressure stages	Cylinders	Electric motor	Revolutions	Weight	Length	Width	Height	Oil filling
	l/min	bar	PSI	l/min	m³/h	cfm	bar	PSI										
SV 200/64	361	-	-	210	12	7.1	64	928	2	2	4	1420	120	650	610	2.2		
SV 1101/64	1385	-	-	1100	66	38.8	64	928	3	3	18.5	1450	410	1300	900	950	12.5	
SV 1101/80	1385	-	-	1100	66	38.8	80	1160	3	3	15.5	1450	410	1300	900	950	12.5	
SV 2000/80	2294	-	-	1965	118	69.4	80	1160	3	4	30	1470	590	1460	1080	1085	14.5	
SV 1101/120	1385	-	-	1100	66	38.8	120	1740	3	3	22	1450	590	1360	900	950	12.5	
SV 270/150	366	-	-	270	16.2	9.5	150	2175	3	3	5.5	1440	167	770	640	610	3.5	
SV 225/250	366	-	-	225	14	7.9	250	3625	3	3	5.5	1440	167	770	640	610	3.5	
SV 225/350	366	-	-	218	13	7.7	350	5075	3	3	5.5	1440	167	770	640	610	3.5	
SV 225/350 N*	366	0.5	7	305	18	10.8	350	5075	3	3	7.5	1440	184	800	630	610	3.5	
SVB 300/250	395	-	-	300	18	10.6	250	3625	4	4	7.5	1450	285	1165	735	825	8.5	
SVC 300/250	395	-	-	290	17	10.2	350	5075	4	4	9	1450	285	1165	735	825	8.5	
SVB 450/250	660	-	-	455	27	15.1	250	3625	4	4	9	1450	295	1165	735	825	8.5	
SVC 450/250	660	-	-	445	27	15.7	350	5075	4	4	11	1450	295	1165	735	825	8.5	
SVC 450/350 N*	660	0.4	6	540	32	19.1	350	5075	4	4	15	1450	320	1195	775	830	8.5	
SVD 600/250	755	-	-	585	35	20.6	250	3625	4	4	15	1450	440	1205	890	925	9.5	
SVD 600/350	755	-	-	575	35	20.3	320	5075	4	4	15	1450	440	1205	890	925	9.5	
SVD 600/350 N*	755	0.4	6	720	43	25.4	350	5075	4	4	18.5	1450	470	1205	890	925	9.5	
SVD 700/250	900	-	-	705	42	24.9	250	3625	4	4	18.5	1450	470	1205	890	925	9.5	
SVD 700/350	900	-	-	700	42	24.7	350	5075	4	4	18.5	1450	470	1205	890	925	9.5	
SVD 700/350 N*	900	0.4	6	870	52	30.7	350	5075	4	4	22	1450	510	1270	890	925	9.5	
SVB 1100/150	1385	-	-	1130	68	39.9	150	2175	4	4	22	1470	530	1380	1050	1085	14.5	
SVB 1100/250	1385	-	-	1100	66	38.8	250	3625	4	4	30	1470	600	1460	1050	1085	14.5	
SVB 1100/350	1385	-	-	1080	65	38.1	350	5075	4	4	30	1470	600	1460	1050	1085	14.5	
SVB 1100/350 N*	1385	0.3	4	1300	78	45.9	350	5075	4	4	30	1470	600	1460	1050	1085	14.5	
SVB 1300/250	1795	-	-	1400	84	49.4	250	3625	4	4	37	1470	690	1570	1050	1085	14.5	
SVB 1300/350	1795	-	-	1390	84	49.1	350	5075	4	4	37	1470	690	1570	1050	1085	14.5	



**J.A. Becker & Söhne GmbH & Co. KG**  
 Machine manufacturers · P.O. Box 1151 · D-74148 Neckarsulm  
 Phone +49 (0) 71 32 / 367-0 · Fax +49 (0) 71 32 / 367-215  
 info@jab-becker.de · www.jab-becker.de

\* Note: compressors for compression of inert gases like nitrogen, helium etc.

### Special equipment optionally possible e.g.

- Temperature control for single stage or all pressure stages
- Compressor heating for ambient temperature until -20 °C
- Sound insulation hood for all types

Data set valid for 50 cycles-motors.



1000/0311 stsmmdz\_werbespaer.de

## Perhitungan Berat Kapal

Input data		
<b>L<sub>pp</sub></b>	=	23.00 m
<b>L<sub>wl</sub></b>	=	23.92 m
<b>B</b>	=	5.00 m
<b>H</b>	=	3.50 m
<b>T</b>	=	2.20 m
<b>Δ</b>	=	158 ton
<b>∇<sub>tot</sub></b>	=	154.065 m <sup>3</sup>
<b>C<sub>B</sub></b>	=	0.58553154

P <sub>0</sub>	=	2,1.(C <sub>B</sub> + 0,7). Co . CL . f .C <sub>RW</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]
C <sub>0</sub>	=	((L/25)+4.1)C <sub>RW</sub>	; untuk L < 90
C <sub>0</sub>	=	3.765	
f	=	1	pelat
f	=	0.75	penegar
f	=	0.6	penumpu
C <sub>L</sub>	=	(L/90) <sup>2</sup>	L < 90 m
	=	0.506	
C <sub>RW</sub>	=	0.75	; pelayaran lokal
P <sub>01</sub>	=	2.6(C <sub>B</sub> +0.7).Co.Cl	[kN/m <sup>2</sup> ]
P <sub>0</sub>	=	3.85	kN/m <sup>2</sup>
P <sub>01</sub>	=	6.36156145	

, untuk pelat kulit,

Harga CF dapat di cari dari tabel dibawah ini		
Range	Factor c <sub>D</sub>	Factor c <sub>F</sub>
0 ≤ x/L < 0,2	1,2 - x/L	1,0 + 5/C <sub>B</sub> [0,2 - x/L]
<b>A</b> x/L = 0.130435	C <sub>D</sub> = 1.069565	C <sub>F</sub> = 1.594035
0,2 ≤ x/L < 0,7	1	1
<b>M</b> x/L = 0.33913	C <sub>D</sub> = 1	C <sub>F</sub> = 1
0,7 ≤ x/L ≤ 1	1,0 + c/3 [x/L - 0,7]	1 + 20/C <sub>B</sub> [x/L - 0,7] <sup>2</sup>
<b>F</b> x/L = 0.521739	c = 0,15 . L - 10 L <sub>min</sub> = 100 m C <sub>D</sub> = 1.389	C <sub>F</sub> = 2.085

Beban pada sisi kapal pada pelat dapat dihitung sebagai berikut:		
<b>daerah 0 ≤ x/L &lt; 0.2</b>		
P <sub>s</sub>	=	10 (T - Z) + P <sub>0</sub> x C <sub>f</sub> x (1 + Z / T)
P <sub>s1</sub>	=	P <sub>01</sub> . (20 / (5 + Z - T))
Z	=	1.75 m
P <sub>s</sub>	=	12.8645722 kN/m <sup>2</sup>
P <sub>s1</sub>	=	27.9629075 kN/m <sup>2</sup>
<b>daerah 0.2 ≤ x/L &lt; 0.7</b>		
P <sub>s</sub>	=	8.07044646 kN/m <sup>2</sup>
P <sub>s1</sub>	=	27.9629075 kN/m <sup>2</sup>
<b>daerah 0.7 ≤ x/L &lt; 1</b>		
P <sub>s</sub>	=	16.830148 kN/m <sup>2</sup>
P <sub>s1</sub>	=	27.9629075 kN/m <sup>2</sup>

### Beban Pada Dasar Kapal ( PB )

daerah  $0 \leq x/L < 0.2$

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

$$P_{B1} = 10 \cdot T + P_{o1} \cdot 2 \cdot |y|/B$$

$$y = 1.40 \text{ m}$$

$$P_B = 28.1428332 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B1} = 25.5624744 \text{ kN/m}^2$$

daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$P_B = 25.8536382 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B1} = 25.5624744 \text{ kN/m}^2$$

daerah  $0.7 \leq x/L < 1$

$$P_B = 30.0363957 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B1} = 25.5624744 \text{ kN/m}^2$$

### Beban Pada Geladak Cuaca (Pd)

daerah  $0 \leq x/L < 0.2$

$$P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$$

$$P_d = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{d\min} = 16 \cdot f \quad \text{atau} \quad P_{d\min} = 0.7 \cdot P_O$$

$$16 \text{ kN/m}^2 \quad \quad \quad 2.697547 \text{ kN/m}^2$$

daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$P_d = 4.28723338 \text{ kN/m}^2$$

daerah  $0.7 \leq x/L < 1$

$$P_d = 5.95583704 \text{ kN/m}^2$$

### Beban Pada Geladak Bangunan Atas

$$P_{DA} = P_D \cdot n \quad \text{kN/m}^2$$

$$n = 1 - [(z - H)/10] ; \quad n_{\min} = 0,5$$

$$P_{DA \min} = 4 \quad \text{kN/m}^2$$

Passenger Deck

$$h_{\text{poop}} = 1.4 \text{ m}$$

$$\# \ z = 3.7 \text{ m}$$

$$n = 1 - ((z - H)/10)$$

$$= 1.13 \quad n_{\min} = 0.5$$

$$P_{DA} = 18.08$$

## Perhitungan Tebal Pelat

### Tebal Pelat Sisi

daerah  $0 \leq x/L < 0.2$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk \\ &= 7.52831606 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk \\ &= 7.52831606 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah  $0.7 \leq x/L < 1$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk \\ &= 7.52831606 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Tebal Pelat Bottom

daerah  $0 \leq x/L < 0.2$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 8.5476794 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 8.76376541 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah  $0.7 \leq x/L < 1$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 8.2478236 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Tebal Pelat Geladak

daerah  $0 \leq x/L < 0.2$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 4.904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 4.904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah  $0.7 \leq x/L < 1$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 4.904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Tebal Pelat Bangunan Atas

#### Passenger Deck

$$\begin{aligned} t &= 0.9 \cdot a \cdot x \cdot (P \cdot x \cdot k)^{0.5} + tk \\ &= 0.57 + tk \\ &= tk = 1.5 \text{ mm} \quad \text{untuk } t' < 10 \text{ mm} \\ &= 2.07 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= C \cdot a \cdot \sqrt{P \cdot k} + tk \\ &= 2.27174859 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &\text{ atau} \\ t &= (5.5 + 0.02L) \cdot \sqrt{k} \\ &= 5.5226 \approx 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Perhitungan Berat

Perhitungan luasan, dihitung menggunakan *software Maxsurf*

#### 1. Lambung

Luas	=	207.280 m <sup>2</sup>
Tebal	=	0.009 m
p Material Baja	=	7.85 ton/m <sup>3</sup>
Berat	=	14.644 ton
	=	14,644.332 kg
VCG	=	m
LCG	=	m

#### 2. Glass Bottom

Luas tiap			
<i>underwater window</i>	=	75 x 100 cm	(38 glass bottom)
	=	28.500 m <sup>2</sup>	
Tebal	=	0.009 m	
p Material Akril	=	1.19 ton/m <sup>3</sup>	
Berat	=	0.610 ton	
VCG	=	m	
LCG	=	m	

#### 2. Geladak

Luas	=	120.150 m <sup>2</sup>
Tebal	=	0.008 m
p Material Baja	=	7.85 ton/m <sup>3</sup>
Berat	=	15.091 ton
VCG	=	m
LCG	=	m

#### 4. Top Deck

Luas	=	112.350 m <sup>2</sup>
Tebal	=	0.008 m
p Material Baja	=	2.70 ton/m <sup>3</sup>
Berat	=	4.854 ton
VCG	=	m
LCG	=	m

#### 4. Konstruksi

Berat konstruksi, menurut pengalaman empiris 20% -30% dari berat lambung kapal  
Sehingga,  
Berat = 8.921 ton

#### 5. Total

Berat Total	=	44.120 ton
VCG	=	0.508 m
LCG	=	0.508 m

**1. Peralatan Keselamatan (Life Jacket, Life Buoy)** SOLAS Chapter III Part B and LSA Code Chapter II

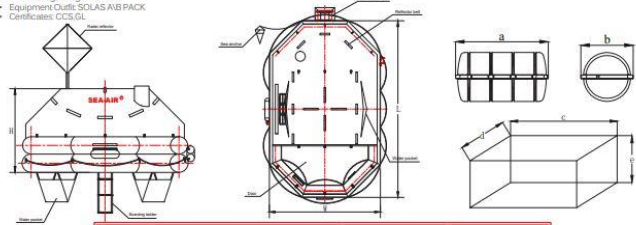
<b>• Life Jacket</b>					
Jumlah penumpang dan kru kapal	=	38		orang	
Life jacket yang dibutuhkan	=	38		buah	
Berat 1 unit life jacket	=	0.740		kg	
Berat total	=	28.120		kg	
	=	0.02812		ton	
VCG	=			m	
LCG	=			m	
<b>• Life Buoy</b>					
Life buoy yang dibutuhkan	=	8		buah	; for ship with L < 60 m
Berat 1 unit life buoy	=	14.5		kg	
Berat total	=	116		kg	
	=	0.116		ton	
VCG	=			m	
LCG	=			m	
<b>• Life Raft</b>					
Tipe	=	ATOB - 30			
Life raft yang dibutuhkan	=	2		buah	67.5
Berat 1 unit liferaft	=	205.0		kg	
Berat total	=	410		kg	
	=	0.410		ton	
VCG	=			m	
LCG	=			m	

Marine SOLAS Life Jacket			
DY-A4	Adult life jacket		*comform to SOLAS 74/96, MSC.201(81) MSC.81(70) MSC.200(80) * certification: CCS/EC *Material: Cover: PU & Polyester compound *Inside: EPE foam *Size: length 550mm width: 270mm *Weight: 0.74kg *Buoyancy: >147N

**ATOB - 30 & 35**

**Solas 30 & 35 Man Throw Overboard Life Raft**

- Suitable for installing in all vessels sailing on international voyages
- Meets the China MSA - Regulations for the Statutory Surveys of Ships and offshore installations - Technical Regulations for the Statutory Surveys of Seagoing Ships Engaged in Domestic Voyages 2004, and its 2008 amendments, Part 4, Ch. 2 and SOLAS (Part B), LSA, MSC. 84(70), MSC. 202 (80), MSC. 218(80), MSC. 282 (87), ISO 15738 (2002)
- Max. Storage Height: 30-30m
- Equipment Quitt: SOLAS A/B PACK
- Certificates: CCS, GL



SOLAS 30 & 35 MAN THROW OVERBOARD LIFE RAFT		
Type	ATOB - 30	ATOB - 35
Shape	Regular Octagon	
Capacity (Persons)	30	35
Dimensions (L x W x H) mm	5384 x 3414 x 1700	5899 x 3568 x 1750
Cylinder (L)	9L x 2	12L x 2
Container Dimensions (mm)	Solas A Pack (a x b)	1700 x 0795
	Solas B Pack (a x b)	1470 x 0735
Packing Dimensions (mm)	Solas A Pack (c x d x e)	1780 x 855 x 880
	Solas B Pack (c x d x e)	1540 x 805 x 790
Required Bollard Pull (Kn)	For 2knot speed	1.10
	For 3knot speed	2.10
Weight (kg)	≤ 205	≤ 230



**Bouée couronne / Lifebuoy**

Description	Bouée couronne standard approuvée SOLAS	
Description	Standard lifebuoy, SOLAS approved	
Matière	Coque polyéthylène traité anti-UV, mousse polyuréthane	
Material	Stabilised polyethylene body, polyurethane foam	
Normes	Conforme à la convention SOLAS 74	
Standards	Complies with SOLAS 74 convention	



RÉF / CODE	Flottabilité (kg)	Ø extérieur (mm)	Ø intérieur (mm)	Épaisseur (mm)	Poids (kg)
201 775	14.5	740	430	80	2.7



## 2. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada Z Number

Z	=	$\Delta^{(2/3)} + 2hB + 0.1A$	
Dimana			
Z	=	Z number	
$\Delta$	=	Moulded Displacement	= 114
h	=	Freeboard	= 1.3
B	=	Lebar	= 5.00
A	=	Luasan diatas sarat	= 81.176
Z	=	4315.201	= 13500.000 kg = 27 ton

## 3. Kursi (main deck)


Jumlah kursi (crew & penumpang)	=	23
	=	23
Massa jenis	=	600 kg/m <sup>3</sup>
Panjang	=	1.1 m
Tebal	=	0.03 m
Lebar	=	0.5 m
Volume	=	0.021 m <sup>3</sup>
Berat kursi	=	11.5 kg
Berat total	=	264.5 kg
	=	0.2645 ton

## 4. Kursi (glass bottom room)

Jumlah kursi	=	20
	=	20
Panjang	=	58 cm
Lebar	=	41 cm
Tinggi	=	40 cm
Berat kursi	=	5.8 kg
Berat total	=	116 kg
	=	0.116 ton

## 5. Peralatan Navigasi

Peralatan Navigasi	=	100 kg
	=	0.1 ton



Lihat gambar lebih besar

Professional kapal penumpang tempat duduk/kursi untuk kecepatan tinggi kapal penumpang

FOB Referensi Harga: [Dapatkan Harga Terbaik](#)

**US\$100,00 - US\$180,00** / Potongan | 5 Potongan/potongan (Min. Order)


Pengiriman: Dukungan Angkutan laut

Waktu Pemenuhan	Kuantitas (potongan)	1 - 30	>30
	Estimasi Waktu (hari)	30	Bisa Dinegosiasikan

perdagangan Jaminan: Lindungi pesanan Alibaba.com Anda

Alibaba.com Freight | [Compare Rates](#)

Pembayaran: [VISA](#) [Online Bank Payment](#) [T/T](#) [Pay Later](#) [WesternUnion/WU](#)



60cm  
37cm

View larger image

Upholstered Furniture > Upholstered Sofas | [Subscribe to Trade Alert](#)

**Ready to Ship** | [In Stock](#) | [Fast Dispatch](#)

modern furniture wooden sofa legs change shoe bench home office fabric living room sofas

**\$16.80 / Piece** | 10 Pieces (Min. Order)

Color:

	\$16.80	- 0 +
	\$16.80	- 0 +
	\$16.80	- 0 +

Customization: [Customized logo \(Min. Order: 50 Pieces\)](#)  
[Customized packaging \(Min. Order: 50 Pieces\)](#) [More](#)

Samples: \$16.80 / Piece, 1 Piece (Min. Order): [Buy Samples](#)



### 6. Railing (stainless steel)

Keliling Main Deck	=	42.42 m
diameter	=	4mm
area lingkaran	=	12.57 mm
	=	0.0126 m
massa jenis	=	8 ton/m <sup>3</sup>
volume	=	0.53328 m <sup>3</sup>
berat	=	4.26624 ton

### Total Berat Outfitting

$W_{\text{outfitting}}$	=	32.301 ton
-------------------------	---	------------

### Perhitungan Consumable & Crew

Input Data		
Lpp	=	23.00 m
Lwl	=	23.92 m
B	=	5.00 m
H	=	3.50 m
T	=	2.20 m
displcment	=	158 ton
volume	=	154.0651 m <sup>3</sup>
hdb	=	0.5 m
passenger	=	38 prsn
crew	=	5 prsn

Data Pelayaran		
Jarak Pelayaran	=	22.9 mil
Vk	=	8 knot
Lama Pelayaran	=	9 jam
	=	0.375 hari
	=	0.40 hari
SFR	=	16.6 g/kWhr
	=	0.0000166 t/kWhr
MCR	=	46.575 KW
	=	62 HP

### 1. Fuel Oil

#### Fuel Oil Weight *( parametric design hal 11-24 )*

$$W_{FO} = \text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range/speed} \cdot (1 + \text{margin})$$

$$\text{margin} = 5 \%$$

$$W_{FO} = 0.00465 \text{ ton}$$

#### Fuel Oil Volume *( Lecture of Ship Design and Ship Theory )*

$$V_{FO} = W_{fo}/\rho_{fo} + \text{koreksi}$$

koreksi :

$$\text{tambahan konstruksi} = 2 \%$$

$$\rho_{fo} = 0.9443 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{ekspansi panas} = 2 \%$$

$$V_{FO} = 0.00512 \text{ m}^3$$

### Lube Oil Weight

$$W_{LO} = \text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range/speed} \cdot (1 + \text{margin})$$

$$\text{margin} = 2 \%$$

$$W_{FO} = 0.0187 \text{ ton}$$

### Lube Oil Volume

( Lecture of Ship Design and Ship Theory )

$$V_{LO} = W_{LO} / \rho_{LO} + \text{koreksi}$$

koreksi :

$$\text{tambahan konstruksi} = 2 \%$$

$$\rho_{LO} = 0.9 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{ekspansi panas} = 2 \%$$

$$V_{LO} = 0.02 \text{ m}^3$$

## 2 . Fresh Water

### Fresh Water Weight

$$W_{FW1} = \text{konsumsi air tawar passanger}$$

$$= 0.07 \text{ t}/(\text{person} \cdot \text{day}) \quad (\text{kebutuhan per hari})$$

$$= 1.20 \text{ ton}$$

kebutuhan per orang = 70L; *pu.go.id*

1 L = 1 kg

$$W_{FW2} = \text{air tawar untuk pendingin generator}$$

$$= (2 \sim 5) \cdot \text{BHP} \cdot 10^{-3}$$

( Lecture of Ship Design and Ship Theory )

$$= 0.180 \text{ ton}$$

$$W_{FW3} = \text{air murni (purified water)}$$

$$= 4.500 \text{ ton}$$

$$W_{FW \text{ total}} = 5.88 \text{ ton}$$

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

$$V_{fw} = 5.88 \text{ m}^3$$

## 3 . Sea Water

### Sea water weight

$$V_{sw} = 5.5 \text{ m}^3$$

$$\rho_{sw} = 1.03 \text{ ton/m}^3$$

$$W_{sw} = 5.665 \text{ ton}$$

#### 4 . Gas Hidrogen

$$W_H = 0.042 \text{ ton}$$

#### 5. Payload/Penumpang

$$\begin{aligned} \text{Berat penumpang} &= 75 \text{ kg/person} \\ &= 2.85 \text{ ton} \\ \text{Bagasi penumpang} &= 10 \text{ kg/person} \\ &= 0.38 \text{ ton} \\ \text{payload} &= 3.23 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### 6 . Crew & Effect

Crew & Effect Weight *( parametric design hal 11-25 )*

$$\begin{aligned} W_{C\&E} &= 0.195 \text{ t/person} && \text{crew\&bagasi} \\ &= 0.975 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Berat Total Crew \& Consumable} = 15.82 \text{ ton}$$

## Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total

LWT (Light Weight Tonnage)		
●Berat Lambung		
W <sub>st</sub>	=	44.120 ton
●Equipment and Outfiting Weight		
W <sub>E&amp;O</sub>	=	32.301 ton
●Machinery Weight		
W <sub>M</sub>	=	1.248 ton
●Hybrid Weight		
W <sub>M</sub>	=	8.232 ton
DWT(Dead Weight Tonnage)		
●Consumable Weight		
W <sub>cons</sub>	=	11.61 ton
●Payload		
W <sub>payload</sub>	=	3.23 ton
●Crew Weight		
W <sub>cons</sub>	=	0.975 ton

$$\begin{aligned}
 \text{LWT} &= \text{Wst} + \text{WE\&O} + \text{WM} \\
 &= 85.901 \text{ ton} \\
 \text{DWT} &= \text{WC\&O} + \text{Payload} \\
 &= 15.819 \text{ ton} \\
 \text{LWT} + \text{DWT} &= 101.720 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

<b>Selisih Displacement dengan (LWT+DWT)(2% ~ 10%)</b>	<b>=</b>	<b>9.000 ton</b>
<b>Margin</b>	<b>=</b>	<b>7.93 %</b>
<b>Margin</b>	<b>OK</b>	

## PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

Kapal wisata *semisubmarine* adalah kapal dengan  $L < 24$  m. Sehingga, untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *International Convention on Load Lines (ICLL) 1966*.

Maka, perhitungan *freeboard semisubmarine* menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standard (NCVS) Indonesian Flagged*

Input Data							
H	=	3.50	m	V	=	110.72	m
d1	=	0,85 . H	m	B	=	5.00	m
	=	2.975	m	CB	=	0.6	m
L	=	Lwl	m				
	=	23.92	m				

### 1. Tipe Kapal

*NCVS Indonesian Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2* menyebutkan bahwa:

Kapal Tipe A adalah:

- a. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- b. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka
- c. Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir

Kapal Tipe B adalah selain kapal tipe A

Sehingga, kapal wisata katamaran termasuk kapal **Tipe B**

### 2. Lambung Timbul Standar ( $Fb_1$ )

$$Fb_1 = 0,8 L \text{ cm} \quad ; \text{ untuk kapal } L < 50 \text{ m}$$

$$= 19.136 \text{ cm}$$

$$= 0.19136 \text{ m}$$

Lambung timbul awal (fb) untuk kapal tipe B

$$fb = 0.8 L \text{ cm, untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m}$$

$$fb = (L/10)^2 + (L/10) + 10 \text{ cm, untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m}$$

catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

### II. Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type B

$$fb = 0,8 L \text{ cm, untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m}$$

$$fb = (L/10)^2 + (L/10) + 10 \text{ cm, untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m}$$

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

### 3. Koreksi Lambung Timbul

#### 1. Koefisien Blok

Koreksi hanya untuk kapal dengan  $CB > 0.68$

CB tidak memerlukan koreksi

Apabila  $K_b$  lebih besar dari 0,68, maka fb harus dikalikan dengan faktor:

$$\frac{0,68 + K_b}{1,36}$$

1. Apabila D lebih besar dari seperlimabelas panjang kapal ( $L/15$ ), lambung timbul ditambah dengan:

20 (D -  $L/15$ ) cm, untuk L sampai dengan 50 m  
 (0,1 L + 15) (D -  $L/15$ ) cm, untuk L lebih dari 50 m sampai dengan 100 m

25 (D -  $L/15$ ) cm, untuk L lebih dari 100 m

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter;  
 D adalah dalam kapal, dalam meter.

2. Apabila D lebih kecil dari seperlimabelas panjang kapal ( $L/15$ ), tidak ada koreksi terhadap lambung timbul.

#### 2. Depth

(NCVS Appendix 5)

$$L/15 = 1.595$$

$$D = 2.975$$

Jika  $D < L/15$  maka,

$$\text{Koreksi} = 20 (D - L/15)$$

$$= 27.60667 \text{ cm}$$

$$= 0.276067 \text{ m}$$

$$Fb_2 = 0.467427 \text{ m}$$

#### 4. Bangunan Atas

##### Koreksi bangunan atas dan *trunk*

Apabila kapal memiliki bangunan atas dan *trunk* tertutup, lambung timbul dikurangi dengan:

$$\frac{50 \sum (l_s \times h_s) \text{ cm}}{L}$$

Catatan :

L adalah panjang kapal dalam meter;

$l_s$  adalah jumlah panjang efektif bangunan atas dan *trunk* tertutup dalam meter;

$h_s$  adalah tinggi standar bangunan atas dan *trunk* tertutup dalam meter.

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= 3.934 \text{ cm} \\ \text{bangunan atas} &= 0.0393 \text{ m} \end{aligned}$$

##### Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} Fb' &= Fb_2 - \text{Pengurangan} \\ &= 0.428 \text{ m} \end{aligned}$$

##### Ketinggian Bow Minimum (BWM)

Persyaratan tinggi *bow minimum* tidak disyaratkan untuk kapal dengan panjang kurang dari 24 meter. Sehingga tidak ada peraturan untuk tinggi bow minimum.

##### Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya (*actual freeboard*)

$$\begin{aligned} Fb &= H - T \\ &= 1.30 \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0.428	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.3	m
Kondisi	DITERIMA	

## Perhitungan Tonase

(According to: International Convention Tonnage Measurement 1969)

Input Data		
H	=	3.50 m
T	=	2.20 m
V <sub>DH</sub>	=	294.7 m <sup>3</sup>
∇	=	110.720 m <sup>3</sup>
Zc	=	5 orang
N <sub>1</sub>	=	38 orang ; asumsi jumlah penumpang dalam kabin
N <sub>2</sub>	=	33 orang

### Gross Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_U &= \nabla \cdot \left( 1.25 \cdot \frac{H}{T} - 0.115 \right) && \text{; volume geladak di bawah geladak cuaca} \\
 &= 207.449 \text{ m}^3 \\
 V_H &= V_{DH} && \text{; volume ruang tertutup di bawah geladak cuaca} \\
 &= 294.7 \text{ m}^3 \\
 V &= V_U + V_H && \text{; total volume ruang tertutup} \\
 &= 502.149 \text{ m}^3 \\
 K_1 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V \\
 &= 0.254017 \\
 GT &= V \cdot K_1 \\
 &= 127.5542 \text{ GT}
 \end{aligned}$$

### Net Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_{R'} &= 145.2 \text{ m}^3 && \text{; total volume ruang muat} \\
 K_2 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_{R'} \\
 &= 0.243239 \\
 K_3 &= 1.25 \frac{GT+10000}{10000} \\
 &= 1.253563 \\
 a &= K_2 \cdot V_{R'} \cdot \left( \frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 \\
 &= 1126660 && \text{(taken)} \\
 \text{Jadi,} & a \geq 0.25 \cdot GT && 0.25 \text{ GT} = 31.88855 \\
 NT &= a + K_3 \cdot \left( N_1 \cdot \frac{N_1}{10} \right) \\
 &= 1126796 \text{ NT} && \text{(taken)} \\
 \text{Jadi,} & NT \geq 0.30 \cdot GT && 0.30 \text{ NT} = 338038.9
 \end{aligned}$$

## Perhitungan Stabilita

### Code on Intact Stability

The Code on Intact Stability, IMO Resolution A.749(18), consolidates several previous stability regulations (IMO, 1995). The code contains regulations concerning all cargo ships exceeding 24 m in length with additional special rules for:

- cargo ships carrying timber deck cargo
- cargo ships carrying grain in bulk
- containerships
- passenger ships
- fishing vessels
- special purpose ships
- offshore supply vessels
- mobile offshore drilling units
- pontoons
- dynamically supported craft

The main design criteria of the code are:

- General intact stability criteria for all ships:
  1.  $e_{0,30^\circ} \geq 0.055$  m-rad;  $e_{0,30^\circ}$  is the area under the static stability curve to  $30^\circ$   
 $e_{0,40^\circ} \geq 0.09$  m-rad; corresponding area up to  $40^\circ$   
 $e_{30,40^\circ} \geq 0.03$  m-rad; corresponding area between  $30^\circ$  and  $40^\circ$ .  
 If the angle of flooding  $\phi_f$  is less than  $40^\circ$ ,  $\phi_f$  instead of  $40^\circ$  is to be used in the above rules.
  2.  $h_{30^\circ} \geq 0.20$  m;  $h_{30^\circ}$  is the righting lever at  $30^\circ$  heel.
  3. The maximum righting lever must be at an angle  $\phi \geq 25^\circ$ .
  4. The initial metacentric height  $GM_0 \geq 0.15$  m.

Code	Criteria	Value	Units
IMO A.749 (18) Code on Intact Stability	3.1.2.1: Area 0 to 30 shall not be less than	3.1513	m.deg
	3.1.2.1: Area 0 to 40 shall not be less than	5.1566	m.deg
	3.1.2.1: Area 30 to 40 shall not be less than	1.7189	m.deg
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or shall not be less than	0.2	m
	3.1.2.3: Angle of maximum GZ shall not be less than	25	deg
Chapter 3 - Design Criteria Applicable to All Ships	3.1.2.4: Initial GMt shall not be less than	0.15	m
	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium shall not be greater than	10	deg

## Load Case

kondisi kapal	LWT + crew	Gas hydrogen	Purified water	seawater	Fuel Oil	penuumpang
loadcase 1	100%	0%	0%	0%	0%	0%
loadcase 2	100%	0%	0%	100%	100%	0%
loadcase 3	100%	0%	100%	0%	50%	0%
loadcase 4	100%	100%	0%	0%	0%	0%
loadcase 5	100%	100%	100%	100%	100%	100%
loadcase 6	100%	100%	100%	100%	50%	100%
loadcase 7	100%	100%	100%	100%	0%	100%
loadcase 8	100%	100%	0%	100%	0%	50%
loadcase 9	100%	100%	0%	100%	0%	100%

## Results

Data	Loadcase									Criteria	Status
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
e0-30°(m.deg)	3.48	3.79	3.74	3.48	3.8	3.75	3.68	3.57	3.68	$\geq 3.15$	Pass
e0-40°(m.deg)	8.83	9.32	9.25	8.84	9.25	9.18	9.07	8.94	9.07	$\geq 5.16$	Pass
e30-40°(m.deg)	5.35	5.53	5.51	5.35	5.44	5.42	5.38	5.37	5.59	$\geq 1.72$	Pass
Max GZ at 30 or Greater (m.deg)	1.308	1.307	1.312	1.307	1.248	1.252	1.254	1.28	1.254	$\geq 0.20$	Pass
Angle of Maximum GZ	74.5	74.5	74.5	74.5	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	$\geq 25$	Pass
GM0 (m)	0.293	0.313	0.312	0.293	0.282	0.28	0.276	0.283	0.276	$\geq 0.15$	Pass
Passenger Crowding: Angle of Equilibrium (deg)	9.4	8.6	8.7	9.4	9.2	9.3	9.5	9.5	9.5	$\leq 10$	Pass



## Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf Stability Enterprise dan dibandingkan dengan beberapa batasan berikut ;

<b>Ukuran Utama</b>			
$L_{WL}$	=	23.92	m
T	=	2.20	m
H	=	3.50	m
B	=	5.00	m
$\nabla$	=	110.72	$m^3$
$C_B$	=	0.6	
$C_M$	=	0.98	
$C_P$	=	0.60	
$C_{WP}$	=	0.70	

### **Batasan Trim**

Trim Maksimal menurut SOLAS *Chapter* II-1, Part B-1, Regulasi 5-1

$$\pm 0.5\% \cdot L_{WL} = 0.120 \text{ m}$$

### **Perhitungan Trim Menurut *Maxsurf Stability Enterprise***

$$\text{Trim} = 0.015 \text{ m}$$

Kondisi Trim	=	Trim Buritan
Kesimpulan	=	<b>Accepted</b>

**LAMPIRAN B**  
**ANALISIS EKONOMIS DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-***  
***SUBMARINE***

## BUILDING COST

Kurs USD per Juni 2020 (Bank Indonesia)

\$ 1.00 = Rp 14,203.00

No	Item	Value	Unit
1	<b>Lambung Kapal (hull)</b>		
	Harga	492	USD/ton
	Berat hull	14.644	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	7205.01	USD
2	<b>Geladak Kapal (deck)</b>		
	Harga	492	USD/ton
	Berat geladak	15.091	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	7424.69	USD
3	<b>Konstruksi Lambung</b>		
	Harga	492	USD/ton
	Berat konstruksi	8.921	ton
	Harga Konstruksi Lambung	4388.91	USD
4	<b>Bangunan Atas</b>		
	Harga	492	USD/ton
	Berat konstruksi	4.854	ton
	Harga Konstruksi	2387.93	USD
5	<b>Acrylic (Glass Bottom Deck)</b>		
	Harga	6.50	USD/pcs
	Berat konstruksi	20.000	pcs
	Harga Konstruksi	130.00	USD
6	<b>Elektroda</b>		
	(Diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)		
	Sumber: Nekko Steel - AnekaMaju.com		
	Harga	2590	USD/ton
	Berat total elektroda	2.647	ton
	Harga Elektroda	6856.20	USD
<b>Total harga pelat dan elektroda</b>		28392.75	USD
		Rp 403,262,247	IDR

No	Item	Value	Unit
1	<b>Railing dan Tiang Penyangga</b>		
	Sumber: www.metalsdepot.com		
	Harga	22	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	42	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	924.00	USD
2	<b>Kursi (main deck)</b>		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	23	unit
	Harga per unit	120	USD/ton
	Harga Kursi	2760.00	USD
3	<b>Kursi (bottom)</b>		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	20	unit
	Harga per unit	16.80	USD/ton
	Harga Kursi	336.00	USD

4	<b>Jangkar</b>		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	100.00	USD/ton
	Harga Kursi	200.00	USD
5	<b>Life Jacket</b>		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	38	unit
	Harga per unit	10	USD
	Harga Total	380.00	USD
6	<b>Lifebuoy</b>		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	8	unit
	Harga per unit	20	USD
	Harga Total	160.00	USD
7	<b>Liferaft</b>		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1500	USD
	Harga Total	3000.00	USD
4	<b>Peralatan Navigasi dan Komunikasi</b>		
	Sumber: www.alibaba.com		
	<b>a. Peralatan Navigasi</b>		
	<b>Radar</b>	2500	USD
	<b>Kompas</b>	60	USD
	<b>GPS</b>	850	USD
	<b>Lampu Navigasi</b>		
	- Masthead Light	9.75	USD
	- Anchor Light	8.9	USD
	- Starboard Light	12	USD
	- Portside Light	12	USD
	<b>Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)</b>	17000	USD
	<b>Automatic Identification System (AIS)</b>	4000	USD
	<b>Telescope Binocular</b>	50	USD
	Harga Peralatan Navigasi	24502.65	USD
	<b>b. Peralatan Komunikasi</b>		
	<b>Radiotelephone</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	200	USD
	Harga Total	200.00	USD
	<b>Digital Selective Calling (DSC)</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga Total	186.00	USD
	<b>Navigational Telex (Navtex)</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	11250	USD
	Harga Total	11250.00	USD
	<b>EPIRB</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga Total	110.00	USD
	<b>SART</b>		
	Jumlah	2	Set
Harga per set	450	USD	
Harga Total	900.00	USD	
<b>Portable 2-Way VHF Radiotelephone</b>			
Jumlah	2	Unit	
Harga per unit	87	USD	
Harga Total	174.00	USD	
Harga Peralatan Komunikasi	12820.00	USD	
<b>Total harga equipment &amp; outfitting</b>		45082.65	USD
		Rp 640,308,877.95	IDR

No	Item	Value	Unit
1	<b>Main Engine</b>		
	(1 unit main engine - ELCO EP 70 Electric Inboard)		
	Sumber: <a href="http://www.elcomotoryachts.com">www.elcomotoryachts.com</a>		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	15995	USD
	Harga <i>Main Engine</i>	15995	USD
2	<b>Generator</b>		
	(1 unit genset - KOHLER 45kW)		
	sumber: <a href="http://www.kohlerpower.sg">www.kohlerpower.sg</a>		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	5500	USD
Harga <i>Generator</i>	5500	USD	
3	<b>Hybrid System</b>		
	<b>Desalinator</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	13000	USD
	Harga Total	13000.00	USD
	<b>Electrolyser</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	50000	USD
	Harga Total	50000.00	USD
	<b>Compressor</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	7146	USD
	Harga Total	7146.00	USD
	<b>Tangki H2</b>		
	Jumlah	5	Set
	Harga per set	69	USD
	Harga Total	345.00	USD
	<b>Fuel Cell</b>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	50000	USD
	Harga Total	50000.00	USD
<b>Baterai</b>			
Jumlah	4	Set	
Harga per set	13297	USD	
Harga Total	53188.00	USD	
<b>Total harga tenaga penggerak</b>		195174.00	USD
		Rp 538,680,240.00	IDR

### Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Watson, *Practical Ship Design*, 1998

	No	Item	Value	Unit
Koreksi Ekonomi	1	<b>Keuntungan Galangan</b>		
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Keuntungan Galangan	381,562,745	IDR
	2	<b>Biaya Untuk Inflasi</b>		
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Biaya Inflasi	190,781,372	IDR
	3	<b>Biaya Pajak Pemerintah</b>		
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>		
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>		
		Biaya Pajak Pemerintah	953,906,862	IDR
<b>Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi</b>			<b>1,526,250,979</b>	<b>IDR</b>

Jadi, harga pembangunan kapal adalah

Biaya Pembangunan	Rp 3,815,627,447.30	IDR
Biaya Tenaga Kerja (Labor Cost)	Rp 763,125,489.46	IDR
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	Rp 1,526,250,978.92	IDR
<b>Total Harga Kapal</b>	<b>Rp 6,105,003,915.68</b>	<b>IDR</b>

## Operational Cost

### Cash Loan

#### Kredit Investasi

Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.

#### Ketentuan :

- Mempunyai Feasibility Study.
- Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll.
- Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun.
- Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan.
- Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.

#### Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % \*)

Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	6,105,003,916	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	3,968,252,545	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 535,714,094	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
<b>Nilai Cicilan Pinjaman</b>	<b>Rp 932,539,348</b>	<b>Rp</b>
<b>Nilai Investasi</b>	<b>Rp 7,037,543,264</b>	<b>Rp</b>

Biaya Perawatan	Nilai	Unit
Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>		
<b>Total Maintenance Cost</b>	<b>Rp 610,500,392</b>	<b>per tahun</b>

Asuransi	Nilai	Unit
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost (Watson, 1998)</i>		
<b>Biaya Asuransi</b>	<b>Rp 122,100,078</b>	<b>per tahun</b>

Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	5	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 5,000,000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp 60,000,000	per orang
<b>Total Gaji Crew</b>	<b>Rp 300,000,000</b>	<b>per tahun</b>

Bahan Bakar Diesel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Diesel Oil</i>	5.3	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	8.4	liter/jam
Harga bahan bakar Sulut	Rp 9,500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 422,940	per hari
Harga bahan bakar	Rp 12,688,200	per bulan
<b>Harga bahan bakar</b>	<b>Rp 152,258,400</b>	<b>per tahun</b>

Air Bersih ( <i>Fresh Water</i> )	Nilai	Unit
Harga air bersih Sulut	60	per liter
Jumlah Pemakaian	5884.00	liter/hari
Biaya Pemakaian	Rp 353,040	per hari
<b>Total Biaya Pemakaian</b>	<b>Rp 127,094,400</b>	<b>per tahun</b>

<b>TOTAL OPERATIONAL COST</b>	<b>Rp 2,244,492,618</b>	<b>IDR</b>
-------------------------------	-------------------------	------------

## Ticket Price

Klasifikasi Tiket	Low Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 275,000	Rp 250,000	Rp 225,000
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 300,000	Rp 325,000	Rp 350,000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000
Klasifikasi Tiket	Peak Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 412,500	Rp 375,000	Rp 337,500
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 450,000	Rp 487,500	Rp 525,000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500
Asumsi:			
Jumlah penumpang dewasa	=	30	pax (80% x 38)
Jumlah penumpang anak-anak	=	8	pax (20% x 38)

	low	peak
<i>Weekdays</i>	177	84 hari
<i>Weekend</i>	39	65 hari
Asumsi:		
	1 tahun = 52 minggu	
	1 tahun = 350 hari	

Pendapatan Penjualan Tiket	Low Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 8,360,000	Rp 7,600,000	Rp 6,840,000
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 9,120,000	Rp 9,880,000	Rp 10,640,000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 1,140,000	Rp 950,000	Rp 760,000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 1,330,000	Rp 1,140,000	Rp 950,000
Pendapatan Penjualan Tiket	Peak Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa ( <i>Weekdays</i> )	Rp 12,540,000	Rp 11,400,000	Rp 10,260,000
Tiket - Dewasa ( <i>Weekend</i> )	Rp 13,680,000	Rp 14,820,000	Rp 15,960,000
Tiket - Anak ( <i>Weekdays</i> )	Rp 1,710,000	Rp 1,425,000	Rp 1,140,000
Tiket - Anak ( <i>Weekend</i> )	Rp 1,995,000	Rp 1,710,000	Rp 1,425,000



Waktu	Pendapatan (Penumpang 100%)		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
<i>Weekdays</i>	Rp 9,500,000	Rp 8,550,000	Rp 7,600,000
<i>Weekend</i>	Rp 10,450,000	Rp 11,020,000	Rp 11,590,000
<b>Total Pendapatan/tahun</b>	<b>Rp 7,132,600,000</b>	<b>Rp 6,755,260,000</b>	<b>Rp 6,377,920,000</b>

Waktu	Pendapatan (Penumpang 70%)		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
<i>Weekdays</i>	Rp 6,650,000	Rp 5,985,000	Rp 5,320,000
<i>Weekend</i>	Rp 7,315,000	Rp 7,714,000	Rp 8,113,000
<b>Total Pendapatan/tahun</b>	<b>Rp 4,992,820,000</b>	<b>Rp 4,728,682,000</b>	<b>Rp 4,464,544,000</b>

Waktu	Pendapatan (Penumpang 50%)		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
<i>Weekdays</i>	Rp 4,750,000	Rp 4,275,000	Rp 3,800,000
<i>Weekend</i>	Rp 5,225,000	Rp 5,510,000	Rp 5,795,000
<b>Total Pendapatan/tahun</b>	<b>Rp 3,566,300,000</b>	<b>Rp 3,377,630,000</b>	<b>Rp 3,188,960,000</b>

### PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (*DISCOUNT RATE*)

$$\text{Weighted Average Cost of Capital (WACC)} = Wd \times Kd (1-t) + We \times Ke$$

Nilai Investasi	Rp	4,938,700,999.50
Umur Ekonomis (tahun)		20

#### Struktur Pendanaan

65%	Kredit investasi bank	Rp	3,210,155,649.68
	Jangka pinjaman (tahun)		10
	Bunga		13.50%
	Pajak		25%
35%	<i>Shareholder</i>	Rp	1,728,545,349.83
	<i>Expected return</i>		20%

#### Tingkat diskonto

Menggunakan *Cost of Capital*

$$WACC = Wd.Kd(1-t) + We.Ke$$

Di mana,

Wd = Proporsi Pinjaman dari Total Pendanaan

We = Proporsi Modal dari Total Pendanaan

Kd = Biaya pinjaman

Ke = Biaya modal

t = Pajak

Maka,

$$WACC = 13.58\%$$

## Payback Period

Harga Tiket	Penumpang	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 18,481.48	53%	2 Tahun 3 Bulan 28 Hari	Layak
	70%	Rp 7,538.26	30%	4 Tahun 7 Bulan 27 Hari	Layak
	50%	Rp 242.78	14%	17 Tahun 5 Bulan 7 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 16,551.69	49%	2 Tahun 6 Bulan 19 Hari	Layak
	70%	Rp 6,187.41	27%	5 Tahun 3 Bulan 28 Hari	Layak
	50%	Rp (722.11)	12%	>20 tahun	Tidak Layak
Versi 3	100%	Rp 14,621.91	45%	2 Tahun 9 Bulan 24 Hari	Layak
	70%	Rp 4,836.56	24%	6 Tahun 2 Bulan 27 Hari	Layak
	50%	Rp (1,687.00)	9%	>20 tahun	Tidak Layak

Versi 1				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 3,297,262,630.35	Rp (3,740,280,633.45)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,905,077,207.36	Rp (835,203,426.09)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,559,539,389.74	Rp 1,724,335,963.65
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,255,100,783.91	Rp 3,979,436,747.56
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,986,872,937.37	Rp 5,966,309,684.93
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,750,548,843.50	Rp 7,716,858,528.42
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,542,333,782.82	Rp 9,259,192,311.24
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,358,884,390.15	Rp 10,618,076,701.38
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,197,254,969.29	Rp 11,815,331,670.68
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,054,850,193.21	Rp 12,870,181,863.88
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 929,383,430.14	Rp 13,799,565,294.02
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 818,840,026.55	Rp 14,618,405,320.58
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 721,444,957.32	Rp 15,339,850,277.90
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 635,634,323.63	Rp 15,975,484,601.52
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 560,030,241.08	Rp 16,535,514,842.60
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 493,418,714.61	Rp 17,028,933,557.21
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 434,730,145.03	Rp 17,463,663,702.24
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 383,022,154.21	Rp 17,846,685,856.45
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 337,464,453.05	Rp 18,184,150,309.50
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 297,325,509.29	Rp 18,481,475,818.80
<b>PAYBACK PERIOD</b>		<b>2.326</b>		
		<b>2 Tahun 3 Bulan 28 Hari</b>		

Versi 1				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,883,311,088.50	Rp (5,154,232,175.30)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,659,304,923.79	Rp (3,494,927,251.51)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,461,942,664.13	Rp (2,032,984,587.38)
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,288,055,210.69	Rp (744,929,376.70)
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,134,850,405.89	Rp 389,921,029.20
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 999,868,199.02	Rp 1,389,789,228.22
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 880,941,144.51	Rp 2,270,730,372.73
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 776,159,598.69	Rp 3,046,889,971.42
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 683,841,056.12	Rp 3,730,731,027.54
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 602,503,133.14	Rp 4,333,234,160.68
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 530,839,764.88	Rp 4,864,073,925.56
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 467,700,233.38	Rp 5,331,774,158.94
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 412,070,690.20	Rp 5,743,844,849.14
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 363,057,876.83	Rp 6,106,902,725.97
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 319,874,781.35	Rp 6,426,777,507.31
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 281,828,001.19	Rp 6,708,605,508.50
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 248,306,608.97	Rp 6,956,912,117.47
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 218,772,342.71	Rp 7,175,684,460.18
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 192,750,962.74	Rp 7,368,435,422.92
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 169,824,636.77	Rp 7,538,260,059.69
<b>PAYBACK PERIOD</b>		<b>4.656</b>		
		<b>4 Tahun 7 Bulan 27 Hari</b>		

Versi 1				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 940,676,727.26	Rp (6,096,866,536.53)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 828,790,068.07	Rp (5,268,076,468.46)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 730,211,513.72	Rp (4,537,864,954.74)
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 643,358,161.87	Rp (3,894,506,792.87)
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 566,835,384.91	Rp (3,327,671,407.96)
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 499,414,436.04	Rp (2,828,256,971.92)
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 440,012,718.98	Rp (2,388,244,252.94)
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 387,676,404.39	Rp (2,000,567,848.55)
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 341,565,114.00	Rp (1,659,002,734.55)
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 300,938,426.43	Rp (1,358,064,308.12)
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 265,143,988.04	Rp (1,092,920,320.08)
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 233,607,037.92	Rp (859,313,282.16)
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 205,821,178.79	Rp (653,492,103.37)
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 181,340,245.63	Rp (472,151,857.74)
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 159,771,141.52	Rp (312,380,716.22)
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 140,767,525.57	Rp (171,613,190.65)
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 124,024,251.60	Rp (47,588,939.04)
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 109,272,468.37	Rp 61,683,529.33
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 96,275,302.53	Rp 157,958,831.86
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 84,824,055.09	Rp 242,782,886.95
<b>PAYBACK PERIOD</b>		<b>17.436</b>		
		<b>17 Tahun 5 Bulan 7 Hari</b>		

Versi 2				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 3,047,919,018.01	Rp (3,989,624,245.78)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,685,391,205.30	Rp (1,304,233,040.48)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,365,983,440.79	Rp 1,061,750,400.31
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,084,566,908.19	Rp 3,146,317,308.49
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,836,622,826.60	Rp 4,982,940,135.09
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,618,169,891.27	Rp 6,601,110,026.36
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,425,700,344.73	Rp 8,026,810,371.10
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,256,123,651.75	Rp 9,282,934,022.85
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,106,716,873.79	Rp 10,389,650,896.63
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 975,080,946.07	Rp 11,364,731,842.70
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 859,102,155.13	Rp 12,223,833,997.83
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 756,918,198.35	Rp 12,980,752,196.18
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 666,888,280.48	Rp 13,647,640,476.66
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 587,566,766.95	Rp 14,235,207,243.61
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 517,679,970.88	Rp 14,752,887,214.48
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 456,105,701.21	Rp 15,208,992,915.70
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 401,855,243.36	Rp 15,610,848,159.06
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 354,057,483.14	Rp 15,964,905,642.19
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 311,944,919.06	Rp 16,276,850,561.26
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 274,841,338.38	Rp 16,551,691,899.64
PAYBACK PERIOD	<b>2.551</b>			
	<b>2 Tahun 6 Bulan 19 Hari</b>			

Versi 2				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,708,770,559.86	Rp (5,328,772,703.93)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,505,524,722.35	Rp (3,823,247,981.59)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,326,453,499.87	Rp (2,496,794,481.72)
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,168,681,497.68	Rp (1,328,112,984.04)
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,029,675,328.35	Rp (298,437,655.69)
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 907,202,932.47	Rp 608,765,276.78
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 799,297,737.86	Rp 1,408,063,014.63
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 704,227,081.81	Rp 2,112,290,096.45
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 620,464,389.26	Rp 2,732,754,485.71
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 546,664,660.14	Rp 3,279,419,145.85
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 481,642,872.37	Rp 3,761,062,018.22
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 424,354,953.63	Rp 4,185,416,971.86
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 373,881,016.42	Rp 4,559,297,988.27
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 329,410,587.15	Rp 4,888,708,575.42
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 290,229,592.20	Rp 5,178,938,167.63
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 255,708,891.81	Rp 5,434,647,059.44
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 225,294,177.81	Rp 5,659,941,237.24
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 198,497,072.96	Rp 5,858,438,310.20
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 174,887,288.95	Rp 6,033,325,599.15
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 154,085,717.13	Rp 6,187,411,316.28
PAYBACK PERIOD	<b>5.329</b>			
	<b>5 Tahun 3 Bulan 28 Hari</b>			

Versi 2				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 816,004,921.10	Rp (6,221,538,342.70)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 718,947,067.05	Rp (5,502,591,275.65)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 633,433,539.25	Rp (4,869,157,736.41)
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 558,091,224.01	Rp (4,311,066,512.40)
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 491,710,329.52	Rp (3,819,356,182.88)
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 433,224,959.93	Rp (3,386,131,222.95)
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 381,695,999.94	Rp (3,004,435,223.01)
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 336,296,035.19	Rp (2,668,139,187.82)
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 296,296,066.25	Rp (2,371,843,121.57)
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 261,053,802.86	Rp (2,110,789,318.71)
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 230,003,350.54	Rp (1,880,785,968.18)
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 202,646,123.82	Rp (1,678,139,844.36)
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 178,542,840.37	Rp (1,499,597,003.99)
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 157,306,467.29	Rp (1,342,290,536.70)
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 138,596,006.42	Rp (1,203,694,530.28)
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 122,111,018.87	Rp (1,081,583,511.41)
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 107,586,800.77	Rp (973,996,710.64)
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 94,790,132.84	Rp (879,206,577.80)
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 83,515,535.54	Rp (795,691,042.26)
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 73,581,969.64	Rp (722,109,072.63)
PAYBACK PERIOD	<b>26.624</b>			
	<b>&gt;20 tahun</b>			

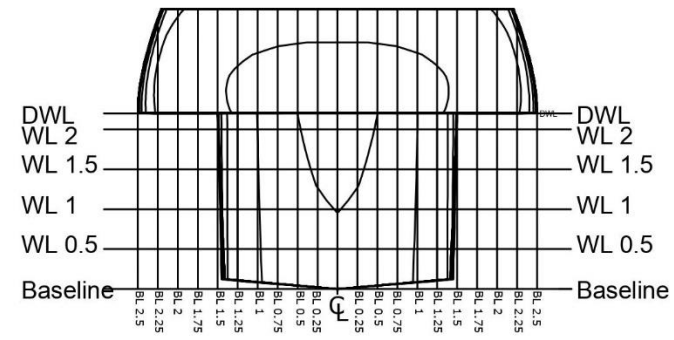
Versi 3				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,798,575,405.68	Rp (4,238,967,858.12)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,465,705,203.24	Rp (1,773,262,654.88)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 2,172,427,491.84	Rp 399,164,836.97
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,914,033,032.46	Rp 2,313,197,869.43
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,686,372,715.82	Rp 3,999,570,585.25
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,485,790,939.05	Rp 5,485,361,524.30
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,309,066,906.65	Rp 6,794,428,430.96
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,153,362,913.35	Rp 7,947,791,344.31
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,016,178,778.28	Rp 8,963,970,122.59
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 895,311,698.93	Rp 9,859,281,821.52
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 788,820,880.11	Rp 10,648,102,701.63
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 694,996,370.14	Rp 11,343,099,071.77
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 612,331,603.65	Rp 11,955,430,675.42
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 539,499,210.26	Rp 12,494,929,885.69
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 475,329,700.67	Rp 12,970,259,586.36
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 418,792,687.82	Rp 13,389,052,274.18
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 368,980,341.69	Rp 13,758,032,615.87
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 325,092,812.06	Rp 14,083,125,427.93
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 286,425,385.08	Rp 14,369,550,813.01
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 252,357,167.47	Rp 14,621,907,980.48
PAYBACK PERIOD	<b>2.816</b>			
	<b>2 Tahun 9 Bulan 24 Hari</b>			

Versi 3				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,534,230,031.23	Rp (5,503,313,232.57)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,351,744,520.91	Rp (4,151,568,711.66)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,190,964,335.60	Rp (2,960,604,376.06)
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 1,049,307,784.67	Rp (1,911,296,591.39)
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 924,500,250.81	Rp (986,796,340.58)
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 814,537,665.91	Rp (172,258,674.67)
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 717,654,331.20	Rp 545,395,656.54
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 632,294,564.93	Rp 1,177,690,221.47
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 557,087,722.41	Rp 1,734,777,943.88
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 490,826,187.14	Rp 2,225,604,131.02
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 432,445,979.86	Rp 2,658,050,110.89
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 381,009,673.89	Rp 3,039,059,784.77
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 335,691,342.63	Rp 3,374,751,127.41
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 295,763,297.47	Rp 3,670,514,424.88
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 260,584,403.06	Rp 3,931,098,827.94
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 229,589,782.43	Rp 4,160,688,610.37
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 202,281,746.64	Rp 4,362,970,357.01
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 178,221,803.20	Rp 4,541,192,160.21
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 157,023,615.16	Rp 4,698,215,775.37
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 138,346,797.50	Rp 4,836,562,572.87
PAYBACK PERIOD	<b>6.240</b>			
	<b>6 Tahun 2 Bulan 27 Hari</b>			

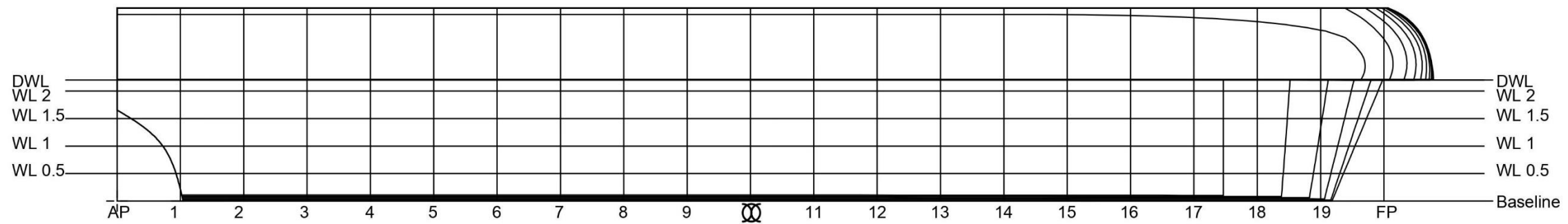
Versi 3				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 7,037,543,263.80	Rp (7,037,543,263.80)	Rp (7,037,543,263.80)
1	2022	Rp 7,037,543,263.80	Rp 691,333,114.93	Rp (6,346,210,148.87)
2	2023	Rp 7,037,543,263.80	Rp 609,104,066.02	Rp (5,737,106,082.85)
3	2024	Rp 7,037,543,263.80	Rp 536,655,564.77	Rp (5,200,450,518.08)
4	2025	Rp 7,037,543,263.80	Rp 472,824,286.14	Rp (4,727,626,231.93)
5	2026	Rp 7,037,543,263.80	Rp 416,585,274.14	Rp (4,311,040,957.80)
6	2027	Rp 7,037,543,263.80	Rp 367,035,483.82	Rp (3,944,005,473.98)
7	2028	Rp 7,037,543,263.80	Rp 323,379,280.90	Rp (3,620,626,193.08)
8	2029	Rp 7,037,543,263.80	Rp 284,915,665.99	Rp (3,335,710,527.09)
9	2030	Rp 7,037,543,263.80	Rp 251,027,018.49	Rp (3,084,683,508.60)
10	2031	Rp 7,037,543,263.80	Rp 221,169,179.29	Rp (2,863,514,329.31)
11	2032	Rp 7,037,543,263.80	Rp 194,862,713.03	Rp (2,668,651,616.28)
12	2033	Rp 7,037,543,263.80	Rp 171,685,209.72	Rp (2,496,966,406.56)
13	2034	Rp 7,037,543,263.80	Rp 151,264,501.95	Rp (2,345,701,904.60)
14	2035	Rp 7,037,543,263.80	Rp 133,272,688.95	Rp (2,212,429,215.66)
15	2036	Rp 7,037,543,263.80	Rp 117,420,871.32	Rp (2,095,008,344.34)
16	2037	Rp 7,037,543,263.80	Rp 103,454,512.17	Rp (1,991,553,832.16)
17	2038	Rp 7,037,543,263.80	Rp 91,149,349.93	Rp (1,900,404,482.23)
18	2039	Rp 7,037,543,263.80	Rp 80,307,797.30	Rp (1,820,096,684.93)
19	2040	Rp 7,037,543,263.80	Rp 70,755,768.54	Rp (1,749,340,916.39)
20	2041	Rp 7,037,543,263.80	Rp 62,339,884.18	Rp (1,687,001,032.21)
PAYBACK PERIOD	<b>30.180</b>			
	<b>&gt;20 tahun</b>			

**LAMPIRAN C**  
**DESAIN RENCANA GARIS KAPAL WISATA *SEMI-***  
***SUBMARINE***

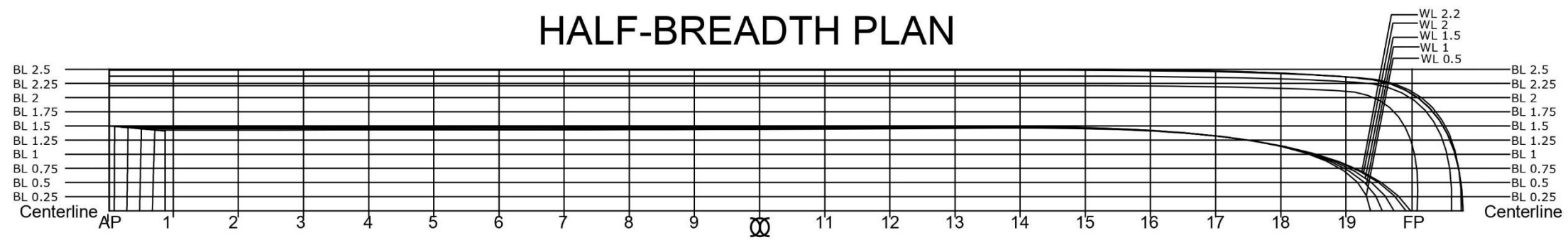
# BODY PLAN



# SHEER PLAN



# HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSION	
Length Between Perpendiculars (LPP)	23 m
Breadth (B)	5 m
Height (H)	3.5 m
Draught (T)	2.2 m
Service Speed (Vs)	8 knot
Passengers	38 person



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

## MY SEMISUBMARINE

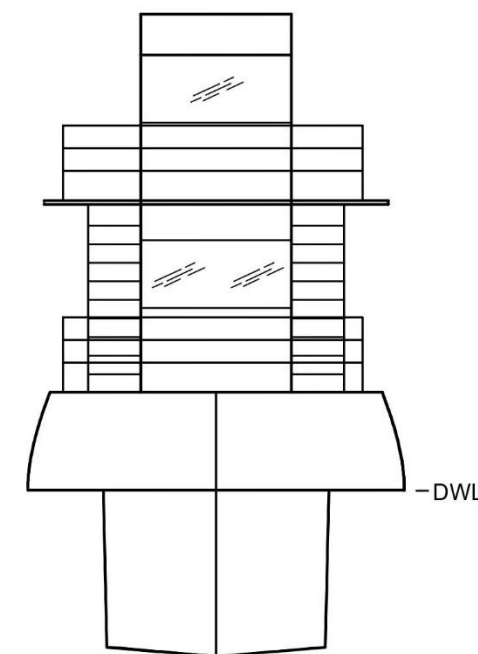
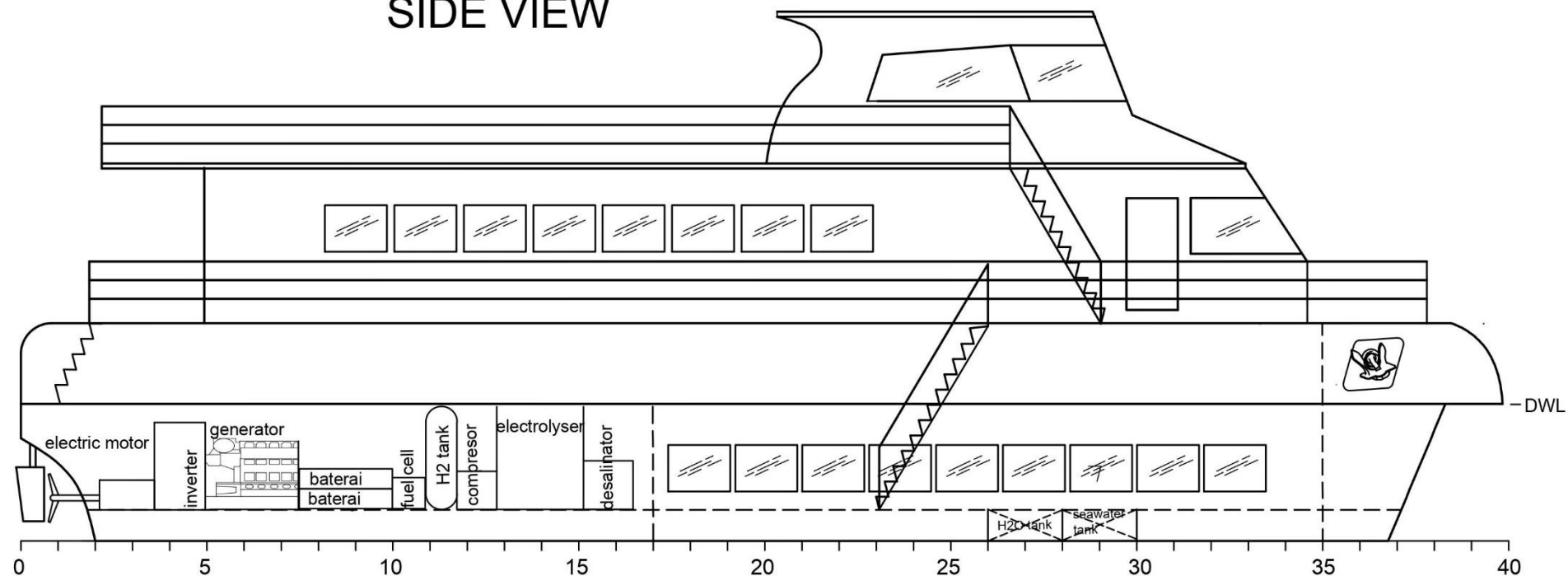
## LINES PLAN

Scale	Date	Signature	Remarks
: 1:100			
Drawn By : Novita Rizki D			
Checked By : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.			



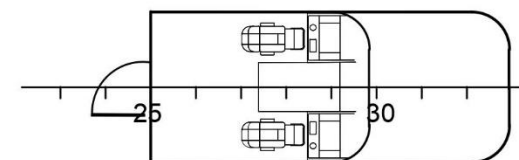
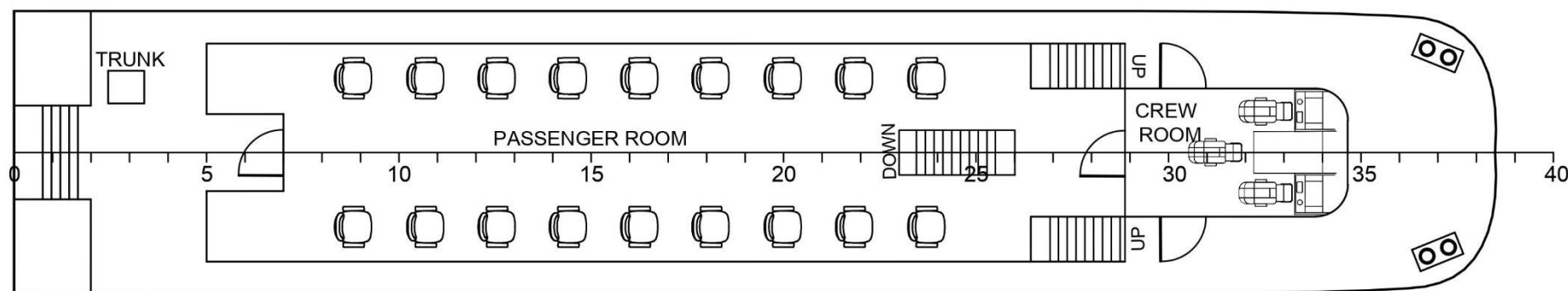
**LAMPIRAN D**  
**DESAIN RENCANA UMUM KAPAL WISATA *SEMI-***  
***SUBMARINE***

### SIDE VIEW



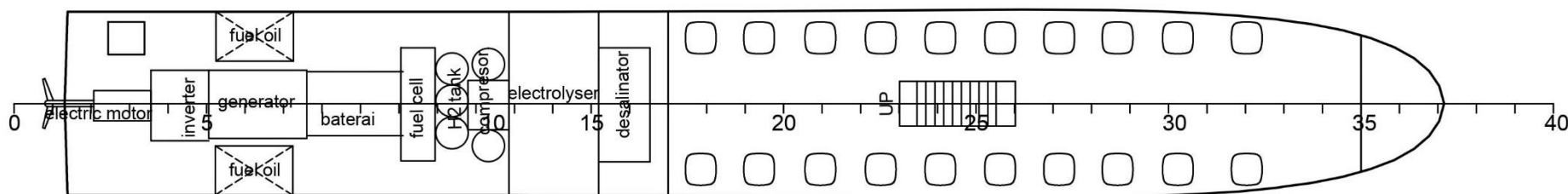
### FRONT VIEW

### MAIN DECK

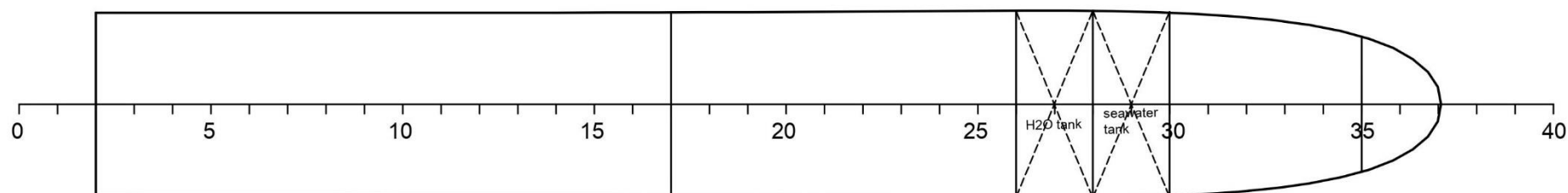


### NAVIGATION DECK

### BOTTOM DECK



### DOUBLE BOTTOM



PRINCIPAL DIMENSION	
Length Between Perpendiculars (LPP)	23 m
Breadth (B)	5 m
Height (H)	3.5 m
Draught (T)	2.2 m
Service Speed (Vs)	8 knot
Passengers	38 person



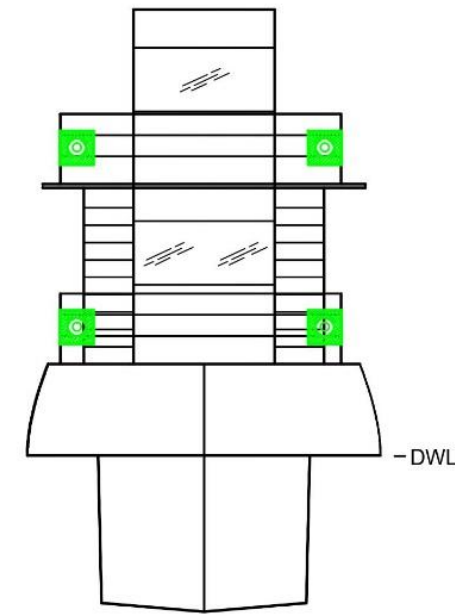
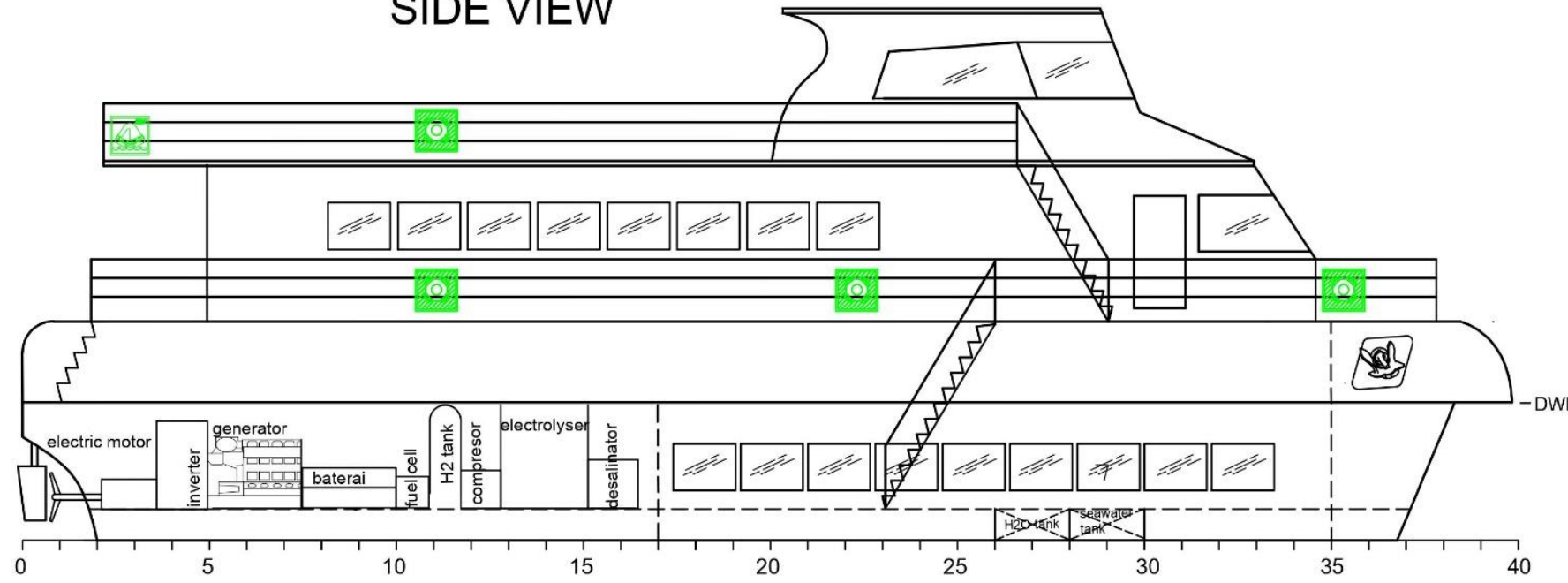
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

## MY SEMISUBMARINE GENERAL ARRANGEMENT

Scale : 1:100	Date	Signature	Remarks
Drawn By : Novita Rizki D			
Checked By : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.			

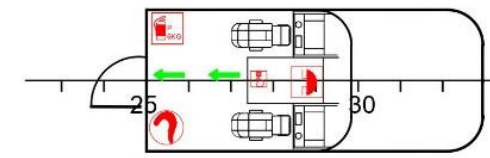
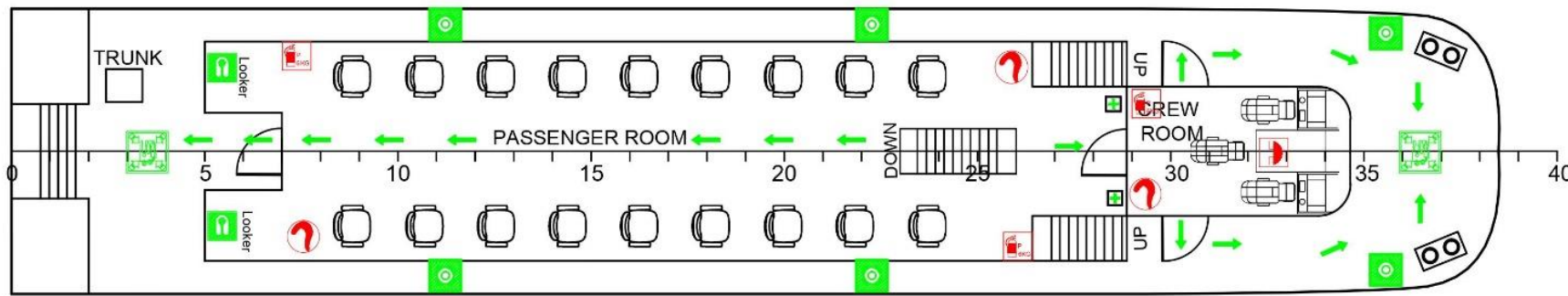
**LAMPIRAN E**  
**DESAIN *SAFETY PLAN* KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE***

**SIDE VIEW**



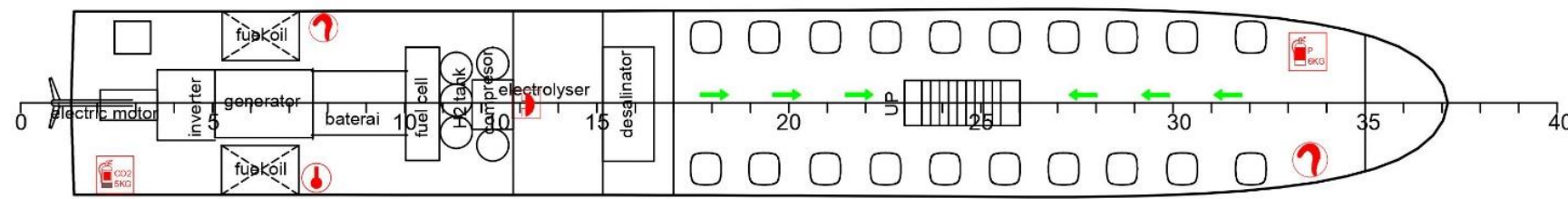
**FRONT VIEW**

**MAIN DECK**

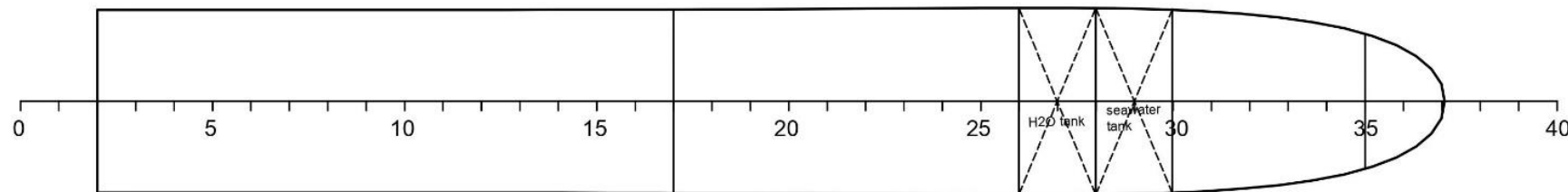


**NAVIGATION DECK**

**BOTTOM DECK**



**DOUBLE BOTTOM**



SYMBOL	DESIGNATION
[Red square with white border]	FIRE EXTINGUISHER
[Red square with white border]	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE) (TYPE 1)
[Red square with white border]	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (CO2 TYPE) (TYPE 2)
[Red square with white border]	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (DRY POWDER TYPE) (TYPE 3)
[Red square with white border]	FIRE EXTINGUISHER (DRY POWDER) FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM
[Red square with white border]	INTERNATIONAL SHORE CONNECTION
[Red square with white border]	EXPANSION ON GUN
[Red square with white border]	FIRE PUMP (FOR USE IN CASE OF EMERGENCY) (TYPE 1)
[Red square with white border]	SAFETY PROTECTIVE BRASS SYSTEM
[Red square with white border]	FIRE PUMP
[Red square with white border]	INTERNATIONAL FIRE PUMP
[Red square with white border]	MANUALLY OPERATED GULLY PUMP
[Red square with white border]	SMOKE DETECTOR
[Red square with white border]	HEAT DETECTOR
[Red square with white border]	FLAME DETECTOR
[Red square with white border]	FLAME DETECTOR FOR GENERAL ALARM
[Red square with white border]	FIRE ALARM BELL (FOR STOPPING SYSTEM)
[Red square with white border]	FIRE ALARM BELL & GENERAL ALARM
[Red square with white border]	CO2 WORK (LOCAL LIGHT SIGNAL)
[Red square with white border]	CO2 RELEASE STATION
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 1)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 2)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 3)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 4)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 5)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 6)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 7)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 8)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 9)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 10)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 11)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 12)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 13)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 14)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 15)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 16)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 17)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 18)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 19)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 20)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 21)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 22)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 23)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 24)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 25)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 26)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 27)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 28)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 29)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 30)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 31)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 32)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 33)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 34)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 35)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 36)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 37)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 38)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 39)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 40)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 41)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 42)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 43)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 44)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 45)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 46)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 47)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 48)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 49)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 50)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 51)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 52)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 53)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 54)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 55)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 56)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 57)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 58)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 59)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 60)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 61)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 62)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 63)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 64)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 65)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 66)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 67)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 68)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 69)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 70)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 71)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 72)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 73)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 74)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 75)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 76)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 77)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 78)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 79)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 80)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 81)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 82)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 83)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 84)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 85)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 86)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 87)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 88)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 89)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 90)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 91)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 92)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 93)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 94)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 95)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 96)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 97)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 98)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 99)
[Red square with white border]	CO2 CYLINDER (IN NO BATH) (TYPE 100)

PRINCIPAL DIMENSION	
Length Between Perpendiculars (LPP)	23 m
Breadth (B)	5 m
Height (H)	3.5 m
Draught (T)	2.2 m
Service Speed (Vs)	8 knot
Passengers	38 person



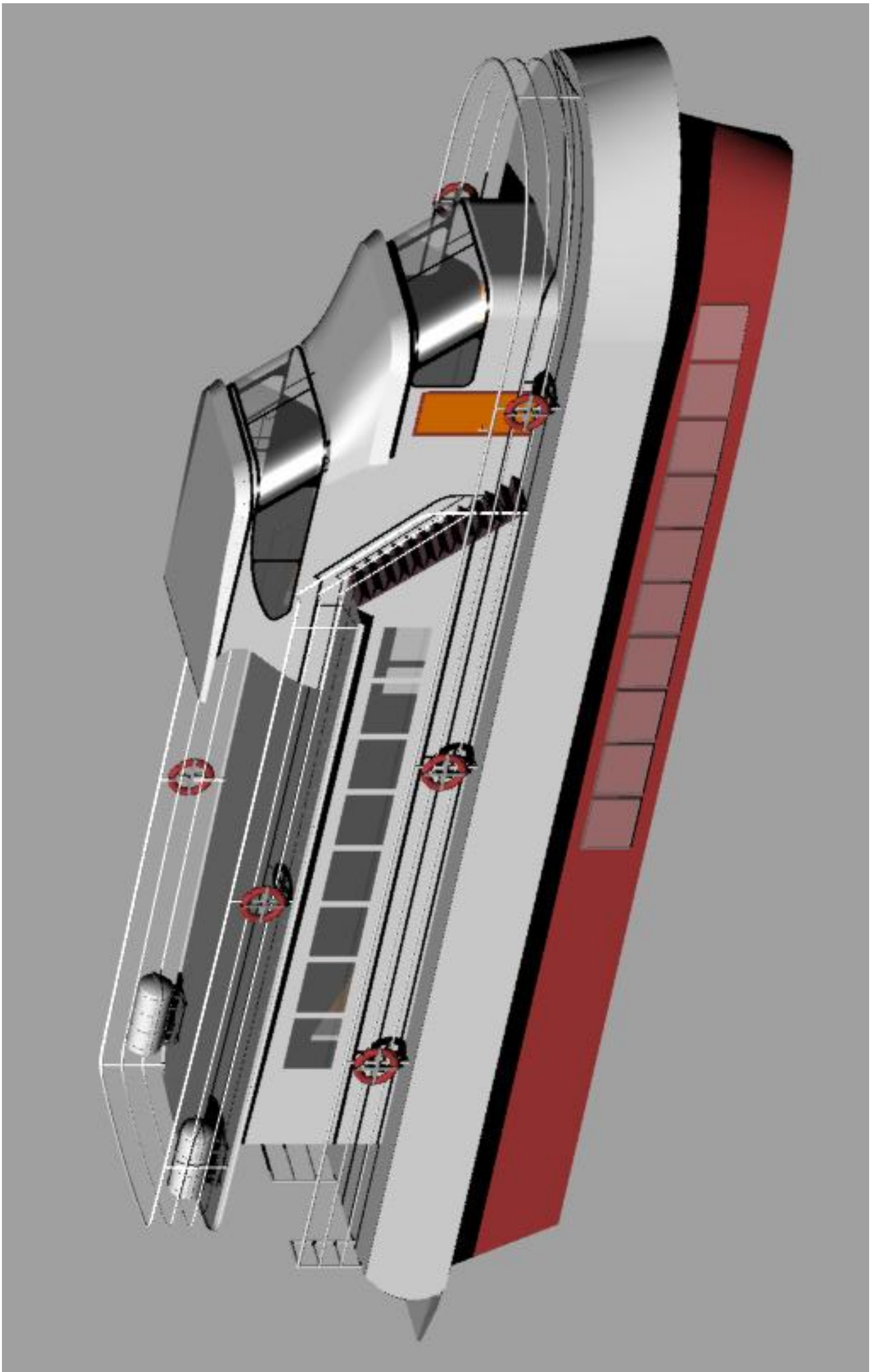
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**MY SEMISUBMARINE**

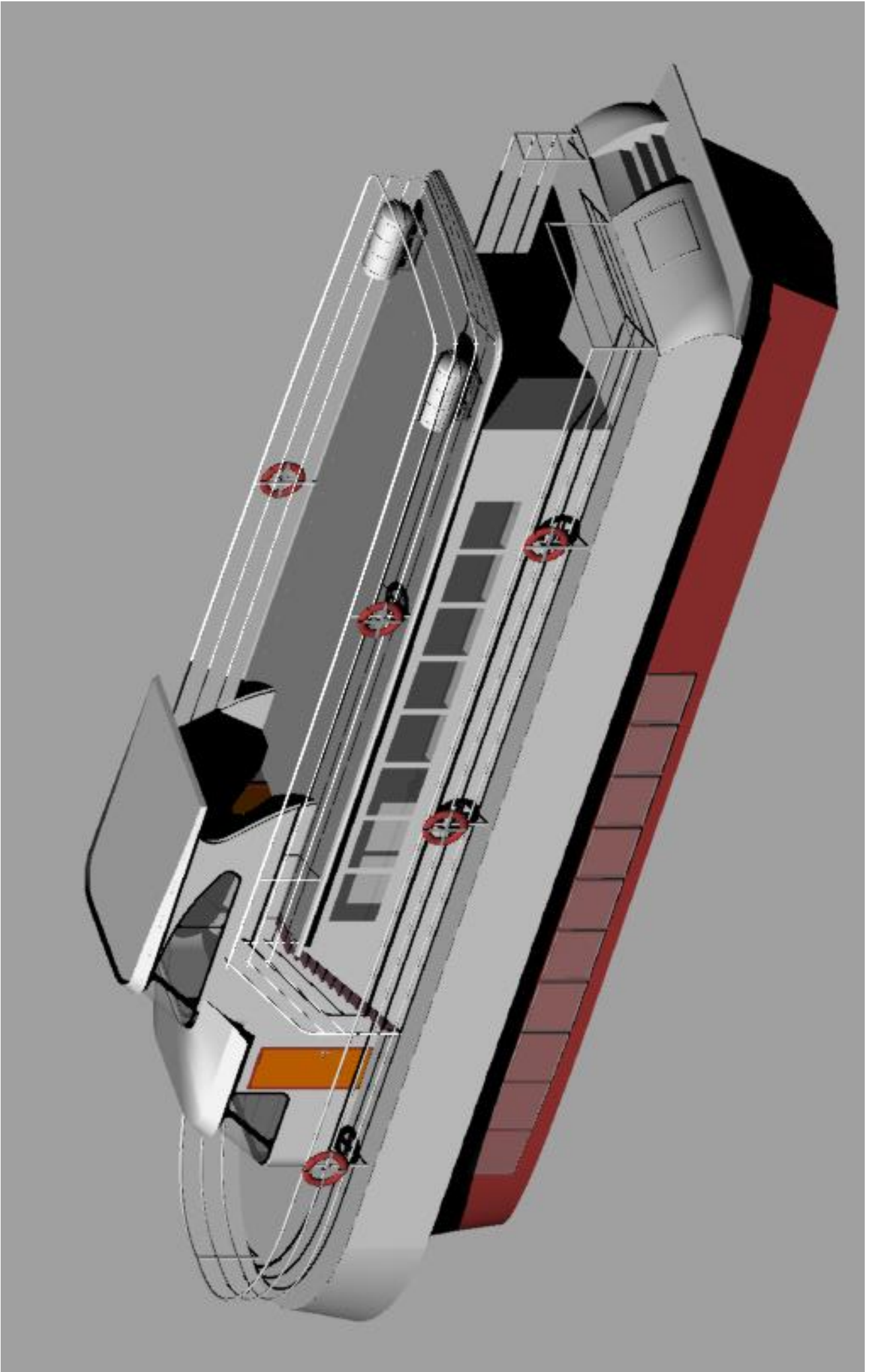
**SAFETY PLAN**

Scale : 1:100	Date	Signature	Remarks
Drawn By : Novita Rizki D			
Checked By : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.			

**LAMPIRAN F**  
**DESAIN MODEL 3D KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE***







## BIODATA PENULIS



Novita Rizki Dwilestari, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Bondowoso pada 23 Nopember 1997 silam. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Kartika IX-37, kemudian melanjutkan ke SDN Badean I, SMPN 1 Bondowoso dan SMAN 2 Bondowoso. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur Mandiri.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Bendahara BSO SAMPAN HIMATEKPAL periode 2018/2019. Selain itu, penulis juga pernah menjadi Pemandu Integralistik GERIGI ITS 2018 serta beberapa kali menjadi panitia dalam kegiatan-kegiatan lain yang diselenggarakan oleh BEM FTK maupun BEM ITS.

Email: [novitarizki23@gmail.com](mailto:novitarizki23@gmail.com)

Phone: +6281217683367