



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *ELECTRIC SEMI-SUBMARINE* UNTUK WISATA DI
DAERAH TAMAN NASIONAL LAUT SAWU KUPANG NUSA
TENGGARA TIMUR**

Ali Wafa
NRP 0411124000022

Dosen Pembimbing
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *ELECTRIC SEMI-SUBMARINE* UNTUK WISATA DI
DAERAH TAMAN NASIONAL LAUT SAWU KUPANG NUSA
TENGGARA TIMUR**

**Ali Wafa
NRP 04110940000087**

**Dosen Pembimbing
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF ELECTRIC SEMI-SUBMARINE FOR SAWU SEA
NATIONAL PARK KUPANG EAST NUSA TENGGARA**

**Ali Wafa
NRP 0411124000022**

**Supervisor
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *ELECTRIC SEMI-SUBMARINE* UNTUK WISATA DI DAERAH TAMAN NASIONAL LAUT SAWU KUPANG NUSA TENGGARA TIMUR

TUGAS AKHIR

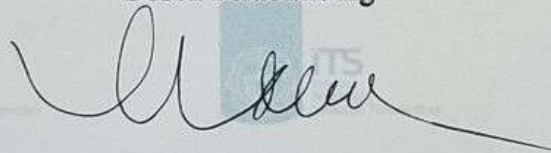
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ALI WAFA
NRP 0411124000022

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
NIP 19761029 200212 1 003

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 16 JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN *ELECTRIC SEMI-SUBMARINE* UNTUK WISATA DI DAERAH TAMAN NASIONAL LAUT SAWU KUPANG NUSA TENGGARA TIMUR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 06 Januari 2020

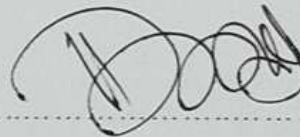
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ALI WAFA
NRP 0411124000022

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

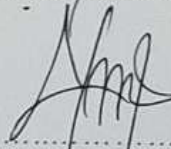
1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



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

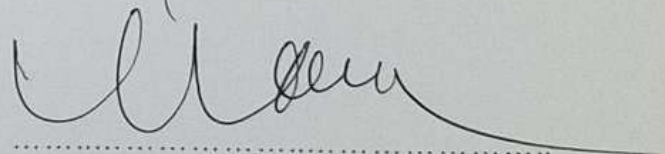


3. Danu Utama, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



SURABAYA, 16 JANUARI 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 Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. dan Ibu Febriani Rohma Dhana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Dony Setyawan, S.T., M.Eng., Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D., dan Bapak Danu Utama, S.T., M.T. 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. Agung Prasetyo, Yoga Saputra dan Heri Setyawan atas bantuan diberikan dalam pengerjaan tugas akhir.
5. Rekan-rekan P52 yang selalu memberi dukungan materiil maupun secara moril.
6. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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, 16 Januari 2020

Ali Wafa

DESAIN *ELECTRIC SEMI-SUBMARINE* UNTUK WISATA DI DAERAH TAMAN NASIONAL LAUT SAWU KUPANG NUSA TENGGARA TIMUR

Nama Mahasiswa : Ali Wafa
NRP : 0411124000022
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Potensi wisata bahari yang dimiliki Indonesia salah satunya adalah kawasan Taman Nasional Laut Sawu. Laut sawu memiliki keindahan bawah laut seperti beragam jenis karang, ikan, termasuk paus serta lumba-lumba. Sehingga, dibutuhkan fasilitas yang mendukung optimalisasi potensi wisata berupa kapal *semi-submarine*. Meningkatnya konsumsi bahan bakar global mengakibatkan meningkatnya polusi udara termasuk di wilayah laut. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan didesain kapal wisata berupa *electric semi-submarine* sebagai sarana menikmati keindahan bawah laut beserta biaya pembangunan, biaya operasional serta harga tiket. Dengan menggunakan analisis *power* terhadap sejumlah kapal pembanding dan lama pengecasan baterai yang menjadi dasar untuk menentukan jumlah *payload*. Setelah didapatkan kapal pembanding yang sesuai, didapatkanlah jumlah *payload* dan ukuran utama melalui metode *parent ship design*. Kemudian dengan ukuran utama tersebut dilakukan perhitungan hambatan, *power*, kebutuhan kapasitas baterai, berat, stabilitas, trim dan lambung timbul guna mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan*, Model 3D. Biaya pembangunan serta operasional menjadi acuan dalam menentukan harga tiket. Desain *electric semi-submarine* ini diharapkan menjadi sarana wisata yang ramah lingkungan dan membantu pengembangan Taman Nasional Laut Sawu. Desain *electric semi-submarine* dengan penumpang 12 orang beserta 3 kru didapatkan ukuran utama kapal L: 9.95 m, B: 2.8 m, H: 2.3 m, T: 1.5 m dengan biaya pembangunan sebesar Rp. 3.728.715.131 dan biaya operasional Rp. 1.385.373.536 serta harga tiket Rp. 350.000 dengan waktu operasional 25 hari perbulan.

Kata kunci: *Electric Semi-Submarine*, Taman Nasional Laut Sawu, *Parent Ship Design*, *Payload*.

DESIGN OF ELECTRIC SEMI-SUBMARINE FOR SAVU SEA NATIONAL PARK KUPANG EAST NUSA TENGGARA

Author : Ali Wafa
Student Number : 04111240000022
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

One of Indonesia's marine tourism potentials is the Savu Sea National Park. The Savu Sea has underwater beauty such as various types of corals, fish, including whales and dolphins. So, facilities are needed to support the optimization of tourism potential in the form of semi-submarine ships. The increase in global fuel consumption resulting the increase of air pollution including in the sea. Therefore, in this final project a tour boat in the form of electric semi-submarine will be designed as a means of enjoying the beauty of the underwater along with development costs, operational costs and ticket prices. By using a power analysis of several comparator ships and battery charging time, this is the basis for determining the amount of payload. After getting the appropriate comparison ship, we get the payload amount and the main size through the parent ship design method. Then with the main measurements carried out calculations of obstacles, power, battery capacity requirements, weight, stability, trim and hulls arising to design Line Plans, General Plans, Safety Plans, and 3D Models. Construction and operational costs become a reference in determining ticket prices. The electric semi-submarine design is expected to be an environmentally friendly tourism tool and help the development of the Savu Sea National Park. An electric semi-submarine design with a payload of 12 people and 3 crews obtained the main size of the ship L: 9.95 m, B: 2.8 m, H: 2.3 m, T: 1.5 m with a construction cost of Rp. 3.728.715.131 and operational costs Rp. 1.385.373.536 and ticket prices of Rp. 350.000 with the operational time of 25 days per month.

Keywords: Electric Semi-Submarine, Savu Sea National Park, Parent Ship Design, Payload .

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Hipotesis	2
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	3
2.1. Potensi Wisata Taman Nasional Perairan Laut Sawu.....	3
2.2. Tinjauan Umum Daerah Operasi	4
2.3. Kapal <i>Semi-submarine</i>	5
2.4. Teori Desain Kapal	6
2.4.1. <i>Concept Design</i>	7
2.4.2. <i>Preliminary Design</i>	7
2.4.3. <i>Contract Design</i>	7
2.4.4. <i>Parametric Design Approach</i>	8
2.4.5. <i>Optimization Design Approach</i>	8
2.5. Metode Desain Kapal	8
2.5.1. <i>Parent Design Approach</i>	8
2.5.2. <i>Trend Curve Approach</i>	9
2.5.3. <i>Iterative Design Approach</i>	9
2.5.4. <i>Parametric Design Approach</i>	9
2.5.5. <i>Optimization Design Approach</i>	9
2.6. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak	9
2.7. Perhitungan Berat	10
2.8. Perhitungan Stabilitas	10
2.9. Perhitungan <i>Freeboard</i>	11
2.10. Total Kebutuhan Energi.....	11
2.11. Baterai	12
2.12. Energi Baterai	13
2.13. <i>Net Present Value</i> (NPV).....	14
2.14. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	14
BAB 3 METODOLOGI	15
3.1. Bagan Alir.....	15
3.2. Proses Pengerjaan	16

3.2.1. Pengumpulan Data	16
3.2.2. Analisis Data Awal	17
3.2.3. Kajian Teknis	17
3.2.4. Pemilihan Motor Listrik.....	18
3.2.5. Pembuatan Rencana Umum Dan 3D Kapal.....	18
3.3. Lokasi Pengerjaan.....	18
BAB 4 ANALISIS TEKNIS.....	19
4.1. Rute Kapal dan <i>Payload</i>	19
4.2. Pemilihan Material Jendela Bawah Air.	21
4.3. Perhitungsn Teknis	22
4.3.1. Perhitungan Koefisien.....	23
4.3.2. Perhituagan Hambatan	23
4.3.3. Perhitunagan <i>Power</i>	24
4.3.4. Pemilihan Motor Listrik.....	24
4.3.5. Penentuan Jumlah dan Kapasitas Baterai	27
4.3.6. Perhitungan Berat.....	25
4.3.7. Perhitungan Lambung Timbul	32
4.3.8. Perhitungan <i>Trim</i>	32
4.3.9. Pembuatan Rencana Garis	33
4.3.10. Pembautan Rencana Umum.....	34
4.3.11. Pembuatan <i>Safety Plan</i>	35
4.3.12. Pembuatan 3D Model	36
BAB 5 ANALISIS EKONOMIS.....	39
5.1. Baiya Pembangunan Kapal.....	39
5.2. Perhitungan Biaya Operasional	42
5.3. Perencanaan <i>Trip</i>	43
5.3.1. Penentuan Harga Tiket.....	44
5.3.2. Perhitungan Net present Value	44
5.3.3. Perhitungan <i>Break Event Point</i> (BEP).....	45
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	47
6.1. Kesimpulan.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A Perhitungan Teknis dan Ekonomis	
LAMPIRAN B Rencana garris, Rencana umum, 3D <i>model</i>	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Taman Nasional Laut Sawu	3
Gambar 2. 2 Pulau Kera	5
Gambar 2. 3 Pantai Timor	5
Gambar 2. 4 Kapal <i>Semi-submarine</i>	5
Gambar 2. 6 Diagram Desain Spiral.....	6
Gambar 2. 7 (a) Aki Basah; (b) Aki MF.....	12
Gambar 2. 8 Baterai <i>Li-ion</i>	13
Gambar 3. 1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	16
Gambar 4. 1 Peta Batimetri Perairan Laut Sawu	19
Gambar 4. 2 Detail Rute	19
Gambar 4. 3 Grafik Peningkatan Wisatawan	20
Gambar 4. 4 <i>Motor Torqeedo Deep Blue 80 RXL</i>	25
Gambar 4. 5 <i>Input Data Compartment</i> yang Ada di Kapal	29
Gambar 4. 6 <i>Input Nilai Loadcase</i>	30
Gambar 4. 7 Input Kriteria Stabilitas yang Digunakan	30
Gambar 4. 8 Rencana Garis.....	33
Gambar 4. 9 Kursi Penumpang (<i>Passenger Seats</i>).....	34
Gambar 4. 10 Rencana Umum	35
Gambar 4. 11 <i>Safety Plan</i>	36
Gambar 4. 12 Penempatan Baterai di Kabin Penumpang	37
Gambar 4. 13 Kursi Penumpang.....	37
Gambar 4. 14 <i>3D Model</i>	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Detail <i>Trip</i>	20
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Kunjungan Wisatawan Kota Kupang	20
Tabel 4. 3 Tabel Analisa <i>Power</i> dan Lama Pengecasan Baterai	21
Tabel 4. 4 tabel Data Kapal Pemandang	22
Tabel 4. 5 Data Motor Listrik.....	25
Tabel 4. 6 Tabel Perhitungan Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Navigasi & Komunikasi....	26
Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan Kebutuhan Listrik untuk Lampu Navigasi, Penerangan dan Sistem VAC.....	26
Tabel 4. 8 Total Kebutuhan Energi Listrik Pada Kapal	27
Tabel 4. 9 Penentuan Jumlah dan Kapasitas Baterai untuk Pendorong Kapal	27
Tabel 4. 10 Berat DWT	28
Tabel 4. 11 Total Berat LWT	28
Tabel 4. 12 Selisih Berat dan <i>Displacement</i>	29
Tabel 4. 13 Kriteria Stabilitas IMO No. A 749 (18).....	30
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Analisis Maxsurf Stability	31
Tabel 4. 15 Lambung Timbul.....	32
Tabel 4. 16 Rekapitulasi <i>Trim</i>	32
Tabel 5. 1 Perhitungan Harga Baja Kapal	39
Tabel 5. 2 Perhitungan Harga <i>Equipment & Outfitng</i>	39
Tabel 5. 3 Perhitungan Harga Komponen Tenaga Penggerak.....	41
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	41
Tabel 5. 5 Koreksi Keadaan Ekonomi Pada Biaya Pembangunan Kapal	42
Tabel 5. 6 Pijaman Bank	43
Tabel 5. 7 Biaya Operasional Kapal.....	43
Tabel 5. 8 Perencanaan <i>Trip</i>	44
Tabel 5. 9 Harga Tiket dan Pendapatan.....	44
Tabel 5. 10 <i>Net present Value</i>	45
Tabel 5. 11 Arti dari Perhitungan NPV Terhadap Keputusan Investasi.....	45

DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
Lpp	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	=	<i>Length of waterline</i> (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
H	=	Tinggi keseluruhan kapal (m)
Vs	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
Vmax	=	Kecepatan maksimal kapal (knot)
Fn	=	<i>Froud number</i>
C _B	=	Koefisien blok
C _p	=	Koefisien prismatic
C _m	=	Koefisien <i>midship</i>
C _{wp}	=	Koefisien <i>water plane</i>
ρ	=	Massa jenis (kg/m ³)
g	=	Percepatan gravitasi (m/s ²)
Δ	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)
∇	=	<i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R _T	=	Hambatan total kapal (N)
WSA	=	Luasan permukaan basah (m ²)
EHP	=	<i>Effectif horse power</i> (hp)
THP	=	<i>Thrust horse power</i> (hp)
DHP	=	<i>Delivered horse power</i> (hp)
BHP	=	<i>Brake horse power</i> (hp)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Wilayah perairan Laut Sawu NTT yang pada awal tahun 2014 telah diresmikan pemerintah menjadi Taman Nasional Laut Sawu merupakan salah satu potensi wisata bahari yang belum begitu berkembang. Walaupun beberapa destinasi di NTT telah dikenal dunia, seperti Pulau Komodo, masih terdapat banyak lokasi dengan keindahan bahari sangat beraneka ragam yang masih belum dikembangkan. Beberapa lokasi tersebut tersebar di daerah perairan Laut Sawu, antara lain Alor, Rote, Kupang serta Lembata. Lokasi-lokasi tersebut mengelilingi Laut Sawu. (Sumber: <https://kumpulancerita.net/pesona-laut-sawu.html>).

Beberapa fasilitas yang mendukung wisata bahari adalah kapal wisata, tempat makan/restoran, serta tempat istirahat (hotel/penginapan). Salah satu inovasi yang dapat mendukung wisata bahari di perairan Laut Sawu adalah kapal wisata semi-submarine yang dapat memberikan pemandangan bawah laut tanpa harus ber-snorkling ataupun diving. Namun Seiring dengan bertambahnya jumlah kapal dari tahun ke tahun maka konsumsi bahan bakar global semakin meningkat yang berdampak pula pada peningkatan polusi udara sebagai salah satu pemicu efek rumah kaca sehingga penulis akan melakukan penelitian tentang desain kapal semi-sub marine dengan energi listrik sebagai sumber energi pendorong kapal yang beroperasi di perairan taman nasional laut sawu.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan *Payload*
2. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal yang sesuai karakteristik perairan Taman Nasional Laut Sawu?
3. Bagaimana mendapatkan daya penggerak kapal?
4. Bagaimana mendapatkan kapasitas baterai yang dibutuhkan?
5. Berapa biaya pembangunan dari kapal, operasional kapal dan harga tiket?
6. Bagaimana mendesain rencana garis, rencana umum dan serta desain 3D kapal *wisata semi-submarine*?

1.3. Tujuan

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *payload*.
2. Menentukan ukuran utama.
3. Mendapatkan daya motor listrik penggerak kapal.
4. Mendapatkan kapasitas baterai yang dibutuhkan
5. Mendapatkan biaya produksi kapal, operasional dan harga tiket penumpang.
6. Mendapatkan rencana garis, rencana umum, dan desain 3D.

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 karakteristik di perairan Taman Nasional Laut Sawu.
2. Kapal elektrik hanya melayani 2 kali round trip.
3. Hasil pengerjaan dari tugas akhir ini adalah desain Rencana Umum, serta desain 3D, tanpa desain konstruksi dari kapal.

1.5. Manfaat

Dari pengerjaan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, dapat menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktik, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna dalam melaksanakan visi pemerintahan yaitu peningkatan perekonomian pada bidang maritim. Serta, dapat menjadi referensi pertimbangan untuk membuat kapal yang sesuai untuk dijadikan kapal pariwisata di Taman Nasional Laut Sawu.

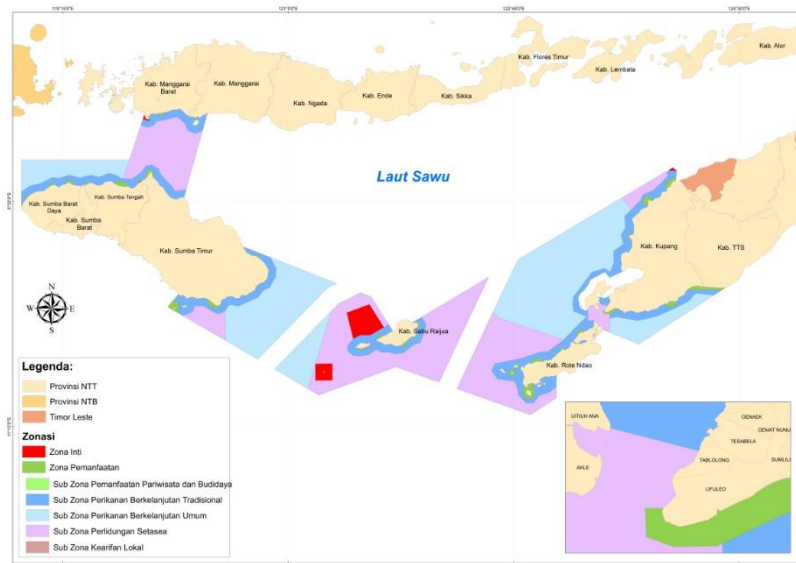
1.6. Hipotesis

Kapal *electric semi-submarine* yang didesain bisa menjadi sarana untuk menjelajahi keindahan bawah air serta dapat mengurangi pencemaran udara di perairan laut sawu.

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1. Potensi Wisata Taman Nasional Perairan Laut Sawu

Potensi wisata di TNP Laut Sawu sangat kompetitif dan variatif, hampir di seluruh pulau di dalam kawasan TNP Laut Sawu menawarkan obyek wisata yang menarik. TNP Laut Sawu adalah kawasan pariwisata yang memiliki potensi besar untuk pengembangan ekowisata, beberapa aktifitas yang dapat dikembangkan antara lain wisata bahari, budaya dan pendidikan/konservasi. Kegiatan wisata bahari yang dapat dilakukan di Kawasan TNP Laut Sawu yang merupakan koridor migrasi mamalia laut sebanyak 31 spesies yang terdiri dari 18 spesies paus, 12 spesies lumbalumba dan 1 spesies dugong, dengan didukung bentang laut dengan transisi kedalaman dari perairan dangkal ke perairan dalam hanya beberapa ratus meter saja dari pantai sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan wisata melihat paus, rekreasi pantai, pariwisata tontonan, perahu wisata, *catch and release (catch and release fishing)*, dayung/kayak, *diving* dan *snorkeling* (Rote Ndao, Sabu Raijua, Kupang, Sumba dan beberapa tempat lainnya), Berselancar (*surfing*), berlayar (*sailing*), dan *kite surfing* (Kabupaten Nembrala dan Boa, Kabupaten Rote Ndao), Wisata pantai (semua Kabupaten yang termasuk kawasan TNP), Wisata mangrove (Sumba Timur dan Rote). Wisata kayak, di beberapa tempat di Rote Ndao terutama di Mulut Seribu dengan pemandangan bukit-bukit karst yang sangat indah.



Gambar 2. 1 Peta Taman Nasional Laut Sawu
(Sumber: google image)

Perairan Laut Sawu memiliki keanekaragaman hayati laut yang sangat melimpah. Lebih dari itu, perairan ini menjadi lintasan berbagai biota laut yang dilindungi. Karena keunikan tersebut, maka kawasan perairan Laut Sawu dan sekitarnya di Provinsi Nusa Tenggara Timur ditetapkan sebagai Taman Nasional Perairan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: Kep.05 Tahun 2014 yang ditandatangani tanggal 27 Januari 2014 sebagai tindak lanjut KepMen 38/Men/2009 (pencadangan).

Secara geografis, Kawasan Konservasi Perairan Nasional Laut Sawu terletak pada posisi geografis 118054'54,44" - 124023'17,089" E dan 8045049,964' - 1109043,919' S memiliki luas kawasan sekitar 3.500.000 Ha. Kawasan ini berada pada ekoregion Sunda Kecil, yang terdapat di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Selain itu, kawasan ini terdiri dari dua wilayah perairan, yaitu : (1) wilayah perairan Selat Sumba dan sekitarnya seluas 567.170 Ha, meliputi Kabupaten Sumba, Sumba Barat, Sumba Tengah, Sumba Barat Daya, Manggarai, dan Manggarai Barat; dan (2) wilayah perairan Timor-Rote-Sabu-Batek seluas 2,95 juta ha, meliputi Kabupaten Sumba Timur, Rote Ndao, Kupang, Timor Tengah Selatan dan kota Kupang.

Pendekatan konservasi dalam menetapkan perairan Laut Sawu sebagai Kawasan Konservasi Perairan Nasional adalah didasarkan pada keunikan biota laut yang terdapat di wilayah laut ini, seperti ditemukannya 500 jenis karang, 336 jenis ikan karang, 14 spesies setasea, dan 3 jenis penyu.

2.2. Tinjauan Umum Daerah Operasi

. Dalam tugas akhir ini, daerah operasional yang dipilih adalah wilayah TNP Laut Sawu di daerah Kota Kupang. Kota Kupang merupakan ibu kota dari provinsi NTT oleh karena itu kota ini merupakan kota terpadat di NTT. Luas wilayah Kota Kupang adalah 180,27 km² dengan jumlah penduduk sekitar 450.360 jiwa (2014). Daerah ini terbagi menjadi 6 kecamatan dan 51 kelurahan.

Kota Kupang memiliki beberapa lokasi wisata bahari yang cukup banyak, seperti Pantai Lasiana, Pulau Kera, Pantai Timor, Pantai Pasir Panjang, Pantai Paradiso dan masih banyak lainnya. Karena Kota Kupang ini merupakan ibu kota provinsi NTT, akses dan fasilitas yang ada tergolong banyak dan mudah dijangkau. Oleh karena itulah kunjungan wisata ke Kota Kupang sendiri sangat besar jika dibandingkan dengan daerah/kabupaten lainnya yang ada di NTT.

Salah satu destinasi wisata yang populer di Kota Kupang adalah Pulau Kera serta Pantai Timor. Pulau Kera sendiri terletak sekitar 6 km di utara Tanjung Timor (pesisir Kota Kupang).



Gambar 2. 3 Pulau Kera
(Sumber: *google image*)



Gambar 2. 2 Pantai Timor
(Sumber: *google image*)

Di daerah Pulau Kera dan sekitarnya ini terkenal sebagai wisata bahari khususnya untuk snorkeling serta diving. Akses menuju Pulau Kera biasanya menggunakan kapal tradisional nelayan sekitar.

Pantai Timor terletak di pesisir Kota Kupang bagian utara yang merupakan salah satu akses menuju Pulau Kera. Di sekitar Pantai Timor terdapat beberapa resort yang bagus dan banyak dikunjungi wisatawan. Tujuan utama wisata di Pantai Timor sendiri adalah *snorkeling* dan juga *diving*, meskipun tidak seindah yang berada di daerah Pulau Kera.

2.3. Kapal Semi-submarine

Kapal semi-submarine adalah kapal semi selam, dimana badan kapal tidak sepenuhnya tenggelam atau tercelup ke dalam air, namun kabin penumpang relatif lebih rendah dibanding dengan sarat kapal. Pada kabin tersebut dilengkapi dengan jendela-jendela kaca yang besar,

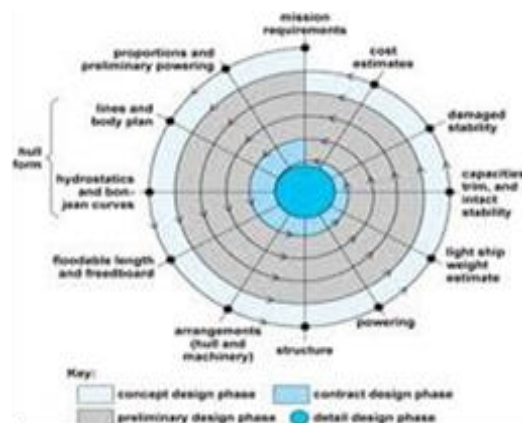


Gambar 2. 4 Kapal *Semi-submarine*
(sumber: google image)

sehingga penumpang dapat melihat pemandangan di bawah permukaan laut. Kapal *semi-submarine* didesain untuk sarana pariwisata dimana penumpang dapat merasakan suasana yang nyaman tanpa harus menyelam dan melihat pemandangan keanekaragaman bawah laut. Pada awal, pembuatannya *semi-submarine* berfungsi sebagai kapal penelitian, namun seiring berjalannya waktu kapal *semi-submarine* juga dimanfaatkan sebagai kapal wisata.

2.4. Teori Desain Kapal

Proses mendesain kapal merupakan proses berulang, dimana seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (*the spiral design*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.6. Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Watson, 1998). Namun, karena pada Tugas Akhir ini proses desain yang akan dilakukan dibatasi hanya



Gambar 2. 5 Diagram Desain Spiral
(Sumber: *Principles of Yachts Design*)

sampai *concept design* saja, sehingga proses desain yang akan dibahas juga hanya *concept design*.

2.4.1. Concept Design

Concept design atau konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner requirement*. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi desainer untuk mendefinisikan sebuah objek untuk memenuhi persyaratan misi dan mematuhi kendala/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.

2.4.2. 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.

2.4.3. Contract Design

Tahap *contract design* merupakan tahap lanjutan setelah *preliminary design*, yakni tahap pengembangan pendesainan 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 mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Adapun komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi:

- *Arrangement drawing*
- *Structural drawing*

- *Structural details*
- *Propulsion arrangement*
- *Machinery selection*
- *Propeller selection*
- *Generator selection*
- *Electrical selection*

Komponen-komponen di atas disebut juga dengan *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal.

2.4.4. Parametric Design Approach

Parametric design approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter, misalnya (L, B, T, C_B, LCB dan lain-lain) sebagai ukuran utama kapal yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatan totalnya, merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

2.4.5. Optimization Design Approach

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost* (biaya ekonomi agar seminimal mungkin). Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal itu sendiri.

2.5. Metode Desain Kapal

Setelah melakukan tahap-tahap desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode perancangan kapal. Secara umum metode dalam perancangan kapal adalah sebagai berikut:

2.5.1. Parent Design Approach

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan 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 *designer* sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus. Keuntungan dalam *parent design*

approach adalah dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja, serta performa kapal terbukti (*stability, motion, resistance*).

2.5.2. Trend Curve Approach.

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang. beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

2.5.3. Iterative Design Approach

Iteratif desain 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 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*).

2.5.4. 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.

2.5.5. Optimization Design Approach

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggerak 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.

2.6. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak

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

Effective Horse Power (EHP)

$$\text{EHP} = \text{RT} \times \text{Vs}$$

RT = Hambatan total kapal (N)

VS = Kecepatan dinas kapal (m/s)

- *Delivery Horse Power (DHP)*

$$\text{DHP} = \text{EHP} / \eta\text{D}$$

$\eta\text{D} = \eta\text{H} \times \eta\text{O} \times \eta\text{RR}$

ηH = Efisiensi badan kapal

ηO = Efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal

ηRR = Efisiensi relatif rotatif

- *Break Horse Power (BHP)*

$$\text{BHP} = \text{DHP} + (\text{X} \% \times \text{DHP})$$

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

2.7. Perhitungan Berat

Perhitungan berat pada kapal pada umumnya terbagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, di antaranya adalah berat konstruksi, berat peralatan dan perlengkapan, berat baterai dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT dibagi terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat air tawar, berat *provision*, berat orang (*crew* dan penumpang), dan berat barang bawaan. Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*.

2.8. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali kepada kedudukan kesetimbangan dalam kondisi air tenang ketika kapal mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain :

- Titik G (*gravity*) yaitu titik berat kapal.
- Titik B (*bouyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- Titik M (*metacentre*) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng.

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

2.9. Perhitungan *Freeboard*

Freeboard merupakan salah satu syarat keselamatan kapal selama melakukan perjalanan dalam mengangkut muatan menjadi jaminan utama kelayakan dari sistem transportasi laut yang ditawarkan pada pengguna jasa, terlebih pada kapal penumpang, keselamatan merupakan prioritas utama. Secara sederhana pengertian *freeboard* adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Karena lambung timbul menyangkut keselamatan kapal, maka terdapat beberapa peraturan mengenai lambung timbul antara lain untuk kapal yang berlayar di perairan dapat menggunakan PGMI (Peraturan Garis Muat Indonesia) tahun 1985 dan peraturan internasional untuk lambung timbul yang dihasilkan dari konferensi internasional tentang peraturan lambung timbul minimum ILLC (*International Load Lines Convention, 1966 on London*), dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa tinggi lambung timbul minimum (*summer load lines*) telah disebutkan dalam table lambung timbul minimum untuk kapak dengan panjang tertentu. Selain itu jika kapal lebih kecil dari 24 meter bisa menggunakan non conventional load lines.

2.10. Total Kebutuhan Energi

Total kebutuhan energi (E_{load}) terdiri dari energi yang dibutuhkan oleh tenaga penggerak (E_{prop}) dan energi yang dibutuhkan oleh peralatan listrik untuk tujuan layanan (E_{serv}). Daya listrik propulsi adalah fungsi daya penggerak dan durasi kapal berlayar, sedangkan energi servis

merupakan hasil dari daya peralatan listrik dan durasi penggunaan masing-masing peralatan. Kebutuhan energi total dinyatakan oleh Persamaan (II.1)

$$E_{load}(t) = \int_0^t P_{prop}(t). dt + E_{serv}(t) \quad t = 0,1,2..24 \quad (II.1)$$

2.11. Baterai

Baterai adalah alat untuk menyimpan tenaga listrik DC. Sedangkan menurut KBBI baterai adalah alat untuk menghimpun dan membangkitkan aliran listrik. (kbbi.web.id). Baterai dianggap penting karena sumber utama dari listrik yang akan digunakan sebagai tenaga penggerak kapal pengganti mesin diesel adalah baterai. Semakin besar daya yang diperlukan dari suatu baterai, maka ukuran baterai berbanding lurus dengan daya yang diperlukan. Ada berbagai macam jenis baterai yang telah beredar di masyarakat (Ilham Ayu Putri Pratiwi, 2015)

Ada beberapa jenis baterai/ aki di pasaran yaitu jenis aki basah (konvensional), hybrid, MF (*Maintenance Free*), baterai *Li-ion* dll. Aki basah (konvensional) berarti masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel.



Gambar 2. 6 (a) Aki Basah; (b) Aki MF

Selain itu juga ada baterai ion litium (biasa disebut Baterai *Li-ion* atau LIB) adalah salah satu jenis baterai isi ulang (*rechargeable battery*). Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai *Li-ion* memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang.

Baterai ion litium umumnya dijumpai pada barang-barang elektronik konsumen. Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki salah satu kepadatan energi terbaik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik

konsumen, LIB juga sering digunakan oleh industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara. Sejumlah penelitian berusaha memperbaiki teknologi LIB tradisional, berfokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya, dan keselamatan intrinsik.

Karakteristik kimiawi, kinerja, biaya, dan keselamatan jenis-jenis LIB cenderung bervariasi. Barang elektronik genggam biasanya memakai LIB berbasis litium kobalt oksida (LCO) yang memiliki kepadatan energi tinggi, namun juga memiliki bahaya keselamatan yang cukup terkenal, terutama ketika rusak. Litium besi fosfat (LFP), litium mangan oksida (LMO), dan litium nikel mangan kobalt oksida (NMC) memiliki kepadatan energi yang lebih rendah, tetapi hidup lebih lama dan keselamatannya lebih kuat. Bahan kimia ini banyak dipakai oleh peralatan listrik, perlengkapan medis, dan lain-lain. NMC adalah pesaing utama di industri otomotif. Litium nikel kobalt alumunium oksida (NCA) dan litium titanat (LTO) adalah desain khusus yang ditujukan pada kegunaan-kegunaan tertentu.



Gambar 2. 7 Baterai *Li-ion*
(Sumber: *AquaWatt li batt Catalogue*)

2.12. Energi Baterai

Energi baterai dihitung dengan Persamaan (II.3). Faktor lain yang mempengaruhi kapasitas baterai suhu, arus pengisian atau pemakaian tidak dipertimbangkan

$$E_{batt} = \frac{V_{batt} \cdot C_{batt} \cdot x_2}{1000 \cdot \eta_d} \dots\dots\dots (II. 3)$$

di mana V_{batt} adalah tegangan baterai nominal dalam volt dan C_{batt} adalah kapasitas baterai dalam Ampere-jam, η_d adalah efisiensi pemakaian baterai yang mewakili kerugian energi selama proses pemakaian energi, dan x_2 adalah jumlah baterai yang akan dioptimalkan.

2.13. *Net Present Value (NPV)*

Berikut formula yang digunakan dalam perhitungan NPV:

$$NPV = F_0 + \frac{F_n}{(1 + k)^n} \dots \dots \dots (II.4)$$

Di mana,

F_0 = *Cash flow at time zero (t0)*

F_n = *Cash flow at time n (tn)*

n = *Number of years from the present*

k = *Discount Rate*

Aturan keputusan untuk NPV sebagai berikut:

- Jika $NPV \geq 0$; *Accept*
- Jika $NPV \leq 0$; *Reject*

(Arnold, 2005)

2.14. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return, r, adalah tingkat diskonto pada saat NPV 0, berikut formula dalam perhitungan IRR:

Aturan keputusan untuk IRR sebagai berikut:

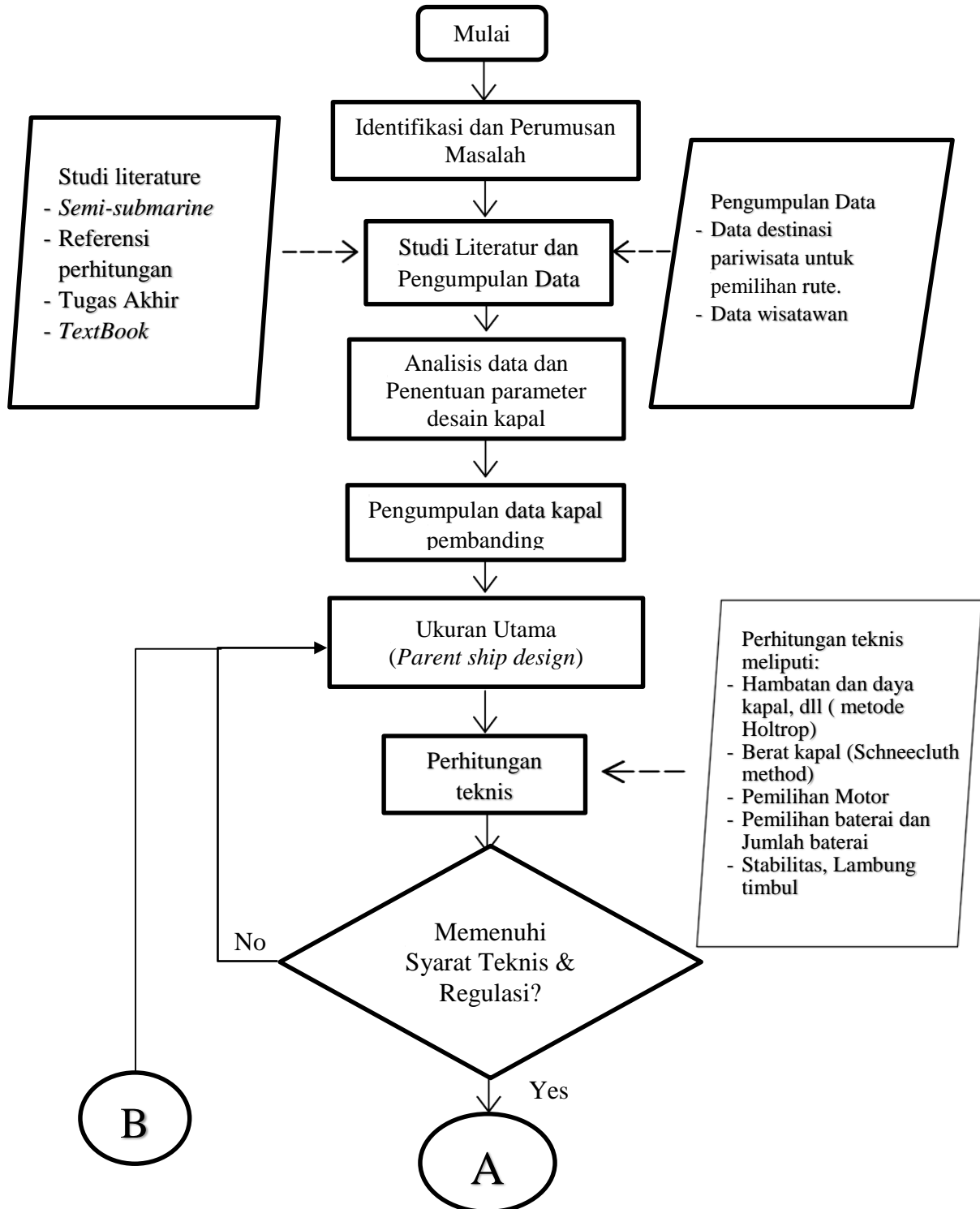
- Jika $k > r$; *Reject*
- Jika $k \leq r$; *Accept*

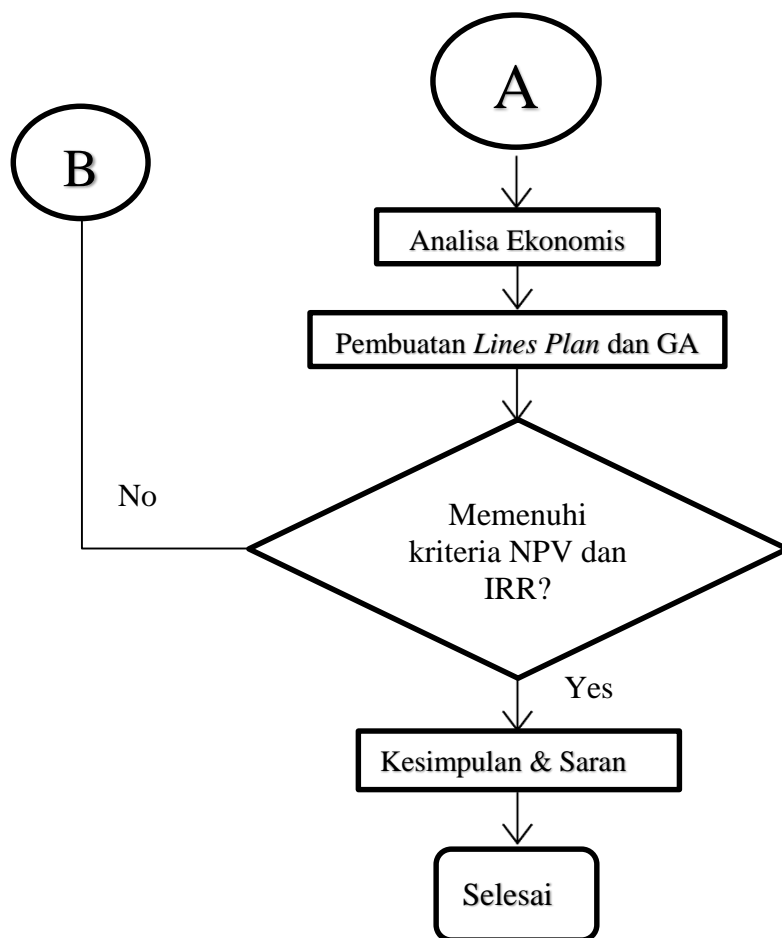
(Arnold, 2005)

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Bagan Alir

Secara umum metodologi dalam pengerjaan tugas akhir ini seperti terlihat pada gambar 3.1





Gambar 3. 1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2. Proses Pengerjaan

Secara umum metodologi dari pengerjaan Tugas Akhir ini terdiri dari tahap-tahap, antara lain:

3.2.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data, data yang dimaksud yaitu data yang relevan dan mencakup segala aspek yang berhubungan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Data-data inilah yang akan menjadi acuan dari proses desain kapal *electric semi-submarine*. Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Data Karakteristik Kota Kupang

Data ini meliputi kondisi perairan yang dilalui oleh kapal wisata ini. Data perairan yang dibutuhkan antara lain, kedalaman perairan, tinggi gelombang rata-rata, kecepatan angin, serta data mengenai dermaga/pelabuhan yang akan digunakan. Data ini diperlukan untuk mengetahui kondisi perairan dan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan hambatan kapal sehingga *power* yang diperlukan dapat diketahui.

2. Data Desain Kapal Pemandang

Data Kapal sangat dibutuhkan dan digunakan acuan dalam menentukan ukuran utama dari kapal yang akan dirancang. Dari data dapat ditentukan ukuran utama awal sebelum nantinya dilakukan penambahan baterai, motor listrik. Selanjutnya dilakukan proses spiral design dengan menghitung ulang LWT dan DWT, Perhitungan stabilitas dan freeboard.

3. Data Motor Listrik

4. Data Baterai

5. Data Peta Batimetri

6. Data Tinggi Gelombang di Perairan Laut Sawu.

3.2.2. Analisis Data Awal

Setelah data yang diperlukan sudah terkumpul, kemudian disesuaikan dengan literatur yang sudah dipelajari untuk dilakukan analisis data. Analisis ini dilakukan untuk menentukan *design requirement* meliputi kapasitas jumlah penumpang, dan rute yang akan digunakan.

3.2.3. Kajian Teknis

Setelah didapatkan ukuran utama awal kapal, selanjutnya dilakukan kajian teknis dari ukuran utama tersebut. Kajian teknis disini adalah perhitungan-perhitungan teknis terkait pendesainan kapal. Dalam perhitungan teknis ini dilakukan dengan menggunakan excel dan *software maxsurf 20 V8i*. Pertama adalah perhitungan koefisien, yaitu meliputi block coefficient (CB), *midship coefficient* (CM), *Prismatic Coefficient* (Cp), dan *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB).

Dari ukuran utama dan nilai koefisien yang diperoleh, dilakukan perhitungan hambatan kapal. Setelah perhitungan hambatan didapatkan maka akan dilakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan *power* ini yang akan menjadi acuan dalam pemilihan mesin elektrik yang akan digunakan.

Jumlah baterai yang akan dipasang juga menyesuaikan dengan kebutuhan daya mesin penggerak kapal. Lalu dilakukan perhitungan DWT dan LWT serta dilakukan koreksi pada perhitungan tersebut dibandingkan dengan displacement. Setelah itu dilakukan koreksi freeboard, trim, dan stabilitas kapal. Koreksi trim dan stabilitas kapal menggunakan software Maxsurf Stabilitas Enterprise. Jika semua perhitungan yang telah dilakukan tersebut memenuhi maka akan didapatkan ukuran utama akhir kapal. Tetapi jika masih ada yang belum memenuhi,

maka dilakukan perhitungan lagi dengan mengubah ukuran utama awal kapal sampai semua perhitungan diatas memenuhi.

3.2.4. Pemilihan Motor Listrik

Setelah kebutuhan daya mesin diketahui maka dilakukan pemilihan motor yang memenuhi kebutuhan daya mesin tersebut agar kapal bisa berjalan sesuai kecepatan dinas yang direncanakan.

3.2.5. Pembuatan Rencana Umum Dan 3D Kapal

Dalam tahap ini, dilakukan pembuatan Desain 3D kapal, dan Rencana Umum dengan menggunakan *software Maxsurf Product* dan *software* menggambar teknik. Gambar Rencana umum secara otomatis berubah karena terjadi penambahan ruang baterai.

3.3. Lokasi Pengerjaan

Pengerjaan Tugas Akhir ini untuk menghasilkan desain kapal *electric semi-submarine* yang sesuai untuk wisata di perairan Taman Nasional Laut Sawu.

BAB 4 ANALISIS TEKNIS

4.1. Rute Kapal dan *Payload*

Rute perjalanan yang dipilih pada tugas akhir ini adalah destinasi wisata Pantai Timor dan Pulau Kera yang berada di daerah Kota Kupang dengan mempertimbangkan kondisi batimetri dari perairan tersebut agar kapal *semi-submarine* mendapatkan akses yang nyaman untuk menikmati keindahan bawah laut. Setelah dilakukan analisa terhadap kondisi batimetri di perairan tersebut didapatkan *clearance* sebesar 1.5 m dari dasar laut.



Gambar 4. 1 Peta Batimetri Perairan Laut Sawu

Rute yang direncanakan sebanyak 2 *roudtrip* per hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Detail Rute
(Sumber: Saputra, 2017)

Detail trip

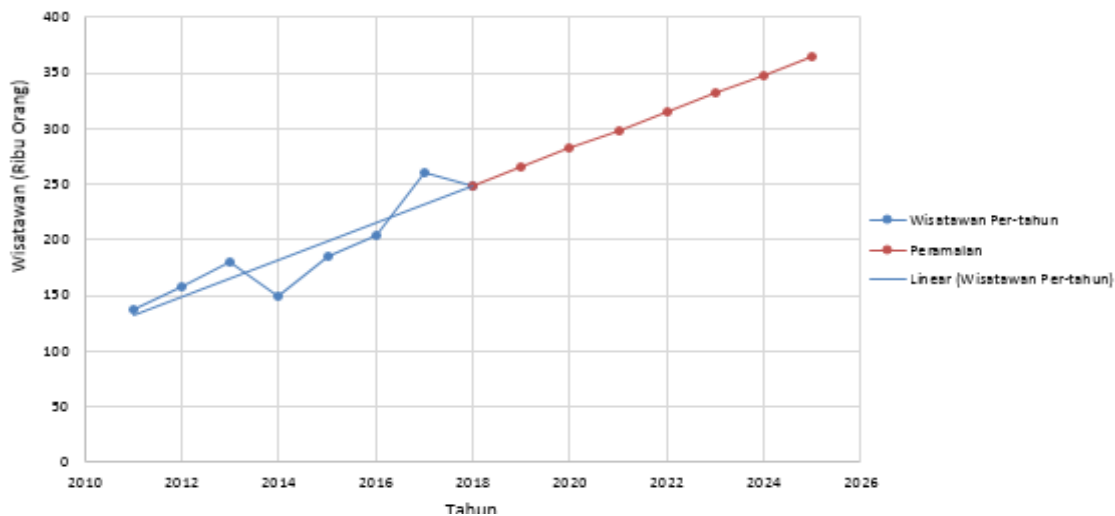
Trip ini dibagi menjadi 4 tahap

1. Berangkat dari dermaga Pantai Timor menuju Pulau Kera.
2. Sampai di daerah Pulau Kera dan menikmati pemandangan bawah laut.
3. Perjalanan kembali menuju Pantai Timor
4. Menikmati pemandangan bawah laut di pinggiran Pantai Timor hingga kembali ke dermaga.

Tabel 4. 1 Detail *Trip*

No.	Kecepatan	Jarak	Waktu
1	6 knot	7 km	38 menit
2	5 knot	5 km	33 menit
3	6 knot	7 km	38 menit
4	5 knot	5 km	33 menit
Total		24 km	2,4 jam

di dalam satu *trip* jarak yang ditempuh adalah sekitar 24 km dan waktu yang dibutuhkan sekitar 2,4 jam.



Gambar 4. 3 Grafik Peningkatan Wisatawan

Tabel 4. 2 Hasil Analisis Kunjungan Wisatawan Kota Kupang

Tahun	Wisatawan Per-tahun	Per-hari
2011	137629	377,07
2012	158092	433,13
2013	179839	492,71
2014	149914	410,72
2015	184975	506,78

Tahun	Wisatawan Per-tahun	Per-hari
2016	203449	557,39
2017	260651	714,11
2018	248495	680,81
2019	265099	726,30
2020	281703	771,79
2021	298307	817,28
2022	314912	862,77
2023	331516	908,26
2024	348120	953,75
2025	364724	999,24

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, jumlah pengunjung destinasi TN. Laut Sawu sesuai dari hasil *forecasting* pada tahun 2025 sebanyak 1000 orang perhari.

Penentuan Jumlah muatan didasarkan pada analisa *power* dan lama pengisian baterai terhadap sejumlah kapal pembanding. Setelah didapatkan kapal pembanding yang sesuai, didapatkanlah jumlah *payload* dan ukuran utama melalui metode *parent ship design*.

Tabel 4. 3 Tabel Analisa *Power* dan Lama Pengecasan Baterai

No.	Nama Kapal	passenger	Velocity	Engine	80%	endurance	kWh	charge time (h)
1	Agena 12 pax	12	6,5 knot	57 hp	34 kW	1,99 h	67,7932	2,90
2	TIGER YELLOW SEMISUBMARINE 16	16						
3	THE ARGOS	16						
4	SEMISUBMARINE MN10-0	22	6/8 knot	2 - Iveco Inboard Diesel 137 HP Each	163 kW	2,16 h	353,04	15,11
5	TIGER YELLOW SEMISUBMARINE 24	24						
6	THE YELLOW SEMISUBMARIN	28						
7	ODYSSEY SEMI SUBMARINE	36	1 knot	50 hp	30 kW	13 h	386,54	16,55
8	HSS 6194	48	8 knot	Iveco 2 x 150 hp	179 kW	1,62 h	289,905	12,41
9	Creta semi-submarine	48	12 knot	Daewo Diesel 2 x 230 hp	274 kW	1,08 h	296,347	12,69
10	Nautilus V Semi-Submersible - 62'	50		2 x 130 hp	155 kW			
11	SS 55 pax	55	7 knot	6,25 Kw	274 kW	1,85 h	508,024	21,75

Jadi, Kapal pembanding yang digunakan adalah Agena 12 pax berdasarkan metode *Parent Ship Design* dengan muatan sebanyak 12 orang dan kapal hanya melakukan 2 kali *trip* dalam sehari.

4.2. Pemilihan Material Jendela Bawah Air.

Kaca merupakan bahan lutsinar, kuat, dan material yang dapat dibentuk pada temperatur di atas 2300 °F atau 1261°C. Komponen utama kaca adalah silika. Kaca memiliki massa jenis

8.1 g/cm³ serta kuat tarik 70 mPa dan kuat benturan 27-62 mPa dengan ketahanan suhu 0-572 °F. Berwujud padat tapi susunan atom-atomnya seperti zat cair, adapun sifat lain dari kaca:

1. Tidak memiliki titik lebur yang pasti.
2. Efektif sebagai isolator.
3. Mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan.

Acrylic merupakan *polymethyl methacrylate* (PMMA) yang merupakan polimer sintesis dan metil metakrilat yang permukaannya tembus pandang. *Acrylic* memiliki massa jenis 1.19 g/cm³ serta *tensile strength* 80 mPa dan kuat benturan 115 mPa dengan ketahanan suhu 220 °F.

PMMA berupa material yang bening, dan indah untuk dekoratif. Sifat lain dari *acrylic* berupa:

1. *Acrylic* lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun *Acrylic* memungkinkan dipoles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus di ganti baru.
2. *Acrylic* dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan.
3. *Acrylic* dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya.
4. *Acrylic* meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca.
5. Produk *acrylic* yang baik terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka material yang digunakan untuk bahan jendela bawah air adalah *acrylic*.

4.3. Perhitungan Teknis

Penentuan ukuran utama *semi-submarine* ini menggunakan metode *Parent Ship Design* yang mana dengan mempertimbangkan kapasitas baterai dan waktu pengisian baterai yang memakan waktu. Maka dipilih contoh kapal yang memungkinkan untuk dilakukan 2 kali *trip* dalam sehari yaitu kapal Agena 12 pax dengan 12 penumpang sebagai kapal pembanding.

Tabel 4. 4 Tabel Data Kapal Pembanding

No.	Nama Kapal	Passenger	Passenger interval	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)
1	Agena 12 pax	12	10 - 20 (kecil)	9,950	2,45	2,3	1,29
2	TIGER YELLOW SEMISUBMARINE 16	16		9	3,4	2,25	1,5
3	THE ARGOS	16		10,7	3,5	2,45	1,74

No.	Nama Kapal	Passenger	Passenger interval	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)
4	SEMISUBMARINE MN10-0	22	20 - 40 (sedang)	16,460	3,86	2,33	1,83
5	TIGER YELLOW SEMISUBMARINE 24	24		12	3,8	2,25	1,5
6	THE YELLOW SEMISUBMARIN	28		16,160	2,95	4,8	1,65
7	ODYSSEY SEMI SUBMARINE	40		17	4	5,5	1,75
8	HSS 6194	48	40 - 50 (Besar)	18,5	3,83	2,8	1,7
9	SS NAUTILUS	50		19,81	5,03	3,08	1,92
10	Agena 55 pax	55		17,1	2,75	2,3	1,28

4.3.1. Perhitungan Koefisien

Setelah ukuran utama awal diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan koefisien-koefisien. Perhitungan koefisien meliputi perhitungan *froude number* (Fn), koefisien blok (CB), koefisien *midship* (CM), koefisien perismatik (CP), koefisien bidang garis air (CWP), dan *displacement* (Δ).

Perhitungan Fn

Berikut ini adalah formula untuk perhitungan Fn

$$Fn = V/\sqrt{(g \times L)} \dots\dots\dots(IV.1)$$

Dimana :

V = Kecepatan Kapal (knot)

g = Percepatan Gravitasi (m/s²)

L = Panjang Kapal (m)

(Manen & Oossanen, *Principles of Naval Architecture*, 1988)

V = 6 (knot)

g = 9,81 (m/s²)

L = 9,95 (m)

Fn = 0,3

4.3.2. Perhituagan Hambatan

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan menggunakan metode *Holtrop*. Setelah perhitungan empiris menggunakan metode *Holtrop* selesai kemudian, dibandingkan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance* untuk perhitungan hambatan sebagai nantinya akan dipilih mesin untuk kapal. Perhitungan hambatan ini penting karena akan mempengaruhi perhitungan dibelakang. Berikut adalah uraian penggunaan perhitungan empiris menggunakan metode *Holtrop*. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

Selanjutnya menghitung hambatan total menggunakan formula seperti yang terdapat pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned} R_T &= 0,5 \times \rho \times S_{tot} \times [C_f(1+k)+C_A] \times V^2 + R_w/W \times W & (IV.7) \\ &= 1.254 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kemudian dibandingkan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance*. Berikut adalah langkah pengerjaannya.

1. Buka *Maxsurf Resistance*.
2. Lalu masukkan model kapal yang sesuai dengan jenis dan ukuran yang diinginkan.
3. Kemudian pilih *Analysis* dan pilih metode yang akan digunakan, untuk kapal ini menggunakan metode *Holtrop*.
4. Terakhir, jalankan program dengan pilih *solve* kemudian hasil dapat kita di lihat di *Result*.

Dengan kecepatan 6 knot, hasil hambatan untuk kapal ini sebesar 3.5 kN. Sehingga, yang digunakan untuk menghitung *Power* adalah 3.5 kN.

4.3.3. Perhitungan Power

Setelah nilai hambatan Total (RT) diperoleh, kemudian melakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan guna mendorong kapal. Detail perhitungan dapat dilihat di bagian lampiran.

- a. *Effective Horse Power* (EHP)

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_t \times V_s & (IV.8) \\ \text{EHP} &= 24,28 \text{ kW} \end{aligned}$$

- b. *Propulsive Coefficient Calculation*

$$\begin{aligned} \eta_H &= \frac{(1 - t)}{(1 - w)} & (IV.9) \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

- c. *Thrust Horse Power* (THP)

$$\begin{aligned} \text{THP} &= \text{EHP} / \eta_H \\ &= 11.782 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.3.4. Pemilihan Motor Listrik

Terdapat dua jenis motor untuk penggerak kapal, yakni inboard dan outboard. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memilih salah satu dari dua jenis motor tersebut ialah :

- a) Pengaruh berat motor terhadap sarat kapal. Dari hasil observasi penulis, motor *inboard* lebih berat dari pada *outboard* untuk daya yang sama.

- b) Dimensi dari motor apakah sesuai dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Motor *outboard* tidak memerlukan komponen pendukung sebanyak motor *inboard*. (Mustofa, 2015).
- c) Instalasi motor *inboard* lebih rumit. Untuk motor *inboard* dibutuhkan pemasangan komponen-komponen pendukung seperti pipa *exhaust*, *gearbox*, dan *shafting*, yang tentunya lebih rumit dari motor *outboard*. (Mustofa, 2015). Perawatan motor



Gambar 4. 4 Motor Torqeedo Deep Blue 80 RXL *inboard* lebih rumit karena memerlukan pengedokan untuk pemeriksaan tahunan. Berbeda dengan motor *outboard* yang lebih mudah dalam pemeriksaan, dan lebih mudah dapat dilepas dan dipasang dari pada motor *inboard*.

Oleh karena itu dipilih motor *outboard* untuk mesin pendorong kapal. Untuk pemasangan motor *outboard* pada bagian *propeller* motor tidak boleh dihalangi oleh badan kapal, agar tidak menghalangi aliran air sehingga motor dapat mendorong kapal. Oleh karena itu ditentukan penggunaan motor *outboard* sebanyak 1 motor.

Tabel 4. 5 Data Motor Listrik

Technical Data	
Max. <i>Power</i> input	55,1 kW
Prpulsive <i>Power</i>	29,7 kW
Comparable gasoline outboard motor	58 kW / 80 HP
Weight of outboard	125 kg (275 lbs)

4.3.5. Perhitungan Kebutuhan Listrik Pada Kapal

Selain untuk menjalankan motor, energi baterai juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan peralatan-peralatan listrik dikapal meliputi lampu-lampu penerangan dan alat-alat

navigasi. Sehingga diperlukan perhitungan secara rinci terhadap kebutuhan energi listrik pada alat-alat elektronik yang ada di kapal. Perhitungan ini nantinya akan dijadikan acuan untuk menentukan jumlah baterai tambahan beserta kapasitas baterai tersebut.

Tabel 4. 6 Tabel Perhitungan Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Navigasi & Komunikasi

No	Item	Jumlah	Daya (KW)	operasi (jam)	Energi (kWh)
1	Radar	1	0,5	2,4	1,2
2	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	1	0,5	2,4	1,2
3	Automatic Identification System (AIS)	1	2,2	2,4	5,28
4	Navigasi Satelit (GPS)	1	1	2,4	2,4
5	Radiotelephone	1	0,08	2,4	0,192
6	Digital Selective Calling (DSC)	1	0,3	2,4	0,72
7	Navigational Telex (Navtex)	1	0,08	2,4	0,192
8	EPIRB	1	0,3	2,4	0,72
9	SART	2	0,35	2,4	1,68
10	Prortable 2-way VHF Radiotelephone	3	0,5	2,4	3,6
Jumlah			5,81		17,184

Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan Kebutuhan Listrik untuk Lampu Navigasi, Penerangan dan Sistem VAC

No	Item	Jumlah	Daya (kW)	Operasi	Energi (kWh)
1	Lampu Utama (Head Mast Light)	1	0,5	2,4	1,2
2	Lampu Samping				
	a. Starboard Side	1	0,05	2,4	0,12
	b. Port Side	1	0,05	2,4	0,12
3	Lampu Morse	1	0,1	2,4	0,24
4	Lampu Jangkar				
	a. Bow Anchor Light	2	0,04	2,4	0,192
	b. Stern Anchor Light	1	0,04	2,4	0,096
5	Lampu Buritan	1	0,075	2,4	0,18
6	Lampu Pelayaran	1	0,04	2,4	0,096
7	Lampu Kabin Penumpang	2	0,01	2,4	0,048
8	Lampu <i>Navigation Room</i>	1	0,01	2,4	0,024
9	Lampu <i>Deck House</i>	2	0,01	2,4	0,048
10	Lampu Toilet	1	0,005	2,4	0,012
11	AC	1	0,735	2,4	1,764
Jumlah					4,14

Tabel 4. 8 Total Kebutuhan Energi Listrik Pada Kapal

No.	Kebutuhan Listrik	Energi (kWh)
1	Peralatan Navigasi	10,704
2	Lampu Navigasi, Penerangan dan VAC	4,14
Total		14,844

Jadi, total kebutuhan listrik pada kapal adalah 14,844 kWh untuk satu kali *Roundtrip* atau 29,688 kWh untuk 2 kali *Roundtrip*.

4.3.6. Penentuan Jumlah dan Kapasitas Baterai

Langkah berikutnya adalah menentukan jumlah dan kapasitas baterai yang akan dipasang. Dalam penentuan jumlah dan kapasitas baterai disesuaikan dengan kebutuhan daya dan dimensi baterai agar memungkinkan untuk dipasang didalam lambung kapal.

Tabel 4. 9 Penentuan Jumlah dan Kapasitas Baterai untuk Pendorong Kapal

Jarak tempuh	=	24	km
	=	24000	m
Kecepatan dinas	=	3,344	m/s
Waktu tempuh dalam 1 kali trip	=	8280	s
Jumlah motor	=	1	unit
<i>Power Input</i>	=	26,232	kW
<i>Propulsive Power</i> yang dibutuhkan	=	11,782	kW
Kapasitas baterai	=	19,2	kWh
Kebutuhan Energi 1 Trip	=	62,956	kWh
Kebutuhan Energi 2 Trip	=	125,912	kWh
Jumlah baterai untuk 1 trip	=	5	unit
Jumlah baterai untuk 2 trip	=	10	unit
Jumlah Baterai untuk kelistikan kapal	=	3	unit

Sehingga kapasitas baterai yang dibutuhkan di kapal adalah sebesar $13 \times 19,2 \text{ kWh} = 249,6 \text{ kWh}$.

4.3.7. Perhitungan Berat

Berat kapal terdiri dari dua, yaitu komponen DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight Tonnage*).

- **Perhitungan DWT**

Komponen berat kapal bagian DWT terdiri dari berat penumpang beserta barang bawaannya, tangki air tawar. Rincian berat *semi-submarine* bagian DWT secara lebih detail akan dijelaskan pada tabel 4.6

Tabel 4. 10 Berat DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	12	persons
	Berat penumpang	80	kg/person
	Berat barang bawaan	3	kg/person
	Berat total penumpang	960	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	36	kg
	Berat total	996	kg
		0,996	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew/kapten kapal	3	persons
	Berat crew kapal	80	kg/persons
	Berat barang bawaan	3	kg/persons
	Berat total crew kapal	240	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	9	kg
	Berat total	249	kg
		0,249	ton
3	consummable	0,216	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	0,996	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0,249	ton
3	Berat Consummable	0,216	ton
	Total	1,461	ton

- **Perhitungan LWT**

Berat kapal bagian LWT terdiri dari berat komponen baja kapal, berat bagian permesinan, berat komponen kelistrikan serta peralatan-peralatan yang digunakan. Secara detail, perhitungan berat kapal bagian LWT dapat dilihat di bagian lampiran. Pada Tabel 4.11, hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat kapal bagian LWT.

Tabel 4. 11 Total Berat LWT

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Baja Kapal	7,481	ton
2	Berat Railing	0,016	ton
3	Equipment & Outfitting	0,226	ton
4	Berat Kaca acrylic	0,040	ton
5	Berat Outboard Motor	0,125	ton
6	Beton Pemberat	5,25	ton

7	Berat Baterai	3,25	ton
Total		16,388	ton

- **Koreksi Berat Kapal Terhadap *Displacement***

Setelah didapatkan berat kapal total, langkah selanjutnya ialah melakukan pengecekan berat kapal terhadap *displacement*. Hal ini untuk mengetahui apakah kapal dapat mengapung atau tidak. Jika nilai berat kapal lebih besar dari pada *displacement*, maka kapal akan tenggelam. Sedangkan jika berat kapal lebih kecil dari pada *displacement*, maka proses desain dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya karena dapat dipastikan bahwa kapal mengapung. Pada Tabel 4.8 ditunjukkan koreksi berat dan *displacement semi-submarine*. Tabel 4.8 Selisih Berat dan *Displacement*

Tabel 4. 12 Selisih Berat dan *Displacement*

BERAT TOTAL	DISPLACEMENT	SELISIH
17848.9 kg	18388.5 kg	2.934 %

4.3.8. Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas untuk *semi-submarine* ini menggunakan bantuan *software maxsurf Stability*. Pehitungan dengan kapal kosong consumable penuh, muatan penuh 12 penumpang dan consummable penuh, muatan 10 penumpang dan *consummable* 75%, muatan 8 penumpang dan *consummable* 50%, dan muatan 8 penumpang dan *consummable* 10%. Proses perhitungan stabilitas *semi-submarine* menggunakan *software Maxsurf Stability* dapat dilihat pada langkah-langkah berikut ini.

- Memasukkan model kapal pada *Maxsurf Stability*.
- Memasukkan data berat dan titik berat kapal

The screenshot shows the 'Input' window of the Maxsurf Stability software. It contains a table with the following data:

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	fresh water	Tank	100	100	1	Fresh Wate	none	0	0,78	0	0,34	2,41	1,76
2	fresh water	Tank	100	100	1	Fresh Wate	none	0	0,78	-0,34	0	2,41	1,76

At the bottom of the window, there are tabs for 'Room Definition', 'Sounding Pipes', 'Key Points', and 'Margin Line P'. The 'Room Definition' tab is currently selected.

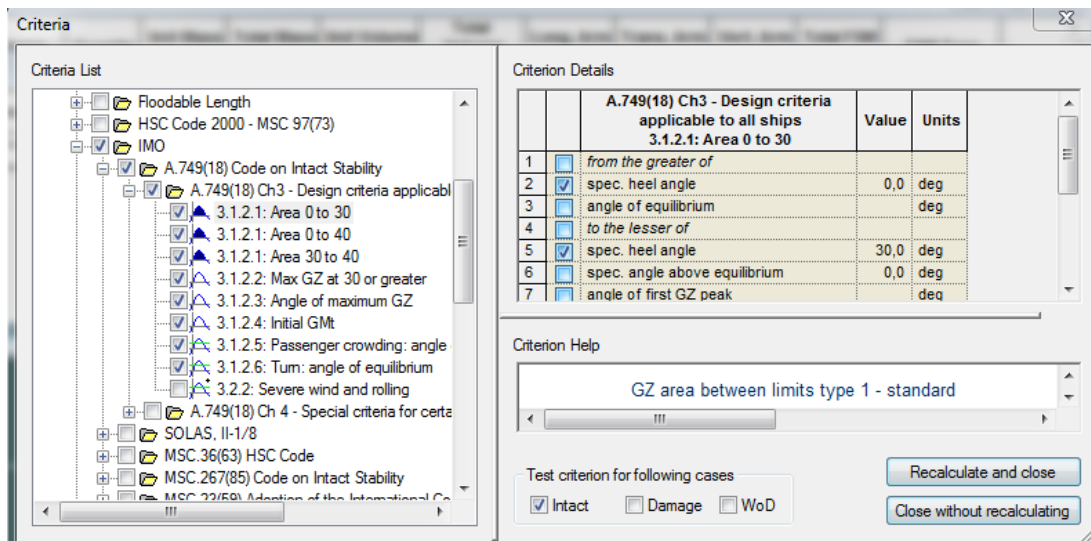
Gambar 4. 5 *Input Data Compartment* yang Ada di Kapal

c. Memasukkan load case pada kapal

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	LWT	1	16,388	16,388			5,439	-0,003	0,911	0,000	User Specific
2	Penumpang	12	0,083	0,996			5,975	0,000	0,800	0,000	User Specific
3	Crew	3	0,083	0,249			6,110	0,000	3,100	0,000	User Specific
4	fresh water	100%	0,143	0,143	0,143	0,143	0,392	0,170	2,031	0,000	Maximum
5	fresh water	100%	0,143	0,143	0,143	0,143	0,392	-0,170	2,031	0,000	Maximum
6	Total Loadcase:			17,918	0,285	0,285	5,398	-0,003	0,953	0,000	
7	FS correction								0,000		
8	VCG fluid								0,953		

Gambar 4. 6 Input Nilai Loadcase

d. Mengatur kriteria stabilitas sesuai dengan kapal yang akan dianalisis



Gambar 4. 7 Input Kriteria Stabilitas yang Digunakan

Kemudian mengatur kriteria yang digunakan untuk menghitung stabilitas antara lain adalah merujuk pada Non Convention Vessel Standard Chapter II yang menyatakan kriteria stabilitas yang digunakan sesuai dengan IMO No. A 749 (18).

Tabel 4. 13 Kriteria Stabilitas IMO No. A 749 (18)

Kriteria	Satuan
$A_{\theta(30)} \geq 3.151$	meter.derajat
$A_{\theta(40)} \geq 5.157$	meter.derajat
$A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat
$GZ_{\theta 30} \geq 0,2$	meter
$\theta_{GZ_{max}} \geq 25$	derajat
$GM \geq 0.15$	meter
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat

- e. Kemudian jalankan proses analisis di *Maxsurf Stability*. Setelah itu data analisis stabilitas *semi-submarine* akan muncul. Berikut ini rekapitulasi dari hasil analisis *Maxsurf Stability*.

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Analisis Maxsurf Stability

Kondisi kapal kosong *consumable* 100%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	3,209	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	5,500	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	2,292	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,455	Accepted
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	83°	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,482	Accepted
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat	-0,400°	Accepted

Kondisi muatan penuh 12 penumpang *consummable* penuh

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	3,266	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	5,500	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	2,235	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,411	Accepted
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	83°	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,545	Accepted
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat	-0,300°	Accepted

muatan 10 penumpang *consummable* 75%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	3,209	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	5,443	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	2,235	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,415	Accepted
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	0°	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,545	Accepted
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat	-0,300°	Accepted

Kondisi muatan 8 penumpang *consummable* 50%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	3,209	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	5,386	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	2,235	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,419	Accepted

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	83°	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,548	Accepted
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat	-0,300°	Accepted

Kondisi muatan 8 penumpang consummable 10%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	3,209	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	5,386	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	2,177	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,424	Accepted
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	83°	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,558	Accepted
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat	-0,300°	Accepted

4.3.9. Perhitungan Lambung Timbul

Semi-submarine merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *International Convention on Load Lines (ICLL)* 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul *semi-submarine* menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*. Setelah dilakukan perhitungan dan koreksi, didapatkan nilai lambung timbul atau *freeboard semi-submarine* yang disajikan pada Tabel 4.15. berikut ini.

Tabel 4. 15 Lambung Timbul

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang diisyaratkan	0,25	m
Lambung Timbul Sebenarnya	0,5	m
Kondisi	Diterima	

4.3.10. Perhitungan Trim

Perhitungan trim menggunakan aturan NCVS, batasan trim-nya tidak melebihi 0,3 m untuk ketentuan kapal yang memiliki bentuk hulan lancip dan buritan datar serta memiliki panjang LBP kurang dari 45 m.

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Trim

No	Loadcase	Nilai trim (m)	Jenis Trim	Status
1	Kapal kosong consummable penuh	0,293	Buritan	Diterima
2	Muatan penuh 12 penumpang consummable penuh	0,184	Buritan	Diterima
3	Muatan 10 penumpang consummable 75%	0,179	Buritan	Diterima

No	Loadcase	Nilai trim (m)	Jenis Trim	Status
4	Muatan 8 penumpang consummable 50%	0,173	Buritan	Diterima
5	Muatan 8 penumpang consummable 10%	0,145	Buritan	Diterima

4.3.11. Pembuatan Rencana Garis

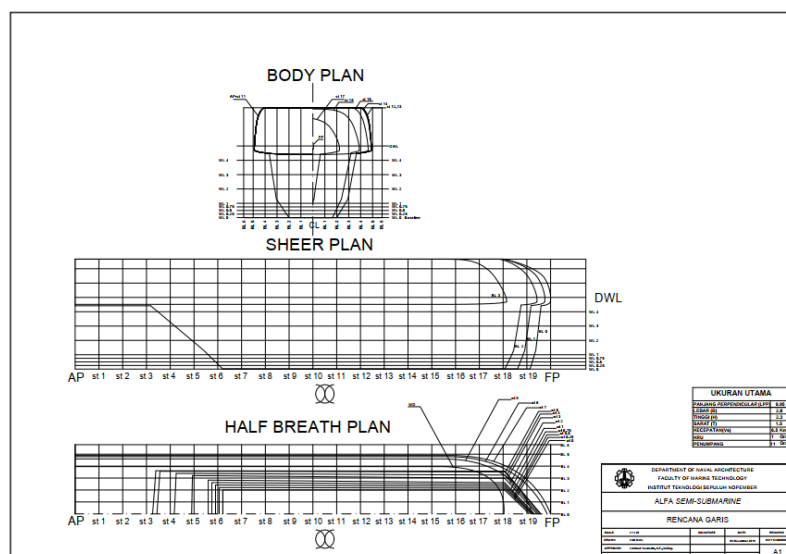
Setelah semua perhitungan selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. *Lines Plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*). *Lines Plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang optimum, terutama desain ruang muat.

Ada banyak cara membuat *Lines Plan*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode literasi *sample design* pada *software Maxsurf*. kapal tersebut karakteristiknya disesuaikan dengan kapal yang direncanakan. Dalam menggambar *half breadth plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut.

Langkah - langkah pengerjaan Rencana Garis kapal adalah sebagai berikut :

1. Membuka *software maxsurf*.
2. Menginput model sesuai dengan jenis kapal yang akan dibuat.
3. Menentukan ukuran utama kapal pada *size surface*.
4. Membagi *stations*, *buttock lines* dan *water lines* pada *design grid*.
5. Meng-*export Lines Plan* yang telah dibuat

Setelah bentuk *Lines Plan* sesuai dengan yang diinginkan, pembuatan sudah mendekati tahap akhir. Model dapat langsung di-*export* ke format *dxf*. Untuk menyimpan Rencana Garis



Gambar 4. 8 Rencana Garis

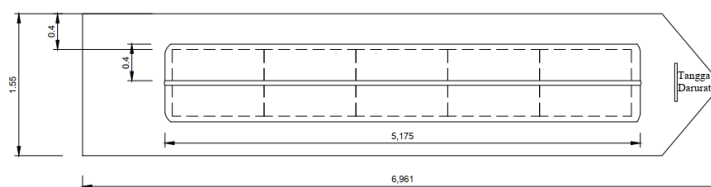
dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file > export > DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klik ok dan *save file* baru tersebut. Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *half breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya dalam satu *file.dwg* yang merupakan *output* dari *software* menggambar teknik. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada Rencana Garis yang telah didapat.

4.3.12. Pembautan Rencana Umum

Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar Rencana Umum atau *General Arrangement* dari *semi-submarine*. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software* menggambar teknik.

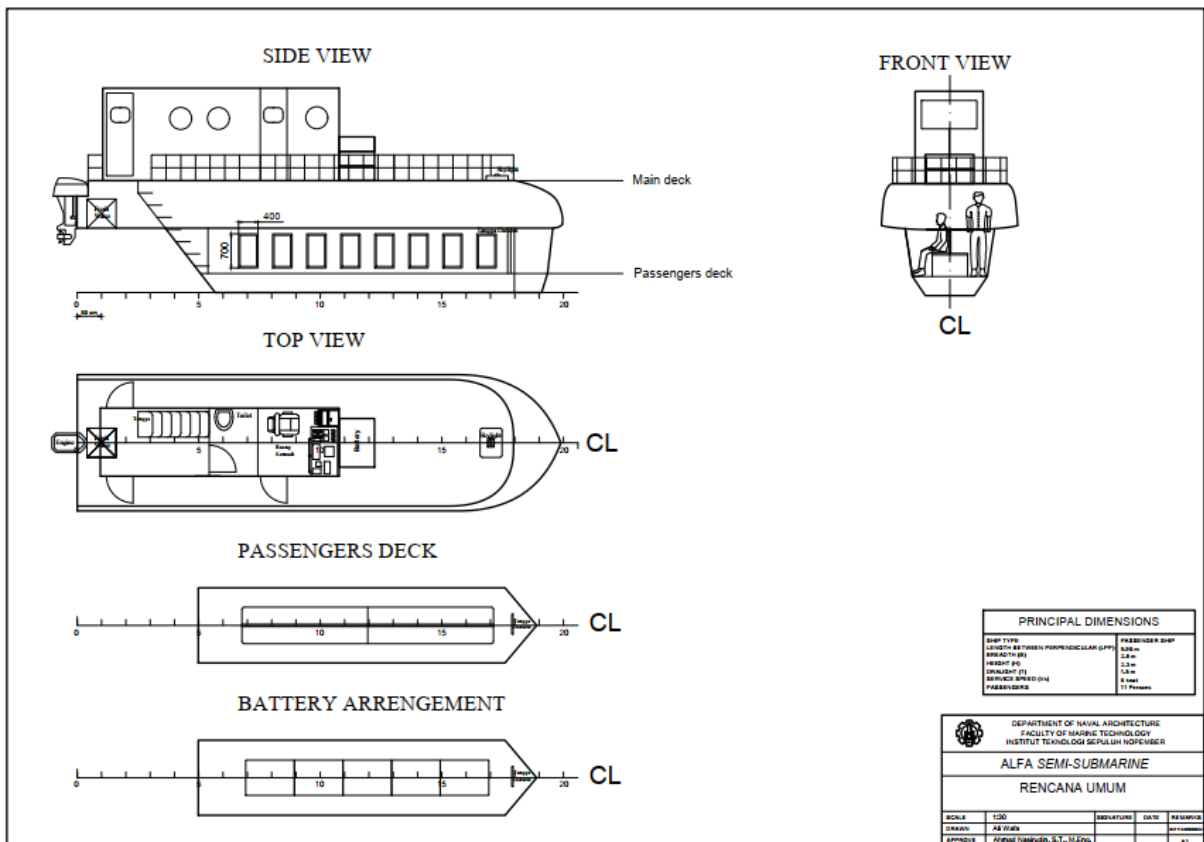
Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement semi-submarine* ini adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang leluasa untuk penumpang. Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal secara keseluruhan. Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal. Hal ini berfungsi agar perhitungan teknis dengan gambar kapal tidak rancu.

PASSENGERS SEATS



Gambar 4. 9 Kursi Penumpang (*Passenger Seats*)

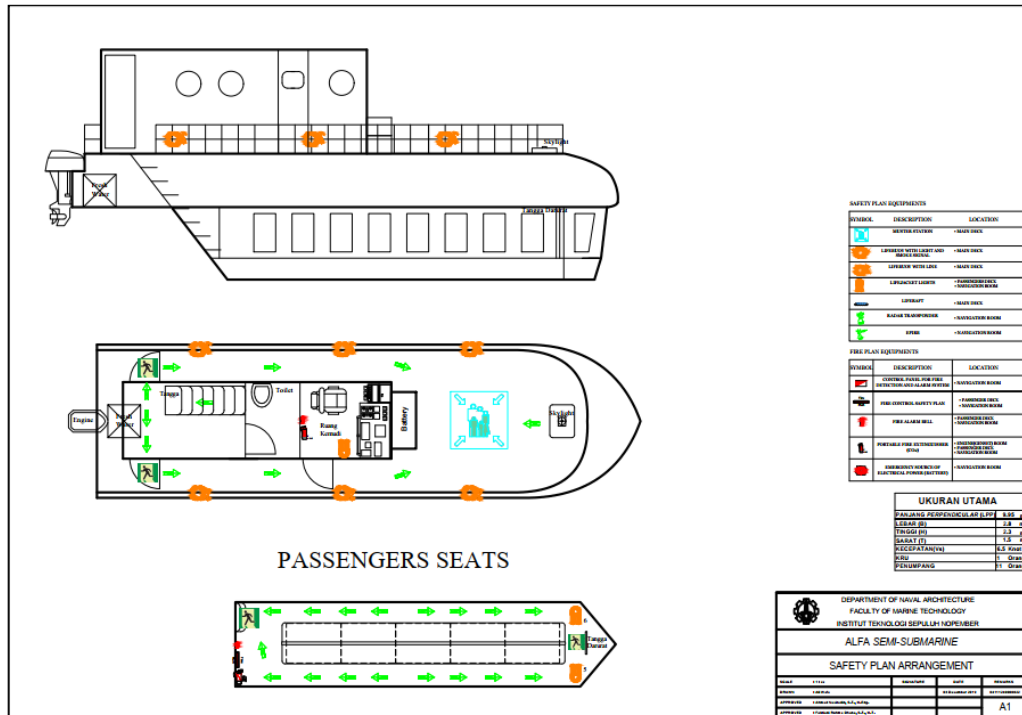
Pada gambar dapat dilihat sketsa *passenger seats* untuk penumpang melihat keindahan bawah laut. Pada kabin penumpang semakin keatas lebar kabin semakin besar, untuk ukuran alas adalah lebar 1200 mm, kemudian pada tempat duduk penumpang antar sisi adalah 1500mm. Untuk ukuran tempang duduk penumpang memiliki ukuran lebar 300 mm dan panjang 500 mm, dan jarak antar tempat duduk sebesar 400 mm. Kemudian dengan jarak antar gading sebesar 600 mm dan letak gading tepat pada sisi jendela untuk penegaran, maka pada kabin penumpang tidak terlalu sempit untuk penumpang. Gambar rencana umum *semi-submarine* dapat dilihat pada Gambar 4.10. baterai kapal dipasang dibawah kursi penumpang untuk menghemat tempat.



Gambar 4. 10 Rencana Umum

4.3.13. Pembuatan Safety Plan

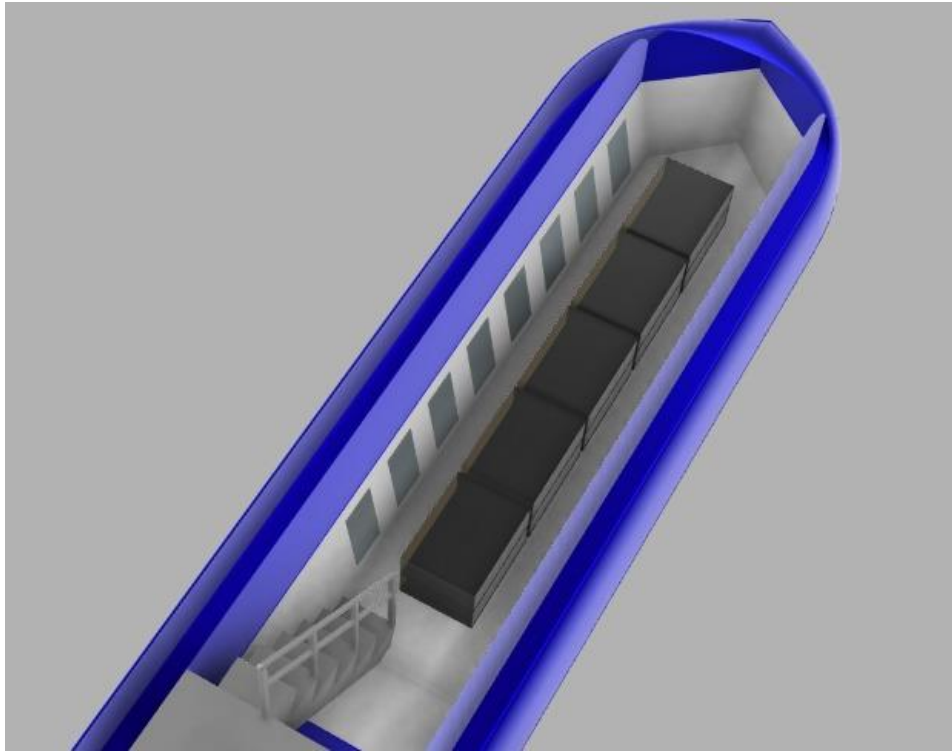
Safety Plan Arrangement didefinisikan sebagai perencanaan keselamatan dengan fungsi dan perlengkapan pada kapal. Keselamatan di kapal merupakan hal yang sangat penting, pada kondisi di tengah laut akan sulit mencari bantuan jika terjadi masalah. Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan *safety plan* ini adalah ketersediaan *life buoy*, *life jacket*, *fire fighting system* dan rute penyelamatan saat terjadi masalah atau bahaya pada kapal. Untuk *safety plan* yang digunakan pada kapal ini merupakan *safety plan* yang diadaptasi dari beberapa kapal yang sejenis dan sudah operasional serta memenuhi regulasi yang berlaku, dalam hal ini *Non Convention Vessel Standard (NCVS)*.



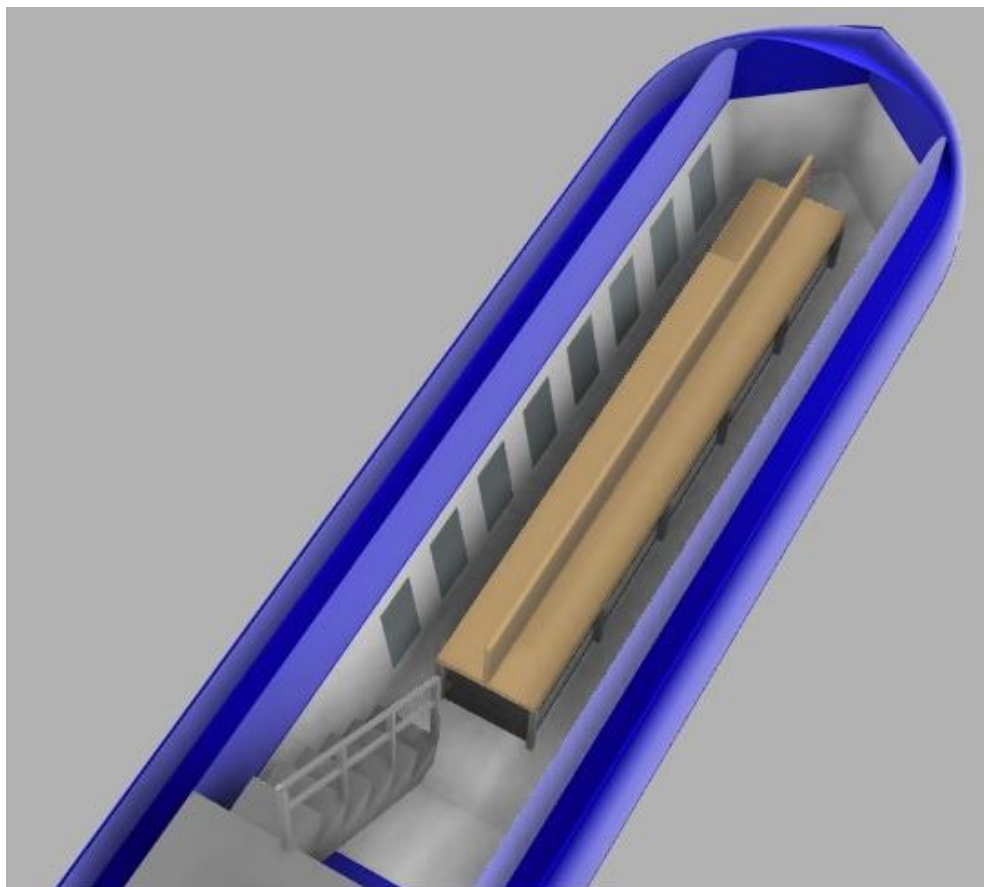
Gambar 4. 11 Safety Plan

4.3.14. Pembuatan 3D Model

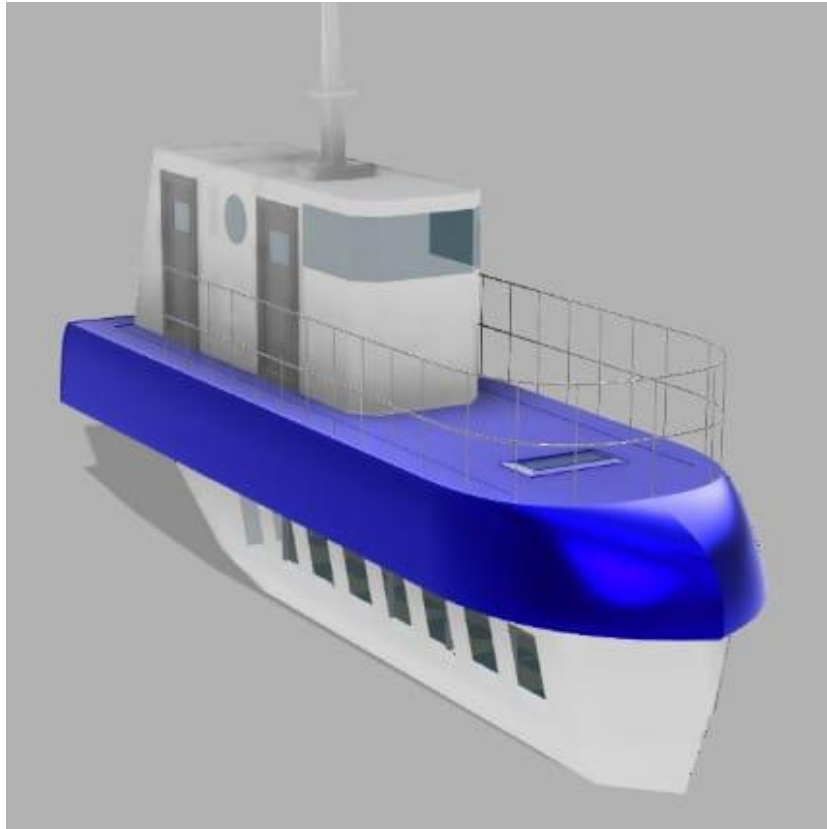
Proses pembuatan gambar tiga dimensi dari *semi-submarine* dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Madeler Advanced, Rhinoceros* dan *Fusion*. Pembuatan bentuk *hull* kapal mengacu pada ukuran utama dan *lines plan* yang telah didapatkan. Untuk pembuatan bagian rumah geladak dilakukan dengan acuan *General Arrangement* yang sudah dibuat. Tampilan 3D dari *semi-submarine* ini dapat dilihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13 dan Gambar 4.14. Gambar 4.12 menunjukkan perencanaan penempatan baterai *electrc semi-submarine* dalam kabin penumpang. Gambar 4.13 menunjukkan kursi penumpang dalam kabin penumpang Gambar 4.14 menunjukkan tampilan 3D *semi-submarine*. Baterai ditempatkan di bawah tempat duduk penumpang untuk menghemat penggunaan ruangan.



Gambar 4. 12 Penempatan Baterai di Kabin Penumpang



Gambar 4. 13 Kursi Penumpang



Gambar 4. 14 3D Model

BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

5.1. Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya baja kapal, biaya peralatan, biaya motor penggerak kapal, serta biaya komponen kelistrikan. Pada tabel V.1-V.5 akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel 5. 1 Perhitungan Harga Baja Kapal

No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal		
	<i>Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per 1 Januari 2015</i>		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Baja Kapal	7,48	ton
	Harga Baja Kapal (hull)	3680,63	USD
	Total Berat Baja Kapal	7,481	ton
	Total Harga Baja Kapal	3681	USD

Tabel 5. 2 Perhitungan Harga *Equipment & Outfitting*

No	Item	Value	Unit
1	Railing		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
	Harga	20,00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	19,00	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	380	USD
2	Kaca acrylic		
	<i>(kaca acrylic t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.alibaba.com/product-detail/FLOAT-Glass-TEMPERED.html</i>		
	Harga	6,1	USD/m ²
	Luas kaca	11,18	m ²
	Harga Kaca acrylic	68	USD
3	Kursi Penumpang		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	12	unit
	Harga per unit	50	USD
	Harga Kursi	600	USD
4	Jangkar		

	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	100	USD
	Harga jangkar	200	USD
5	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2.500	USD
	Kompas	50	USD
	GPS	750	USD
	Lampu Navigasi		
	- Masthead Light	9,4	USD
	- Anchor Light	8,8	USD
	- Starboard Light	10	USD
	- Portside Light	10	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17.000	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4.000	USD
	Telescope Binocular	50	USD
	Harga Peralatan Navigasi	24.388	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	167	USD
	Harga total	167	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	182	USD
	Harga total	182	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12.000	USD
	Harga total	12.000	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	100	USD
	Harga total	100	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	400	USD
	Harga total	800	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set

	Harga per set	19.000	USD
	Harga total	19.000	USD
	Prortable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	80	USD
	Harga total	160	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	32.409	
6	AC		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	175	USD
	Harga AC	175	USD
Total Harga Equipment & Outfitting		58220	USD

Tabel 5. 3 Perhitungan Harga Komponen Tenaga Penggerak

No	Item	Value	Unit
1	Outboard Motor		
	Jumlah outboard motor	1	unit
	Harga per unit	22348	USD/unit
	Shipping Cost	4.991	USD
	Bea masuk	2.235	USD
	ppn 10%	447	USD
	pph 2%	2.235	USD
	Harga Outboard Motor	27339	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	Baterai		
	Jumlah Baterai LifePO4	13	
	Harga/ Unit	12680	USD/ unit
	Harga Baterai	164840	USD
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	500	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	500	USD
Total Harga tenaga penggerak		165340	USD

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal	3681	USD
2	Equipment & Outfitting	58220	USD
3	Tenaga Penggerak	165340	USD
Total Harga (USD)		227241	USD
Kurs Rp - USD (per 14 Desember 2019, BI)		14025	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		3.186.936.009,63	Rp

Dari perhitungan pada Tabel 5.4 di atas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar **227241** USD atau senilai dengan Rp. **3.186.936.009,63** dengan kurs yang didapat dari Bank Indonesia per Desember 2019 adalah 1 USD = Rp. 14,052.00.

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi. Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak, inflasi dan biaya produksi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Koreksi Keadaan Ekonomi Pada Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	159.346.800,48	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	63.738.720,19	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	318.693.600,96	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		541.779.121,64	Rp

Seperti terlihat pada Tabel 5.5 di atas bahwa biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari 3 komponen, yaitu keuntungan galangan kapal, biaya untuk inflasi, dan pajak pemerintah. Dari perhitungan di atas didapatkan besarnya tiap komponen, antara lain sebagai berikut :

Keuntungan galangan = Rp. 159.346.800,48

Inflasi = Rp. 63.738.720,19

Pajak = Rp. 318.693.600,96

Biaya Produksi = Rp. 3.186.936.009,63

Maka, harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut :

Harga jual (*price*) = Harga Pokok Produksi + Inflasi + Keuntungan Galangan + Pajak + Biaya Pengerjaan
= Rp. 3.728.715.131,27

5.2. Perhitungan Biaya Operasional

Perhitungan biaya investasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembagunan kapal ini layak untuk dilakukan sesuai dengan periode yang ditentukan. Setelah diketahui harga jual kapal, maka diasumsikan pemilik kapal melakukan pinjaman pada bank sebesar 65% dari harga

jual kapal dengan bunga 13,5% per bulan. Hal itu sesuai dengan kebijakan Bank Mandiri per Mei 2017. Selain harga jual kapal, dalam penghitungan biaya investasi juga melibatkan biaya operasional kapal.

Tabel 5. 6 Pijaman Bank

	Nilai	Unit
Building Cost	3.728.715.131	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	2.423.664.835	Rp
Bunga Bank	13,5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	327.194.753	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	67.660.643	Per bulan
Nilai Cicilan Pinjaman	811.927.720	Per tahun

Operational cost merupakan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan *operational cost* ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya *operational cost* di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, dan cicilan pinjaman bank pada 5 tahun pertama kapal beroperasi. Untuk lebih jelasnya, nominal *operational cost semi-submarine* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Biaya Operasional Kapal

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 811.927.720	per tahun
Gaji Crew	Rp 126.000.000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 372.871.513	per tahun
Asuransi	Rp 74.574.303	per tahun
Total	Rp 1.385.373.536	per tahun

Pada tabel 5.7 dapat dilihat bahwa total *operational cost* sebesar Rp 1.385.373.536 pertahun. Biaya operational sebesar Rp 1.385.373.536 tersebut berlaku dari tahun pertama sampai tahun kelima kapal dioperasikan karena masa pinjaman bank adalah selama 5 tahun. Sedangkan untuk tahun ke-6 dan seterusnya biaya operasionalnya adalah sebesar Rp573.445.816 pertahun karena hutang bank sudah dilunasi pada tahun ke-5 (lima).

5.3. Perencanaan Trip

Pada tugas akhir ini, kapal *semi-submarine* diperkirakan mampu melakukan trip maksimal 2 kali dalam sehari. Hal itu didasarkan pada perhitungan yang menunjukkan bahwa dalam sekali trip kapal ini membutuhkan waktu sekitar 2,4 jam dan juga lama pengisian baterai

yang membutuhkan waktu 4,92 jam untuk satu kali *roundtrip* atau 9,85 jam pengisian baterai untuk dua kali *roundtrip*. Durasi perjalanan tersebut didapatkan dari perhitungan antara akumulasi jarak seluruh *spot* dan kecepatan dinas *semi-submarine*. Jumlah trip juga dipengaruhi oleh berapa hari dalam seminggu kapal ini akan dioperasikan Untuk lebih jelasnya, jumlah trip *semi-submarine* dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Pencanaan Trip

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Oktober	2	25	50
November	2	25	50
Desember	2	25	50
Januari	2	25	50
Februari	2	25	50
Maret	2	25	50
April	2	25	50
Mei	2	25	50
Juni	2	25	50
Juli	2	25	50
Agustus	2	25	50
September	2	25	50
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			600

Jadi, Jumlah *trip* dalam setahun adalah sebanyak 600 kali *trip*.

5.3.1. Penentuan Harga Tiket

Penentuan harga tiket kapal mengacu pada biaya pembangunan dan biaya operasional *semi-submarine*. Selain itu, nilai jual dari kawasan wisata serta jarak antar spot wisata juga menjadi pertimbangan untuk menentukan harga tiket *semi-submarine*. Harga tiket juga disesuaikan dengan tarif kapal *semi-submarine* yang sudah ada di tempat lain di Indonesia misalnya di Bunaken. Perencanaan harga tiket semi-submarine dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Harga Tiket dan Pendapatan

Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
12	Rp 350.000	Rp 4.200.000
Total Pendapatan 1 kali Trip		Rp 4.200.000

5.3.2. Perhitungan Net present Value

NPV merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. NPV *semi-submarine* dapat dilihat pada Tabel.5.10 berikut ini:

Tabel 5. 10 *Net present Value*

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-3.728.715.131,27		-3.728.715.131	-3.728.715.131
1	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	-2.594.088.667
2	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	-1.459.462.202
3	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	-324.835.738
4	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	809.790.726
5	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	1.944.417.191
6	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	3.890.971.375
7	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	5.837.525.559
8	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	7.784.079.744
9	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	9.730.633.928
10	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	11.677.188.112

Keterangan:
 Pada tahun ke-6 tidak ada pembayaran cicilan pinjaman, sehingga cash outflownya sebesar Rp 573.445.816,00

Bunga Bank = 13,5%

NPV = Rp 6.702.730.595

IRR = 25%

Tabel 5. 11 Arti dari Perhitungan NPV Terhadap Keputusan Investasi

Bila	Berarti	Maka
NPV > 0	Investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi perusahaan	Proyek bisa dijalankan
NPV < 0	Investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan	Proyek ditolak
NPV = 0	Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perusahaan untung ataupun merugi	Kalau proyek dilaksanakan atau tidak dilaksanakan tidak berpengaruh pada perusahaan. Keputusan harus ditetapkan dengan menggunakan criteria lain misalnya dampak investasi terhadap positioning perusahaan

Karena nilai NPV > 0, maka investasi proyek ini layak dilakukan.

5.3.3. Perhitungan *Break Event Point* (BEP)

Dalam ilmu ekonomi, terutama akuntansi biaya, titik impas (break event point) adalah sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak

terdapat kerugian atau keuntungan. Untuk menghitung BEP dapat dilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu :

$$BEP = TFC / (P - V)$$

dimana, BEP adalah break event point

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

Dalam Tugas Akhir ini perhitungan BEP dilakukan dengan formula (a) hal ini dikarenakan yang dicari adalah berapa waktu (tahun) yang diperlukan agar terjadi pengeluaran dan pemasukan seimbang.

$$\begin{aligned} TFC &= \text{Biaya pembangunan Kapal} \\ &= \text{Rp } 3.728.715.131 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{Pemasukan per tahun} \\ &= \text{Rp } 2.520.000.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{biaya variabel per tahun} \\ &= \text{Rp } 1.384.405.375 \text{ (Tahun ke-0 sampai ke-5)} \end{aligned}$$

$$BEP = 3,29$$

Jadi, BEP terjadi ketika 3.29 tahun kapal untuk kembali modal.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari analisis teknis dan ekonomis desain *semi-submarine* untuk kawasan Taman Nasional Laut Sawu khususnya di daerah sekitar Kota Kupang, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Payload* ditentukan dengan menggunakan analisis *power* terhadap sejumlah kapal pembanding dan lama pengecasan baterai dari setiap kapal pembanding
2. Dari hasil perhitungan teknis didapatkan ukuran utama *semi-submarine*, yaitu :

<i>Length</i> (L)	=	9.95	m
<i>Breadth</i> (B)	=	2.8	m
<i>Height</i> (H)	=	2.3	m
<i>Draft</i> (T)	=	1.5	m
Kecepatan Dinas	=	6	knot
Kru	=	3	orang
Penumpang	=	12	orang
3. Dari hasil perhitungan daya dibutuhkan daya dorong motor sebesar 11,783 kW atau 16,02 HP
4. kapasitas baterai yang dibutuhkan sebesar 249,6 kWh
5. Dari analisis ekonomis *semi-submarine*, didapatkan hasil akhir biaya pembangunan kapal (*building cost*) sebesar Rp. 3.728.715.131; serta biaya operasional (*operational cost*) tahun pertama samapi ke-5 sebesar Rp. 1.385.373.536 dan tahun ke-6 dan seterusnya sebesar Rp. 573.445.816 dengan 25 hari waktu operasional per bulan serta harga tiket satu kali perjalanan Rp. 350,000.
6. Rencana garis, rencana umum, *safety plan*, serta 3D model yang sesuai dengan karakteristik perairan Kota Kupang dapat dilihat di lampiran.

6.2. Saran

Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan formula estimasi/pendekatan, maka untuk menyempurnakan tugas akhir ini terdapat beberapa saran, antara lain sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan uji coba menggunakan metode desain yang berbeda agar lebih mengetahui kelebihan dan kekurangan dari desain *semi-submarine*.
2. Perlu dilakukan perhitungan dan pemeriksaan konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal yang detail serta akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- BoatIndonesia. (Oktober 2019). BoatIndonesia:
http://www.sertifikasintr.org/view_content/1-73-buku_ncvs.ntr
- Creta. (Oktober 2019). Hämtat från Creta Semi Submarine: <http://www.semi-submarine.gr/>
Department of Naval Architecture and Shipbuilding Engineering ITS. (2009). *Ship Resistance and Propulsion*. Jakarta: ITS.
- Emma Peristina Nurcholis Putri. (2016). *DESAIN KAPAL MONOHULL SEMI SUBMARINE SEBAGAI SARANA WISATA DI KARIMUNJAWA*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS.
- Googleearth. (2019). *Googleearth.com*. Googleearth.com. 2019
- Gustian P., A. (2013). *Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat di Perairan Teluk Jakarta*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Handoko H. (1997). *Dasar-dasar manajemen produksi dan operasi edisi 1*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- Ikehata, M., and Chandra, S. (1989). Theoretical Calculation of Propulsive Performances of Stator-Propeller in Uniform Flow by Vortex Lattice Method. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 166, 17-25.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Japan Radio Co. (JRC). (2009). Catalogue. *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*. Tokyo.
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Manen, J. D., & Oossanen, P. V. (1988). Principles of Naval Architecture. i E. V. Lewis, *Principles of Naval Architecture Second Revision* (s. 153). Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Maritime Sales. (November 2019). Maritime Sales:
<http://www.maritimesales.com/MN10.htm>. Retrieved November 2019

LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Teknis

Lampiran B Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan*, *3D Model*

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

L_{PP}	=	9,950 m	C_B	=	0,429
L_{WL}	=	9,950 m	C_M	=	0,482
B	=	2,800 m	C_P	=	0,890
H	=	2,300 m	C_{WP}	=	0,945
T	=	1,500 m	F_n	=	0,3
			C_{stern}	=	0
			V_S	=	3,3436 m/s

Perhitungan

1. Viscous Resistance

● C_{FO}

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{L_{WL} \cdot V_S}{1.18831 \cdot 10^{-6}} \\
 &= 27996752 \\
 &= \text{Koefisien Tahanan Gesek} \\
 &\quad 0.075 \\
 C_{FO} &= \frac{0.075}{(\text{Log } R_n - 2)^2} \\
 &= 0,002528
 \end{aligned}$$

● $1+k_1$

$$\begin{aligned}
 C &= 1 + (0.11 \cdot C_{stern}) \\
 &= 1 \\
 L_R/L &= \frac{(1 - C_P) + (0.06 \cdot C_P \cdot LCB)}{(4 \cdot C_P) - 1}
 \end{aligned}$$

$$= 0,01901$$

$$L_{WL}^3/V = \frac{L_{WL}^3}{L_{PP} \cdot B \cdot T \cdot C_B}$$

$$= 54,909$$

$$1+k_1 = 0.93 + 0.4871 \cdot C \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L_{WL}^3}{V}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_P)^{-0.6042}$$

$$= 1,80000$$

2. Appendages Resistance

● Wetted Surface Area

$$A_{BT} = 0 \quad ; \text{ tanpa bulbous bow}$$

$$S =$$

$$L_{WL} \cdot (2 \cdot T + B) \cdot \sqrt{C_M} \cdot \left(0.453 + 0.4425 \cdot C_B - 0.2862 \cdot C_M - 0.003467 \cdot \frac{B}{T} + 0.3696 \cdot C_{WP} \right) + 2.38 \cdot \frac{A_{BT}}{C_B}$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

$$= 33,983$$

$$S_{rudder} = 2 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot 1.75 \cdot L_{PP} \cdot \frac{T}{100})$$

BKI Vol. II hal 14-1

$$= 0,000$$

$$S_{bilgekeel} = 4 \cdot (0.6 \cdot C_B \cdot L_{PP}) \cdot \left(\frac{0.18}{C_B - 0.2} \right)$$

$$= 8,0477245$$

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilgekeel}$$

$$= 8,048$$

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

$$= 42,030$$

$$1 + k_2 = \frac{1.5 \cdot S_{rudder} + 1.4 \cdot S_{bilgekeel}}{S_{rudder} + S_{bilgekeel}}$$

$$= 0,000$$

$$1 + k = (1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1)) \cdot \frac{S_{app}}{S_{total}}$$

$$= 1,455$$

3. Wave Making Resistance

● C_1

$$B/L_{WL} = 0,28$$

$$C_4 = 0.5 - 0.0625 \times B / L \quad ; 0.11 \leq B/L_{WL} \leq 0.25 \quad (\text{PNA vol II hal 92})$$

$$C_4 = 0,278$$

$$T_a = 1,500 \quad \text{m}$$

$$T_f = 1,500 \quad \text{m}$$

$$i_E = 125.67 \cdot \frac{B}{L_{wl}} - 162.25 \cdot C_p^2 + 234.32 \cdot C_p^3 + 0.1551 \cdot \left[LCB_{AP} + (6.8 \cdot \frac{T_a - T_f}{T})^3 \right]$$

$$\begin{aligned}
&= \\
&= 71,341 \\
d &= -0,9 \quad ; \text{Principle of Naval Architecture hal.92} \\
C_1 &= 2223105 \cdot C_4^{3.7861} \cdot \left(\frac{T}{B}\right)^{1.0796} \cdot (90 - iE)^{-1.3757} \\
&= 158,662 \\
\odot m_1 & \\
C_5 &= 8.0798 \cdot C_p - 13.8673 \cdot C_p^2 + 6.9844 \cdot C_p^3 \\
&\text{untuk } C_p \leq 0.8 \\
&= 1,131 \\
m_1 &= 0.01404 \cdot \frac{L_{WL}}{T} - 1.7525 \cdot \frac{\sqrt[3]{V}}{L_{WL}} - 4.7932 \cdot \left(\frac{B}{L_{WL}}\right) - C_5 \\
&= -2,847307 \\
\lambda &= 1.446 \cdot C_p - 0.03 \cdot \frac{L}{B} \quad ; \text{untuk } L/B \leq 12 \\
&= 1,1802437 \\
\odot m_2 & \\
C_6 &= -1,69385 \quad ; \text{untuk } L_{WL}^3/V \leq 512 \\
m_2 &= C_6 \cdot 0.4 \cdot e^{-0.034 \cdot Fn^{-3.29}} \\
&= -0,203875 \\
\odot C_2 & \\
A_{BT} &= 0 \quad ; \text{tanpa bulbous bow} \\
r_B &= 0.56 \cdot \sqrt{A_{BT}} \\
&= 0 \\
h_B &= 0 \\
i &= T_f - h_B - 0.4464 \cdot r_B \\
&= 1,5 \\
C_2 &= 1 \\
A_T &= 0 \\
\odot C_3 &= 1 - \frac{0.8 \cdot A_T}{B \cdot T \cdot C_M} \\
&= 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{\bullet} R_w/W &= C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m_1 \cdot Fn^d + m_2 \cdot \cos(\lambda \cdot Fn^{-2}))} \\ &= 0,0951101 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{\bullet} C_A &= 0,006 \cdot (L_{WL} + 100)^{-0,16} - 0,00205 \\ &= 0,0007785 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{\bullet} W &= D \cdot g \\ &= 180,4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{\bullet} R_{\text{total}} &= 0,5 \cdot 1025 \cdot V_S^2 \cdot S_{\text{total}} \cdot [(C_{FO} \cdot (1 + k) + C_A) + \left(\frac{R_w}{W} \cdot W\right)] \\ &= 1090,5286 \text{ N} \\ &= 1,0905286 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{\bullet} R_{\text{total}} + \text{Margin } 15\% R_{\text{total}} &= 1,2541079 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{\bullet} \text{Besarnya hambatan menggunakan maxsurf} &= 3,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

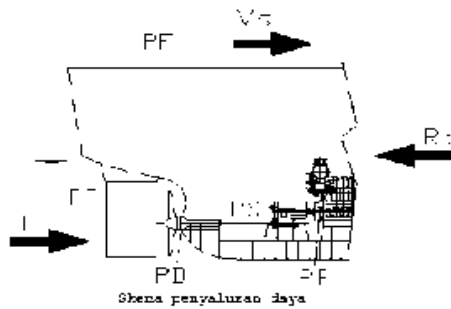
Sehingga hambatan yang di gunakan adalah 3,5 kN

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	9,950	m	
T	=	1,500	m	
C_B	=	0,429		
V_{max}	=	4,630	m/s	
V_s	=	3,344	m/s	
R_T	=	3,500	kN	
D	=	0,938	m	(asumsi) ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
n_{rpm}	=	110	rpm	
n_{rps}	=	1,833	rps	
P/D	=	1		(asumsi) ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4	blade	(asumsi) ; Jumlah Blade
A_E/A_0	=	0,4		(asumsi) ; Expanded Area Ratio

Distribusi Tenaga :



Perhitungan Awal

$$1+k = 1,4553458$$

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)}$$

$$= 0,0025277$$

$$C_A = 0,0008$$

$$C_V = (1+k) \cdot C_F + C_A$$

$$= 0,0044572$$

$$w = 0.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D/\sqrt{(BT)}$$

$$= 0,0467852$$

$$t = 0,0532891 ; \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163}$$

$$V_a = \text{Speed of Advance}$$

$$\begin{aligned}
 &= V \cdot (1 - w) && (\text{ref: PNA vol.II, hal.146}) \\
 &= 4,413
 \end{aligned}$$

Effective Horse Power (EHP)

$$\begin{aligned}
 \text{EHP} &= R_T \cdot V_S \\
 &= 11,703 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$\begin{aligned}
 \eta_H &= \text{Hull Efficiency} \\
 &= \frac{(1 - t)}{(1 - w)} \\
 &= 0,9931769
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta_O &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} \\
 &= 0,6 && (\text{asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta_r &= \text{Rotative Efficiency} && ; \text{Ship Resistance and Propulsion Modul 7 hal. 2} \\
 &= 0,985
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} \\
 &= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r \\
 &= 0,5869676
 \end{aligned}$$

Thrust Horse Power Calculation (THP)

$$\begin{aligned}
 \text{THP} &= \text{Thrust Horse Power} \\
 &= \frac{\text{EHP}}{\eta_H} \\
 &= 11,782996 \quad \text{kW} \\
 &= 16,020162
 \end{aligned}$$

Penentuan Mesin Induk

$$\begin{aligned} \text{THP} &= 10,874 \text{ kW} \\ &= 14,78 \text{ HP} \end{aligned}$$

Terdapat dua jenis mesin yakni inboard dan outboard. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memilih salah satu dari dua jenis motor tersebut ialah :

1. Pengaruh berat motor terhadap sarat kapal, dari hasil riset sebelumnya motor inboard lebih berat.
2. Dimensi dari motor apakah sesuai dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Motor outboard tidak perlu ruangan khusus.
3. Instalasi motor listrik inboard lebih rumit daripada motor outboard
4. Rencana jangka panjang dalam hal perawatan. Perawatan motor inboard lebih rumit dan memerlukan pengedokan.

Untuk mesin jenis inboard dengan kapasitas 3.5 kW saja, membutuhkan ruangan minimal 1x1 m². Sedangkan untuk mesin dengan daya sekitar 38 KW setidaknya membutuhkan kapasitas ruangan 10 kali lebih besar. Di samping itu, masih harus disediakan ruang kosong lebih untuk instalasi komponen lain motor inboard yang belum jadi satu dengan motor utama. Di sisi lain, pada umumnya kapal-kapal kecil yang sudah ada menggunakan motor outboard. Sehingga, berdasarkan beberapa alasan tersebut, mesin yang dipilih untuk tahap awal ini ialah jenis outboard.

Motor Tempel yang dipilih ialah Motor listrik Aquawatt Green Thruster dengan mempertimbangkan daya yang dihasilkan. Berikut adalah spesifikasi dari motor tempel tersebut.

Merk	<i>Torqueedo</i>
Max input Power	55,1 kW
Propulsive Power	29,7 kW
Berat	125 Kg
Battery	lithium battery 345 V 40 Ah

Input Power yang digunakan merupakan hasil interpolasi sebesar 24, 209 kW menghasilkan daya dorong sebesar 13,04914776 kW

Jumlah Motor

$$\begin{aligned} \checkmark n \text{ motor} &= \frac{\text{THP yang diperlukan}}{\text{Daya dorong motor}} \\ &= \frac{10.874}{13.049} \end{aligned}$$

PENENTUAN BATERAI

Jumlah Baterai Untuk 1 Jam Operasi

$$\begin{aligned} n \text{ battery/jam} &= \frac{\text{Jumlah motor} \times \text{Power Input motor}}{\text{Energi Battery (katalog)} \times 0,85} \\ &= \frac{1 \times 24,209 \text{ kW}}{19.2 \text{ kwh}} \\ &= 1,483396138 \text{ buah /jam} \end{aligned}$$

Jumlah Baterai Untuk 2,4 jam Operasi (1 Roundtrip)

n Battery	=	4	buah
n Battery+ 20 %	=	5	buah
Berat perbaterai	=	250	kg
Berat Total baterai	=	2500	kg
	=	2,5	ton



Spesifikasi baterai sebagai berikut:

NOMINAL VOLTAGE	48V
TYPICAL CAPACITY	400Ah
BOLT HOLE/TERMINAL SIZE	Anderson
MAX CHARGE VOLTAGE	58.4V
CUT-OFF DISCHARGE VOLTAGE	<40V
MAX CHARGE CURRENT	400A
CONTINUOUS DISCHARGE CURRENT	400A
MAX DISCHARGING CURRENT	800A (2 sec)
INNER RESISTANCE	<30 milliohm
WORKING TEMPERATURE	-4F~+113F (-20C~+45C)

Equipment & Outfitting

1. Kursi

Penumpang

Jumlah kursi = 12 unit

Tinggi = 0,45 m

Berat kursi = 3 kg

Berat Total = 36 kg

2. Kursi kapten

Jumlah kursi = 1 unit

Tinggi = 1,17 m

Berat kursi = 10 kg

Berat Total = 10 kg

3. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada perhitungan Z number.

$$Z = \Delta^{(2/3)} + 2hB + 0,1A$$

ref : Buku Ship Outfitting

Dimana :

Z	=	Z Number	
		Moulded	
Δ	=	Displacement	= 18,3885 ton
h	=	Freeboard	= 3,0454 m
B	=	Lebar	= 2,8 m
A	=	Luasan di atas sarat	
		Luasan deck	= 0 m ²
		Luasan atap	= 15,408 m ²
		Luasan total	= 15,408 m ²
Z	=	25,5618	

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar dengan Z number 27.7 yakni :

Jumlah = 2 unit

Berat min = 40 kg

Sementara itu dari website http://www.alibaba.com/product-detail/Boat-Yacht-Ship-Buoy-SS316-Stainless_360942375.html didapatkan jangkar dengan spesifikasi sebagai berikut:



Stainless steel 4 Fluke Anchor

Quick Details

Material: Stainless Steel

Weight (kg): < 1000kg

Cert.: CCS, ABS, LR, GL, NK, RS, DNV, KR, BV, RINA

Design: Bruce Anchor

Weight: 5KG-200KGS

Main Used: Yacht, Sailing ship, Fishing boat

Certification: LR

Finish: Surface Polish

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah :

Berat = 40 kg

jumlah = 2 unit

Berat total = 80 kg

4. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga beratnya diasumsikan sebesar = 100 kg

Perhitungan Berat Baja Kapal

No	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,07
2	Cargo ship (1 deck)	0,07
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,0664
7	Reefers	0,0609
8	Rescue vessel	0,0232
9	Support vessels	0,0974
10	Tanker	0,0752
11	Train ferries	0,65
12	Tugs	0,0892
13	VLCC	0,0645

→ Hal 154 Schneeluth

Koefisien titik berat	
Type kapal	CKG
Passanger ship	0.67 – 0.72
Large cargo ship	0.58 – 0.64
Small cargo ship	0.60 – 0.80
Bulk carrier	0.55 – 0.58
Tankers	0.52 – 0.54

Input Data :

$L_o =$	9,950	m
$H_o =$	2,300	m
$B_o =$	2,800	m
$T_o =$	5,500	m
$F_n =$	0,338	

Perhitungan :

Volume Superstructure (V_A)

- Volume Forecastle**

$$\begin{aligned} \text{Panjang Forecastle } (\ell_{FC}) &= 10\% \cdot L_{PP} \\ &= 0,995 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar Forecastle } (b_{FC}) &= \text{selebar kapal} \\ &= 2,800 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Forecastle } (t_{FC}) &= 2,5 \text{ m} \end{aligned}$$

; asumsi

Volume Forecastle

$$\begin{aligned} (V_{FC}) &= 0.5 \cdot \ell_{FC} \cdot b_{FC} \cdot t_{FC} \\ &= 0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume Poop**

$$\begin{aligned} \text{Panjang Poop } (\ell_{PO}) &= 20\% \cdot L_{PP} \\ &= 1,990 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar Poop } (b_{PO}) &= \text{selebar kapal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 2,800 \quad \text{m} \\
\text{Tinggi Poop (t}_{PO}) &= 2,4 \quad \text{m} \quad ; \text{ asumsi} \\
\text{Volume Poop (V}_{PO}) &= \ell_{PO} \cdot b_{PO} \cdot t_{PO} \\
&= 0 \quad \text{m}^3
\end{aligned}$$

- **Volume Superstructure (V_A)**

$$\begin{aligned}
V_A &= V_{FC} + V_{PO} \\
&= 0 \text{ m}^3 \quad :(\text{kapal tidak memiliki superstructure})
\end{aligned}$$

Volume Deckhouse

Panjang Deckhouse

$$= 7,600 \quad \text{m}$$

Lebar Deckhouse

$$= B - 2\text{m gangway} \quad ; 2\text{m}$$

$$= 0,800 \quad \text{m}$$

Tinggi Deckhouse

$$= 2,4 \quad \text{m} \quad ; \text{ asumsi}$$

Volume Deckhouse

$$= \ell_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2}$$

$$= 14,59 \quad \text{m}^3$$

- **Volume Deck House**

$$V_{DH} = 14,59 \text{ m}^3$$

Berat Baja

- DA = tinggi kapal setelah dikoreksi dengan supersructure dan deckhouse
 $= H + (V_A + V_{DH}) / (L_{pp} \cdot B)$
 $= 2,824 \text{ m}$
- CSO = 0,058 t/m³
- Δ_{kapal} = 5654,806 ton
- U = $\log \left(\frac{\Delta}{100} \right)$
 $= 1,752$
- CS = $C_{so} + 0.06 \cdot e^{-(0,5U + 0,1U^{2,45})}$
 $= 0,095$

Total Berat Baja

$$\begin{aligned}
W_{ST} &= L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S \\
&= 7,480949 \quad \text{ton}
\end{aligned}$$

Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT)

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	12	persons
	Berat penumpang	80	kg/person
	Berat barang bawaan	3	kg/person
	Berat total penumpang	960	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	36	kg
	Berat total	996	kg
		0,996	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew/kapten kapal	3	persons
	Berat crew kapal	80	kg/persons
	Berat barang bawaan	3	kg/persons
	Berat total crew kapal	240	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	9	kg
	Berat total	249	kg
		0,249	ton
3	consummable	0,216	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	0,996	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0,249	ton
3	Berat Consummable	0,216	ton
	Total	1,461	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
	Berat Baja total	7,481	ton
Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Alas dan Sisi Kapal		
	<i>Dari software didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Total luasan lambung kapal	63,407	m ²
	Tebal pelat lambung	8	mm

		0,008	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0,507	m ³
	<i>r</i> baja	7,85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	3981,960	kg
		3,982	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Total luasan geladak kapal	17,415	m ²
	Tebal pelat geladak	5	mm
		0,005	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0,087	m ³
	<i>r</i> baja	7,85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	683,539	kg
		0,684	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat baja lambung kapal (diambil 20%)</i>		
	Berat baja lambung + geladak kapal	4,665	ton
	20% dari berat baja kapal	0,933	ton
	Berat Konstruksi Total	0,933	ton
	Berat Baja total	5,599	ton

4	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum</i>		
	<i>material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 2 mm</i>		
	Panjang Railing	19,000	m
	Diameter pipa	0,050	m
	Tebal pipa	2,000	mm
		0,002	m
	Luas permukaan railing	2,985	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0,006	m ³
	<i>r</i> aluminium	2,7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	16,116	kg

		0,016	ton
5	Equipment & Outfitting		
	Berat Kursi Penumpang	3,000	kg
	Jumlah kursi	12	
	Berat total kursi	36,000	kg
	Berat kursi kapten	10,000	kg
	Jumlah kursi	1,000	
	Berat total kursi	10,000	kg
	Jangkar	80,000	kg
	Peralatan Navigasi	100,000	kg
	Berat Total	226,000	kg
	0,226	ton	
6	Berat Kaca acrylic		
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software menggambar teknik</i>		
	Luas kaca	11179350	mm ²
		11,179	m ²
	Tebal acrylic	3,000	mm
		0,003	m
	Volume kaca = luas x tebal	0,034	m ³
	<i>r</i> acrylic	1190	kg/m ³
	Berat Total	39,910	kg
		0,040	ton
7	Genset		
	Berat	250,000	kg
	jumlah	1,000	unit
	Berat Total	250,000	kg
		0,250	ton
8	Berat Outboard Motor		
	<i>Diambil dari katalog Torqeedo</i>		
	Jumlah electric outboard motor	1	unit
	Berat electric outboard motor	125,000	kg/unit
	Berat Total	125,000	kg
0,125		ton	
9	Berat Baterai		
	<i>Diambil dari katalog Aquawatt</i>		
	Jumlah Baterai	13	
	Baerat Baterai	250	kg/buah
Berat Total	3250	kg	
	3,25	ton	

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Baja Kapal	7,481	ton
2	Berat Railing	0,016	ton
3	Equipment & Outfitting	0,226	ton
4	Berat Kaca acrylic	0,040	ton
5	Berat Outboard Motor	0,125	ton
6	Beton Pemberat	5,25	ton
7	Berat Baterai	3,25	ton
Total		16,388	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	1,461	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	16,388	ton
Total		17,849	ton

Perhitungan Titik Berat

LWT					
HULL			Baterai		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
7480,949	0,889	1,351	3250	1,182	0,60

Kaca			Equipment		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
39,910	2,000	0,950	226,000	0,000	2,500
6,975			4,975		

RAILING			motor		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
16,116	-1,000	3,146	125,000	-4,975	2,000

Beton Cor		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
5250	0,000	0,180

TOTAL LWT		
Berat	LCG	VCG
16387,976	0,552	0,830

DWT						
Penumpang				Crew		
n	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
11,000	913,00	1,000	0,800	83,000	1,135	3,100

Consummable		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
216,000	-6,000	2,000

TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG
1212,000	0,238	1,171

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH	
[kg]	LCG [m]	VCG [m]	[kg]	LCB [m]	VCB [m]	[kg]	%
17599,976	0,498	0,853	18388,500		1,351	788,524	4,288

**CHECK
DISPLACEMENT**

ok

Trim Calculation

Rekapitulasi Trim

No	Loadcase	Nilai trim (m)	Jenis Trim	Status
1	Kapal kosong consummable penuh	0,293	Buritan	Diterima
2	Muatan penuh 12 penumpang consummable penuh	0,184	Buritan	Diterima
3	Muatan 10 penumpang consummable 75%	0,179	Buritan	Diterima
4	Muatan 8 penumpang consummable 50%	0,173	Buritan	Diterima
5	Muatan 8 penumpang consummable 10%	0,145	Buritan	Diterima

Stabilitas

Kondisi Kondisi kapal kosong consumable 100%

1 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ m.rad (3.151 m.deg)

A30 min = 3,151 meter.derajat
A30 = 3,209 meter.derajat
Kondisi = Accepted

2 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ m.rad (5.157 m.deg)

A30 min = 5,157 meter.derajat
A30 = 5,500 meter.derajat
Kondisi = Accepted

3 Daerah di bawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

A30-40 min = 1,719 meter.derajat
A30-40 = 2,292 meter.derajat
Kondisi = Accepted

4 GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

Gz 30o min = 0,200 meter
Gz 30o = 0,455 meter
Kondisi = Accepted

5 Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 25 derajat

GZmax min = 25° derajat
GZmax = 83° derajat
Kondisi = Accepted

6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

GM min = 0,150 meter
GM = 0,482 meter
Kondisi = Accepted

7 kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

crowding arm max = 10,000 derajat
crowding arm = -0,400 derajat
Kondisi = Accepted

Kondisi muatan penuh 12 penumpang consummable penuh

1 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ m.rad (3.151 m.deg)

A30 min = 3,151 meter.derajat
A30 = 3,266 meter.derajat
Kondisi = Accepted

2 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$
(5.157 m.deg)

$$A_{30 \text{ min}} = 5,157 \text{ meter.derajat}$$

$$A_{30} = 5,500 \text{ meter.derajat}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

3 Daerah di bawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

$$A_{30-40 \text{ min}} = 1,719 \text{ meter.derajat}$$

$$A_{30-40} = 2,235 \text{ meter.derajat}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

4 GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

$$Gz_{30 \text{ min}} = 0,200 \text{ meter}$$

$$Gz_{30} = 0,411 \text{ meter}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

5 Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 25 derajat

$$GZ_{\text{max min}} = 25^\circ \text{ derajat}$$

$$GZ_{\text{max}} = 83 \text{ derajat}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

$$GM_{\text{min}} = 0,150 \text{ meter}$$

$$GM = 0,545 \text{ meter}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

7 kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

$$\text{crowding arm max} = 10,000 \text{ derajat}$$

$$\text{crowding arm} = -0,300 \text{ derajat}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

Kondisi muatan 10 penumpang consummable 75%

1 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$
(3.151 m.deg)

$$A_{30 \text{ min}} = 3,151 \text{ meter.derajat}$$

$$A_{30} = 3,209 \text{ meter.derajat}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

2 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$
(5.157 m.deg)

$$A_{30 \text{ min}} = 5,157 \text{ meter.derajat}$$

$$A_{30} = 5,443 \text{ meter.derajat}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

3 Daerah di bawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

$$A_{30-40 \text{ min}} = 1,719 \text{ meter.derajat}$$

- A30-40 = 2,235 meter.derajat
 Kondisi = Accepted
- 4 GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;
- Gz 30o min = 0,200 meter
 Gz 30o = 0,415 meter
 Kondisi = Accepted
- 5 Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 25 derajat
- GZmax min = 25° derajat
 GZmax = 83 derajat
 Kondisi = Accepted
- 6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.
- GM min = 0,150 meter
 GM = 0,545 meter
 Kondisi = Accepted
- 7 kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10 °
- crowding arm max = 10,000 derajat
 crowding arm = -0,300 derajat
 Kondisi = Accepted

Kondisi muatan 8 penumpang consummable 50%

- 1 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$
 (3.151 m.deg)

A30 min = 3,151 meter.derajat
 A30 = 3,209 meter.derajat
 Kondisi = Accepted

- 2 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$
 (5.157 m.deg)

A30 min = 5,157 meter.derajat
 A30 = 5,386 meter.derajat
 Kondisi = Accepted

- 3 Daerah di bawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

A30-40 min = 1,719 meter.derajat
 A30-40 = 2,235 meter.derajat
 Kondisi = Accepted

- 4 GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

Gz 30o min = 0,200 meter
 Gz 30o = 0,419 meter
 Kondisi = Accepted

- 5 Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 25 derajat

- GZmax min = 25° derajat
 GZmax = 83° derajat
 Kondisi = Accepted
- 6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

- GM min = 0,150 meter
 GM = 0,548 meter
 Kondisi = Accepted
- 7 kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10 °

- crowding arm max = 10,000 derajat
 crowding arm = -0,300°derajat
 Kondisi = Accepted

Kondisi muatan 8 penumpang consummable 10%

- 1 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$ (3.151 m.deg)

- A30 min = 3,151 meter.derajat
 A30 = 3,209 meter.derajat
 Kondisi = Accepted

- 2 Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$ (5.157 m.deg)

- A30 min = 5,157 meter.derajat
 A30 = 5,386 meter.derajat
 Kondisi = Accepted

- 3 Daerah di bawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

- A30-40 min = 1,719 meter.derajat
 A30-40 = 2,177 meter.derajat
 Kondisi = Accepted

- 4 GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

- Gz 30o min = 0,200 meter
 Gz 30o = 0,424 meter
 Kondisi = Accepted

- 5 Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 25 derajat

- GZmax min = 25° derajat
 GZmax = 83° derajat
 Kondisi = Accepted

- 6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

- GM min = 0,150 meter
 GM = 0,558 meter
 Kondisi = Accepted

7 kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

crowding arm max = 10,000 derajat

crowding arm = $-0,300^\circ$ derajat

Kondisi = Accepted

Stabilitas

Pengukuran/perhitungan stabilitas menggunakan Software Hydromax, mengacu pada regulasi Non Convention Vessel Standard yang menyatakan kriteria stabilitas yang digunakan sesuai dengan IMO A 749 (18).

Kriteria	Satuan
$A\theta_{(30)} \geq 0.055$	m.rad
$A\theta_{(40)} \geq 0.09$	m.rad
$A\theta_{(30-40)} \geq 0.03$	m.rad
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter
$\theta GZ_{\max} \geq 25$	derajat
$GM \geq 0.15$	meter
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10$	derajat

Kondisi kapal kosong *consumable* 100%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 0.055$	m.rad	0,056	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 0.09$	m.rad	0,096	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 0.03$	m.rad	0,040	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,455	Accepted
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	83,200	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,482	Accepted
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	-0,400	Accepted

Kondisi muatan penuh 12 penumpang *consummable* penuh

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 0.055$	m.rad	0,057	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 0.09$	m.rad	0,096	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 0.03$	m.rad	0,039	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,411	Accepted
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	82,700	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,545	Accepted
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	-0,300	Accepted

Kondisi muatan 10 penumpang *consummable* 75%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 0.055$	m.rad	0,056	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 0.09$	m.rad	0,095	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 0.03$	m.rad	0,039	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,415	Accepted
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	82,700	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,548	Accepted
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	-0,300	Accepted

Kondisi muatan 8 penumpang *consummable* 50%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 0.055$	m.rad	0,056	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 0.09$	m.rad	0,094	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 0.03$	m.rad	0,038	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,419	Accepted
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	82,700	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,548	Accepted
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	-0,300	Accepted

Kondisi muatan 8 penumpang *consummable* 10%

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 0.055$	m.rad	0,056	Accepted
$A\theta_{(40)} \geq 0.09$	m.rad	0,094	Accepted
$A\theta_{(30-40)} \geq 0.03$	m.rad	0,038	Accepted
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	0,424	Accepted
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	83,200	Accepted
$GM \geq 0.15$	meter	0,558	Accepted
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	-0,300	Accepted

Perhitungan Lambung Timbul

Perhitung lambung timbul kapal dengan panjang kurang dari 24 m tidak dapat menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*.

Input Data

$$\begin{aligned} H &= 2,3 \text{ m} & \text{displacement} &= 17,94 \text{ m}^3 \\ d &= 0,85 \cdot H & B &= 2,8 \text{ m} \\ &= 1,955 \text{ m} & C_B &= \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d} \\ L &= L_{wl} & & \\ &= 9,95 \text{ m} & &= 0,329 \\ L &= 9,95 \text{ m} & & \end{aligned}$$

1. Tipe Kapal

(*NCVS*) *Indonesian Flagged* - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan

bahwa :

Kapal Tipe A adalah :

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

banjir.

Kapal Tipe B adalah selain kapal

Tipe A.

Sehingga *kapal* monohull semi-submarine termasuk kapal

Tipe B

2. Lambung Timbul Standar (Fb_1)

$$\begin{aligned} Fb_1 &= 0,8 L \text{ cm} & \text{Untuk kapal dengan } L < 50 \text{ m} \\ Fb_1 &= 7,96 \text{ cm} \\ &= 0,0796 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$fb = 0,8 L$ cm, untuk L sampai dengan 50 m

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

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Koreksi

1. Koefisien

Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

$$C_B = 0,3294 \quad \text{Tidak ada koreksi}$$

2. Depth (D)

$$L/15 = 0,66333$$

$$D = 1,5 \quad \text{m}$$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi

jika, $D > L/15$; lambung timbul standar ditambah dengan $20 (D - L/15)$ cm

$$D > L/15 \quad \text{maka,}$$

$$\text{Koreksi} = 20 (2 - 0,864)$$

$$= 16,7333 \quad \text{cm} = 0,16733 \quad \text{m}$$

$$F_{b2} = 0,2469 \quad \text{m}$$

3. Koreksi Bangunan Atas

Kapal tidak memiliki bangunan atas, maka tidak ada koreksi bangunan atas.

Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas

$$= 0 \quad \text{m}$$

Total Lambung Timbul

$$F_b' = F_{b2} - \text{Pengurangan}$$

$$= 0,25 \quad \text{m}$$

Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})

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

Batasan

1. Lambung Timbul

Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 0,5 \quad \text{m}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul

Total

Kondisi = Diterima

Building Cost

No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal		
	<i>Sumber: Krakatau Steel (Persero)</i>		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Baja Kapal	7,48	ton
	Harga Baja Kapal (hull)	3680,63	USD
Total Berat Baja Kapal		7,481	ton
Total Harga Baja Kapal		3681	USD
No	Item	Value	Unit
1	Railing		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
	Harga	20,00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	19,00	m
Harga Railing dan Tiang Penyangga		380	USD
2	Kaca acrylic		
	<i>(kaca acrylic t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.alibaba.com/product-detail/FLOAT-Glass-TEMPERED.html</i>		
	Harga	6,1	USD/m ²
	Luas kaca	11,18	m ²
Harga Kaca acrylic		68	USD
3	Kursi Penumpang		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	12	unit
	Harga per unit	50	USD
Harga Kursi		600	USD
4	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	100	USD
	Harga jangkar	200	USD
5	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2.500	USD
	Kompas	50	USD
	GPS	750	USD
	Lampu Navigasi		
- Masthead Light	9,4	USD	

	- Anchor Light	8,8	USD
	- Starboard Light	10	USD
	- Portside Light	10	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17.000	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4.000	USD
	Telescope Binocular	50	USD
	Harga Peralatan Navigasi	24.388	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	167	USD
	Harga total	167	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	182	USD
	Harga total	182	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12.000	USD
	Harga total	12.000	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	100	USD
	Harga total	100	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	400	USD
	Harga total	800	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19.000	USD
	Harga total	19.000	USD
	Prortable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	80	USD
	Harga total	160	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	32.409	
6	AC		
	Jumlah	1	unit

	Harga per unit	175	USD
	Harga AC	175	USD
Total Harga Equipment & Outfitting		58220	USD

No	Item	Value	Unit
1	Outboard Motor		
	Jumlah outboard motor	1	unit
	Harga per unit	22348	USD/unit
	Shipping Cost	4.991	USD
	Bea masuk	2.235	USD
	ppn 10%	447	USD
	pph 2%	2.235	USD
	Harga Outboard Motor	27339	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	Baterai		
	Jumlah Baterai LifePO4	13	
	Harga/ Unit	12680	USD/ unit
	Harga Baterai	164840	USD
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	500	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	500	USD
Total Harga tenaga penggerak		165340	USD

No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal	3681	USD
2	Equipment & Outfitting	58220	USD
3	Tenaga Penggerak	165340	USD
Total Harga (USD)		227241	USD
Kurs Rp - USD (per 14 Desember 2019, BI)		14025	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		3.186.936.009,63	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Tugas Akhir "Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat Di Perairan Teluk Jakarta", 2012

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	159.346.800,48	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		

	Biaya Inflasi	63.738.720,19	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	318.693.600,96	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		541.779.121,64	Rp
<p>= Biaya Pembangunan + Profit Galangan + Biaya Inflasi - Bantuan Pemerintah</p> <p>= 3186936009,63 + 159346800,48 + 63738720,19 + 318693600,96</p> <p>= Rp</p> <p>= 3.728.715.131,27</p>			

**Perhitungan Net Present Value dan Break Event Point
Revenue**

Perencanaan Trip

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	2	25	50
Februari	2	25	50
Maret	2	25	50
April	2	25	50
Mei	2	25	50
Juni	2	25	50
Juli	2	25	50
Agustus	2	25	50
September	2	25	50
Oktober	2	25	50
November	2	25	50
Desember	2	25	50
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			600

Kapasitas maksimal kapal 12 Orang

Perencanaan Harga Tiket 1 Kali Round Trip

Rute	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
	12	Rp 350.000	Rp 4.200.000
Total Pendapatan 1 kali Trip			Rp 4.200.000

Revenue per trip Rp 4.200.000

Revenue per tahun Rp 2.520.000.000

Perhitungan NPV

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-3.728.715.131,27		-3.728.715.131	-3.728.715.131
1	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	-2.594.088.667
2	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	-1.459.462.202
3	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	-324.835.738
4	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	809.790.726
5	2.520.000.000,00	-1.385.373.536	1.134.626.464	1.944.417.191
6	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	3.890.971.375
7	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	5.837.525.559
8	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	7.784.079.744
9	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	9.730.633.928
10	2.520.000.000,00	-573.445.816	1.946.554.184	11.677.188.112

$$\begin{aligned} \text{Bunga Bank} &= 13,5\% \\ \text{NPV} &= \text{Rp } 6.702.730.595 \\ \text{IRR} &= 25\% \end{aligned}$$

Karena nilai NPV > 0, maka investasi proyek ini LAYAK dilakukan

Dalam ilmu ekonomi, terutama akuntansi biaya, titik impas (*break event point*) adalah sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak terdapat kerugian atau keuntungan. Untuk menghitung BEP dapat dilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu :

a. Berdasarkan Unit

$$\begin{aligned} X &= \text{TFC} \\ &= P-V \end{aligned}$$

dimana, X adalah unit

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

b. Berdasarkan nilai

$$\text{BEP} = \text{TF} = 1-\text{VC}/\text{P}$$

dimana, BEP adalah break event point

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

Dalam Tugas Akhir ini perhitungan BEP dilakukan dengan formula (a) hal ini dikarenakan yang dicari adalah berapa waktu (tahun) yang diperlukan agar terjadi pengeluaran dan pemasukan seimbang.

$$\begin{aligned} \text{TFC} &= \text{Biaya pembangunan Kapal} \\ &= \text{Rp } 3.728.715.131 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P} &= \text{Pemasukan per tahun} \\ &= \text{Rp } 2.520.000.000 \end{aligned}$$

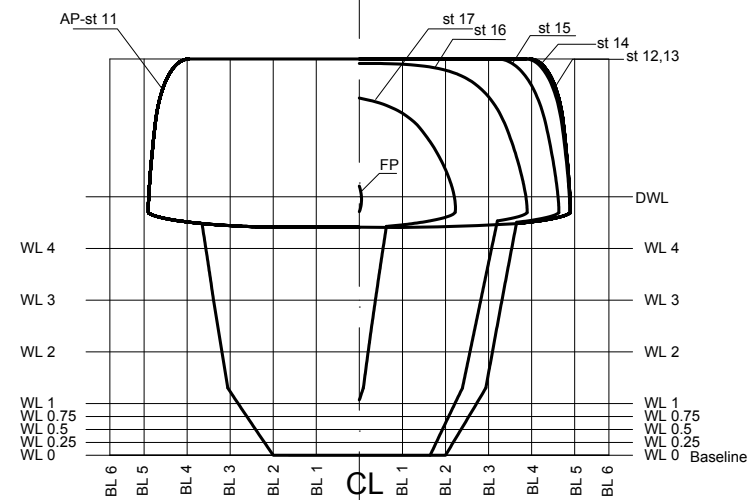
$$\begin{aligned} \text{V} &= \text{biaya variabel per tahun} \\ &= \text{Rp } 1.385.373.536 \text{ (Tahun ke-1 sampai ke-5)} \end{aligned}$$

$$\text{BEP} = 3,29$$

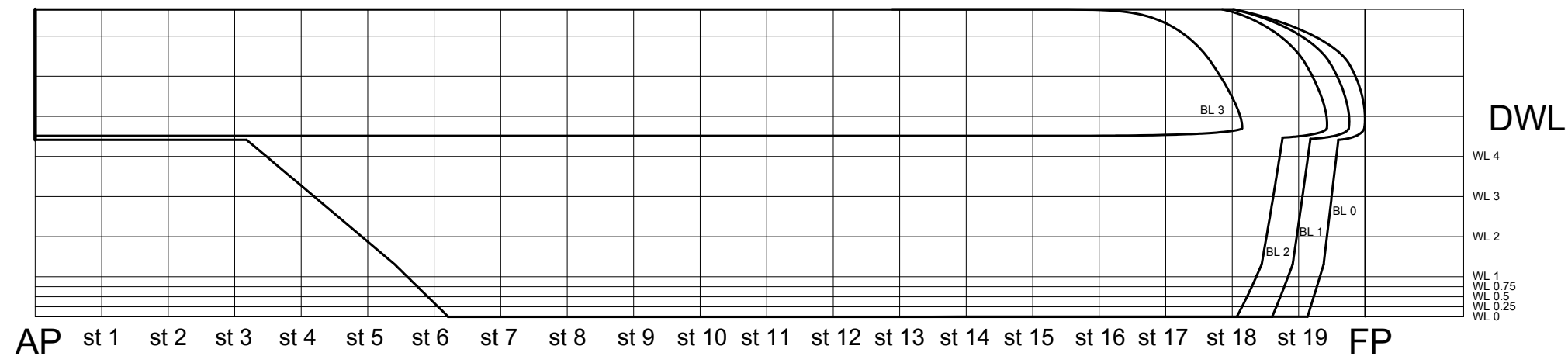
Jadi, BEP terjadi ketika 3,29 tahun kapal untuk kembali modal.

LAMPIRAN B
RENCANA GARRIS, RENCANA UMUM, 3D *MODEL*

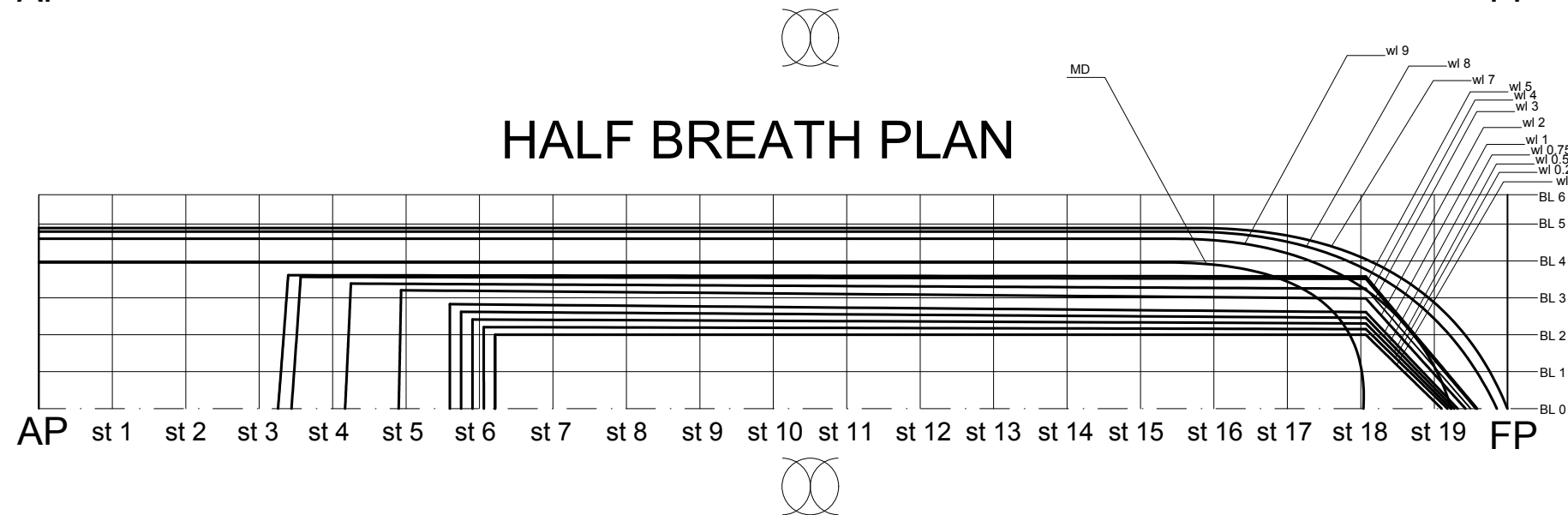
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREATH PLAN



UKURAN UTAMA	
PANJANG PERPENDICULAR (LPP)	9.95 m
LEBAR (B)	2.8 m
TINGGI (H)	2.3 m
SARAT (T)	1.5 m
KECEPATAN(Vs)	6.5 Knot
KRU	1 Orang
PENUMPANG	11 Orang



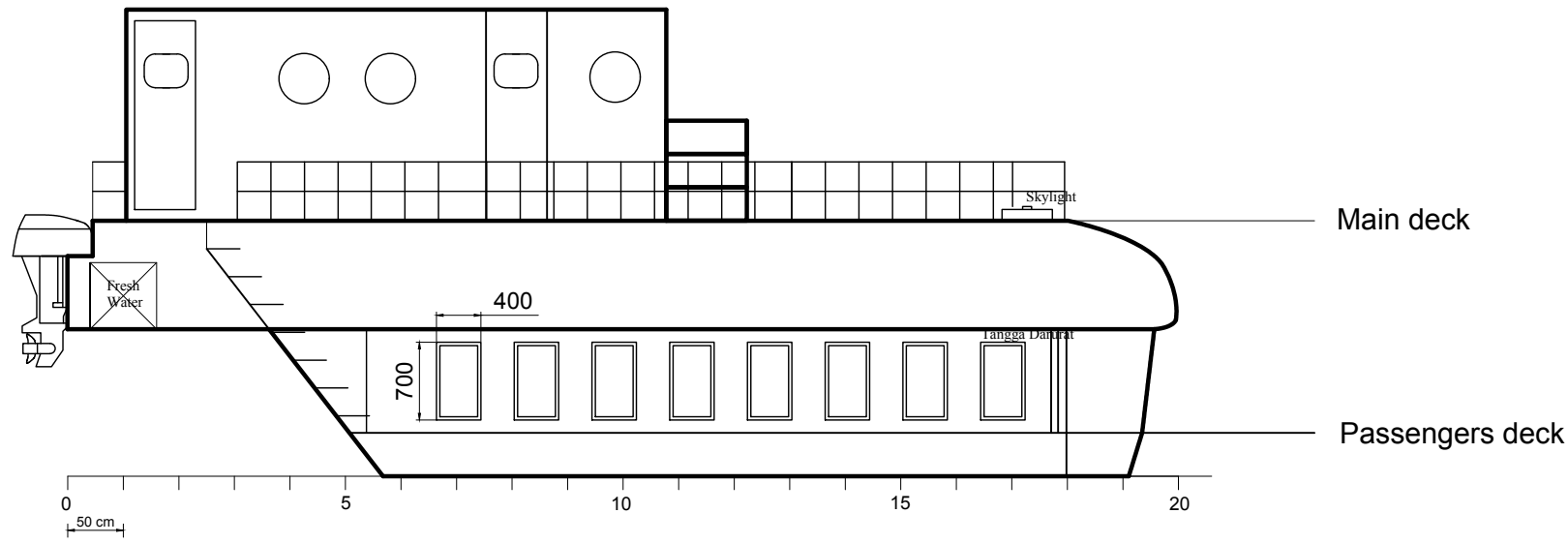
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

ALFA SEMI-SUBMARINE

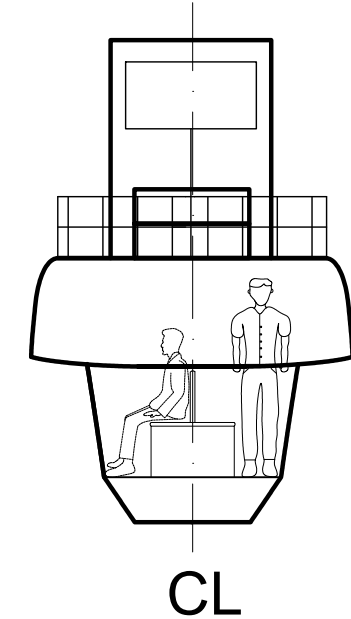
RENCANA GARIS

SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARKS
: 1 : 20		03 Desember 2019	0411124000022
DRAWN : Ali Wafa			
APPROVED : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			
APPROVED : Febriani Rohma Dhana, S.T., M.T.			A1

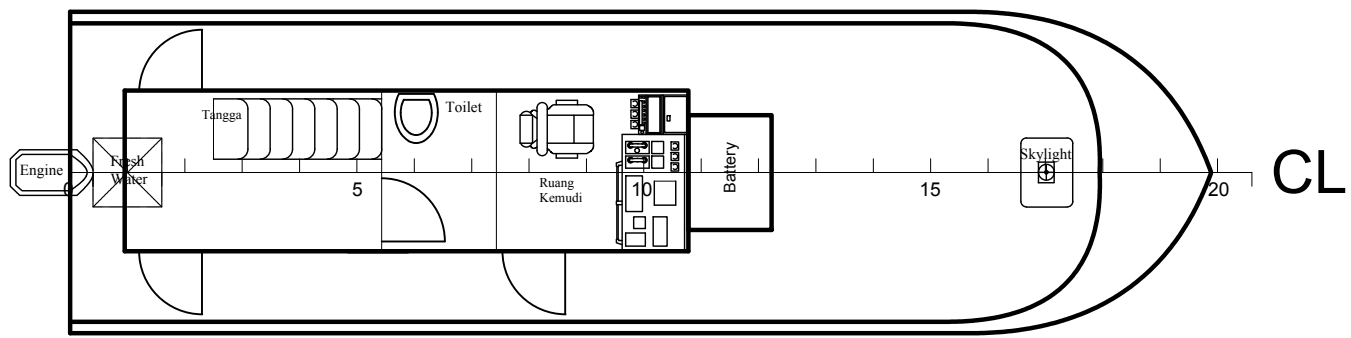
SIDE VIEW



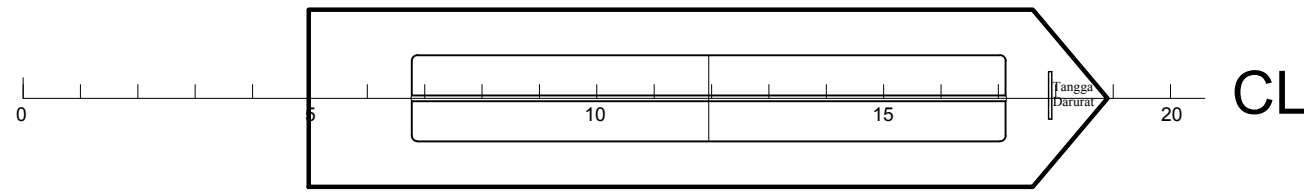
FRONT VIEW



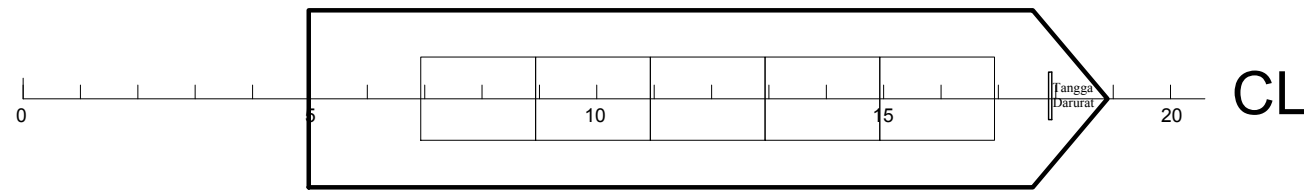
TOP VIEW




PASSENGERS DECK

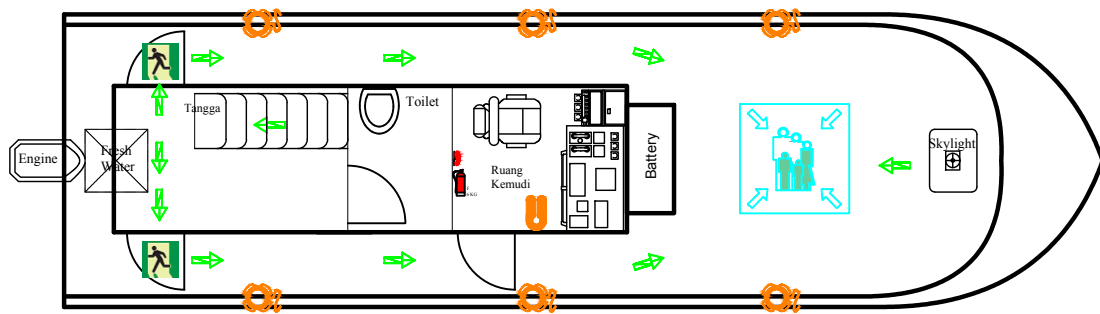
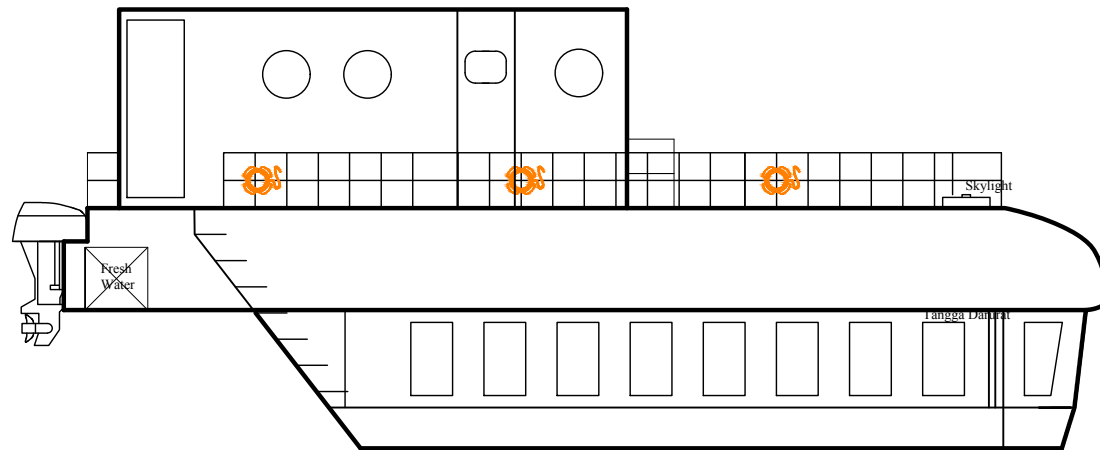


BATTERY ARRENGEMENT

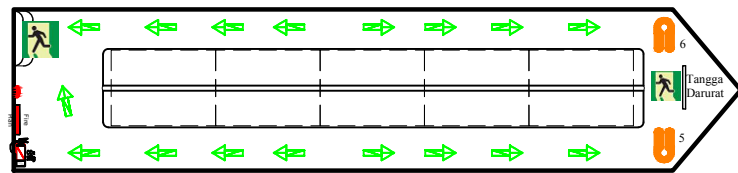


PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	PASSENGER SHIP
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LPP)	9.95 m
BREADTH (B)	2.8 m
HEIGHT (H)	2.3 m
DRAUGHT (T)	1.5 m
SERVICE SPEED (Vs)	6 knot
PASSENGERS	11 Persons

 DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
ALFA SEMI-SUBMARINE			
RENCANA UMUM			
SCALE	1:30	SIGNATURE	DATE
DRAWN	Ali Wafa		
APPROVE	Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.		
			REMARKS
			A1



PASSENGERS SEATS



SAFETY PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	MUSTER STATION	- MAIN DECK
	LIFEBUOY WITH LIGHT AND SMOKE SIGNAL	- MAIN DECK
	LIFEBUOY WITH LINE	- MAIN DECK
	LIFEJACKET LIGHTS	- PASSENGERS DECK - NAVIGATION ROOM
	LIFERAFT	- MAIN DECK
	RADAR TRANSPONDER	- NAVIGATION ROOM
	EPIRB	- NAVIGATION ROOM

FIRE PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM	- NAVIGATION ROOM
	FIRE CONTROL SAFETY PLAN	- PASSENGER DECK - NAVIGATION ROOM
	FIRE ALARM BELL	- PASSENGER DECK - NAVIGATION ROOM
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (CO ₂)	- ENGINE(GENSET) ROOM - PASSENGER DECK - NAVIGATION ROOM
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (BATTERY)	- NAVIGATION ROOM

UKURAN UTAMA

PANJANG PERPENDICULAR (LPP)	9.95 m
LEBAR (B)	2.8 m
TINGGI (H)	2.3 m
SARAT (T)	1.5 m
KECEPATAN(Vs)	6.5 Knot
KRU	1 Orang
PENUMPANG	11 Orang



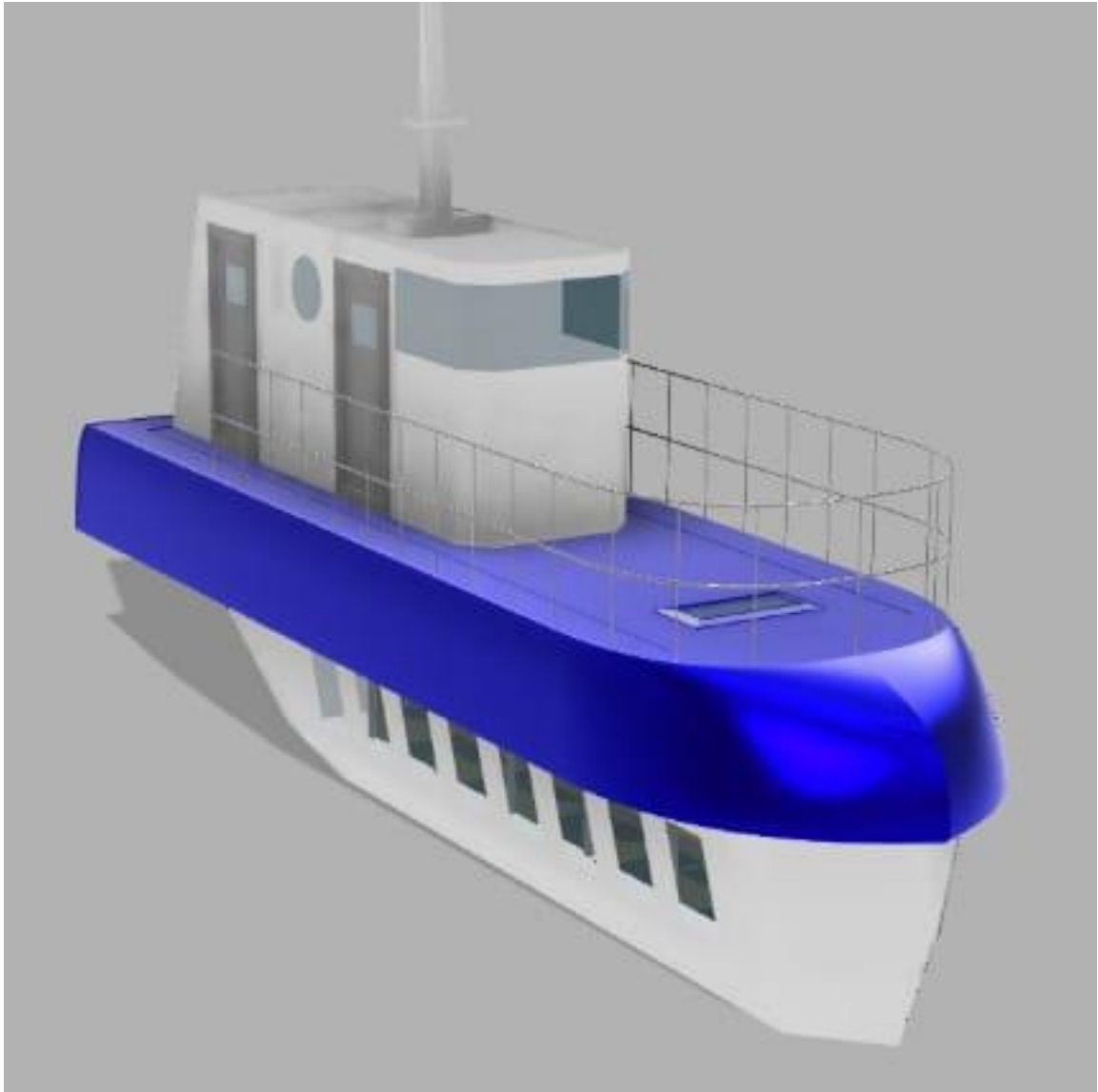
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

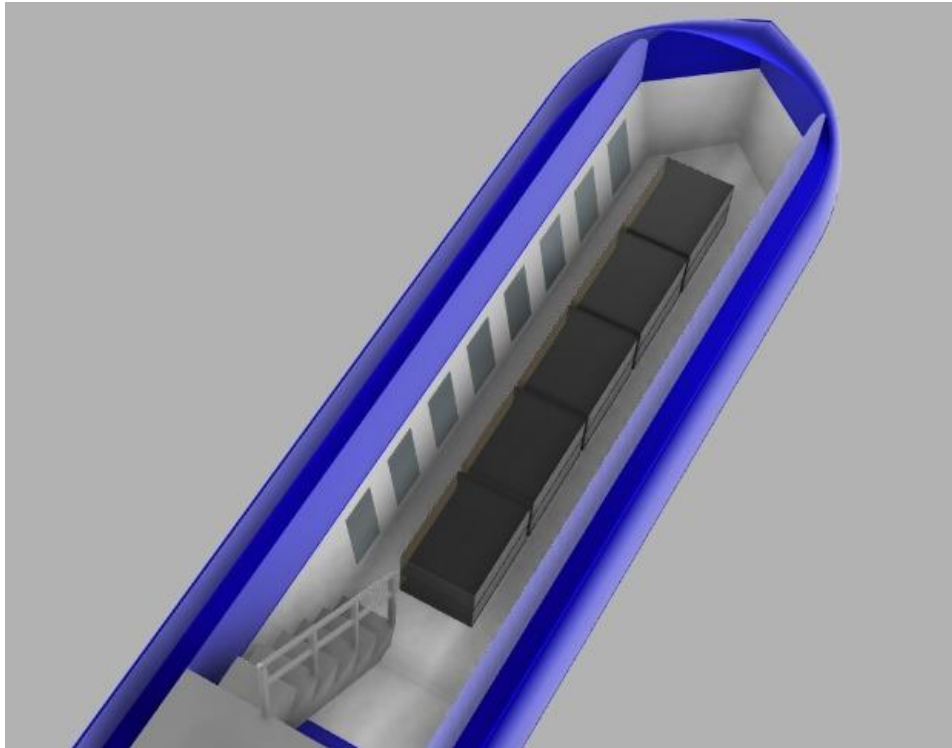
ALFA SEMI-SUBMARINE

SAFETY PLAN ARRANGEMENT

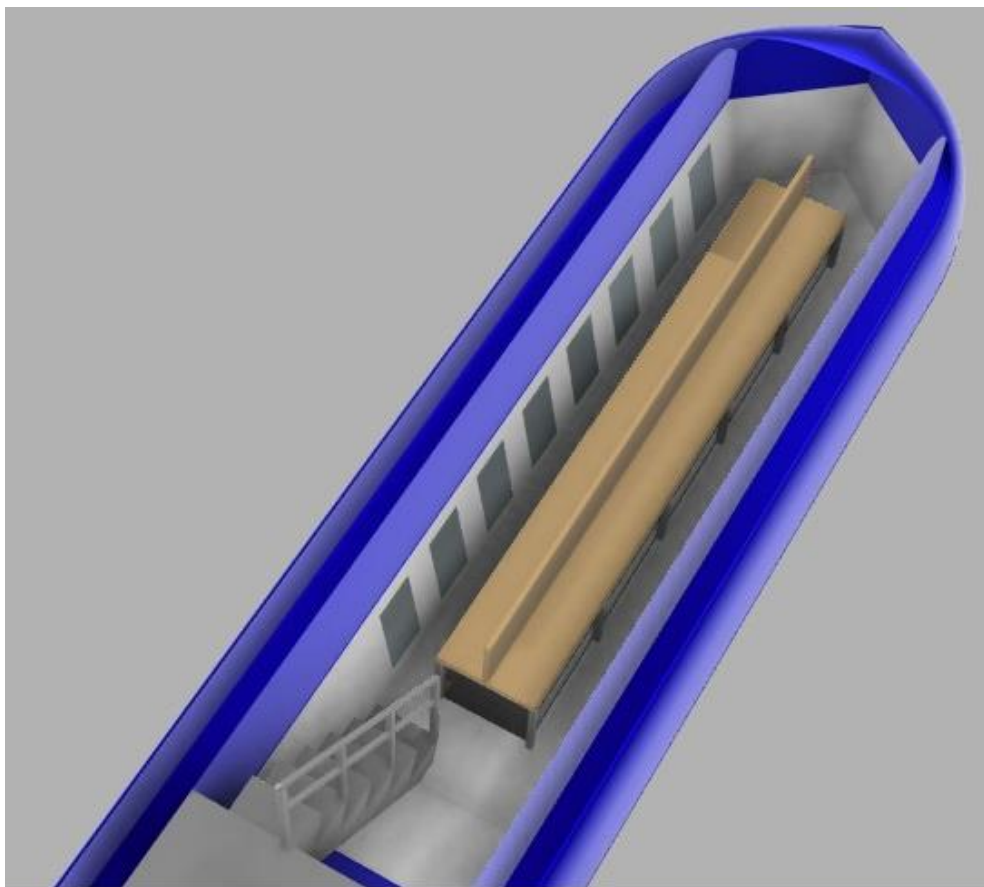
SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARKS
: 1 : 30			
DRAWN : Ali Wafa		03 Desember 2019	0411124000022
APPROVED : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			
APPROVED : Febriani Rohma Dhana, S.T., M.T.			A1

Gambar 3D MODEL





Penempatan Baterai di Kabin Penumpang



Kursi Penumpang

BIODATA PENULIS



Ali Wafa, lahir di Banyuwangi 28 Januari 1994. Penulis merupakan anak ke-empat dari lima bersaudara. Menempuh pendidikan di MI Salafiyah 1 Jalen pada 2000-2006, kemudian melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 1 Genteng pada 2006-2009, dan melanjutkan pendidikannya lagi di SMA Negeri 1 Gambiran pada 2009-2012. Setelah lulus SMA, mengikuti SNMPTN undangan hingga akhirnya lolos dan diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS..

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah aktif di Lembaga Dakwah Departemen Teknik Perkapalan Assafinah (2013/2014) serta UKM KSR PMI ITS (2015/2016).

Email: aliwafa368@gmail.com