



**TUGAS AKHIR - MN 184802**

**DESAIN CATAMARAN APARTMENT BOAT UNTUK  
MENUNJANG PARIWISATA DI DANAU TOBA, SUMATERA  
UTARA**

**Alfathan Azhar  
NRP 0411144000056**

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

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





**TUGAS AKHIR - MN 184802**

**DESAIN *CATAMARAN APARTMENT BOAT* UNTUK  
MENUNJANG PARIWISATA DI DANAU TOBA, SUMATERA  
UTARA**

**Alfathan Azhar  
NRP 04111440000056**

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

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





**FINAL PROJECT - MN 184802**

**DESIGN OF CATAMARAN APARTMENT BOAT TO  
SUPPORT TOURISM IN LAKE TOBA, NORTH SUMATERA**

**Alfathan Azhar  
NRP 04111440000056**

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

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



## LEMBAR PENGESAHAN

# DESAIN CATAMARAN APARTMENT BOAT UNTUK MENUNJANG PARIWISATA DI DANAU TOBA, SUMATERA UTARA

### TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**ALFATHAN AZHAR**  
NRP 0411144000056

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

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

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 3 AGUSTUS 2020







# LEMBAR REVISI

## DESAIN *CATAMARAN APARTMENT BOAT* UNTUK MENUNJANG PARIWISATA DI DANAU TOBA, SUMATERA UTARA

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 20 Juli 2020

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

Oleh:

**ALFATHAN AZHAR**  
NRP 04111440000056

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. Yuda Apri Hermawan, S.T., M.T. ....
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. ....
3. Danu Utama, S.T., M.T. ....



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

SURABAYA, 3 AGUSTUS 2020



Dipersembahkan kepada kedua orang tua dan adik-adik tercinta 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. Ibu Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Dr. Eng. Yuda Apri Hermawan, S.T., M.T., Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng., 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.
4. Kedua orangtua dan adik-adik Penulis yang selalu memeberikan motivasi dan support melalui materi maupun doa.
5. Annisa Aisyah Nurliana yang selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk.
6. Teman-teman sesama dosen pembimbing Ryan, Adi, Ivan, Rhozy, Adi, dan Diego yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman angkatan P54 Deadrise Aryo, Fajar, Reza, Chandra, dan semua yang tidak dapat disebutkan semuanya.
8. Adik tingkat Irfan Zidni, Julio, Bilal, dan lainnya yang tidak dapat disebutkan 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, 3 Agustus 2020

Alfathan Azhar



# DESAIN CATAMARAN APARTMENT BOAT UNTUK MENUNJANG PARIWISATA DI DANAU TOBA, SUMATERA UTARA

Nama Mahasiswa : Alfathan Azhar  
NRP : 0411144000056  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

## ABSTRAK

Danau Toba yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, merupakan salah satu kawasan wisata di Indonesia yang memiliki potensi tinggi, selalu ramai dikunjungi oleh wisatawan domestik maupun mancanegara. Saat ini Danau Toba merupakan salah satu Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) yang menjadi perhatian pemerintah dalam peningkatan kuantitas dan kualitas sarana maupun pra-sarana. *Catamaran Apartment Boat* diharapkan dapat menunjang Danau Toba sebagai KSPN, dengan menawarkan sebuah desain kapal yang dapat menjadi alat transportasi penyebrangan sekaligus menjadi sebuah penginapan. Juga diharapkan dapat meningkatkan konektivitas tiap Kabupaten yang berada di sekitar Danau Toba. Tahap desain dimulai dengan penentuan *owner's requirement* serta ukuran utama kapal. Selanjutnya dilakukan perhitungan teknis meliputi perhitungan hambatan, pemilihan mesin utama, perhitungan berat dan titik berat, perhitungan *freeboard*, analisis stabilitas, dan koreksi *trim*. Selanjutnya membuat Rencana Garis, Rencana Umum, dan Desain Tiga Dimensi (3D). *Payload* kapal ditentukan 6 orang penyewa yang merupakan target pasar berupa keluarga kecil atau pasangan, serta 1 orang *crew* sebagai *driver*. Ukuran utama yang didapatkan adalah; LOA = 10.3 m, B = 5 m, H = 1.6 m, T = 1 m, B1 = 1.5 m dan S = 3.5 m. Untuk biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan 39 buah *Catamaran Apartment Boat* sebesar Rp 29,432,758,348.58, NPV = Rp 15,304,555,982.43, IRR = 21.82%, *payback period* = 7 tahun 4 bulan 15 hari.

Kata kunci: *Catamaran Apartment Boat*, Wisata Danau Toba, Kawasan Strategis Pariwisata Nasional





# **DESIGN OF CATAMARAN APARTMENT BOAT TO SUPPORT TOURISM IN LAKE TOBA, NORTH SUMATERA**

Author : Alfathan Azhar  
Student Number : 04111440000056  
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology  
Supervisor : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

## **ABSTRACT**

Lake Toba, located in the Province of North Sumatra, is one of the tourism places in Indonesia which is highly potential, and always crowded with visitors from domestic and foreign tourists. Currently, Lake Toba is one of the National Tourism Strategic Areas or in Indonesian is known as Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) which is the government's concern in increasing the quantity and quality of facilities and infrastructure. Apartment Boat Catamaran is expected to support Lake Toba as a KSPN, by offering a ship design that can be a crossing transportation tool as well as an inn. It is also expected to increase connectivity in each regency around Lake Toba. The design phase begins with the determination of the owner's requirement and the main size of the ship. Furthermore, technical calculations include the calculation of resistance, the selection of the main engine, calculation of weight and center of gravity, calculation of the freeboard, stability analysis, and trim correction. The next step is to make a Line Plan, General Plan, and Three Dimensional Design (3D). The ship's payload is determined by 6 guests who are the target market in the form of small families or couples, and 1 crew member as the captain. The main size obtained is; LOA = 10.3 m, B = 5 m, H = 1.6 m, T = 1 m, B1 = 1.5 m and S = 3.5 m. For the costs required in the construction of 39 Catamaran Apartment Boat of IDR 29,432,758,348.58, NPV = IDR 15,304,555,982.43, IRR = 21.82%, payback period = 7 years 4 months 15 days.

Keywords: Catamaran Apartment Boat, Lake Toba Tourism, National Tourism Strategic Areas



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	v
LEMBAR REVISI.....	vii
HALAMAN PERUNTUKAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT .....	xv
DAFTAR ISI .....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL .....	xxiii
DAFTAR SIMBOL.....	xxv
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 .....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Kawasan Wisata Danau Toba.....	5
2.2. Dasar Teori .....	5
2.2.1. <i>Floating Hotel</i> .....	6
2.3. Proses Desain Kapal .....	7
2.4. Tinjauan Perhitungan Teknis.....	8
2.4.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	9
2.4.2. Koefisien Bidang.....	10
2.4.3. <i>Displacement</i> .....	10
2.4.4. Hambatan Kapal.....	10
2.4.5. Propulsi Kapal.....	11
2.4.6. Berat Kapal .....	11
2.4.7. Lambung Timbul ( <i>Freeboard</i> ).....	12
2.4.8. <i>Trim</i> .....	12
2.4.9. Stabilitas Kapal .....	12
2.5. Analisis Ekonomis .....	13
BAB 3 METODOLOGI .....	15
3.1. Bagan Alir.....	15
3.2. Proses Pengerjaan .....	16
3.2.1. Tahapan Identifikasi Masalah .....	16
3.2.2. Tahapan Studi Literatur .....	16
3.2.3. Tahapan Pengumpulan Data .....	16
3.2.4. Tahapan Pengolahan Data.....	16
3.2.5. Tahapan Pembuatan <i>Lines Plan, General Arrangement, Model 3D</i> .....	17
3.2.6. Tahapan Analisis Ekonomis .....	17
3.2.7. Tahapan Kesimpulan dan Saran.....	17

BAB 4 ANALISIS TEKNIS.....	19
4.1. Penentuan Kapasitas Pengunjung dan Crew.....	19
4.1.1. Penentuan Pengunjung <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	19
4.1.2. Penentuan Jumlah Crew <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	19
4.2. <i>Layout Awal Catamaran Apartment Boat</i> .....	19
4.2.1. Penentuan Ukuran Utama <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	21
4.3. Rute Pelayaran <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	21
4.3.1. Tinjauan Lokasi .....	21
4.3.2. <i>Operational Scheme</i> .....	22
4.3.3. Waktu Operasi <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	23
4.4. Penentuan Jumlah Kapal Dibutuhkan .....	24
4.5. Analisis Perhitungan Teknis .....	24
4.5.1. Rasio Ukuran Kapal .....	24
4.5.2. Penentuan Koefisien Kapal .....	25
4.5.3. Perhitungan Hambatan Kapal.....	25
4.5.4. Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin Kapal .....	31
4.5.5. Pemilihan Mesin Utama .....	32
4.5.6. Pemilihan Genset Kapal .....	34
4.5.7. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal .....	35
4.5.8. Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	38
4.5.9. Perhitungan Stabilitas.....	38
4.5.10. Perhitungan <i>Trim</i> .....	39
4.5.11. Ukuran Utama Akhir <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	40
4.6. Pembuatan <i>Lines Plan</i> .....	40
4.7. Pembuatan <i>General Arrangement</i> .....	41
4.7.1. <i>Side View</i> .....	42
4.7.2. <i>Main Deck</i> .....	42
4.7.3. <i>Second Deck</i> .....	43
4.7.4. <i>Front View</i> .....	43
4.8. Desain 3 Dimensi .....	44
BAB 5 ANALISIS EKONOMIS .....	51
5.1. Perhitungan Jumlah Kapal yang Dibutuhkan .....	51
5.2. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal .....	52
5.2.1. Biaya Struktural.....	52
5.2.2. Biaya <i>Outfitting</i> .....	53
5.2.3. Biaya <i>Machinery</i> .....	54
5.2.4. Biaya <i>Non-Weight Cost</i> .....	55
5.2.5. Biaya <i>Margin Laba Galangan Kapal</i> .....	55
5.2.6. Biaya Inflasi .....	55
5.2.7. Total Biaya Pembangunan <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	55
5.3. Biaya Operasional dan Depresiasi .....	56
5.4. Penentuan Harga Sewa.....	57
5.5. Perhitungan Kelayakan Investasi .....	57
5.5.1. Nilai Investasi dan Sumber Pendanaan .....	58
5.5.2. <i>Net Present Value (NPV)</i> .....	58
5.5.3. <i>Internal Rate of Return (IRR)</i> .....	58
5.5.4. <i>Payback Period</i> .....	59
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
6.1. Kesimpulan .....	61

6.2. Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS	
LAMPIRAN B PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS	
LAMPIRAN C <i>LINES PLAN</i>	
LAMPIRAN D <i>GENERAL ARRANGEMENT</i>	
LAMPIRAN E 3D MODEL	
LAMPIRAN F KUISIONER	
BIODATA PENULIS	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain <i>Floating Hotel</i> oleh Salt & Water.....	6
Gambar 2.2 Unit <i>Catamaran Apartment</i> .....	6
Gambar 2.3 Proses <i>Spiral Design</i> .....	7
Gambar 4.1 <i>Layout Awal Catamaran Apartment Boat</i> .....	20
Gambar 4.2 Provinsi Sumatera Utara .....	21
Gambar 4.3 Skema Operasi <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	22
Gambar 4.4 Spesifikasi Mesin Utama .....	33
Gambar 4.5 Mesin Utama <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	33
Gambar 4.6 Genset yang Digunakan <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	35
Gambar 4.7 Desain <i>Lines Plan Catamaran Apartment Boat</i> .....	41
Gambar 4.8 <i>Side View</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	42
Gambar 4.9 <i>Main Deck Catamaran Apartment Boat</i> .....	42
Gambar 4.10 <i>Second Deck Catamaran Apartment Boat</i> .....	43
Gambar 4.11 <i>Front View Catamaran Apartment Boat</i> .....	43
Gambar 4.12 <i>Exterior</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	44
Gambar 4.13 <i>Exterior</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	44
Gambar 4.14 <i>Sunbed Area</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	45
Gambar 4.15 <i>Outdoor Area</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	45
Gambar 4.16 <i>Parents Room</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	46
Gambar 4.17 <i>Dinning Area</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	46
Gambar 4.18 <i>Galley</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	47
Gambar 4.19 <i>Child Room</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	47
Gambar 4.20 <i>Workspace Area</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	48
Gambar 4.21 <i>Bar Area</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	48
Gambar 4.22 <i>Toilet</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	49
Gambar 4.23 <i>Navigation Room</i> dari <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	49





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan Perbandingan Ukuran Utama.....	9
Tabel 4.1 Ruang Utama <i>Catamaran Apartmen Boat</i> .....	19
Tabel 4.2 Ukuran Utama <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	21
Tabel 4.3 Jarak dan Waktu Tempuh <i>Catamaran Apartment Boat</i> dari <i>Home Base</i> ke <i>Point</i> Pemberhentian .....	23
Tabel 4.4 Rekapitulasi Koefisien Kapal .....	25
Tabel 4.5 Hasil Interpolasi <i>Viscous Resistance</i> dari Faktor S/B1 dengan L/B1.....	26
Tabel 4.6 Perhitungan Harga $1+\beta k$ .....	27
Tabel 4.7 Perhitungan Harga $\tau$ dengan Interpolasi dari Faktor S/L dan Fr .....	28
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan $C_w$ dengan Interpolasi dari Faktor L/B1 .....	28
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hambatan .....	29
Tabel 4.10 Analisis Hambatan Menggunakan <i>Software Maxsurf Modelling</i> .....	30
Tabel 4.11 Rekapitulasi Kebutuhan <i>Horse Power</i> .....	32
Tabel 4.12 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	34
Tabel 4.13 Rekapitulasi LWT <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	35
Tabel 4.14 Rekapitulasi DWT <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	37
Tabel 4.15 Koreksi <i>Displacement Catamaran Apartment Boat</i> .....	37
Tabel 4.16 <i>Load Cases</i> .....	38
Tabel 4.17 Hasil Analisis Stabilitas <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	39
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan <i>Trim Catamaran Apartment Boat</i> .....	39
Tabel 4.19 Ukuran Utama Akhir <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	40
Tabel 5.1 <i>Forecast</i> Jumlah Wisatawan Menginap di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara .....	51
Tabel 5.2 Perhitungan Kebutuhan <i>Catamaran Apartment Boat</i> Per-Hari.....	52
Tabel 5.3 Biaya Struktural <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	52
Tabel 5.4 Biaya <i>Outfitting Catamaran Apartment Boat</i> .....	53
Tabel 5.5 Biaya <i>Machinery Catamaran Apartment Boat</i> .....	54
Tabel 5.6 Total Biaya Pembangunan 33 <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	55
Tabel 5.7 Total Biaya Operasional 33 <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	56
Tabel 5.8 Penentuan Harga Sewa <i>Catamaran Apartment Boat</i> .....	57



## DAFTAR SIMBOL

LOA	= <i>Length Over All</i> (m)
LPP	= <i>Length Between Perpendicular</i> (m)
B	= Lebar kapal (m)
H	= Tinggi kapal (m)
T	= Sarat kapal (m)
$\nabla$	= <i>Volumedisplacement</i> (m <sup>3</sup> )
$\Delta$	= <i>Displacement</i> (ton)
AP	= <i>After Perpendicular</i>
FP	= <i>Fore Perpendicular</i>
LWL	= <i>Length of Water Line</i> (m)
LCB	= Panjang terhadap titik apung (m)
LWT	= <i>Lightweight tonnage</i> (ton)
DWT	= <i>Deadweight tonnage</i> (ton)
CB	= Koefisien blok
CM	= Koefisien <i>midship</i>
CP	= Koefisien prismatic
CWP	= Koefisien <i>water plane</i>
V	= Kecepatan (knot)
$\rho$	= Masa jenis (ton/m <sup>3</sup> )
VS	= Kecepatan kapal (knot)
g	= Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
Fn	= <i>Froude number</i>
RT	= Hambatan total (kN)
EHP	= <i>Effective power</i> (kW)
BHP	= <i>Break power</i> (kW)
w	= <i>Wake fraction</i>
$\eta_h$	= <i>Hull efficiency</i>
MCR	= <i>Maximum continous rating</i>
MS	= <i>Service margin</i>
MD	= <i>Design margin</i>



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Wisata Danau Toba merupakan salah satu wisata danau yang paling terkenal di Indonesia. Selain memiliki keindahan alam yang memukau, Danau Toba menyimpan cerita legenda yang beredar di masyarakat. Wisata alam Danau Toba merupakan salah satu di antara danau-danau lain yang menyimpan kekayaan alam sangat banyak. Sampai saat ini keindahan Danau Toba tidak kalah dengan pemandangan alam yang lain nya. Kawasan ini mencakup bagian dari wilayah administrasi dari 8 Kabupaten yaitu, Kabupaten Samosir, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Dairi, Kabupaten Karo, Kabupaten Humbang Hansudutan, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Pak Pak Barat, di mana setiap Kabupaten memiliki destinasi wisata berbeda. (BPIW.PU, 2017)

Pada tahun 2019, Danau Toba yang merupakan salah satu dari empat Kawasan Strategis Pariwisata Nasional prioritas pemerintah, dalam proses peningkatan kualitas. Hal tersebut dilakukan untuk mendukung Danau Toba sebagai KSPN kelas Internasional. Salah satu yang menjadi perhatian pemerintah adalah konektivitas tiap destinasi wisata. (Hutapea, Erwin, 2019)

Dengan adanya perhatian pemerintah terhadap Kawasan Wisata Danau Toba, peneliti menawarkan desain kapal yang dapat memenuhi 2 sektor penting dalam usaha peningkatan kualitas dan jumlah wisatawan, yaitu sebuah kapal yang dapat menjadi sebuah penginapan sebagai akomodasi wisatawan, sekaligus transportasi untuk meningkatkan konektivitas tiap daerah wisata di Danau Toba. Catamaran Apartment Boat adalah sebuah solusi dari peneliti. Kapal dibuat dengan jenis lambung katamaran yang memiliki fasilitas penginapan pada dek kapal. Untuk menghubungkan kapal dengan daratan, disediakan sebuah jetty pada setiap titik pemberhentian. Catamaran Apartment Boat dapat bersandar dengan atau tanpa dermaga.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana menentukan *payload Catamaran Apartment Boat*?
2. Bagaimana menentukan ukuran utama *Catamaran Apartment Boat*?

3. Bagaimana menentukan *operational scheme* pada *Catamaran Apartment Boat*?
4. Bagaimana melakukan perhitungan teknis dari *Catamaran Apartment Boat*?
5. Bagaimana membuat desain *Lines Plan*, *General Arrangement*, dan model 3D dari *Catamaran Apartment Boat*?
6. Bagaimana melakukan analisis ekonomis untuk *Catamaran Apartment Boat*?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menentukan *payload Catamaran Apartment Boat*.
2. Menentukan ukuran utama *Catamaran Apartment Boat*.
3. Menentukan *operational scheme* pada *Catamaran Apartment Boat*.
4. Melakukan perhitungan teknis dari *Catamaran Apartment Boat*.
5. Membuat desain *Lines Plan*, *General Arrangement*, dan model 3D dari *Catamaran Apartment Boat*.
6. Melakukan analisis ekonomis untuk *Catamaran Apartment Boat*.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengerjaan teknis (desain) hanya sebatas *concept design*.
2. Perhitungan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal diabaikan.
3. Pengerjaan tidak focus terhadap dermaga *Catamaran Apartment Boat*.

### **1.5. Manfaat**

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

1. Secara akademis, diharapkan Tugas Akhir ini dapat membantu penulis dan pembaca dalam proses belajar.
2. Secara praktis, diharapkan Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi sebagai pengembangan konsep dan desain *Catamaran Apartment Boat*. Diharapkan juga dapat menjadi referensi dalam meningkatkan jumlah wisatawan domestic dan wisatawan mancanegara.

## **1.6. Hipotesis**

*Catamaran Apartment Boat* dapat meningkatkan daya tarik dan jumlah wisatawan pada Danau Toba, juga sebagai sarana pendukung yang dapat menunjang Danau Toba sebagai Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) kelas Internasional.

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB 2**

### **STUDI LITERATUR**

#### **2.1. Kawasan Wisata Danau Toba**

Danau Toba adalah danau kaldera terbesar di dunia yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, berjarak 176 km ke arah Barat Kota Medan sebagai ibu kota provinsi. Danau Toba ( $2,88^{\circ}$  N –  $98,5^{\circ}$  E dan  $2,35^{\circ}$  N –  $99,1^{\circ}$  E) adalah danau terluas di Indonesia ( $90 \times 30 \text{ km}^2$ ) dan juga merupakan sebuah kaldera volkano-tektunik (kawah gunung api raksasa) Kuarter terbesar di dunia. Sebagai danau volcano tektunik terbesar di dunia, Danau Toba mempunyai ukuran panjang 87 km berarah Baratlaut-Tenggara dengan lebar 27 km dengan ketinggian 904 meter dpl dan kedalaman danau yang terdalam 505 meter.

Kawasan Danau Toba merupakan bagian dari WPS Pusat Pertumbuhan Terpadu Metro Medan – Tebing Tinggi – Dumai – Pekanbaru yang memiliki luas 369.854 Ha. Secara administratif Kawasan Danau Toba berada di Provinsi Sumatera Utara dan secara geografis terletak di antara koordinat  $2^{\circ}10'3''00'$  Lintang Utara dan  $98^{\circ}24'$  Bujur Timur. Kawasan ini mencakup bagian dari wilayah administrasi dari 8 (delapan) kabupaten yaitu Kabupaten Samosir, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Dairi, Kabupaten Karo, Kabupaten Humbang Hansudutan, Kabupaten Tapanuli Utara dan Kabupaten Simalungun dan Kabupaten Pak Pak Barat. (BPIW.PU, 2017)

Toba Samosir terletak pada garis khatulistiwa, dan tergolong pada iklim tropis basah dengan suhu berkisar antara  $17^{\circ}$  C –  $29^{\circ}$  C dan rata-rata kelembaban udara 85.04 %. Rata-rata tinggi curah hujan setiap tahun sebesar 223 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 17 hari. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan 759 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 15 hari. Sedangkan pada bulan Mei curah hujan yang turun sangat rendah sekitar 93 mm, dengan jumlah hari hujan 19 hari, dan berdasarkan stasiun pengamatan, Kecamatan Habinsaran merupakan daerah dengan curah hujan yang tertinggi, yaitu 263 mm. (Tobasamosirkab, 2017)

#### **2.2. Dasar Teori**

Dasar teori merupakan uraian singkat mengenai landasan teori yang memiliki keterkaitan langsung dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada Tugas Akhir ini.

### 2.2.1. *Floating Hotel*

*Floating Hotel* di istilahkan sebagai hotel yang mengapung atau lebih dikenal dengan Kapal Pesiar. Kapal pesiar merupakan sebuah kapal yang memiliki fungsi sebagai sarana rekreasi dan hiburan kepada para penumpangnya. Kapal pesiar juga merupakan kapal yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti ruang kamar, restoran, *kafe*, *bar*, *casino*, kolam renang dan berbagai sarana lainnya layaknya sebuah hotel bertaraf internasional (indocrewyk,2018).

Sebuah perusahaan di Serbia, Salt & Water membuat inovasi sebuah *Floating Hotel* yang dinamakan *Catamaran Apartments*, memiliki ukuran lebih kecil dari kapal pesiar pada umumnya. Serta memiliki area pelayaran yang lebih sempit. Untuk proyek tersebut, pada tahun 2015 Salt & Water mendapatkan penghargaan *Millenium Yacht Design Awards*.

Desain *Catamaran Apartment* ini memiliki konsep yang bertujuan agar pelanggan dapat menikmati wisata di atas perairan sekaligus sebagai penginapan. Desain tersebut terdiri dari dua bagian, yaitu sebuah dermaga terapung yang menjadi pusat dan unit-unit Apartemen Katamaran. Unit-unit Apartemen Katamaran dapat memisah dari dermaga yang kemudian dinavigasi sesuai dengan keinginan pelanggan.



Gambar 2.1 Desain *Floating Hotel* oleh Salt & Water  
Sumber: [www.saltandwater.rs](http://www.saltandwater.rs)

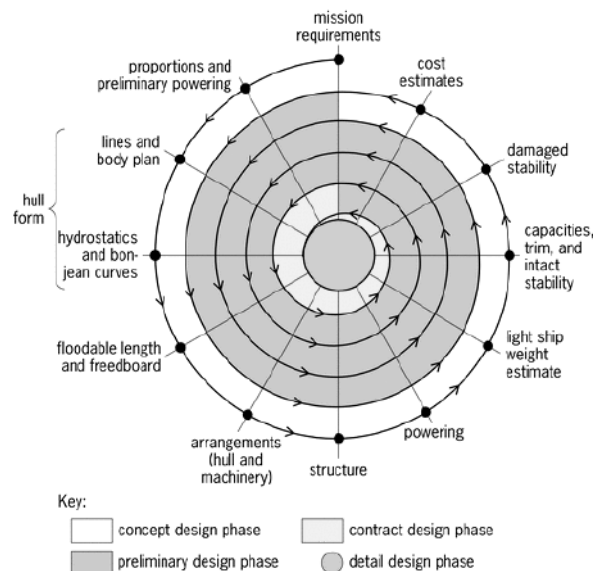


Gambar 2.2 Unit *Catamaran Apartment*  
Sumber: [www.saltandwater.rs](http://www.saltandwater.rs)

Gambar 2.2 merupakan unit Apartemen Katamaran yang memiliki kapasitas 4 penumpang. Setiap unit dilengkapi dengan kamar, dapur, kamar mandi, aula dan ruang penyimpanan. Dengan seluruh fasilitas yang ada, pelanggan dapat menyelam, mamancing dan berjemur. (salt&water.rs, 2014)

### 2.3. Proses Desain Kapal

Dalam proses mendesain sebuah kapal perlu dilakukan analisa berulang ulang hingga didapatkan hasil yang maksimal. Proses desain yang berulang biasa diilustrasikan pada *spiral design*. *Spiral design* menampilkan bahwa dalam proses desain kapal memerlukan kesinambungan pada tiap langkah desain. Terdapat 4 tahapan desain yang diklasifikasikan pada *spiral design* yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses *Spiral Design*  
Sumber: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Pada Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa dalam proses desain berdasarkan *spiral design*, proses desain kapal diklasifikasi menjadi 4 bagian yaitu :

- *Concept Design*

*Concept Design* merupakan tahapan awal, di mana tahapan ini *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal diterjemahkan menjadi konsep dasar yang diinginkan. Konsep dapat dibuat dengan menggunakan rumus rumus pendekatan ataupun berdasarkan pengalaman untuk kemudian dapat menentukan perkiraan awal yang berkaitan dengan biaya. Pada tahapan ini umumnya dihasilkan ukuran utama kapal serta gambar secara umum.

- *Preliminary Design*

Pada tahap ini dilakukan pendalaman yang berkaitan dengan teknis. Konsep desain akan didalami secara detail yang dapat berpengaruh secara signifikan pada waktu pembangunan kapal, biaya kapal. pada umumnya tahap ini akan menganalisa hal hal yang berkaitan pada *performance* kapal seperti perhitungan memanjang kapal, perhitungan berat kapal berikut titik berat, serta stabilitas kapal.

- *Contract Design*

Pada tahap ini memiliki tujuan utama pembuatan dokumen yang mendeskripsikan kapal yang akan dibangun. Desain masih dapat berubah yang merupakan hasil dari *preliminary design*, untuk mendapatkan desain yang detail dan akurat. Dokumen yang telah disepakati oleh pemilik kapal dan pihak galangan kapal akan menjadi dasar kontrak kelanjutan pembangunan kapal selanjutnya. Pada tahapan ini akan menghasilkan *contract drawing* dan *contract specification* yang meliputi *arrangement drawing*, *structural drawing*, *structural details*, *propulsion arrangement*, *machinery selection*, *propeller selection*, *generator selection*, *electrical selection*, dan lain-lain. Seluruh komponen tersebut biasa disebut dengan *key plan*. *Key plan* harus sesuai dengan permintaan pemilik kapal dan sesuai dengan kontrak yang telah disepakati.

- *Detail Design*

*Detail design* merupakan tahap akhir dalam proses desain kapal. Pada tahap ini *key plan* didetailkan menjadi gambar produksi yang selanjutnya akan digunakan untuk menjadi arahan dalam proses pembangunan kapal. Detail ini mencakup seluruh pekerjaan konstruksi juga operasional kapal.

Sebelum menjalankan 4 tahapan di atas, dalam proses desain ada yang disebut dengan desain *statement* yang merupakan tahapan paling awal dalam proses desain, yaitu proses yang mendefinisikan mengenai gambaran tentang tujuan dan fungsi kapal yang akan dibangun. Tahap ini sangat diperlukan untuk menerjemahkan dan mengarahkan pemilik kapal serta desainernya mengenai kapal yang akan dibangun, dengan pertimbangan pertimbangan yang rasional.

## **2.4. Tinjauan Perhitungan Teknis**

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tinjauan perhitungan teknis yang akan digunakan dalam Tugas Akhir ini.

### 2.4.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal atau yang biasa disebut *main dimension*, merupakan salah satu faktor terpenting sebagai dasar perhitungan teknis. Adapun ukuran utama tersebut :

- LOA (*Length Overall*)

LOA merupakan panjang kapal keseluruhan yang diukur secara horizontal mulai dari bagian buritan kapal hingga ujung haluan kapal.

- LPP (*Length Between Perpendicular*)

LPP merupakan panjang kapal yang diukur secara horizontal mulai dari garis vertikal bagian buritan (*after Perpendicular*) hingga garis vertikal bagian haluan (*fore Perpendicular*).

- LWL (*Length of Waterline*)

LWL merupakan panjang garis sarat kapal.

- B (*Breadth Moulded*)

*Breadth Moulded* merupakan lebar kapal terbesar yang diukur dari bagian tengah kapal.

- H (*Height*)

*Height* merupakan tinggi kapal yang diukur pada tengah kapal secara vertikal, mulai dari bagian atas lunas hingga dek sisi kapal.

- T (*Draught*)

*Draught* atau sarat kapal merupakan jarak vertikal pada bagian tengah kapal yang dihitung mulai dari atas lunas hingga batas lambung yang tercelup air.

*Initial hull dimension* dapat berubah jika hasil perhitungan teknis yang dilakukan tidak memenuhi regulasi yang berlaku. Sedangkan rentang rasio yang digunakan mengacu pada (Insel, 1992) seperti pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Batasan Perbandingan Ukuran Utama

Parameter	Range Ratio
$L/B_1$	$6 < L/B_1 < 11$
$B/H$	$0.7 < B/H < 4.1$
$S/L$	$0.2 < S/L < 0.5$
$S/B_1$	$1 < S/B_1 < 4$
$B_1/T$	$1 < B_1/T < 3$
$B_1/B$	$0.15 < B_1/B < 0.3$
$C_b$	$0.36 < C_b < 0.59$

Sumber: Papper M. Insel and A. F. Molland

### 2.4.2. Koefisien Bidang

Untuk melanjutkan proses desain kapal setelah penentuan ukuran utama, selanjutnya adalah mencari *main coefficient* dari kapal tersebut. Adapun *main coefficient* tersebut meliputi:

- *Froude Number* ( $F_r$ )

Angka *Froude* merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan panjang kapal. Angka *Froude* dapat mendefinisikan kapal mana saja yang termasuk kapal lambat, kapal sedang, ataupun kapal cepat tergantung unsur-unsur yang dijelaskan di atas.

- *Block Coefficient* ( $C_b$ )

Koefisien blok adalah perbandingan volume badan kapal yang tercelup terhadap volume balok yang menyelubunginya badan kapal yang tercelup.

- *Prismatic Coefficient* ( $C_p$ )

Koefisien prismatik adalah perbandingan volume badan kapal yang tercelup dengan volume prisma dengan penampang sebesar gading terbesar dan panjang.

- *Midship Coefficient* ( $C_m$ )

Koefisien *midship* adalah perbandingan antara luasan gading terbesar dengan luasan persegi panjang yang melingkupinya.

- *Waterplane Coefficient* ( $C_{wp}$ )

Koefisien bidang air merupakan perbandingan antara luasan bidang air dengan luasan persegi panjang yang melingkupinya.

### 2.4.3. Displacement

*Displacement* adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang merupakan hasil konversi dari volume air yang dipindahkan (*volume displacement*) menjadi satuan *massa*.

### 2.4.4. Hambatan Kapal

Untuk menentukan daya mesin yang sesuai dengan kebutuhan kapal maka dilakukan perhitungan hambatan kapal. Hal tersebut dilakukan agar kapal dapat berlayar dengan menggunakan mesin yang tepat dan memenuhi kecepatan yang dibutuhkan oleh pemilik kapal. Menurut (Insel, 1992), hambatan kapal dipengaruhi besarnya nilai WSA kapal, dan koefisien hambatan total kapal.

Pada kapal dengan lambung jenis katamaran, komponen hambatan menjadi lebih kompleks. Hal tersebut dipengaruhi oleh adanya efek interferensi antar kedua lambung kapal, yaitu:

1. *Viscous interference resistance* (interferensi viskositas)

Adalah aliran di sepanjang *demihull* simetris berbentuk tidak simetris akibat pengaruh keberadaan *demihull*

2. *Wave making interference resistance* (interferensi gelombang)

*Wave Making Interference Resistance* adalah hasil dari dua buah lambung yang bergerak sejajar. Efek interferensi pada hambatan gelombang akan sangat berpengaruh.

Hambatan total pada kapal dengan lambung katamaran harus dikalikan dua, mengingat katamaran memiliki dua lambung yang identik.

#### 2.4.5. Propulsi Kapal

Kapasitas mesin yang dibutuhkan kapal dapat ditentukan setelah didapatkan nilai hambatan total dari kapal tersebut. Berikut adalah cara mendapatkan besar nilai kapasitas mesin *Break Power* ( $P_B$ ) yang dibutuhkan: (Parsons, 2003)

- *Effective Power* ( $P_E$ )
- *Break Power* ( $P_B$ )
- *Power Margins*

Nilai hambatan yang telah dihitung merupakan nilai yang diestimasikan untuk kondisi yang ideal. Maka perlu memasukkan *power design margin* ( $M_D$ ) dan *power service margin* ( $M_S$ ).

- *Maximum Continues Rating* (MCR)

Mesin dapat dipilih dengan memilih MCR mesin yang melebihi nilai tersebut.

#### 2.4.6. Berat Kapal

Total *displacement* pada kapal komersial biasanya dibagi menjadi berat *Light Ship* (LWT) dan *Total Deadweight* (DWT) yang terdiri dari kargo dan variabel muatan lain (Parsons, 2003). Berikut adalah klasifikasi berat berdasarkan LWT dan DWT:

- DWT merupakan berat kapal yang dapat berubah ubah atau tidak tetap, meliputi *payload*, jumlah penumpang, barang bawaan penumpang, bahan bakar, minyak pelumas, air tawar, dan air kotor.
- LWT merupakan berat kapal kosong yang meliputi berat konstruksi lambung kapal, bangunan atas, *deckhouse*, permesinan, peralatan dan perlengkapan kapal. Berat komponen komponen tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan atau dengan pos per pos.

#### 2.4.7. Lambung Timbul (*Freeboard*)

*Freeboard* merupakan nilai dari hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal, dimana nilai tersebut termasuk tebal kulit atau lapisan kayu jika ada. Sarat kapal diukur pada saat kondisi musim panas. Perhitungan *freeboard* kapal mengacu pada *Non-Convention Vessel Standard* (NCVS).

#### 2.4.8. *Trim*

*Trim* adalah kemiringan kapal secara memanjang akibat perbedaan sarat depan dan belakang kapal. Menurut *Non Conventional Vessel Standard* (NVCS) *Indonesian Flagged*, batasan trim yang diizinkan tidak boleh melebihi dari LBP/50 (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2019).

#### 2.4.9. Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan sebuah kapal untuk kembali pada kedudukan kesetimbangan dalam kondisi air tenang saat kapal mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Berikut adalah hal hal yang menentukan setabilitas kapal:

- Titik G (*grafity*) 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.

Keseimbangan apung kapal adalah kemampuan kapal untuk mendukung gaya berat yang dibebankan dengan menggunakan tekanan hidrostatis yang bekerja di bawah permukaan air dan memberikan daya dukung dengan gaya angkat statis pada kapal.

Dalam perhitungan stabilitas, penulis menggunakan kriteria stabilitas *Marine Guide Notices* (MGN) 280 Chapter 11, Section 3.7. Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standar keselamatan atau *safety of life at sea* (SOLAS) atau International Maritime Organization (IMO).

Batasan-batasan yang harus dipenuhi antara lain adalah sebagai berikut:

- Jika  $GZ_{max}$  terjadi pada  $\theta=15^\circ$ , maka luas gambar di bawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq 0.085 \text{ m.rad}$ .
- Dan jika  $GZ_{max}$  terjadi pada  $\theta=30^\circ$ , maka luas gambar di bawah kurva  $GZ$  tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad.



- Ketika GZ max terjadi antara  $\theta = 15^\circ$  dan  $30^\circ$ , daerah di bawah kurva GZ hingga  $\theta$  GZmax tidak boleh kurang dari:  $A = 0,055 + 0,002 (300 - \theta \text{ GZ Max})$  meter radian.
- Lengan pengembali GZ pada  $\theta=30^\circ$  tidak boleh kurang dari 0.20 m
- Tinggi titik metasenter awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.35m

Untuk kapal katamaran, khususnya *cruising catamaran* memiliki lengan stabilitas statis maksimum yang lebih besar jika dibandingkan dengan *monohul* pada umumnya. *Cruising catamaran* mencapai lengan statis maksimum pada sudut sekitar  $12.5^\circ$ , dan ketika berlayar lebih stabil dari pada *monohull* (Tarjan, 2008).

## 2.5. Analisis Ekonomis

Dalam pembangunan kapal terdapat dua bagian, yaitu menghitung analisis teknis dan ekonomis, dimana kedua hal tersebut saling berkesinambungan. Analisis teknis harus dikerjakan dengan secermat mungkin agar biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan kapal dapat efektif dan efisien.

Terdapat dua komponen dalam melakukan analisis biaya pembangunan kapal, dengan mengklasifikasikan dua kelompok biaya, yaitu biaya yang berkaitan dengan berat kapal (*weight cost*) dan juga biaya yang tidak terkait dengan berat kapal (*non-weight cost*). Dua kelompok biaya tersebut kemudian di-*breakdown* menjadi beberapa komponen lagi.

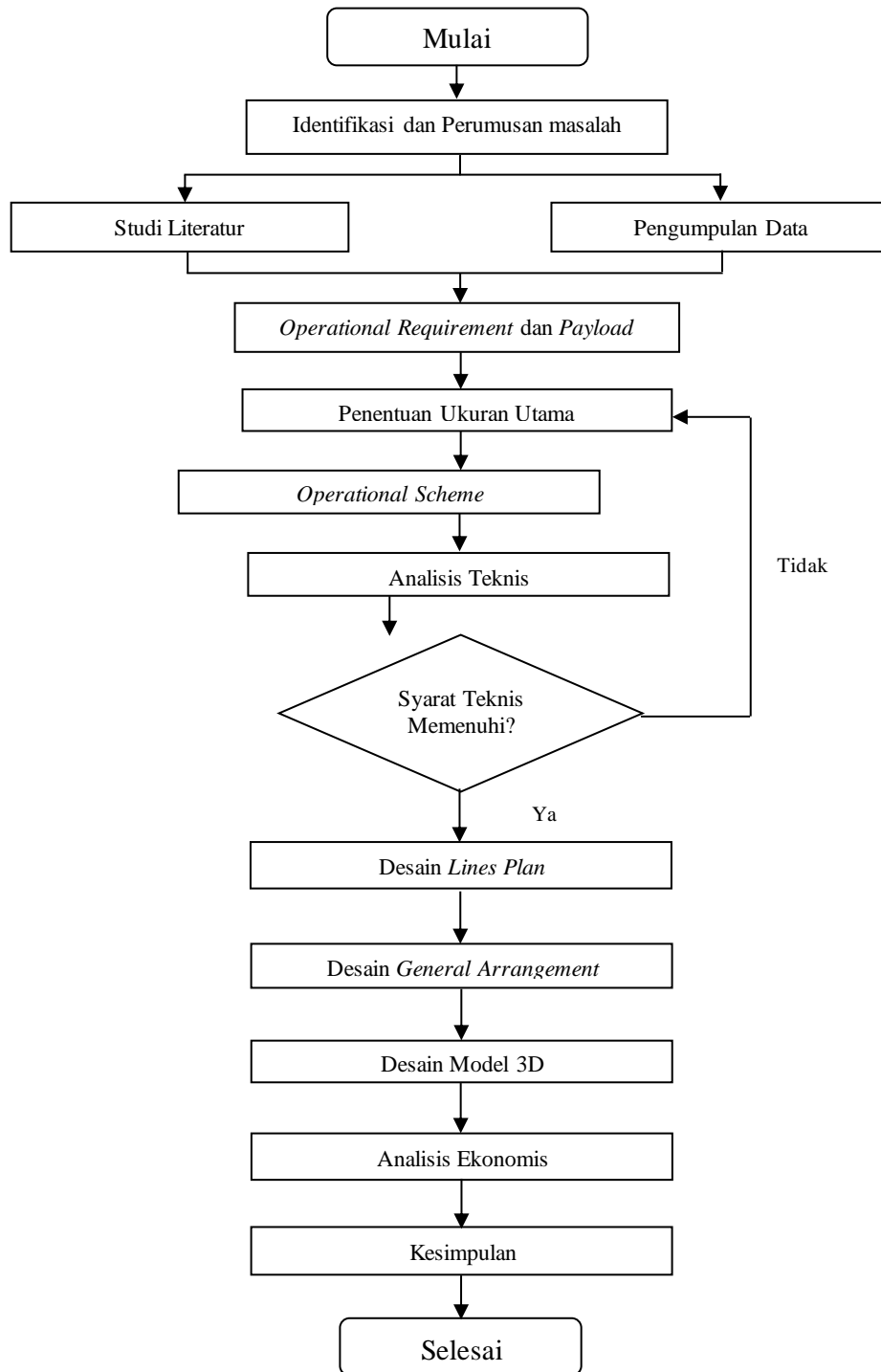
Selanjutnya, nilai ekonomis dari sebuah kapal dapat diketahui dengan menghitung biaya operasional kapal tersebut. Biaya operasinal terbagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel pada umumnya merupakan komponen-komponen seperti biaya penggunaan bahan bakar dan minyak pelumas, biaya air tawar dan biaya gaji *crew*. Sedangkan biaya tetap pada umumnya yaitu biaya asuransi dan juga biaya reparasi kapal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

# BAB 3 METODOLOGI

## 3.1. Bagan Alir

Secara umum metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

## **3.2. Proses Pengerjaan**

Adapun proses pengerjaan Tugas Akhir ini berdasarkan metodologi dengan penjabaran secara umum sebagai berikut:

### **3.2.1. Tahapan Identifikasi Masalah**

Langkah paling awal dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi di kawasan wisata Danau Toba, Sumatera Utara, yaitu mendukung Danau Toba sebagai Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN).

### **3.2.2. Tahapan Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan pencarian studi literatur yang dapat menunjang pengerjaan Tugas Akhir ini. Studi literatur didapatkan dari buku, jurnal maupun penelitian yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini. Adapun literatur yang dicari berkaitan dengan wisata di Danau Toba, kapal dengan lambung katamaran serta literatur yang berkaitan dengan perhitungan teknis dan perhitungan ekonomis.

### **3.2.3. Tahapan Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data untuk menunjang Pengerjaan Tugas Akhir ini. Pengumpulan data dilakukan secara langsung (primer) dan secara tidak langsung (sekunder). Data yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagian besar didapatkan dari penelitian penelitian sebelumnya yang berkaitan.

### **3.2.4. Tahapan Pengolahan Data**

Pada tahapan ini data data yang telah didapatkan diolah untuk melanjutkan tahapan tahapan berikutnya. Data yang didapatkan diolah untuk kemudian menjadi pendukung dalam perhitungan teknis dan ekonomis, adapun data tersebut dibutuhkan untuk:

1. Penentuan lokasi serta rute pelayaran yang tepat untuk *Catamaran Apartment Boat*
2. Penentuan *payload* dan ukuran utama awal
3. Perhitungan teknis yang mendukung, yaitu:
  - a. Rasio-rasio dari ukuran utama
  - b. Koefisien utama kapal
  - c. Perhitungan hambatan dan propulsi kapal
  - d. Perhitungan LWT dan DWT kapal

- e. Pemeriksaan *freeboard*
- f. Pemeriksaan stabilitas
- g. Pemeriksaan *trim* dan sarat

### **3.2.5. Tahapan Pembuatan *Lines Plan*, *General Arrangement*, Model 3D**

Selanjutnya adalah pembuatan *Lines Plan* untuk memodelkan bentuk kapal secara keseluruhan. Pembuatan *Lines Plan* dilakukan dengan *software Maxurf* yang kemudian di *export* ke *AutoCAD* untuk dilakukan proses akhir yang mengacu pada kaedah aturan rencana garis. Setelah *Lines Plan* selesai, akan didapatkan *outline* yang kemudian dapat mendukung pembuatan *General Arrangement*. *General Arrangement* juga dibuat dengan *software AutoCAD*. Selanjutnya adalah pembuatan model 3D dengan bantuan *software Sketch Up*.

### **3.2.6. Tahapan Analisis Ekonomis**

Pada tahapan ini dilakukan penentuan biaya pembangunan kapal melalui pencarian harga dari seluruh material yang berkaitan dengan pembangunan *Catamaran Apartment Boat*. Perhitungan analisis ekonomis meliputi biaya pembangunan kapal serta biaya operasional kapal. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan analisis kelayakan investasi hingga menentukan harga sewa yang dibutuhkan untuk *Catamaran Apartment Boat*.

### **3.2.7. Tahapan Kesimpulan dan Saran**

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan yang didapatkan melalui analisis perhitungan teknis dan perhitungan ekonomis harus mampu menjawab tujuan yang ada dalam Tugas Akhir ini meliputi penentuan ukuran utama *Caatamaran Apartment Boat*, gambar *Lines Plan*, *General Arrangement*, serta model 3D. Selanjutnya saran dibutuhkan untuk melengkapi kekurangan pada Tugas Akhir ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 4**

### **ANALISIS TEKNIS**

#### **4.1. Penentuan Kapasitas Pengunjung dan Crew**

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai kapasitas pengunjung diizinkan dan jumlah crew sebagai juru mudi *Catamaran Apartment Boat*.

##### **4.1.1. Penentuan Pengunjung *Catamaran Apartment Boat***

Pada tahap ini dilakukan penentuan jumlah maksimal pengunjung yang dapat menyewa *Catamaran Apartment Boat*. Kapasitas pengunjung kapal mengacu pada target konsumen yang merupakan keluarga kecil atau pasangan pasangan yang ingin menikmati penginapan di atas kapal di Danau Toba. Dengan itu kami menentukan kapasitas maksimal dari *Catamaran Apartmen Boat* adalah 6 orang.

##### **4.1.2. Penentuan Jumlah Crew *Catamaran Apartment Boat***

Dalam pengoperasian *Catamaran Apartment Boat*, dibutuhkan satu orang crew sebagai juru mudi. Alasan disediakannya crew untuk juru mudi adalah untuk meningkatkan keamanan selama pengoperasian *Catamaran Apartmen Boat*, di mana untuk mengoperasikan kapal di perairan danau, seseorang harus memiliki persyaratan persyaratan yang harus dilengkapi. Maka dari itu total crew yang dibutuhkan adalah 1 juru mudi.

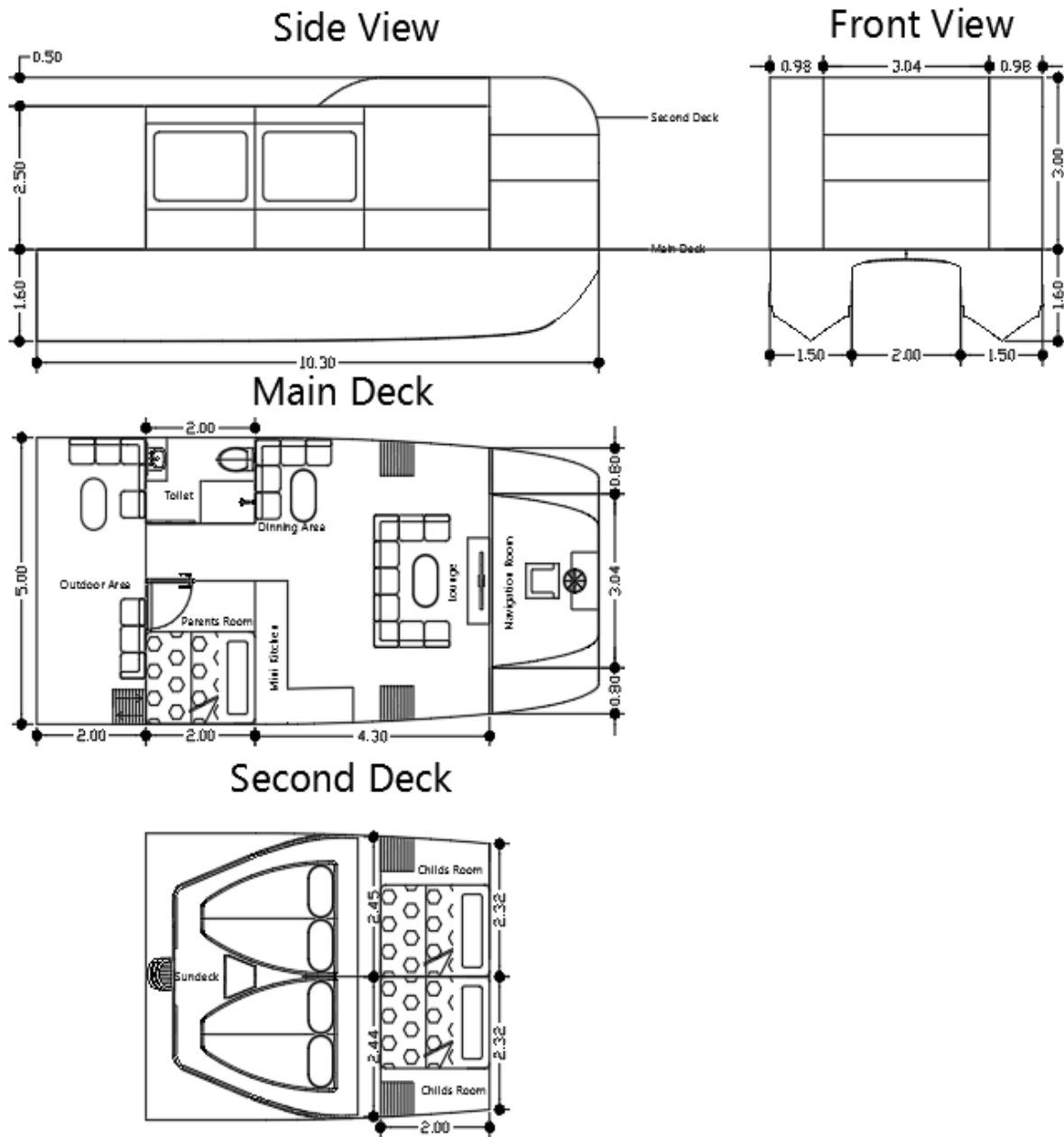
#### **4.2. Layout Awal *Catamaran Apartment Boat***

Dalam proses pembuatan *layout* awal, segala pertimbangan ergonomis dilibatkan. *Catamran Apartment Boat* didesain agar pengunjung dapat terpenuhi segala kebutuhan yang dapat mencukupi kebutuhan menginap dan kebutuhan untuk menikmati wisata air di Danau Toba. Dengan total ruangan utama dapat dilihat pada Tabel 4.1:

**Tabel 4.1** Ruang Utama *Catamaran Apartmen Boat*

No.	Ruang	Jumlah
1.	<i>Parents Room</i>	1
2.	<i>Child Room</i>	2
3.	<i>Navigation Room</i>	1
5.	<i>Outdoor Area</i>	1
6.	<i>Dinning Area</i>	1

9.	<i>Toilet</i>	1
10.	<i>Mini Kitchen</i>	2



Gambar 4.1 *Layout Awal Catamaran Apartment Boat*

**Error! Reference source not found.** merupakan *layout* awal dari *Catamaran Apartment Boat*. Dapat dilihat bahwa terdapat fasilitas ruangan yang cukup lengkap dengan penataan yang se-efisien mungkin, dengan tetap menjaga kebutuhan privasi masing masing pengunjung.



#### 4.2.1. Penentuan Ukuran Utama *Catamaran Apartment Boat*

Dalam proses penentuan ukuran utama *Catamaran Apartment Boat* digunakan sistem *plotting* sesuai dengan luas ruangan yang dibutuhkan. Melalui sistem *trial and error*, kemudian didapatkan ukuran utama yaitu panjang kapal secara keseluruhan (LOA), lebar (B), tinggi (H), dan sarat kapal (T). Berikut pada Tabel 4.2 merupakan ukuran utama *Catamaran Apartment Boat* yang telah didapatkan:

Tabel 4.2 Ukuran Utama *Catamaran Apartment Boat*

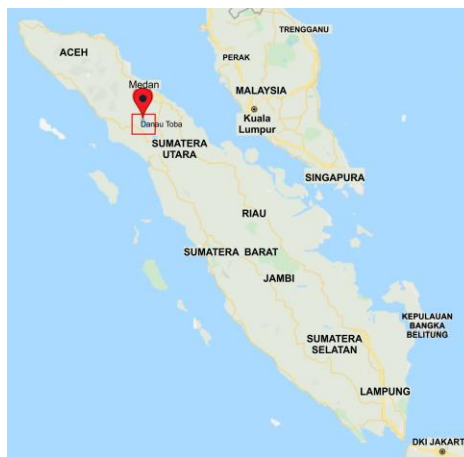
Dimensi	Ukuran	Satuan
Loa	10.3	m
Lpp	10.1	m
B	5	m
H	1.6	m
T	1	m

#### 4.3. Rute Pelayaran *Catamaran Apartment Boat*

Pada sub-bab ini akan dibahas tinjauan lokasi dan rute pelayaran *Catamaran Apartment Boat* di Danau Toba, Sumatera Utara.

##### 4.3.1. Tinjauan Lokasi

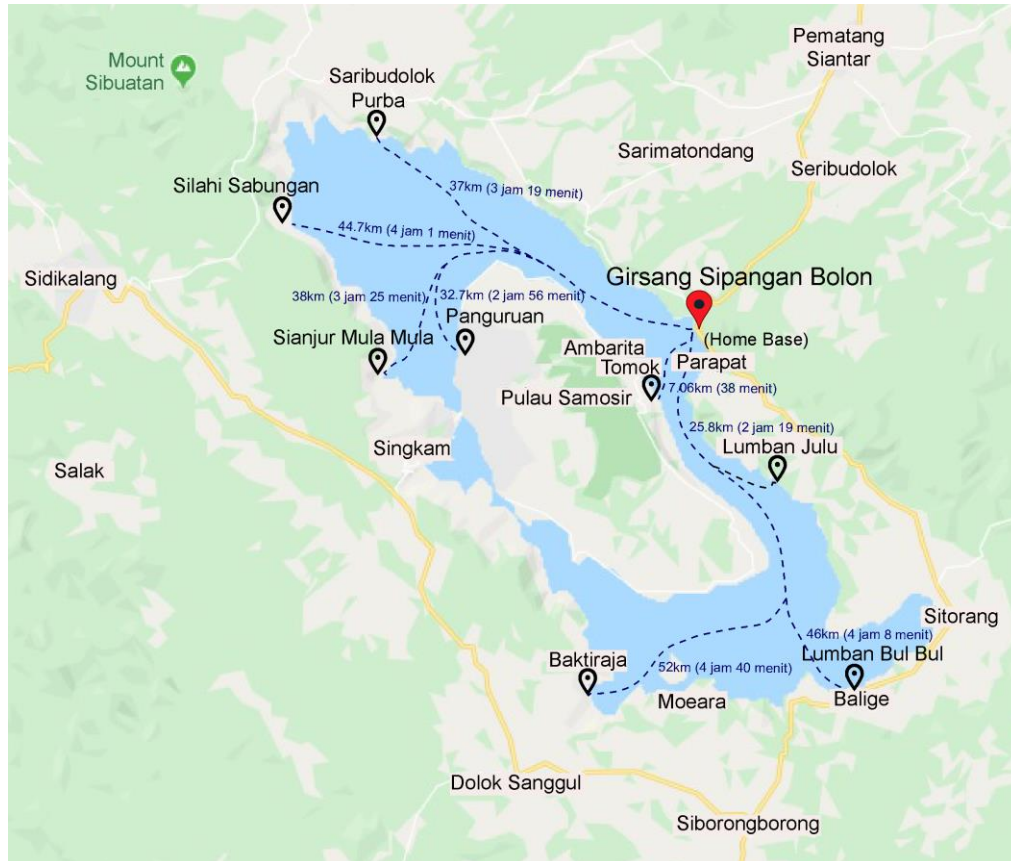
Danau Toba merupakan salah satu KSPN di Indonesia juga menjadi ikon wisata yang dimiliki Provinsi Sumatera Utara. Tidak diragukan jika Danau Toba menjadi salah satu wisata pariwisata yang menjadi prioritas pemerintah dalam peningkatan segala aspek fasilitas sarana dan prasarana. Maka dari itu diperlukan sebuah inovasi yang dapat meningkatkan daya tarik bagi wisatawan domestik maupun mancanegara. Pelanggan akan ditawarkan sebuah penginapan sekaligus transportasi air, menikmati wisata air di Danau Toba.



Gambar 4.2 Provinsi Sumatera Utara

### 4.3.2. Operational Scheme

*Catamaran Apartment Boat* akan beroperasi di perairan Danau Toba, Sumatera Utara. Pengunjung dapat menentukan titik tujuan yang mereka inginkan, sesuai dengan base base yang telah disiapkan, juga dengan batas waktu operasi *Catamaran Apartment Boat* sendiri.



Gambar 4.3 Skema Operasi *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.3 merupakan skema operasi dari *Catamaran Apartment Boat*. Calon pengunjung hanya dapat melakukan registrasi melalui Home Base yang telah disediakan di Kelurahan Parapat. Kemudian pengunjung dapat menentukan sendiri kawasan wisata yang akan dituju sesuai dengan point-point pemberhentian yang telah disediakan. Setiap pemberhentian berada di beberapa Kelurahan yang berada di kawasan Danau Toba. Setiap pemberhentian terdapat sebuah dermaga untuk *Catamaran Apartment Boat* sandar. Namun pada Tugas Akhir ini, dermaga diabaikan. Adapun point-point pemberhentian tersebut berada di:

1. Saribudolok Purba
2. Silahi Sabungan
3. Sianjur Mula Mula
4. Paguruan
5. Tomok

6. Lumban Julu
7. Balige
8. Baktiraja

Point point pemberhentian tersebut adalah Kelurahan yang terdapat di sekitar Danau Toba. Masing masing kelurahan tersebut memiliki wisata masing masing. Sehingga pengunjung dapat menikmati wisata air, menginap di dalam kapal, sekaligus menikmati wisata wisata yang ada pada Kelurahan yang mereka tuju.

Pelanggan dapat menyewa *Catamaran Apartment Boat* secara harian, di mana dalam satu hari pengunjung dapat menentukan 2 point pemberhentian sekaligus dengan berbagai macam fasilitas yang lengkap. Tidak lupa pelanggan akan ditemani satu orang juru mudi untuk meningkatkan keamanan selama perjalanan.

Berikut pada Tabel 4.3 adalah jarak tempuh dan waktu yang diperlukan *Catamaran Apartment Boat* dari *Home Base* menuju point point pemberhentian yang telah disediakan.

Tabel 4.3 Jarak dan Waktu Tempuh *Catamaran Apartment Boat* dari *Home Base* ke *Point Pemberhentian*

Home Base	Point Pemberhentian	Jarak (NM)	Waktu Tempuh (jam)
Parapat	Saribudolok Purba	19.98	3 jam 19 menit
	Silahi Sabungan	24.14	4 jam 1 menit
	Sianjur Mula Mula	20.52	3 jam 25 menit
	Panguruan	17.7	2 jam 56 menit
	Tomok	3.8	38 menit
	Lumban Julu	25.75	2 jam 19 menit
	Balige	24.8	4 jam 8 menit
	Baktiraja	28	4 jam 40 menit

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat jarak terjauh dari *Home Base* Parapat menuju Kelurahan Baktiraja, dengan jarak 28 NM dan waktu tempuh 4.68 jam dengan kecepatan kapal 4 knot.

#### 4.3.3. Waktu Operasi *Catamaran Apartment Boat*

Dengan mempertimbangkan keamanan pengunjung yang menyewa *Catamaran Apartment Boat*, waktu operasi akan dibatasi mulai pukul 07.00-19.00 waktu setempat. Selama di luar jam tersebut kapal akan diwajibkan untuk sandar di dermaga yang telah disediakan.

#### 4.4. Penentuan Jumlah Kapal Dibutuhkan

Jumlah kapal *Catamaran Apartment Boat* yang akan dibangun, ditentukan berdasarkan jumlah wisatawan yang menginap di hotel berbintang di Kabupaten Simalungun. Sebelum itu, dicari terlebih dahulu data jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang di Kabupaten Simalungun, yang selanjutnya digunakan metode *forecast* hingga tahun 2024. Jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang dan hasil *forecast*, dapat dilihat pada Tabel.

Selanjutnya adalah menentukan jumlah wisatawan yang akan menginap di *Catamaran Apartment Boat*, dengan mengalikan jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang pada tahun 2021 dengan presentase jumlah responden yang tertarik menginap di *Catamaran Apartment Boat*. Tabel merupakan hasil kuesioner yang telah diisi oleh 102 responden, dengan presentase responden yang tertarik sebesar 70.6%.

Pada Tabel merupakan jumlah *Catamaran Apartment Boat* yang perlu dibangun, sebanyak 39 kapal. Hasil tersebut didapatkan dari jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang yang telah dikalikan presentase responden tertarik menginap di *Catamaran Apartment Boat*, yang kemudian dibagi dengan jumlah maksimal penumpang dalam satu kapal juga jumlah hari dalam 1 tahun. Maka didapatkan hasil jumlah kapal dibutuhkan sebanyak 39 kapal dalam 1 hari.

#### 4.5. Analisis Perhitungan Teknis

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai hasil analisis perhitungan teknis dari *Catamaran Apartment Boat*, yang meliputi perhitungan rasio dimensi ukuran, koefisien utama, perhitungan hambatan dan propulsi kapal, pemilihan mesin dan genset, perhitungan berat dan titik berat, analisis stabilitas dan analisis *trim* kapal.

##### 4.5.1. Rasio Ukuran Kapal

Pada tahap ini, ukuran utama *Catamaran Apartment Boat* dikoreksi rasionya dengan perbandingan-perbandingan kapal. Adapun pemeriksaan rasio ukuran utama kapal adalah:

$L/B_1$	=	6.76	$10 < L/B_1 < 15$
$B/H$	=	6.33	$0.7 < B/H < 15$
$S/L$	=	3.125	$0.19 < B/H < 0.51$
$S/B_1$	=	0.345	$0.9 < S/B_1 < 4.1$
$B_1/T$	=	2.333	$0.9 < B_1 < 3.1$
$B_1/B$	=	1.5	$0.15 < B_1 < 0.3$
$C_B$	=	0.3	$0.36 < C_B < 0.59$

Berdasarkan hasil pemeriksaan perbandingan rasio ukuran utama kapal untuk katamaran di atas, seluruh data memenuhi dengan berada dalam *range* yang disetujui. Maka dari itu perhitungan dapat dilanjutkan.

#### 4.5.2. Penentuan Koefisien Kapal

Pada tahap ini, selanjutnya adalah mencari koefisien utama sebagai salah satu komponen yang diperlukan untuk melanjutkan perhitungan teknis. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.4, merupakan koefisien-koefisien yang didapatkan dengan menggunakan *software Maxsur Modeller Advanced*.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Koefisien Kapal

Dimensi	Ukuran	Satuan
<i>Displacement</i> ( $\Delta$ )	17.56	ton
<i>Volume displacement</i> ( $\bar{v}$ ) 1 Lambung	8.565	m <sup>3</sup>
<i>Block Coefficient</i> ( $C_B$ )	0.563	
<i>Midship Section Coefficient</i> ( $C_M$ )	0.73	
<i>Prismatic Coefficient</i> ( $C_P$ )	0.771	
<i>Waterplan Coefficient</i> ( $C_{WP}$ )	0.884	
<i>Length of waterline</i> ( $L_{WL}$ )	10.1	m

#### 4.5.3. Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan untuk mendapatkan daya mesin yang sesuai dan dibutuhkan oleh kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh pemilik kapal sesuai *owner requirement*. Untuk menghitung hambatan kapal digunakan rumus dari (Insel, 1992). Dalam Tugas Akhir ini, hambatan kapal dipengaruhi oleh besarnya nilai WSA kapal, dan koefisien hambatan total kapal.

Komponen hambatan yang dialami oleh kapal berlambung katamaran lebih kompleks dikarenakan adanya efek interferensi antar kedua lambungnya, yaitu:

1. *Viscous interference resistance* (interferensi viskositas)

Adalah aliran di sepanjang *demihull* simetris berbentuk tidak simetris akibat pengaruh keberadaan *demihull*.

2. *Wave making interference resistance* (interferensi gelombang)

Adalah hasil dari buah lambung yang bergerak sejajar, efek interferensi pada hambatan gelombang akan sangat berpengaruh.

Hambatan total pada katamaran harus dikalikan dua, mengingat katamaran memiliki dua lambung yang identik. Rumus untuk menghitung kapal jenis katamaran menggunakan rumus

yang diberikan oleh (Insel, 1992). Berikut rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung hambatan kapal:

$$R_t = 0,5x p x WSA x v^2 x 2 C_{tot}$$

Dimana:

$$p = \text{massa jenis fluida} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$WSA = \text{luas permukaan basah}$$

$$V = \text{kecepatan kapal} = 3.1 \text{ m/s}$$

$$C = \text{koefisien hambatan kapal}$$

Dalam perhitungan ini, hambatan total yang dihitung adalah untuk kecepatan maksimum kapal ( $V_{max}$ ). Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya daya mesin maksimal yang digunakan nantinya.

$$C_{tot} = (1 + \beta k) x C_f + \tau x C_w$$

Dimana:

$$(1 + \beta k) = \text{Catamaran viscous resistance interference}$$

$$C_f = \text{Viscous resistance}$$

$$\tau = \text{Catamaran wave resistance interference}$$

$$C_w = \text{Wave resistance}$$

#### 1. Viscous Resistance (ITTC 1957)

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge Hull*, maka harga  $(1 + \beta k)$  dapat ditentukan dari interpolasi harga  $\beta$  dari 3 model yaitu C3, C4, dan C5 yang diperoleh Insel – Molland. Interpolasi dilakukan dengan variasi S/B1 dari tiap model kapal. S adalah lebar demihull, B1 adalah lebar satu lambung dan L adalah Panjang kapal. Diketahui sebagai berikut:

$$S/B_1 : 2.3$$

$$L/B_1 : 6.8$$

Tabel 4.5 Hasil Interpolasi *Viscous Resistance* dari Faktor S/B1 dengan L/B1

		S/B1					
		1	2	3	4	5	L/B1
$\beta$	7	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7
	9	1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9

	2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11
	S/B1					
	2	3	2.3			
$\beta$	1.32	1.32	1.32	untuk harga L/B1 = 7		
	1.57	1.54	1.56	untuk harga L/B1 = 9		
	L/B1					
	7	9	6.8			
$\beta$	1.32	1.56	1.29064			

Tabel 4.5 merupakan hasil interpolasi *viscous resistance* dari 53libab S/B1 dengan L/B1 untuk mendapatkan harga  $\beta$ . Dari 53liba yang diperoleh Insel-Molland, untuk tiap harga L/B1 dibandingkan dengan harga S/BI kemudian diinterpolasi. Dari perhitungan diatas didapatkan harga  $\beta$  yang diambil adalah 1,29. Sedangkan untuk harga 53libab bentuk  $(1 + k)$  didapat dari interpolasi sebagai berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Harga  $1+\beta k$

Model	C3	C4	
L/B1	7	9	6.8
(1+k)	1.45	1.3	1.46835
(1+ $\beta k$ )	$(\beta \times (1+k)) - \beta + 1$		
	1.604		

Pada Tabel 4.6 merupakan perhitungan harga bentuk  $(1+\beta k)$  dengan cara interpolasi 53libab L/B1 dan  $(1+k)$  berdasarkan model kapal sesuai dengan yang diperoleh Insel-Molland. Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan harga  $(1+\beta k)$  sebesar 1.604 yang kemudian harga ini digunakan untuk menghitung C total.

## 2. *Catamaran Wave Resistance Interference* ( $\tau$ )

Untuk model kapal dengan bentuk *Round bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga  $\tau$  dapat ditentukan dari interpolasi disesuaikan dengan harga S/L, Fr, dan L/B1 sebagai berikut:

$$S/L : 0.3$$

$$L/B_1 : 6.8$$

$$F_r : 0.31$$

Tabel 4.7 Perhitungan Harga  $\tau$  dengan Interpolasi dari Faktor S/L dan Fr

		(S/L) <sub>1</sub> = 0.2		(S/L) <sub>2</sub> = 0.3		L/B1
		Fr		Fr		
$\tau$		0.4	0.5	0.4	0.5	7
		0.85	1.18	1.25	1.4	7
		0.68	1	0.85	1	9

		(S/L) <sub>1</sub> = 0.2			(S/L) <sub>2</sub> = 0.3		
		Fn			Fn		
$\tau$		0.4	0.5	0.310	0.4	0.5	0.310
		0.85	1.18	0.552	1.25	1.4	1.114
		0.68	1	0.391	0.85	1	0.714

Fn	0.310	0.310	0.310	
S/L	0.2	0.3	0.345	
$\tau$	0.552	1.114	1.370	untuk harga L/B1 = 7
	0.391	0.714	0.861	untuk harga L/B1 = 9

Fn	0.310	0.310	0.310
S/L	0.345	0.345	0.345
L/B1	7	9	6.755
$\tau$	1.370	0.861	1.432

Pada Tabel 4.7 merupakan hasil interpolasi dari 54libab S/L dengan Fr untuk mencari harga  $\tau$ . Untuk S/L tiap harga L/B1 didapatkan harga Fr kemudian harga ini diinterpolasi sehingga didapatkan harga  $\tau$  sebesar 1,432.

### 3. Wave Resistance ( $C_w$ )

Harga  $C_w$  dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel-Molland sebagai berikut:

$$L/B_1 : 6.755$$

$$F_r : 0,31$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan  $C_w$  dengan Interpolasi dari Faktor L/B1

$C_w$	0.0012	0.0023	7
	0.0008	0.0020	9

Fn
----



	0.4	0.5	0.310	
C <sub>w</sub>	0.0012	0.0023	0.0002	untuk harga L/B <sub>1</sub> =7
	0.0008	0.0020	-0.0004	untuk harga L/B <sub>1</sub> = 9

Fn	0.310	0.310	0.310
L/B <sub>1</sub>	7	9	6.7553
C <sub>w</sub>	0.0002	-0.0004	0.0003

Pada Tabel 4.8 merupakan perhitungan interpolasi dari model yang diperoleh oleh Insel-Molland dengan 55libab L/B<sub>1</sub> dan F<sub>r</sub>, sehingga didapatkan nilai C<sub>w</sub> yang diambil pada F<sub>r</sub> 0,31 adalah 0,0003.

Sehingga nilai C total dapat dicari sebagai berikut:

$$C_{tot} = (1+\beta k) \times C_f \times C_w$$

$$C_{tot} = 0,0048$$

Dari harga Ctotal ini kemudian dapat dicari harga WSA kapal dengan rumus:

$$WSA = (N/B_1) ((1.7/(C_b-(0.2(C_b-0.65)))) + (B_1/T))$$

Kemudian didapatkan harga WSA kapal untuk satu lambung sebesar 25.9 m<sup>2</sup>. Karena kapal katamaran memiliki dua lambung maka WSA satu lambung dikalikan dua, sehingga WSA total adalah 51.8 m<sup>2</sup>.

Setelah didapatkan WSA total kapal maka perhitungan terakhir untuk mencari hambatan R<sub>t</sub>, adalah:

$$R_t = 0,5 \times \rho \times WSA \times V \times C_{tot}$$

$$R_t = 2123.26 \text{ N}$$

$$R_t = 2.12 \text{ KN}$$

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hambatan

No.	Elemen Resistance	Nilai
1.	C <sub>f</sub>	0,002771
2.	C <sub>w</sub>	0,0003
3	C <sub>tot</sub>	0,0048
4	WSA	51.8118 m <sup>2</sup>
5	R <sub>t</sub>	2.12 KN

Dari Tabel 4.9 hasil R<sub>t</sub> ini yang merupakan hasil perhitungan, kemudian dibandingkan dengan perhitungan hambatan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance*. Hasil R<sub>t</sub> yang dipilih adalah hasil yang lebih besar. Metode yang dipilih dalam perhitungan

menggunakan *Maxsurf Resistance* adalah metode Holtrop. Hasil yang didapatkan melalui perhitungan *Maxsurf Resistance* dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 4.10 Analisis Hambatan Menggunakan Software *Maxsurf Modelling*

<b>ANALISIS HAMBATAN (<i>maxsurf</i>)</b>			
<b>Speed</b>	<b>Froud No.</b>	<b>Froud No.</b>	<b>Holtrop Resis</b>
<b>(kn)</b>	<b>LWL</b>	<b>Vol.</b>	<b>(kN)</b>
0	0	0	--
0.25	0.013	0.025	0
0.5	0.026	0.051	0
0.75	0.039	0.076	0
1	0.052	0.102	0.1
1.25	0.065	0.127	0.1
1.5	0.077	0.153	0.2
1.75	0.09	0.178	0.2
2	0.103	0.203	0.3
2.25	0.116	0.229	0.3
2.5	0.129	0.254	0.4
2.75	0.142	0.28	0.5
3	0.155	0.305	0.5
3.25	0.168	0.331	0.6
3.5	0.181	0.356	0.7
3.75	0.194	0.382	0.8
4	0.206	0.407	0.9
4.25	0.219	0.432	1
4.5	0.232	0.458	1.1
4.75	0.245	0.483	1.2
5	0.258	0.509	1.3
5.25	0.271	0.534	1.5
5.5	0.284	0.56	1.6
5.75	0.297	0.585	1.8
6	0.31	0.61	1.9
6.25	0.323	0.636	2.1
6.5	0.335	0.661	2.4
6.75	0.348	0.687	2.6
7	0.361	0.712	2.9
7.25	0.374	0.738	3.1
7.5	0.387	0.763	3.3
7.75	0.4	0.789	3.6

8	0.413	0.814	3.7
8.25	0.426	0.839	3.9
8.5	0.439	0.865	4
8.75	0.452	0.89	4.2
9	0.464	0.916	4.4
9.25	0.477	0.941	4.5
9.5	0.49	0.967	4.7
9.75	0.503	0.992	4.9
10	0.516	1.017	5.1

Dapat dilihat pada Tabel 4.10, didapatkan hasil  $R_t$  sebesar 3.7 kN. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dengan nilai sebesar 2.12 kN, maka hasil perhitungan menggunakan *Maxsurf Resistance* lebih besar. Maka dari itu ditentukan  $R_t$  *Catamaran Apartment Boat* adalah 3.7 kN.

#### 4.5.4. Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin Kapal

Selanjutnya adalah menghitung daya mesin yang dibutuhkan kapal. setelah mendapatkan nilai hambatan total kapal, nilai selanjutnya yang dibutuhkan adalah *Effective Horse Power* (EHP), dan *Brake Horse Power* (BHP).

##### 1. *Effective Horse Power* (EHP)

EHP merupakan daya yang dibutuhkan untuk melawan hambatan yang terjadi pada kapal sehingga kapal dapat bergerak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Berikut ini adalah hasil perhitungan EHP:

$$\begin{aligned}
 EHP &= R_t \times V_s \\
 &= 3.7 \times 4.1 \\
 &= 11.42 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

##### 2. *Brake Horse Power* (BHP)

BHP merupakan daya yang dibutuhkan oleh mesin penggerak utama yang telah melewati sistem transmisi. Daya BHP yang dibutuhkan lebih besar dari EHP akibat adanya pengurangan daya yang diakibatkan pengurangan efisiensi transmisi. Untuk mendapatkan harga BHP dapat ditentukan dengan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 BHP &= (EHP + 15\% EHP) / \eta_D \\
 &= 23.972 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MCR &\geq 29.04 \text{ kW} \\
 &= 39.49 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Setelah nilai-nilai variabel di atas didapatkan, maka elemen-elemen *Horse Power* dapat dihitung. Rekapitulasi hasil *Horse Power* disajikan dalam berikut ini:

Tabel 4.11 Rekapitulasi Kebutuhan *Horse Power*

No.	Elemen <i>Horse Power</i>	Nilai (kW)
1.	<i>MCR</i>	29.04 kW

Pada Tabel 4.11 dapat dilihat didapatkan nilai *MCR* sebesar 29.04 kW untuk menggerakkan *Catamaran Apartment Boat*, atau jika dikonversi menjadi 39.49 HP. Dari nilai *MCR* tersebut akan digunakan untuk memilih mesin utama kapal yang memiliki spesifikasi sesuai dengan yang dibutuhkan

#### 4.5.5. Pemilihan Mesin Utama

Pemilihan mesin utama menyesuaikan dengan kebutuhan daya yang telah dihitung sebelumnya. *Catamaran Apartment Boat* menggunakan 2 mesin utama pada masing masing lambung. Sehingga daya sebesar 29.04 kW atau 39.49 HP dibagi menjadi 2. Berikut adalah mesin yang digunakan untuk *Catamaran Apartment Boat*.

Dimana:

- $MCR = 29.04 \text{ kW}$   
 $= 39.49 \text{ HP}$   
 1 mesin utama = 19.75 HP
- Mesin  
 Merk : Tohatsu  
 Type : MFS 25B  
 Daya : 25 HP

Item	MODEL	25B MF 30B MF	25B EF 30B EF	25B EP 30B EP
Overall Length	mm (in)	1031 (40.6)		652 (25.7)
Overall Width	mm (in)	391 (15.4)		367 (14.4)
Overall Height S-L	mm (in)	1187 (46.7) 1335 (52.6)		
Transom Height S-L	mm (in)	404 (15.9) 552 (21.7)		
Weight	S kg (lb)	71.5 (158)	74.5 (164)	73 (161)
	L kg (lb)	73 (161)	76 (167)	74.5 (164)
Output	kW (ps)	25B : 18.4 (25) 30B : 22.1 (30)		
Max. Operating Range	rpm	25B : 5000-6000 30B : 5250-6250		
Idle Speed	rpm	850 ±30		
Engine Type		4-Stroke EFI		
Number of Cylinder		3		
Bore × Stroke	mm (in)	61 × 60 (2.40 × 2.36)		
Piston Displacement	mL (Cu in)	526 (32.09)		
Exhaust System		Through hub exhaust		
Cooling System		Water cooling		
Engine Lubrication		Trochoid pump		
Starting System		Manual	Electric starter motor*	
Ignition System		Flywheel Magneto C.D. Ignition		
Spark Plug		NGK DCP6E		
Trim Position		6		
Engine Oil	mL (qt.)	NMMA FC-W certified 10W-30 or API SF, SG, SH, SJ, SL or SM, 10W-30/40 Approx. 1800 (1.9)		
Gear Oil	mL (fl.oz.)	Genuine Gear Oil or API GL5,SAE #80-90, Approx. 280 (9.5)		
Fuel		Unleaded regular gasoline : Pump posted 87 Octane (research octane rating of 91)		
Fuel Tank Capacity	L (US gal)	25 (6.60)		
Gear Reduction Ratio		1.92 (12 : 23)		
Emission Control System		MFI (Multiport Fuel Injection - EFI Electronic Fuel Injection)		
Operator Sound Pressure (ICOMIA 39/94) dB (A)		79.2		
Hand Vibration Level (ICOMIA 38/94) m/sec <sup>2</sup>		5.3	—	

Gambar 4.4 Spesifikasi Mesin Utama

( Sumber: [https://www.tohatsu.com/tech\\_info/own\\_man\\_pdfs/Toh\\_MFS25B\\_30B\\_003-11080-7.pdf](https://www.tohatsu.com/tech_info/own_man_pdfs/Toh_MFS25B_30B_003-11080-7.pdf) )

Gambar 4.4 merupakan spesifikasi dari mesin Tohatsu MFS 8A3 yang dipilih untuk digunakan pada *Catamaran Apartment Boat*.



Gambar 4.5 Mesin Utama *Catamaran Apartment Boat*

#### 4.5.6. Pemilihan Genset Kapal

Pemilihan genset pada kapal berdasarkan total daya listrik yang dibutuhkan pada seluruh komponen kapal yang menggunakan listrik. Daya genset dipilih harus lebih besar dari nilai total kebutuhan listrik kapal. Berikut pada Tabel 4.12 adalah rincian kebutuhan listrik *Catamaran Apartment Boat*:

Tabel 4.12 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik *Catamaran Apartment Boat*

Rekapitulasi Kebutuhan Listrik			
Jumlah	Nama	Kapasitas (watt)	Kapasitas (kW)
1	Microwave	450	0.45
1	Refrigerator-Dispenser	700	0.7
1	TV	39	0.039
1	Rice Cooker	400	0.4
1	Electric Stove	1000	1
1	Water Heater	350	0.35
3	AC 1/2 PK	390	1.17
1	AC 3/4 PK	530	0.53
8	Lampu LED 15W	15	0.12
1	Lampu LED 12W	12	0.012
5	Lampu LED 10W	10	0.05
2	Lampu LED 9W	9	0.018
8	Lampu LED floor 3W	3	0.024
		<b>Total (kW) =</b>	<b>4.863</b>
			<b>6.07875</b>
			<b>KVA</b>

Pada Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa kebutuhan listrik *Catamaran Apartment Boat* sebesar 4.863 kW atau 6.079 kVA. Maka ditentukan genset sebagai berikut:

- Daya Minimum

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= 4.863 \text{ kW} \\ &= 6.079 \text{ kVA} \end{aligned}$$

- Genset

Merk : Elemax

Type : SH 7600

- Spesifikasi Mesin

*Output power* : 6.5 kVA

*Speed* : 3600 rpm

Dimensi : (708 x 548 x 493) mm

Berat : 78 kg

*Fuel Consump.* : 1.8 Liter/hour



Gambar 4.6 Genset yang Digunakan *Catamaran Apartment Boat*  
 Pada Gambar 4.6 merupakan genset yang akan digunakan oleh *Catamaran Apartment Boat*.

#### 4.5.7. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal

Dalam perhitungan berat kapal terdapat dua bagian, yaitu *Lightweight Tonnage* dan *Deadweight Tonnage*.

- Perhitungan LWT

Dalam perhitungan berat kapal, LWT merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari seluruh berat baja kapal. berat baja kapal yang dimaksud merupakan seluruh konstruksi baja pada bagian lambung, geladak dan bangunan atas, juga komponen seperti *equipment* dan *ourfitting*, permesinan dan propulsi. Pada Tabel 4.13 dapat dilihat rekapitulasi LWT *Catamaran Apartment Boat*.

Tabel 4.13 Rekapitulasi LWT *Catamaran Apartment Boat*

<b>Rekapitulasi LWT</b>						
<b>REKAPITULASILWT (KONSTRUKSI, MACHINERY &amp; OUTFITTING)</b>						
<i>Item</i>	Jumlah	Berat Total (ton)	<i>LCG from mid (m)</i>	<i>VCG from base (m)</i>	Momen LCG (ton.m)	Momen VCG (ton.m)
Blok 1	1	5.904	2.741	1.100	16.182	6.496
Blok 2	1	3.157	9.159	1.116	28.914	3.522
Bangunan Atas 1	1	3.010	3.221	3.135	9.696	9.436
Bangunan Atas 2	1	1.513	9.382	2.796	14.192	4.230
<i>Engine</i>	1	0.073	-0.196	0.594	-0.014	0.043
<i>Genset</i>	1	0.078	8.574	1.354	0.669	0.106
<i>Pompa Sewage</i>	1	0.026	2.000	1.493	0.052	0.039
<i>Pompa FW</i>	1	0.026	2.000	1.493	0.052	0.039
Refrigator-Dispencer	1	0.035	7.990	2.495	0.280	0.087
Water Heater	1	0.005	4.370	3.300	0.021	0.016
Hanging TV	1	0.005	8.160	2.400	0.039	0.012

Electriv Stove	1	0.011	4.790	2.300	0.053	0.025
Rice Cooker	1	0.006	5.870	2.428	0.035	0.015
Microwave	1	0.013	5.870	2.340	0.075	0.030
AC 3/4 PK	1	0.030	2.150	3.300	0.065	0.099
AC 1/2 PK	3	0.080	2.100	3.300	0.168	0.264
APAR	1	0.003	1.950	2.200	0.006	0.007
Corner Storage Sofa	1	0.039	1.750	1.930	0.068	0.075
Coffee Table	1	0.012	1.150	1.970	0.014	0.024
Storage Seat	1	0.016	1.630	1.825	0.026	0.029
Corner Storage Sofa	1	0.039	2.280	1.930	0.089	0.075
Stool Sofa Set	2	0.002	3.800	1.825	0.008	0.004
Dining Table	1	0.025	3.250	1.970	0.081	0.049
Corner Cabinet	1	0.105	3.500	1.900	0.368	0.200
Bar Table	1	0.0205	6.5	2.05	0.133	0.042
Bar Stool	2	0.0125	6.9	2.02	0.086	0.025
Storage Seat	1	0.015	6.75	1.925	0.101	0.029
Storage King Bed	1	0.155	3.8	1.975	0.589	0.306
Side Table Compact	1	0.01	3.15	1.825	0.032	0.018
Wastafel	1	0.0257	5.98	1.975	0.154	0.051
WC	1	0.022	4.4	1.9925	0.097	0.044
Shower	1	0.003	4.2	3.525	0.013	0.011
Towel Stanf	1	0.001	6.1	1.675	0.006	0.002
Desk	1	0.029	6.5	1.975	0.189	0.057
Chair	1	0.01	6.8	1.825	0.068	0.018
Bench	1	0.03	8	1.85	0.240	0.056
Chair Crew	1	0.006	9.3	1.83	0.056	0.011
Storage Seat	1	0.0285	9	1.6	0.257	0.046
Storage Double Bed	2	0.13	7.24	3.825	0.941	0.497
Side Table Compact	2	0.01	8	3.825	0.080	0.038
Sunbed	2	0.003	4.53	3.64	0.014	0.011
<b>Total</b>		<b>14.723</b>			<b>74.191</b>	<b>26.181</b>

**Berat LWT = 14.723 ton**  
**LCG from Midship = 5.039 m**  
**VCG from Baseline = 1.778 m**

- Perhitungan DWT

Berat DWT kapal merupakan berat dari muatan (*payload*) yang terdiri dari berat penumpang dan *crew*, bahan bakar, minyak pelumas, air tawar dan juga air kotor. Pada Tabel 4.14 merupakan rekapitulasi berat DWT *Catamaran Apartment Boat*.



Tabel 4.14 Rekapitulasi DWT *Catamaran Apartment Boat*

<b>REKAPITULASIDWT</b>					
<i>Item</i>	Berat Total (ton)	<i>LCG from mid (m)</i>	<i>VCG from base (m)</i>	Momen LCG (ton.m)	Momen VCG (ton.m)
<i>FO Tank</i>	0.076	0.5	1.2	0.038	0.091
<i>FW Tank</i>	0.950	3.5	1.45	3.325	1.378
<i>Sewage Tk.</i>	0.700	3.5	1.3	2.450	0.910
Kru	0.075	10	2.475	0.750	0.186
<i>Payload</i>	0.450	5.883	3.217	2.648	1.448
<i>Prov.</i>	0.210	3.000	2.200	0.630	0.462
<b>Total</b>	<b>2.461</b>			<b>9.840</b>	<b>4.473</b>

**Berat Total DWT = 2.461 ton**  
**LCG from Midship = 3.999 m**  
**VCG from Baseline = 1.818 m**

Setelah didapatkan berat keseluruhan dari LWT dan DWT, maka dapat dihitung berapa total berat kapal seluruhnya, yang tertera pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Koreksi *Displacement Catamaran Apartment Boat*

<b>Displacement</b>					
<b>REKAPITULASIBERAT DAN TITIK BERAT</b>					
<i>Item</i>	Berat (ton)	<i>LCG from Mid (m)</i>	<i>VCG from Base (m)</i>	Momen LCG (ton.m)	Momen VCG (ton.m)
LWT	14.723	5.039	1.778	74.191	26.181
DWT	2.461	3.999	1.818	9.840	4.473
<b>Total</b>	<b>17.183</b>			<b>84.031</b>	<b>30.655</b>

Maka untuk koreksi dari *displacement* kapal adalah:

Berat Total Kapal = 17.183 ton

*LCG from AP* = 4.89 m

*VCG from Baseline* = 1.784 m

*Displacement – Berat* = 0.377 ton

= 5.197%

**ACCEPTED**

Batasan = 2-10 %

#### 4.5.8. Perhitungan *Freeboard*

Penentuan besarnya *Freeboard* menggunakan Non Convention Vessel Standard (NCVS) Indonesia.

Dengan aturan sebagai berikut:

Untuk kapal dengan panjang sampai dengan 15 meter, penentuan besar lambung timbulnya adalah:

- a. Minimum 250 mm untuk kapal yang berlayar di laut sangat terbatas
- b. Minimum 150 mm untuk kapal yang berlayar di perairan sungai, danau, dan waduk.

Maka Minimum *Freeboard* sebesar: 150 mm

$$\begin{aligned} F_b &= H-T \\ &= 0.6 \text{ m} \\ &= 600 \text{ mm} \quad \text{ACCEPTED} \end{aligned}$$

#### 4.5.9. Perhitungan Stabilitas

Pada perhitungan stabilitas *Catamaran Apartment Boat* menggunakan 6 variasi *load cases*. Variasi tersebut diklasifikasikan berdasarkan muatan (penumpang), *consumable*, dan *crew*. *Load cases* perhitungan stabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 *Load Cases*

Load Case	Pengunjung	Consumable	Crew
1	100%	100%	100%
2	100%	10%	100%
3	50%	100%	100%
4	50%	10%	100%
5	0%	100%	100%
6	0%	10%	100%

*Catamaran Apartment Boat* merupakan kapal Non SOLAS, sehingga untuk analisis stabilitas kapal tidak dapat menggunakan kriteria dari IMO. Kriteria yang dipilih untuk analisis stabilitas *Catamaran Apartment Boat* adalah Marine Guide Notices (MGN) 280. Kriteria yang dipilih merupakan alternatif dari, dengan pertimbangan *Catamaran Apartment Boat* merupakan

*multihull*, dan memiliki panjang kapal di bawah 24m. Hasil perhitungan stabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Hasil Analisis Stabilitas *Catamaran Apartment Boat*

No.	Load Case			A $\theta$ max ≥ 0,075 (m.rad)	A $\theta$ (30- 40) ≥ 0,03 (m.rad)	GZ $\theta$ 30 ≥ 0,2 (m)	$\theta$ GZmax ≥ 15 $\theta$ (rad)	GM ≥ 3.5 (m)	Status
	Penyewa	Consum.	Crew						
1	100%	100%	100%	0.274	0.164	1.073	22	8.262	Pass
2	100%	50%	100%	0.246	0.151	1	21	8.262	Pass
3	100%	10%	100%	0.242	0.14	0.936	20	8.262	Pass
4	50%	100%	100%	0.252	0.169	1.105	22	8.262	Pass
5	50%	50%	100%	0.251	0.157	0.1033	21	8.262	Pass
6	50%	10%	100%	0.248	0.146	0.97	21	8.262	Pass

#### 4.5.10. Perhitungan *Trim*

*Trim* adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi di mana sarat belakang ( $T_b$ ) dan sarat depan ( $T_d$ ) adalah sama. *Trim* terbagi menjadi dua yaitu *trim* haluan dan *trim* buritan. Menurut *Non Conventional Vessel Standard (NCVS) Indonesian Flagged*, batasan *trim* yang diizinkan tidak boleh melebihi dari LBP/50. Kondisi *trim* didapatkan secara otomatis saat perhitungan stabilitas di *software maxsurf stability enterprise*. Jika hasilnya positif, berarti *trim* buritan, jika negatif, berarti *trim* haluan.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan *Trim Catamaran Apartment Boat*

No.	Kondisi	Batasan (+/-)	T <sub>a</sub> (m)	T <sub>f</sub> (m)	Nilai (m)	Trim	Status
1.	Load Case I	0.203	0.696	1.297	-0.601	Bow	Accepted
2.	Load Case II	0.203	0.607	1.351	-0.744	Bow	Accepted
3.	Load Case III	0.203	0.536	1.392	-0.856	Bow	Accepted
4.	Load Case IV	0.203	0.696	1.279	-0.583	Bow	Accepted
5.	Load Case V	0.203	0.606	1.334	-0.728	Bow	Accepted
6.	Load Case VI	0.203	0.535	1.375	-0.84	Bow	Accepted

Tabel 4.18 merupakan hasil rekapitulasi pemeriksaan batasan trim. Kondisi *trim* kapal pada semua *loadcase* telah **memenuhi** kriteria dari NCVS 2009 yaitu *trim* kapal tidak melebihi nilai  $L_{pp}/50$  sebesar +0.203 dan -0.203.

#### 4.5.11. Ukuran Utama Akhir *Catamaran Apartment Boat*

Setelah dilakukan analisa perhitungan teknis dan sesuai dengan standar yang diizinkan, maka didapatkan ukuran utama akhir berupa *Length Over All (LOA)*, *Breadth (B)*, *Depth (D)*, *Sarat (T)* yang sesuai dengan ukuran utama awal. Berikut pada Tabel 4.19 merupakan ukuran utama akhir yang didapatkan:

Tabel 4.19 Ukuran Utama Akhir *Catamaran Apartment Boat*

UKURAN UTAMA AKHIR	
LOA	10.3 m
LPP	10.1 m
B	5 m
H	1.6 m
T	1 m

#### 4.6. Pembuatan *Lines Plan*

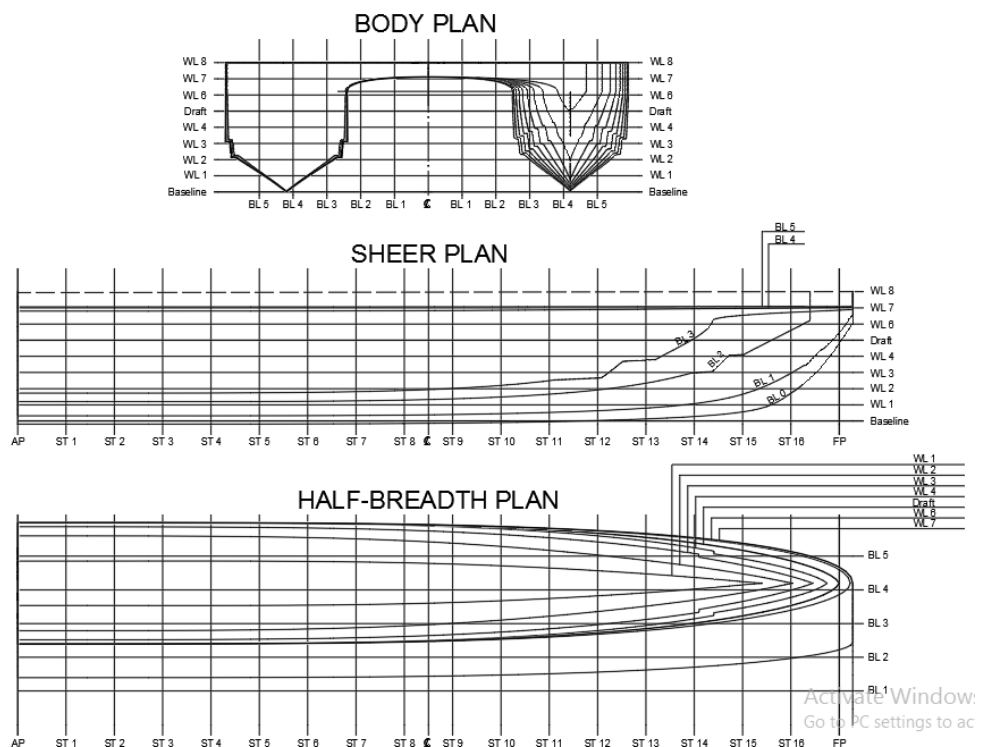
*Lines Plan* atau rencana garis merupakan salah satu langkah dasar dalam proses desain kapal. *Lines Plan* sendiri memiliki fungsi untuk menunjukkan karakteristik lambung kapal serta memberikan gambaran umum bentuk tiga dimensi bentuk badan kapal. Rencana garis diproyeksikan menjadi tiga bidang, yaitu Bidang Garis air, Bidang Tengah Kapal, dan Bidang Diametral. *Lines Plan* juga menjadi dasar untuk melakukan perhitungan kareakteristik kapal, menentukan pembagian ruang kapal, menentukan daya muat kapal, serta menghitung kemampuan olah gerak kapal saat berlayar.

Proses pembuatan *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software* desain *hull form*, yaitu *Maxsurf Modeler Student Version*. *Lines Plan* untuk kapal ini dibuat dengan jumlah 17 *station* dimana *section 0* berada pada *after perpendicular (AP)* dan *station 17* berada pada *fore perpendicular (FP)* dengan jarak antar *station* adalah 0.6. Pada *waterlines (WL)* dibuat dengan jumlah 7, dengan jarak antar WL sebesar 0.2 m. untuk *buttocks lines (BL)* dibuat sebanyak 5 garis dengan jarak antar BL sebesar 0.42 m. Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan desain *Lines Plan* dengan *software Maxsurf Modeler Student Version*:

1. Membuka *software Maxsurf Modeller*.

2. Membuat model kapal dengan desain yang disediakan pada dampel *Maxsurf Modeller*.
3. Memasukkan ukuran utama pada *size surface*.
4. Menentukan *frame of reference* untuk mengatur titik acuan.
5. Mengatur jarak dan jumlah *stations*, *buttock lines* dan *water lines* pada menu *design grid*.
6. Memindahkan desain *Lines Plan* tersebut dengan format *.dxf* untuk selanjutnya dibuka pada *software AutoCAD Student Version*.

Langkah selanjutnya adalah proses *finishing* menggabungkan *body plan*, *sheer plan*, dan *half-breadth plan*. Setelah proses penggabungan seluruhnya dilakukan proses *finishing* menjadi sebuah *Lines Plan* utuh yang sesuai dengan kaidah menggambar teknik. Pada Gambar 4.7 merupakan desain *Lines Plan* dari *Catamaran Apartment Boat*.



Gambar 4.7 Desain *Lines Plan* *Catamaran Apartment Boat*

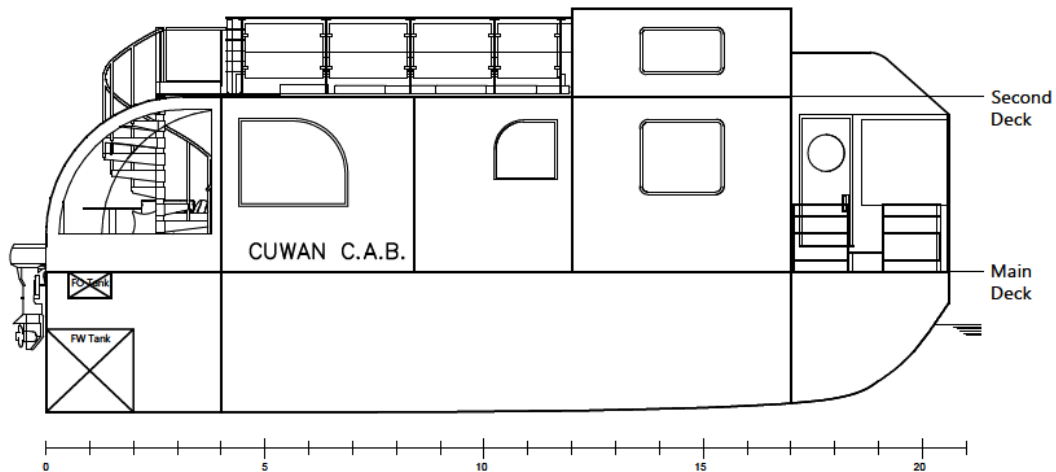
#### 4.7. Pembuatan *General Arrangement*

*General Arrangement* atau yang biasa disebut gambar rencana umum merupakan perencanaan seluruh ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya, seperti ruang mesin, ruang akomodasi, ruang navigasi, peletakkan tangki dan peletakkan seluruh *outfitting* yang dibutuhkan oleh kapal. *General Arrangement* dibuat dengan

menggunakan *outline* yang didapatkan dari *Lines Plan*, yaitu tampak samping, tampak depan dan tampak atas.

#### 4.7.1. Side View

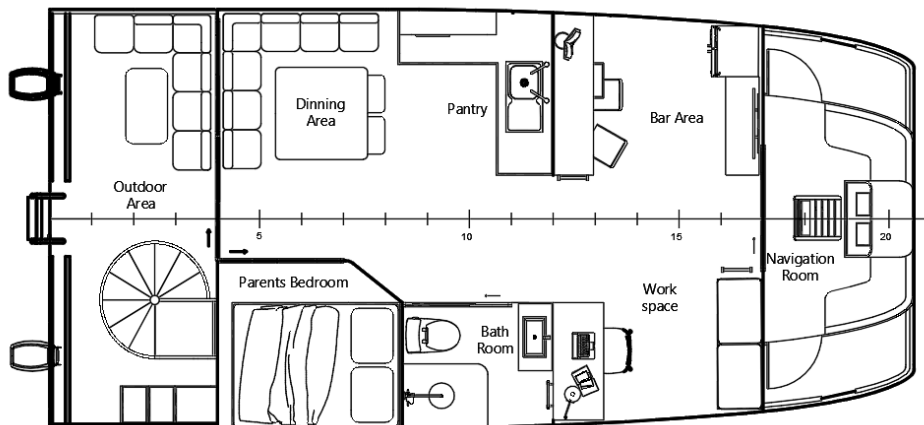
Pada bagian *side view*, merupakan tampak samping *Catamaran Apartment Boat*. Kapal ini menggunakan jarak gading 0.5 m dengan jarak tiap gading besar memiliki jarak 2.5 m. *Side view Catamaran Apartment Boat* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Side View dari *Catamaran Apartment Boat*

#### 4.7.2. Main Deck

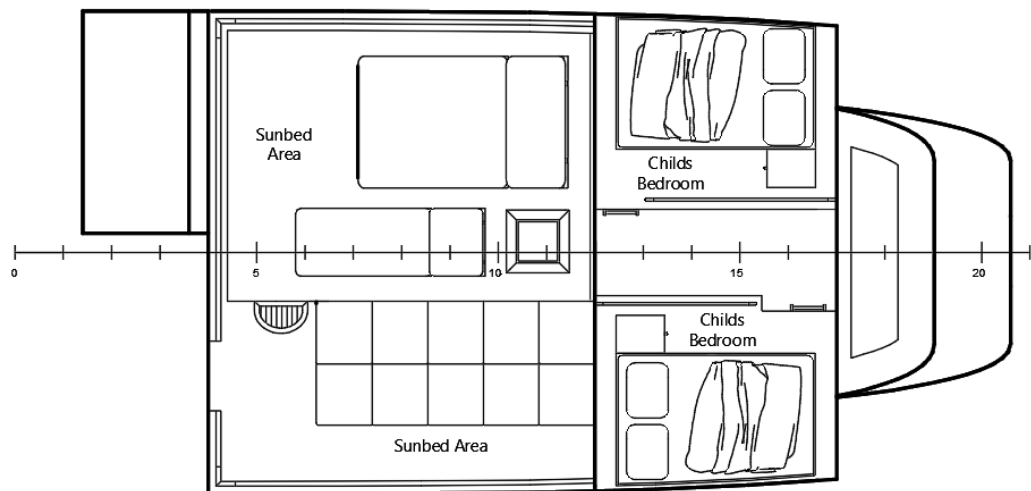
*Main deck Catamaran Apartment Boat* dapat dilihat pada Gambar 4.9 yang diambil melalui tampak atas kapal. Pada *main deck Catamaran Apartment Boat* dapat dilihat terdapat ruangan *outdoor*, *dinning area*, *parents room*, *galley*, *workspace*, *bar area*, dan ruang navigasi.



Gambar 4.9 Main Deck *Catamaran Apartment Boat*

#### 4.7.3. *Second Deck*

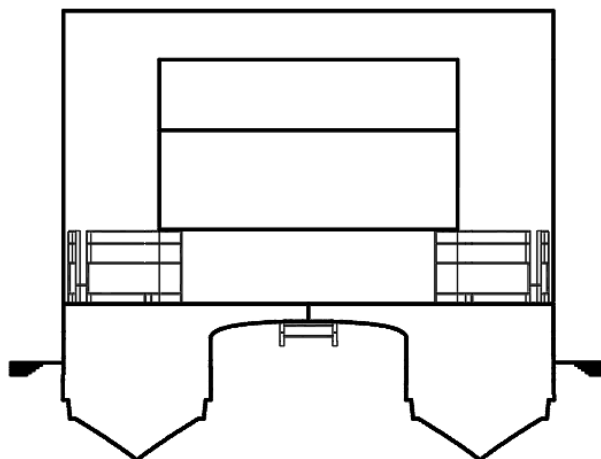
*Second deck* merupakan area yang terletak di atas *main deck*. Pada Gambar 4.10 , dapat dilihat terdapat area *sundeck*, dan *child room*.



Gambar 4.10 *Second Deck Catamaran Apartment Boat*

#### 4.7.4. *Front View*

*Front view* merupakan pandangan *Catamaran Apartment Boat* dari depan, yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



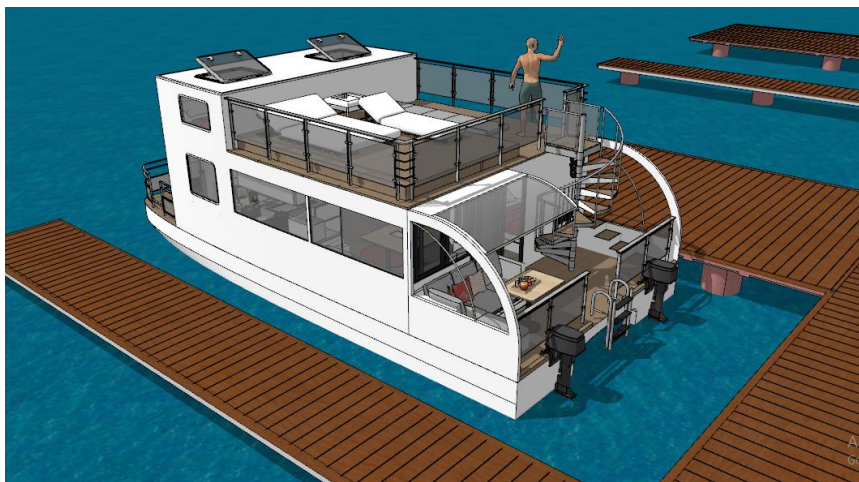
Gambar 4.11 *Front View Catamaran Apartment Boat*

#### 4.8. Desain 3 Dimensi

Desain 3D merupakan salah satu cara untuk memodelkan hasil dari desain *Lines Plan* dan *General Arrangement*. Proses desain 3D *Catamaran Apartment Boat* menggunakan *software SketchUp*. Desain meliputi beberapa bagian penting utama kapal, yaitu desain lambung kapal, bangunan atas dan seluruh interior kapal.



Gambar 4.12 *Exterior* dari *Catamaran Apartment Boat*



Gambar 4.13 *Exterior* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 merupakan *exterior* dari *Catamaran Apartment Boat*. Pada bagian luar kapal terdapat fasilitas *outdoor area*, dan *sunbed area*. Untuk fasilitas *indoor* terdapat fasilitas satu *parents room*, *dinning area*, *galley*, *workspace area*, *bar area*, dua *child room*, dan *toilet*.





Gambar 4.14 *Sunbed Area* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.14 merupakan area *sunbed* dari *Catamaran Apartment Boat*. Area ini berada pada *second deck*, yang merupakan fasilitas untuk penyewa melakukan aktifitas berjemur dan bersantai menikmati pemandangan Danau Toba dari atas kapal.



Gambar 4.15 *Outdoor Area* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.15 merupakan *outdoor area* *Catamaran Apartment Boat* yang terletak pada bagian belakang *main deck*. Fasilitas ini merupakan area pertama penyewa menaiki kapal, juga area untuk penyewa kapal dapat berkumpul melakukan kegiatan memancing. Terdapat juga tangga sebagai akses menuju *sunbed area*.



Gambar 4.16 *Parents Room* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.16 merupakan *parents room* atau kamar utama dari *Catamaran Apartment Boat*. Kamar ini didesain dengan privasi yang terjaga.



Gambar 4.17 *Dinning Area* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.17 merupakan *dinning area* dari *Catamaran Apartment Boat*. Fasilitas yang digunakan untuk penyewa berkumpul bersantai sambil menikmati makanan dan minuman.



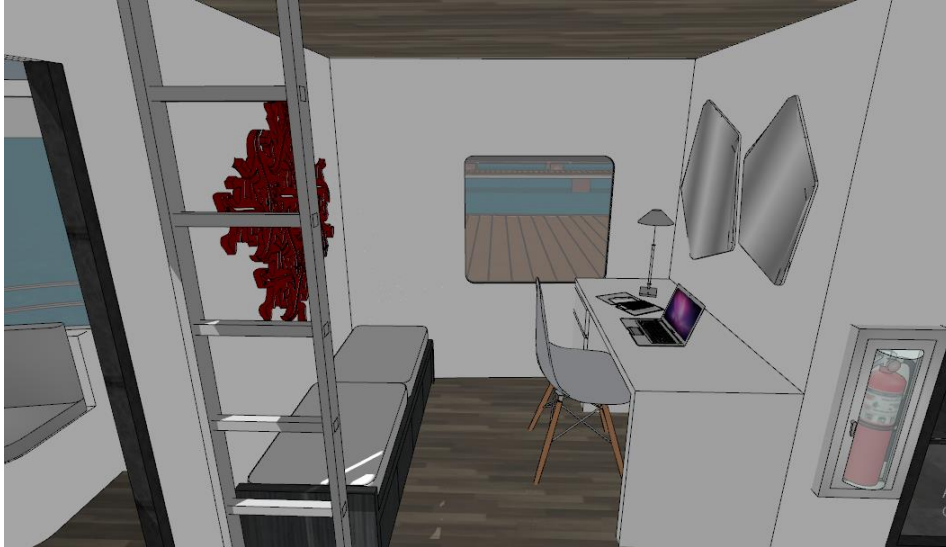
Gambar 4.18 *Galley* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.18 merupakan *galley* atau dapur dari *Catamaran Apartment Boat*. Merupakan fasilitas yang dapat digunakan penyewa untuk membuat makanan dan minuman.



Gambar 4.19 *Child Room* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.19 merupakan *child room* atau kamar anak dari *Catamaran Apartment Boat*. Terdapat dua kamar anak yang masing masing kasur memiliki kapasitas 2 orang. Letak kasur berada di atas *bar area* dan *workspace area*. Terdapat fasilitas jendela di atas kasur, sehingga penyewa dapat melihat langit di atas Danau Toba.



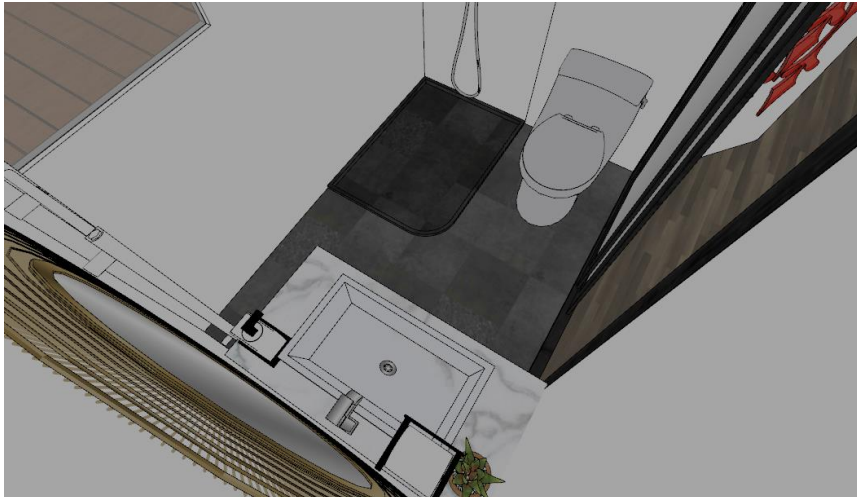
Gambar 4.20 *Workspace Area* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.20 merupakan *workspace area* dari *Catamaran Apartment Boat*. Fasilitas ini disediakan untuk memudahkan penyewa yang membutuhkan area untuk bekerja.



Gambar 4.21 *Bar Area* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.21 merupakan *bar area* dari *Catamaran Apartment Boat*. Merupakan fasilitas untuk penyewa menikmati waktu sambil makan dan minum dengan desain bar yang *modern*.



Gambar 4.22 Toilet dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.22 merupakan *toilet* dari *Catamaran Apartment Boat*. Merupakan salah satu fasilitas yang paling dibutuhkan oleh penyewa.



Gambar 4.23 *Navigation Room* dari *Catamaran Apartment Boat*

Gambar 4.23 merupakan *navigation room* dari *Catamaran Apartment Boat*. Terdapat fasilitas mengemudi kapal dan area untuk 1 orang *crew* istirahat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

### 5.1. Perhitungan Jumlah Kapal yang Dibutuhkan

Sebelum menghitung estimasi biaya pembangunan kapal, perlu diketahui berapa jumlah kapal yang perlu dibangun untuk mencapai tujuan pembangunan kapal. Data yang dibutuhkan untuk menghitung jumlah kapal yang dibutuhkan adalah, survey ketertarikan masyarakat terhadap *Catamaran Apartment Boat* melalui kuesioner. Selain itu data *forecast* jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang. Presentase dari responden yang tertarik dengan *Catamaran Apartment Boat* akan menjadi pengali dari jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang.

Tabel 5.1 *Forecast* Jumlah Wisatawan Menginap di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara

<b>Wisawan Menginap di Hotel Bintang Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara</b>	
<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Wisatawan</b>
2012	132557
2013	132575
2014	140957
2015	126659
2016	126651
2017	126561
2018	124789
2019	123016
2020	121243
2021	119470
2022	117697
2023	115925
2024	114152

Tabel 5.1 merupakan data jumlah wisatawan menginap di hotel berbintang Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara yang kemudian di-*forecast*. Hasil *forecast* yang digunakan adalah tahun 2021 sebanyak 119470 orang.

Selanjutnya adalah mengalikan presentase responden yang tertarik pada *Catamaran Apartment Boat*. Didapatkan presentase hasil survey menggunakan Google Form yang dapat dilihat pada Tabel.

Pada Tabel dapat dilihat presentase responden yang tertarik pada *Catamaran Apartment Boat* sebanyak 70.6%.

Tabel 5.2 Perhitungan Kebutuhan *Catamaran Apartment Boat* Per-Hari

Jumlah <i>Catamaran Apartment Boat</i> yang Dibutuhkan		
Wisatawan yang Menginap 2021	119470	Orang per tahun
Wisatawan yang Menginap di <i>Catamaran Apartment Boat</i> (kuesioner)	71683	Orang per tahun
Jumlah Kapal yang dibutuhkan	39	Kapal per hari

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibutuhkan kapal *Catamaran Apartment Boat* sebanyak 39 buah per hari.

## 5.2. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Pada bab analisis ekonomis ini akan dijelaskan biaya untuk pembangunan kapal. Dalam membangun kapal ini banyak komponen yang diperhitungkan yaitu biaya struktural, biaya outfitting, biaya *machinery*, serta biaya *non weight*.

### 5.2.1. Biaya Struktural

*Structural weight cost* merupakan perhitungan biaya pembangunan lambung kapal, yang meliputi biaya pelat, biaya profil, dan biaya kaca *tempered glass*. Harga material tersebut disesuaikan dengan harga yang tersedia di pasaran. Dari harga tiap material tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah material yang digunakan yang diolah dari data hasil perhitungan berat struktur yang dapat dilihat pada LAMPIRAN A. Hasil perhitungan penggunaan material beserta total biaya struktur dapat dilihat pada Tabel 5.3. Perhitungan lebih detail dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

Tabel 5.3 Biaya Struktural *Catamaran Apartment Boat*

	Item	Kuantitas	Produk/Material	Harga/unit	Total
Structural	Pelat Sisi	94.46	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 52,302,755.56
	Pelat Main Deck	85.96	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 46,609,422.22
	Pelat Belakang	12.57	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 6.816,817.78
	Pelat tangki FW	0.950	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 515,111.11



Pelat Tangki S	0.700	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 379,555.56
Pelat Sekat dan Pelat Depan	12.32	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 6,680,177.78
Pelat Girder	0.689	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 373,320.00
Profil T	22.910	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 12,422,311.11
Profil L	55.50	Siku 60x60x6 mm (6 m)	IDR 4,880,000.00	IDR 45,140,000.00
Kaca <i>Sunbed Area</i>	5.4	Tempered Glass 6 mm	IDR 260,500.00	IDR 1,406,700.00
Kaca Depan	3	Tempered Glass 6 mm	IDR 260,500.00	IDR 781,500.00
Kaca Samping	4.600	Tempered Glass 6 mm	IDR 260,500.00	IDR 1,198,300.00
				IDR 174,625,971.11

Pada Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa biaya struktural yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 174,625,971.11.

### 5.2.2. Biaya *Outfitting*

*Outfitting weight Cost* didasarkan pada kebutuhan *outfitting* kapal. Setelah dilakukan pemilihan maka dicari harga dari masing-masing perlengkapan dan peralatan tersebut. Berbeda dengan perhitungan biaya struktur, biaya perlengkapan dihitung dari harga tiap *item* perlengkapan yang dikalikan dengan jumlah *item* yang digunakan di *Catamaran Apartment Boat*. Didapatkan biaya perlengkapan yang dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Biaya *Outfitting Catamaran Apartment Boat*

	Item	Kuantitas	Harga/Unit	Total
Outfitting	Refrigator-Dispencer	1	IDR 16,700,000.00	IDR 16,700,000.00
	Water Heater	1	IDR 2,530,000.00	IDR 2,530,000.00
	Hanging TV	1	IDR 6,850,000.00	IDR 6,850,000.00
	Electriv Stove	1	IDR 3,000,000.00	IDR 3,000,000.00
	Rice Cooker	1	IDR 675,000.00	IDR 675,000.00
	Microwave	1	IDR 3,500,000.00	IDR 3,500,000.00
	AC 3/4 PK	1	IDR 3,319,000.00	IDR 3,319,000.00
	AC 1/2 PK	3	IDR 3,575,000.00	IDR 10,725,000.00
	APAR	1	IDR 5,000,000.00	IDR 5,000,000.00
	Corner Storage Sofa	1	IDR 9,600,000.00	IDR 9,600,000.00
	Coffee Table	1	IDR 2,299,000.00	IDR 2,299,000.00
	Storage Seat	1	IDR 6,210,000.00	IDR 6,210,000.00
	Corner Storage Sofa	1	IDR 9,680,000.00	IDR 9,680,000.00

	Stool Sofa Set	2	IDR 2,150,000.00	IDR 4,300,000.00
	Dining Table	1	IDR 4,524,700.00	IDR 4,524,700.00
	Corner Cabinet	1	IDR 8,145,000.00	IDR 8,145,000.00
	Bar Table	1	IDR 4,850,000.00	IDR 4,850,000.00
	Bar Stool	2	IDR 998,750.00	IDR 1,997,500.00
	Storage Seat	1	IDR 3,105,000.00	IDR 3,105,000.00
	Storage King Bed	1	IDR 7,399,000.00	IDR 7,399,000.00
	Side Table Compact	1	IDR 2,120,000.00	IDR 2,120,000.00
	Wastafel	1	IDR 5,985,000.00	IDR 5,985,000.00
	WC	1	IDR 4,149,000.00	IDR 4,149,000.00
	Shower	1	IDR 3,490,000.00	IDR 3,490,000.00
	Towel Stanf	1	IDR 579,000.00	IDR 579,000.00
	Desk	1	IDR 1,899,000.00	IDR 1,899,000.00
	Chair	1	IDR 3,545,000.00	IDR 3,545,000.00
	Bench	1	IDR 1,999,000.00	IDR 1,999,000.00
	Chair Crew	1	IDR 5,445,000.00	IDR 5,445,000.00
	Storage Seat	1	IDR 6,210,000.00	IDR 6,210,000.00
	Storage Double Bed	2	IDR 2,300,000.00	IDR 4,600,000.00
	Side Table Compact	2	IDR 2,120,000.00	IDR 4,240,000.00
	Sunbed	2	IDR 5,100,000.00	IDR 10,200,000.00
	APAR	2	IDR 598,000.00	IDR 1,196,000.00
				IDR 170,066,200.00

Pada Tabel 5.4 dapat dilihat biaya yang dibutuhkan untuk *outfitting Catamaran Apartment Boat* sebesar Rp 170,066,200.00.

### 5.2.3. Biaya Machinery

*Machinery Weight Cost* merupakan perhitungan biaya mesin utama, genset, pompa *sewage* dan pompa *fresh water*. Setelah dicari harga dari masing-masing permesinan tersebut maka kemudian dilakukan perhitungan. Sama dengan perhitungan biaya perlengkapan, biaya permesinan dihitung dari harga tiap *item* perlengkapan yang dikalikan dengan jumlah *item* yang digunakan di MCB. Didapatkan biaya perlengkapan yang dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Biaya Machinery Catamaran Apartment Boat

	Item	Kuantitas	Harga/Unit	Total
Machinery	Mesin Utama	2	IDR 83,830,000.00	IDR 167,660,000.00
	Generator	1	IDR 24,700,000.00	IDR 24,700,000.00
	Pompa Sewage	1	IDR 3,083,000.00	IDR 3,083,000.00
	Pompa Fresh Water	1	IDR 3,083,000.00	IDR 3,083,000.00
				Rp 198,526,000.00

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat biaya yang dibutuhkan untuk *machinery Catamaran Apartment Boat* sebesar Rp 198,526,000.00.

#### 5.2.4. Biaya *Non-Weight Cost*

Yang termasuk di dalamnya biaya klasifikasi, konsultan, tes tangki, peluncuran, *drydock*, *trial*, dan lainnya yang tidak berhubungan dengan berat dalam perhitungan biayanya. Pada *Catamaran Apartment Boat* ini diambil asumsi persentase 10% seperti yang disarankan Watson (1998) dari jumlah biaya struktur, permesinan, dan perlengkapan.

#### 5.2.5. Biaya *Margin Laba Galangan Kapal*

Merupakan persentase margin laba yang ditambahkan pada harga pembangunan kapal oleh galangan. Pada perhitungan biaya pembangunan ini, diambil persentase sebesar 5% seperti yang direkomendasikan Watson (1998). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

#### 5.2.6. Biaya Inflasi

Merupakan biaya yang perlu disiapkan sebagai antisipasi terjadinya inflasi yang mengakibatkan kenaikan harga-harga selama pembangunan. Pada perhitungan biaya ini diasumsikan periode pembangunan bus amfibi selama satu tahun dan menggunakan rata-rata inflasi tahunan di Indonesia sebesar 6% (Widianto, 2017). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.6

#### 5.2.7. Total Biaya Pembangunan *Catamaran Apartment Boat*

Berikut adalah total biaya pembangunan 39 buah *Catamaran Apartment Boat* yang telah dipengaruhi oleh biaya lain-lain seperti biaya *Non-Weight Cost*, biaya laba galangan, biaya inflasi dan biaya pajak pemerintah. Dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Total Biaya Pembangunan 33 *Catamaran Apartment Boat*

<u>Item</u>	<u>Biaya</u>
1. Biaya <i>Structural</i>	Rp 174,625,971.11
2. Biaya <i>Machinery</i>	Rp 198,526,000.00
3. Biaya <i>Outfitting</i>	Rp 170,066,200.00
<b>a. Subtotal [1+2+3]</b>	<b>Rp 543,218,171.11</b>
4. <i>Non-Weight Costs (10%)</i>	Rp 54,321,817.11
<b>b. Subtotal (1 <i>Catamaran Apartment</i> [a+4])</b>	<b>Rp 597,539,988.22</b>
5. <i>Sister Ship Cost Reduction (8%)</i>	Rp 47,803,199.06

b. Biaya <i>Catamaran Apartment</i> #1	Rp 579,539,988.22
c. Biaya <i>Catamaran Apartment</i> #2 s/d #38 [b-5]	Rp 549,736,789.16
d. Subtotal biaya 39 <i>Catamaran Apartment</i> [b+38c]	Rp 21,487,537,976.47
8. <i>Shipyards Profit Margin</i> (5%)	Rp 1,074,376,898.82
10. Inflasi (6%)	Rp 983,789,836.61
11. Biaya Pajak Pemerintah (25%)	Rp 4,099,124,319.20
<b>Total Biaya Pembangunan</b>	<b>Rp 27,644,829,031.00</b>

Pada Tabel 5.6 merupakan total biaya pembangunan 39 buah *Catamaran Apartment Boat* yang telah dipengaruhi biaya lain lain. Terdapat pengurangan biaya pembangunan pada 38 *Catamaran Apartment Boat* akibat dipengaruhi *sister ship reduction* sebesar 8% dari biaya pembangunan. Sehingga didapatkan total biaya pembangunan 39 buah *Catamaran Apartment Boat* sebesar Rp 27,644,829,031.00.

### 5.3. Biaya Operasional dan Depresiasi

Menurut Watson (1998), biaya operasional terdiri dari biaya modal, depresiasi, *daily running cost*, dan *voyage cost*. Pada Tugas Akhir ini, yang termasuk biaya operasional adalah bahan bakar, air bersih, gaji kru, perawatan, asuransi, dan cicilan pinjaman bank. Untuk pinjaman Bank ditentukan sebanyak 65% dari biaya pembangunan kapal. Hasil perhitungan biaya operasional dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Total Biaya Operasional 33 *Catamaran Apartment Boat*

No.	Item	Value	Unit
1	Bahan Bakar 10%	Rp 548,616,900.00	Per Tahun
2	Air Bersih	Rp 55,089,450,000.00	Per Tahun
3	Gaji <i>Crew</i>	Rp 51,175,685,925.00	Per Tahun
4	Biaya <i>Maintanance</i>	Rp 1,382,241,451.55	Per Tahun
5	Biaya Asuransi	Rp 27,644,829,031.00	Per Tahun
6	Cicilan Pinjaman Bank	Rp 3,584,843,204.59	Per Tahun
Total Biaya Operasional		<b>6,865,550,117.81</b>	Per Tahun

Pada Tabel 5.7 didapatkan biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan operasional 39 buah *Catamaran Apartment Boat* dalam satu tahun sebesar Rp 6,865,550,117.81. Biaya bahan bakar dihitung hanya 10% dari jarak sekali pelayaran terjauh. Biaya bahan bakar tidak dihitung

keseluruhan, karena dalam perencanaannya penyewa yang menanggung jumlah biaya bahan bakar selama waktu penyewaan. Dengan pertimbangan rute ditentukan oleh penyewa kapal.

Biaya depresiasi merupakan penyusutan nilai sebuah aset selama umur ekonomisnya yang pada Tugas Akhir ini berupa 39 buah kapal. Dengan umur ekonomis kapal menggunakan asumsi menurut Watson (1998) yaitu 20 tahun, nilai aset kapal yaitu biaya pembangunan sebesar Rp 27,644,829,031.00 dan nilai penyusutan per tahun sebesar Rp 1,382,241,451.55.

#### 5.4. Penentuan Harga Sewa

Dalam penentuan harga sewa *Catamaran Apartment Boat*, didapatkan dari hasil selisih total biaya investasi dan biaya operasional dalam satu tahun. Biaya operasional sudah termasuk *margin* keuntungan yang ditentukan sebesar 10%. Kemudian dibagi dengan jumlah kapal yang akan dibangun, selanjutnya dikalikan dengan *occupancy rate*. Selanjutnya dibagi jumlah hari dalam satu tahun.

Tabel 5.8 Penentuan Harga Sewa *Catamaran Apartment Boat*

<b>PENENTUAN HARGA SEWA CATAMARAN APARTMENT BOAT</b>	
Biaya Investasi	Rp 29,432,758,348.58
Biaya Operasional	Rp 6,162,948,364.76
Jumlah Kapal	39
Jumlah Hari Operasional	329
<i>Occupancy Rate</i>	60%
Harga Sewa 1 Kapal Per Hari	Rp 806,583.67
Biaya Investasi	Rp 29,432,758,348.58
Biaya Operasional	Rp 6,162,948,364.76
Jumlah Kapal	39
Jumlah Hari Operasional	329
<i>Occupancy Rate</i>	100%
Harga Sewa 1 Kapal Per Hari	Rp 1,120,255.10

Pada Tabel 5.8 didapatkan harga sewa *Catamaran Apartment Boat* pada saat *low season* dengan *occupancy rate* 60% sebesar Rp 806,583.67. Pada saat *peak season* dengan *occupancy rate* 100% didapatkan harga sebesar Rp 1,120,255.10.

#### 5.5. Perhitungan Kelayakan Investasi

Analisis ekonomis ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan suatu investasi pembangunan kapal. Metode-metode yang digunakan dalam menganalisis kelayakan investasi ini yaitu, *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan *Payback Period*.

### 5.5.1. Nilai Investasi dan Sumber Pendanaan

Pada Tabel 5.6 telah diperoleh besar biaya pembangunan kapal yaitu Rp 27,644,829,031.00 yang bisa dijadikan acuan besar nilai investasi yang diperlukan. Menurut (Watson D. 1998) ada biaya yang perlu ditambahkan yaitu bunga pinjaman yang harus dibayar *owner* selama periode pembangunan sebesar 9.95% dari biaya pembangunan. Sehingga besar nilai investasi adalah Rp 29,432,758,348.58. Perhitungan detail dapat dilihat pada.

Sumber pendanaan untuk pendanaan investasi berupa pinjaman dan modal tanam. Sumber pendanaan dari pinjaman berasal dari kredit investasi bank dengan jangka pinjaman 10 tahun dan suku bunga sebesar 9.95% untuk Bank Mandiri.

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

*Net Present Value* (NPV) adalah nilai bersih dari selisih arus kas (*cashflow*) masuk dan arus kas keluar yang telah dipotong dengan tingkat diskonto tertentu selama umur investasi yaitu umur ekonomis yang telah disebutkan pada Sub Bab 5.2 yaitu sebesar 20 tahun. NPV bernilai positif menunjukkan kapal mampu membuat nilai dalam kegiatan operasinya setelah dibangun sehingga investasi ini layak untuk dilakukan. Menentukan aliran kas dalam perhitungan NPV perlu memperhatikan beberapa hal atau dapat disebut *free cashflow*, (Arnold, 2005) yaitu:

- Arus kas operasional setelah investasi tetap dan modal kerja.
- Taksiran kas harus didasarkan atas dasar setelah pajak.
- Aliran kas keluar tidak memasukan pembayaran bunga dan dividen.

Berdasarkan 3 poin di atas, arus kas dapat ditentukan dari perhitungan laba/rugi sebelum bunga dan pajak yang selanjutnya dibebankan pajak penghasilan sebesar 25% ditambah dengan nilai depresiasi pada tahun tersebut. Arus kas pada analisis ekonomis ini diproyeksikan dengan asumsi tidak ada pengeluaran berupa pembelian aset. Setelah diperoleh arus kas bersih, nilai investasi dan tingkat diskonto serta umur investasi selama 20 tahun, didapatkan nilai NPV seperti pada tabel di bawah ini:

$$\text{Net Present Value (NPV)} = \mathbf{Rp\ 15,304,555,982.43}$$

Untuk perhitungan detail *Net Present Value* dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

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

*Internal Rate of Return* merupakan tingkat pengembalian di mana nilai NPV suatu kegiatan investasi bernilai nol. Apabila nilai IRR lebih besar daripada tingkat diskonto yang digunakan pada perhitungan NPV, maka investasi layak dilakukan. Pada Tugas Akhir ini

perhitungan IRR menggunakan fungsi yang disediakan oleh *Microsoft Excel* dengan memasukkan nilai *net cashflow*. Hasil perhitungan IRR yang didapatkan sebesar:

$$\text{IRR} = 21.82\%$$

Detail perhitungan IRR dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

#### **5.5.4. *Payback Period***

Perhitungan *Payback Period* dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan kapal untuk mengembalikan nilai investasi awal sebesar Rp 29,432,758,348.58. Perhitungan ini mempertimbangkan nilai waktu dari uang. Maka dari itu perhitungan dapat menggunakan arus kas bersih yang telah didiskonto (*discounted net cashflow*) pada perhitungan NPV yang diakumulasi setiap tahunnya sampai didapatkan nilai nol. Didapatkan hasil *payback period*:

$$\text{PBP} = 7 \text{ Tahun } 4 \text{ Bulan } 15 \text{ Hari}$$

Detail perhitungan *payback period* dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

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

1. *Payload* dari *Catamaran Apartment Boat* adalah kapasitas penyewa atau penumpang, yaitu sejumlah 6 orang dan 1 orang *crew*.
2. Ukuran utama *Catamaran Apartment Boat*:
  - LOA = 10.3 m
  - LPP = 10.1 m
  - B = 5 m
  - H = 1.6 m
  - T = 1 m
3. Dihasilkan *operational scheme* dari *Catamaran Apartment Boat*, yaitu dengan rute pelayaran yang ditentukan oleh penyewa kapal dengan batasan 2 titik tujuan dalam sehari. Di mana terdapat 1 *Home Base* yang terletak di Kelurahan Parapat, sebagai pusat operasi dan titik awal pelayaran. Terdapat pula 8 titik tujuan/*base* pemberhentian yang dapat dikunjungi penyewa.
4. Kapal telah memenuhi persyaratan *freeboard*, stabilitas, dan *trim*.
5. Dihasilkan desain *Lines Plan*, desain *General Arrangement*, dan desain model 3D yang masing-masing dapat dilihat pada LAMPIRAN C, LAMPIRAN D, dan LAMPIRAN E.
6. Berdasarkan perhitungan Analisis Ekonomis, pembangunan *Catamaran Apartment Boat* untuk menunjang pariwisata di Danau Toba, Sumatera Utara layak dibangun dengan nilai *Nett Present Value* Rp 15,304,555,982.43, *Internal Rate of Return* 21.82%, dan *Payback Period* dalam waktu 7 tahun 4 bulan 15 hari.

## **6.2. Saran**

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

1. Perlu dilakukan analisis yang lebih detail dalam perhitungan konstruksi kapal.
2. Perlu dilakukan analisis kebutuhan kapal yang lebih spesifik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, N. L. (2020, Januari 22). *www.indocrewyk.com*. Retrieved from *www.indocrewyk.com*: <http://www.indocrewyk.com/>
- Arsitur. (2020, Januari 23). Retrieved from *www.arsitur.com*: <https://www.arsitur.com/2017/03/pengertian-definisi-apartemen-menurut.html>
- BPIW.PU. (2020, Januari 23). *bpiw*. Retrieved from *bpiw.pu.go.id*: [http://bpiw.pu.go.id/product/download\\_attachments?file=Dokumen%20Profil%20Pengembangan%20Kawasan%20Strategis%20-%20Resume%20Kawasan%20Danau%20Toba.pdf](http://bpiw.pu.go.id/product/download_attachments?file=Dokumen%20Profil%20Pengembangan%20Kawasan%20Strategis%20-%20Resume%20Kawasan%20Danau%20Toba.pdf)
- CNN Indonesia. (2020, 01 30). *CNN Indonesia*. Retrieved from *cnnindonesia.com*: <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20190730075415-92-416630/jokowi-alokasikan-rp35-triliun-kembangkan-danau-toba>
- Evans, J. H. (1959). *Basic Design Concepts*. *A.S.N.E.*
- Hutama, R. H. (2016). *Desain Self-Propelled Resort*. Surabaya: ITS.
- Hutapea, E. Diambil 2020, Januari 23, dari *Kompas*. Retrieved from *properti.kompas.com*: <https://properti.kompas.com/read/2019/02/16/080000921/kementerian-pupr-prioritaskan-4-kspn?page=all>
- Insel, M. a. (1992). *An Investigation Into Resistance Components of High Speed Displacement Catamaran*. 1-5.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Second Revision Vol. I*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Parsons, M. G. (2003). *Chapter 11 "Parametric Design"*. In T. Lamb, *Ship Design and Construction*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Pemerintahan Kabupaten Toba Samosir. Diambil 2020, 01 30, dari <http://www.tobasamosirkab.go.id/wilayah/>
- Saltandwater*. Diambil 2020, Januari 23, dari <https://saltandwater.rs/project/floating-hotel/>
- Watson, D. G. M. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier Science Ltd.



## **LAMPIRAN**

LAMPIRAN A PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS  
LAMPIRAN B PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS  
LAMPIRAN C *LINES PLAN*  
LAMPIRAN D *GENERAL ARRANGEMENT*  
LAMPIRAN E 3D MODEL  
LAMPIRAN F KUISIONER



**LAMPIRAN A**  
**PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS**





## A. Perhitungan Jumlah Kapal Dibutuhkan

PERHITUNGAN KEBUTUHAN JUMLAH KAPAL DIBUTUHKAN	
<b>Wisatawan Mengunjungi Danau Toba</b>	
Tahun	Jumlah Wisatawan (Orang)
2014	359751
2015	294444
2016	314890
2017	314890
2018	352876
2019	298090
2020	290938
2021	283785
2022	276632
2023	269480
2024	262327
<b>Wisatawan Menginap di Hotel Bintang Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara</b>	
Tahun	Jumlah Wisatawan
2012	132557
2013	132575
2014	140957
2015	126659
2016	126651
2017	126561
2018	124789
2019	123016
2020	121243
2021	119470
2022	117697
2023	115925
2024	114152

Jumlah <i>Catamaran Apartment Boat</i> yang Dibutuhkan	
Wisatawan yang Menginap 2021	119470 Orang per tahun
Wisatawan yang Menginap di <i>Catamaran Apartment Boat</i> (kuesioner)	71683 Orang per tahun
Jumlah Kapal yang dibutuhkan	33 Kapal per hari

Kuesioner=	60 %
=	0.6

B. Data *Maxsurf*

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	17.56	t
2	Volume (displaced)	17.133	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	1.000	m
4	Immersed depth	1.000	m
5	WL Length	10.133	m
6	Beam max extents o	5.002	m
7	Wetted Area	53.317	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	2.194	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	25.698	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.771	
11	Block coeff. (Cb)	0.563	
12	Max Sect. area coeff	0.730	
13	Waterpl. area coeff.	0.844	
14	LCB length	4.094	from z
15	LCF length	4.429	from z
16	LCB %	40.399	from z
17	LCF %	43.705	from z
18	KB	0.632	m
19	KG fluid	0.000	m
20	BMt	4.832	m
21	BML	10.725	m
22	GMt corrected	5.465	m
23	GML	11.357	m
24	KMt	5.465	m
25	KML	11.357	m
26	Immersion (TPc)	0.263	tonne/c
27	MTc	0.197	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	1.675	tonne.
29	Length:Beam ratio	3.372	
30	Beam:Draft ratio	3.005	
31	Length:Vol <sup>0.333</sup> rati	3.931	

### C. Penentuan dan Rekapitulasi *Payload*

Rekapitulasi Payload						
No	Item	Jumlah	Satuan	Berat (Kg)	Total Berat (Kg)	Total Berat (Ton)
1	Penumpang	6	Orang	75	450	0.45
2	Crew	1	Orang	75	75	0.075
3	Bagasi Penumpang	6		25	150	0.15
Grand Total Berat					675	0.675

#### Perhitungan Payload

Penentuan jumlah kapasitas maksimal penumpang berdasarkan target pasar yang merupakan pasangan (2 orang) dan keluarga kecil (5 orang).

## D. Ukuran Utama dan Koefisien

<b>Output Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien</b>				
<b>Ukuran Utama</b>				
Loa	=	10.3 m		
Lpp	=	10.13 m		
B	=	5.0 m		
B <sub>1</sub>	=	1.5 m		
H	=	1.6 m		
T	=	1.0 m		
S	=	3.5 m		
V <sub>max</sub>	=	8.0 knot	=	4.1 m/s
V <sub>s</sub>	=	6.0 knot	=	3.1 m/s
				11.11104
g	=	9.81 m/s <sup>2</sup>		
Payload	=	0.675 ton		
ρ		1.0 ton/m <sup>3</sup>		
<b>Batasan Perbandingan Ukuran Utama</b>				
L/B <sub>1</sub>	=	6.76	; Insel & Molland (1992)	→ 5.9 < L/B <sub>1</sub> < 11.1
L/H	=	6.33	; Insel & Molland (1992)	→ 5.9 < L/H < 11.1
B/H	=	3.125	; Insel & Molland (1992)	→ 0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	0.345	; Insel & Molland (1992)	→ 0.19 < S/L < 0.51
S/B <sub>1</sub>	=	2.333	; Insel & Molland (1992)	→ 0.9 < S/B < 4.1
B <sub>1</sub> /T	=	1.500	; Insel & Molland (1992)	→ 0.9 < B/T < 3.1
B <sub>1</sub> /B	=	0.300	; Multi Hull Ships, hal. 61	→ 0.15 < B <sub>1</sub> /B < 0.3
<b>Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya</b>				
<b>1. Displacement</b>		<b>2. Volume Displasemen</b>		
Dari artikel yang ditulis oleh Terho Harme, Diperoleh total Displacement kapal katamaran:		$\nabla_t = L.B.T.H$		
$\Delta$	= 17.56 ton (maxsurf)	= 17.130 m <sup>3</sup>		
		volume displacement untuk 1 hull adalah		
		$\nabla = 8.565 \text{ m}^3$		
<b>3. Koefisien Blok</b>		<b>4. Perhitungan Froude Number</b>		
Ref: (Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1)		Ref: (PNA vol.2 hal 54)		
$C_B$	= $\nabla / (L.B1.T)$	$F_n$	= $V_s / \sqrt{g.L_{wl}}$	
	= 0.563 (maxsurf)		= 0.310	
<b>5. Koefisien Luas Midship</b>		<b>6. Koefisien Prismatic</b>		
Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html		Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html		
$C_M$	= $A_M / (T.B_M)$	$C_p$	= $\nabla / (A_S.L_{WL})$	
	= 0.730 (maxsurf)	(luas station terluas setinggi sarat)		
		= 0.771 (maxsurf)		
<b>7. Koefisien Bidang Garis Air</b>		<b>8. Panjang Garis Air</b>		
Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html				
$C_{WP}$	= $A_{WP} / (B_{WL}.L_{WL})$	$L_{pp} = L_{wl}$	=	10.133 m
	= 0.884 (maxsurf)			

## E. Perhitungan Hambatan Kapal

<b>Perhitungan Hambatan</b>	
<b>Ukuran Utama</b>	
$L_{wl}$	= 10.1 m
$L_{pp}$	= 10.1 m
$B$	= 5.0 m
$B_1$	= 1.5 m
$H$	= 1.6 m
$T$	= 1.0 m
$S$	= 3.5 m
$C_B$	= 0.563
$C_M$	= 0.730
$C_P$	= 0.771
$C_{WP}$	= 0.884
$Fr$	= 0.310
$V_{max}$	= 4.1 m/s
$V_s$	= 3.086 m/s
Dari Paper M. Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D., C.Eng. Didapat rumus tahanan total untuk katamaran adalah sbb :	
$R_t$	= $0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot}$ N
Dimana	
$\rho$	= massa jenis fluida = 1000 kg/m <sup>3</sup>
$WSA$	= luas permukaan basah
$V$	= kecepatan kapal = 4.1 m/s
$C_{tot}$	= koefisien hambatan total
$C_{tot}$	= $(1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$
Dimana	
$(1+\beta k)$	= Catamaran Viscous Resistance Interference
$C_f$	= Viscous Resistance
$\tau$	= Catamaran Wave Resistance Interference
$C_w$	= Wave Resistance
<b>Perhitungan</b>	
1. Viscous Resistance (ITTC 1957)	
⊙ $C_F$	
$R_n$	= $\frac{L_{wl} \cdot V_s}{v} = (LWL \cdot VS) / (1.18831 \cdot [10]^{(-6)})$
$v$	= 26318461.68
$v$	= Viskositas Kinematis
$C_F$	= $0.075 / ((\text{Log } R_n - 2))^2$
$C_F$	= 0.002771
⊙ $1+\beta k_1$ (Catamaran Viscous Resistance Interference)	
Untuk model kapal dengan bentuk <i>Round Bilge hull</i> sebagai <i>side hull</i> , maka harga $(1+\beta k)$ dapat ditentukan dari interpolasi harga $\beta$ dan $(1+k)$ dari model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :	
$S/B_1$	= 2.3
$L/B_1$	= 6.8
<i>(variation of viscous interference factor with S/B1 from insel - molland)</i>	
	$S/B_1$

	1	2	3	4	5	L/B1
$\beta$	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7
	1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9
	2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11

S/B1			
	2	3	2.3
$\beta$	1.32	1.32	1.32
	1.57	1.54	1.56

untuk harga L/B1 = 7  
untuk harga L/B1 = 9

L/B1			
	7	9	6.8
$\beta$	1.32	1.56	1.29064

Sehingga nilai  $\beta$  yang diambil adalah = 1.291

Sedangkan untuk harga faktor bentuk monohull dengan  $(1+k)$  didapat dari interpolasi sebagai berikut :

(table II derived from factors for the models in monohull configuration)

Model	C3	C4	
L/B1	7	9	6.8
$(1+k)$	1.45	1.3	1.46835

Sehingga nilai  $(1+k)$  yang diambil adalah = 1.468

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 1.604 \end{aligned}$$

## 2. Catamaran Wave Resistance Interference ( $\tau$ )

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga

( $\tau$ ) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland

sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S/L &= 0.35 \\ L/B1 &= 6.8 \\ Fr &= 0.310 \end{aligned}$$

(wave resistance interference factor)

		(S/L) <sub>1</sub> = 0.2		(S/L) <sub>2</sub> = 0.3		
		Fr		Fr		
		0.4	0.5	0.4	0.5	L/B1
$\tau$		0.85	1.18	1.25	1.4	7
		0.68	1	0.85	1	9

		(S/L) <sub>1</sub> = 0.2			(S/L) <sub>2</sub> = 0.3		
		Fn			Fn		
		0.4	0.5	0.310	0.4	0.5	0.310
$\tau$		0.85	1.18	0.552	1.25	1.4	1.114
		0.68	1	0.391	0.85	1	0.714

Fn	0.310	0.310	0.310
S/L	0.2	0.3	0.345
$\tau$	0.552	1.114	1.370
	0.391	0.714	0.861

untuk harga L/B1 = 7  
untuk harga L/B1 = 9

Fn	0.310	0.310	0.310
S/L	0.345	0.345	0.345
L/B1	7	9	6.755
$\tau$	1.370	0.861	1.432

Sehingga nilai  $\tau$  yang diambil adalah = 1.432

### 3. Wave Resistance ( $C_w$ )

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga ( $C_w$ ) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

$L/B_1 = 6.755$

$F_n = 0.310$

(wave resistance factor)				
F <sub>n</sub>				
		0.4	0.5	L/B <sub>1</sub>
C <sub>w</sub>	0.0012	0.0012	0.0023	7
	0.0008	0.0008	0.0020	9

F <sub>n</sub>				
		0.4	0.5	0.310
C <sub>w</sub>	0.0012	0.0012	0.0023	0.0002
	0.0008	0.0008	0.0020	-0.0004

untuk harga L/B<sub>1</sub> = 7

untuk harga L/B<sub>1</sub> = 9

F <sub>n</sub>	0.310	0.310	0.310
L/B <sub>1</sub>	7	9	6.7553
C <sub>w</sub>	0.0002	-0.0004	0.0003

Sehingga nilai  $C_w$  yang diambil adalah = 0.0003

$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$

$C_{tot} = 0.0048$

$WSA = (\tilde{N} / B_1) ((1.7 / (C_b - 0.2(C_b - 0.65))) + (B_1 / T)) \text{ m}^2$

(Ref: Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I)

**Wetted Surface Area:**

$S = 1.7LT + \frac{V}{T} \text{ m}^2$  as per Mumford

$S = \frac{V}{B} \left[ \frac{1.7}{C_B - 0.2(C_B - 0.65)} + \frac{B}{T} \right] \text{ m}^2$

$WSA = 25.90592 \text{ m}^2$  untuk satu lambung

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

$WSA_{total} = 51.8118 \text{ m}^2$

$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times C_{tot}$

$R_t = 2123.268 \text{ N}$

$R_t = 2.12327 \text{ KN}$

F. Perhitungan Hambatan *Maxsurf Resistance*

<b>ANALISIS HAMBATAN (<i>maxsurf</i>)</b>			
<b>Speed (kn)</b>	<b>Froud No. LWL</b>	<b>Froud No. Vol.</b>	<b>Holtrop Resis (kN)</b>
0	0	0	--
0.25	0.013	0.025	0
0.5	0.026	0.051	0
0.75	0.039	0.076	0
1	0.052	0.102	0.1
1.25	0.065	0.127	0.1
1.5	0.077	0.153	0.2
1.75	0.09	0.178	0.2
2	0.103	0.203	0.3
2.25	0.116	0.229	0.3
2.5	0.129	0.254	0.4
2.75	0.142	0.28	0.5
3	0.155	0.305	0.5
3.25	0.168	0.331	0.6
3.5	0.181	0.356	0.7
3.75	0.194	0.382	0.8
4	0.206	0.407	0.9
4.25	0.219	0.432	1
4.5	0.232	0.458	1.1
4.75	0.245	0.483	1.2
5	0.258	0.509	1.3
5.25	0.271	0.534	1.5
5.5	0.284	0.56	1.6
5.75	0.297	0.585	1.8
6	0.31	0.61	1.9
6.25	0.323	0.636	2.1
6.5	0.335	0.661	2.4
6.75	0.348	0.687	2.6
7	0.361	0.712	2.9
7.25	0.374	0.738	3.1
7.5	0.387	0.763	3.3
7.75	0.4	0.789	3.6
8	0.413	0.814	3.7
8.25	0.426	0.839	3.9
8.5	0.439	0.865	4
8.75	0.452	0.89	4.2
9	0.464	0.916	4.4
9.25	0.477	0.941	4.5
9.5	0.49	0.967	4.7
9.75	0.503	0.992	4.9
10	0.516	1.017	5.1



## G. Perhitungan Propulsi Kapal

<b>Propulsion &amp; Power</b>			
<b>Input Data :</b>			
$L_o =$	10.30 m	$Lwl =$	10.133 m
$B_o =$	5.00 m	$C_B =$	0.563
$H_o =$	1.60 m	$C_M =$	0.730
$T_o =$	1.00 m	$C_{WP} =$	0.884
$R_T =$	3.70 kN	$C_P =$	0.771
$R_T =$	3700 N	$\rho_{Air} =$	1.0 ton/m <sup>3</sup>
$V_s =$	6 knots		
$V_s =$	3.086 m/s		
<b>PERHITUNGAN PROPULSI &amp; POWER</b>			
<b><u>C<sub>F0</sub> (Friction Coefficient - ITTC 1957)</u></b>		(PNA Vol. II Page 90)	
$R_n = L_{WL} \cdot \frac{V_s}{\nu}$		$\nu =$	1.18831E-06
$= 26318461.681$			(PNA Vol. II Page 59)
$C_{F0} = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$			
$= 0.00255$			
$c = 1 + 0.011 c_{stem}$		$c_{stem} = 0$ ,	karena bentuk Afterbody normal
$= 1 + 0.011(0)$			
$= 1$			
$\frac{L_R}{L} = 1 - C_P + \frac{0.06 C_P \cdot LCB}{(4C_P - 1)}$			
$= 0.320$			
<b><u>Harga 1 + k<sub>1</sub></u></b>			
$1 + k_1 = 0.93 + 0.48 Z_c \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla}\right)^{0.3649} (1 - C_p)^{-0.6042}$			
$= 1.9013$			
<b><u><math>\omega</math> (Wake Friction)</u></b>		(PNA Vol. II page 162-163)	
$C_V = (1+k) \cdot C_{F0} + C_A$		$C_A = 0.006 (Lwl + 100)^{0.16} - 0.00205$	
$= 1.430 \times 0.002681 + 0.0008$		$= 0.0008$	
$= 0.00563$			
$\omega = 0.3 C_B + 10 C_V \cdot C_B - 0.1$		$\rightarrow t = 0.1$ dan $\eta_R = 0.98$	
$= (0.3 \times 0.781) + (10 \times 0.00460 \times 0.781) - 0.1$			
$= 0.101$			
<b><u>Propulsive Coefficient ( <math>\eta_D</math> )</u></b>			
$\eta_0 = 0.5$		$\rightarrow$ pemberian margin lose power	
$\eta_h = \frac{1 - t}{1 - \omega}$		$t = 0.1$	
$= 0.8561$			
$\eta_R = 0.98$		$\rightarrow$ Principle of Naval Architecture Vol II hlm.163	
$\eta_R = \eta_B \eta_S =$	0.99	$\rightarrow$ Parametric Design Hlm. 31	
$\eta_t =$	0.975		

**TOTAL EFFICIENCY**

$$\text{Total} = \eta_h \times \eta_o \times \eta_r \times \eta_s \times \eta_b \times \eta_t$$

**0.40**

**Diambil 40%**

Perhitungan PB

$$\begin{aligned} P_E &= R_T \cdot V_s \\ &= 109.63 \times 6.687 \\ &= 11.420 \quad \text{kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r \eta_s \eta_b \eta_t} \\ &= 1.121 / (1.0818 \times 0.5 \times 0.98 \times 0.99 \times 0.975) \\ &= 28.202 \quad \text{kW} \end{aligned}$$

$$MCR \geq P_B \cdot (1 + M_D) / (1 - M_S)$$

$$PB = 28.202 \text{ kW}$$

$$MD = 0.030 \quad ; \text{Design Margin } 3\%$$

$$MS = 0.150 \quad ; \text{Service Margin } 15\%$$

$$\underline{MCR} \geq \underline{34.174 \text{ kW}}$$

$$= \underline{34174.0 \text{ Watt}}$$

$$= \underline{46.464 \text{ HP}}$$

## H. Pemilihan Mesin dan Genset Kapal

Kebutuhan Mesin Utama			
Engine Power	=	34.17	kW
	=	46.46	HP
Sehingga digunakan mesin dengan daya yang mendekati yaitu sebagai berikut:			
Merk Mesin	=	Mesin Tohatsu MFS 25B	
Daya	=	18.40	kW
	=	25.0	HP
		1 HP =	0.7355 kW
Berat	=	73	kg
	=	0.073	ton
		1 lbs =	0.453 kg
			
Kebutuhan Genset			
Merk Genset	=	Elemax SH 7600	
Output Power	=	6500 Watt/ 6.5 kVA	
Kecepatan Mesin	=	3600 rpm	
Dimensi (A x B x C)	=	(708 x 548 x 493) mm	
Berat	=	78 kg	
Cont. Operating Hours	=	8.5 h	
			
Total Berat Permesinan			
1. Untuk 2 Mesin	=	146	kg
3. Untuk 1 buah Genset	=	78	kg
<b>Total</b>	=	<b>224</b>	<b>kg</b>
	=	<b>0.224</b>	<b>ton</b>

## I. Perhitungan Beban Lambung Kapal

<b>Beban Pada Lambung</b>			
<b>Ukuran utama public catamaran boat</b>			
Lwl	=	10.1 m	L konstruksi
Lpp	=	10.1 m	Lwl = 10.133 m
B	=	5 m	0.96 Lwl = 9.73 m
T	=	1.0 m	0.97 Lwl = 9.83 m
H	=	1.6 m	Yang diambil :
C <sub>B</sub>	=	0.56	L konstruksi = 9.83 m
<b>Pelat Lunas Alas dan Bilga</b>			
Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :			
b	=	800 + 5L	
	=	800 + 5 * 9.7 = 849.1 mm	
Jadi :	Lebar pelat lunas diambil =	1000 mm	
	Lebar pelat bilga diambil =	1000 mm	
<b>Wrang Pelat</b>			
Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari :			
h	=	55B - 45	
	=	230.000 mm	
Jadi :	h yang diambil ialah :	300 mm	
<b>Basic external dynamic load (P<sub>0</sub>)</b>			
$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW}$ [kN/m <sup>2</sup> ] (Ref : BKI vol 2 section 4)			
dimana:	$C_0 = ((L/25)+4.1) \times C_{RW}$ ; untuk L < 90 m		
	$C_0 = 2.696$		
	f = 1	untuk pelat kulit, geladak cuaca	
	f = 0.75	untuk gading biasa, balok geladak	
	f = 0.6	Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu	
	$C_L = (L/90)^{1/2}$ ; untuk L < 90 m		
	$C_L = 0.330$		
	$C_{RW} = 0.6$ ; sheltered shallow water service		
maka:	$P_0 = 1.418$ [kN/m <sup>2</sup> ]	untuk pelat, geladak cuaca	
	$P_0 = 1.063$ [kN/m <sup>2</sup> ]	untuk penegar, gading biasa	
	$P_0 = 0.851$ [kN/m <sup>2</sup> ]	untuk penumpu, gading besar	
	$P_{01} = 2,6 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L$		
	$= 2.926$ [kN/m <sup>2</sup> ]		
<b>Beban pelat pada sisi kapal (P<sub>s</sub>)</b>			
Tabel 1			
	<i>Range</i>	<i>Factor C<sub>D</sub></i>	<i>Factor C<sub>F</sub></i>
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$
	$x/L = 0.100$	$C_D = 1.100$	$C_F = 1.888$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	$x/L = 0.450$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$
	$x/L = 0.850$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $C_D = 1.250$	$C_F = 1.799$
<b>daerah <math>0 \leq x/L &lt; 0.2</math> [A]</b>			
	$P_0 = 1.418$ kN/m <sup>2</sup>		
untuk, Z <sub>1</sub> =	0.500 m	<b>(di bawah garis air)</b>	
	$P_{S1} = 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / 1)$ (Ref : BKI vol 2 section 4)		
	$= 10 (1.0 - 0.500) + 1.418 \times 1.888 \times (1 + 0.500/1.0)$		
	$= 9.015$ kN/m <sup>2</sup>		
untuk, Z <sub>2</sub> =	1.300 m	<b>(di atas garis air)</b>	

$$\begin{aligned}
 P_{S2} &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\
 &= 20 \times 1.418 \times 1.888 / (10 + 1.300 - 1.0) \\
 &= 5.198 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]**

untuk,  $Z_1 = 0.500$  m **(di bawah garis air)**

$$\begin{aligned}
 P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\
 &= 10 (1.0 - 0.500) + 1.418 \times 1 \times (1 + 0.500/1.0) \\
 &= 7.127 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

untuk,  $Z_2 = 1.300$  m **(di atas garis air)**

$$\begin{aligned}
 P_{S2} &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\
 &= 20 \times 1.418 \times 1 / (10 + 1.300 - 1.0) \\
 &= 2.753 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L \leq 1$  [F]**

untuk,  $z_1 = 0.500$  m **(dibawah garis air)**

$$\begin{aligned}
 P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\
 &= 10 (1.0 - 0.500) + 1.418 \times 1.799 \times (1 + 0.500/1.0) \\
 &= 8.827 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

untuk,  $z_2 = 1.300$  m **(diatas garis air)**

$$\begin{aligned}
 P_{S2} &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\
 &= 20 \times 1.418 \times 1.799 / (10 + 1.300 - 1.0) \\
 &= 4.953 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

**Rekapitulasi beban pada sisi kapal**

A	9.015	kN/m <sup>2</sup>
	5.198	kN/m <sup>2</sup>
M	7.127	kN/m <sup>2</sup>
	2.753	kN/m <sup>2</sup>
F	8.827	kN/m <sup>2</sup>
	4.953	kN/m <sup>2</sup>

diambil nilai maksimal, maka

$$P_s = 9.015 \text{ kN/m}^2$$

**Beban pada dasar kapal ( $P_B$ )**

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

**daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]**

$$\begin{aligned}
 P_B &= 10 \times 1.0 + 1.418 \times 1.888 \\
 &= 12.677 \text{ kN/m}^2 \text{ pelat}
 \end{aligned}$$

$$P_B = 12.008 \text{ kN/m}^2 \text{ penegar}$$

$$P_B = 11.606 \text{ kN/m}^2 \text{ penumpu}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]**

$$P_B = 10 \times 1.0 + 1.418 \times 1$$

$$= 12.926 \text{ kN/m}^2 \text{ pelat}$$

$$P_B = 11.063 \text{ kN/m}^2 \text{ penegar}$$

$$P_B = 10.851 \text{ kN/m}^2 \text{ penumpu}$$

daerah  $0.7 \leq x/L \leq 1$  [F]

$$P_B = 10 \times 1.0 + 1.418 \times 1.799$$

$$= 15.264 \text{ kN/m}^2 \text{ pelat}$$

$$P_B = 11.913 \text{ kN/m}^2 \text{ penegar}$$

$$P_B = 11.531 \text{ kN/m}^2 \text{ penumpu}$$

**Rekapitulasi beban pada dasar kapal**

A	12.677	kN/m <sup>2</sup>
M	12.926	kN/m <sup>2</sup>
F	15.264	kN/m <sup>2</sup>

diambil nilai maksimal, maka  
 $P_B = 15.264 \text{ kN/m}^2$

**Perbandingan beban sisi (P<sub>S</sub>) dengan beban dasar (P<sub>B</sub>)**

$$P_S = 9.015 \text{ kN/m}^2$$

$$P_B = 15.264 \text{ kN/m}^2$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 15.264 \text{ kN/m}^2$$

**Beban pada geladak cuaca (P<sub>D</sub>)**

$$P_D = (P_0 \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T)H) \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$P_0 = 1.418 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk pelat, geladak cuaca}$$

$$P_0 = 1.063 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penegar, gading biasa}$$

$$P_0 = 0.851 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penumpu, gading besar}$$

$$H = 1.600 \text{ m}$$

$$Z = 1.600 \text{ m}$$

daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]

$$C_D = 1.100$$

$$P_D = (1.418 \times 20 \times 1.0 \times 1.100) / [(10 + 1.600 - 1.0) \times 1.600]$$

$$= 1.839 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk pelat, geladak cuaca}$$

$$P_D = 1.379 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penegar, gading biasa}$$

$$P_D = 1.103 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penumpu, gading besar}$$

daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$C_D = 1$$

$$P_D = (1.418 \times 20 \times 1.0 \times 1) / [(10 + 1.600 - 1.0) \times 1.600]$$

$$= 1.672 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk pelat, geladak cuaca}$$

$$P_D = 1.254 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penegar, gading biasa}$$

$$P_D = 1.003 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penumpu, gading besar}$$

daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$C_D = 1.250$$

$$P_D = (1.418 \times 20 \times 1.0 \times 1.250) / [(10 + 1.600 - 1.0) \times 1.600]$$

$$= 2.090 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk pelat, geladak cuaca}$$

$$P_D = 1.567 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penegar, gading biasa}$$

$$P_D = 1.254 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk penumpu, gading besar}$$

**Rekapitulasi beban pada geladak cuaca**

A	1.839	kN/m <sup>2</sup>
M	1.672	kN/m <sup>2</sup>
F	2.090	kN/m <sup>2</sup>

diambil nilai maksimal, maka  
 $P_D = 2.090 \text{ kN/m}^2$

## J. Perhitungan Tebal Pelat

<b>Perhitungan Tebal Pelat</b>			
<b>Ukuran utama public catamaran boat</b>			
Lwl	=	10.1 m	L konstruksi
Lpp	=	10.1 m	Lwl = 10.1 m
B	=	5 m	0.96 Lwl = 9.73 m
T	=	1.0 m	0.97 Lwl = 9.83 m
H	=	1.6 m	Yang diambil :
C <sub>B</sub>	=	0.56	L konstruksi = 9.83 m
<b>Jarak Gading (a)</b>			
Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.			
Lkons	=	9.83 m	
a <sub>0</sub>	=	L/500 + 0,48 m	(Ref: BKI 98)
	=	(9.83 / 500) + 0.48	
	=	0.4997 m	
diambil :	a=	0.50 m	aft
	a=	0.50 m	m
	a=	0.5 m	f
<b>Tebal Pelat Minimum</b>			
t <sub>min</sub>	=	(1,5 - 0,01 . L) . (L . k) <sup>1/2</sup> ; untuk L < 50 m	
	=	(1.5 - 0.01 x 9.83) x (9.83 x 1) <sup>1/2</sup>	
	=	4.395 mm	» 5 mm
t <sub>max</sub>	=		16 mm
<b>Tebal Pelat Alas</b>			
untuk 0.4 L amidship :			
t <sub>B1</sub>	=	1,9 . n <sub>f</sub> . a . (P <sub>B</sub> . k) <sup>1/2</sup> + t <sub>K</sub> ; untuk L < 90 m	
untuk 0.1 L di belakang AP dan 0.05 L di depan FP minimal :			
t <sub>B2</sub>	=	1,21 . a . (P <sub>B</sub> . k) <sup>1/2</sup> + t <sub>K</sub>	
dimana :			
k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2			
k = 1			
n <sub>f</sub>	=	1	Untuk Konstruksi melintang
n <sub>f</sub>	=	0.83	Untuk Konstruksi memanjang
a = jarak gading			
a	=	0.50 m	aft
a	=	0.50 m	m
a	=	0.50 m	f
t <sub>K</sub>	=	1.5	untuk t' < 10 mm
t <sub>K</sub>	=	(0,1 . t' / k <sup>1/2</sup> ) + 0,5	untuk t' > 10 mm (max 3 mm)
<b>daerah 0 ≤ x/L &lt; 0.2 [A], diambil 0.106 L</b>			
P <sub>B</sub>	=	12.677 kN/m <sup>2</sup>	
t <sub>B1</sub>	=	1.9 x 1 x 0.50 x SQRT(12.677 + t <sub>K</sub> )	
	=	3.382 + t <sub>K</sub>	
	=	3.382 + 1.5	
	=	4.882 mm	» 6 mm
t <sub>B2</sub>	=	1.21 x 0.50 x SQRT(12.677 x + t <sub>K</sub> )	
	=	2.154 + t <sub>K</sub>	
	=	2.154 + 1.5	
	=	3.654 mm	» 5 mm
jadi, t pada daerah 0 ≤ x/L < 0.2 [A]			
t	=	6 mm	

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M], diambil 0.529 L**

$$P_B = 12.926 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(12.677 + t_K)$$

$$= 3.415 + t_K$$

$$= 3.415 + 1.5$$

$$= 4.915 \text{ mm}$$

» 6 mm

jadi, t pada daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$t = 6 \text{ mm}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L$  [F], diambil 0.812 L**

$$P_B = 15.264 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(15.264 + t_K)$$

$$= 3.712 + t_K$$

$$= 3.712 + 1.5$$

$$= 5.212 \text{ mm}$$

» 6 mm

$$t_{B2} = 1.21 \times 0.50 \times \text{SQRT}(15.264 \times + t_K)$$

$$= 2.364 + t_K$$

$$= 2.364 + 1.5$$

$$= 3.864 \text{ mm}$$

» 6 mm

jadi, t pada daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$t = 6 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat alas :

A	6	mm
M	6	mm
F	6	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t \text{ alas} = 6 \text{ mm}$$

**Tebal Pelat Sisi**

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_K ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L dibelakang AP dan 0.05 L didepan FP minimal :

$$t_{S2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.50 \text{ m aft}$$

$$a = 0.50 \text{ m m}$$

$$a = 0.50 \text{ m f}$$

$$t_K = 1.5 \text{ untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5 \text{ untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

**daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A], diambil 0.106 L**

$$P_{S1} = 9.015 \text{ kN/m}^2$$

**di bawah garis air**

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(9.015) + t_K$$

$$= 2.852 + t_K$$

$$= 2.852 + 1.5$$

$$= 4.352 \text{ mm}$$

» 6 mm

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.50 \times \text{SQRT}(9.015 \times 1) + t_K$$

$$= 1.817 + t_K$$

$$= 1.817 + 1.5$$

$$= 3.317 \text{ mm}$$

» 6 mm



$$P_{S2} = 5.198 \quad \text{di atas garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(5.198 \times 1) \\ = 2.166 + t_k \\ = 3.666 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.50 \times \text{SQRT}(5.198 \times 1 + t_k) \\ = 1.379 + t_k \\ = 2.879 \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi, t pada daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]

$$t = 6 \text{ mm}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M], diambil 0.529 L**

$$P_{S1} = 7.127 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di bawah garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(7.127) + t_k \\ = 2.536 + t_k \\ = 2.536 + 1.5 \\ = 4.036 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

$$P_{S2} = 2.753 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di atas garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(2.753) + t_k \\ = 1.576 + t_k \\ = 1.576 + 1.5 \\ = 3.076 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$t = 6 \text{ mm}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L$  [F], diambil 0.812 L**

$$P_{S1} = 8.827 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di bawah garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(8.827) + t_k \\ = 2.822 + t_k \\ = 2.822 + 1.5 \\ = 4.322 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.50 \times \text{SQRT}(8.827 \times 1 + t_k) \\ = 1.797 + t_k \\ = 1.797 + 1.5 \\ = 3.297 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

$$P_{S2} = 4.953 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di atas garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.50 \times \text{SQRT}(4.953) + t_k \\ = 2.114 + t_k \\ = 2.114 + 1.5 \\ = 3.614 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.50 \times \text{SQRT}(4.953 \times 1 + t_k) \\ = 1.347 + t_k \\ = 2.847 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$t = 6 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat sisi :

A	6	mm
M	6	mm
F	6	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka  
t sisi = 6 mm

#### Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_D = 1.21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_k$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

a = jarak gading

$$a = 0.50 \quad \text{m} \quad \text{aft}$$

$$a = 0.50 \quad \text{m} \quad \text{m}$$

$$a = 0.50 \quad \text{m} \quad \text{f}$$

$$t_k = 1.5 \quad \text{untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$t_k = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5 \quad \text{untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

$$L = 9.83 \quad \text{m}$$

**daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A], diambil 0.106 L**

$$P_D = 1.839 \quad \text{kN/m}^2$$

$$tD_1 = 1.21 \times 0.5 \times \text{SQRT}(1.839 \times 1) + t_k$$

$$= 0.820 + t_k$$

$$= 0.820 + 1.5$$

$$= 2.320 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi, t pada daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M], diambil 0.529 L**

$$P_D = 1.672 \quad \text{kN/m}^2$$

$$tD_1 = 1.21 \times 0.5 \times \text{SQRT}(1.672 \times 1) + t_k$$

$$= 0.782 + t_k$$

$$= 0.782 + 1.5$$

$$= 2.282 \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L$  [F], diambil 0.812 L**

$$P_D = 2.090 \quad \text{kN/m}^2$$

$$tD_1 = 1.21 \times 0.5 \times \text{SQRT}(2.090 \times 1) + t_k$$

$$= 0.875 + t_k$$

$$= 0.875 + 1.5$$

$$= 2.375 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat geladak :

A	6	mm
M	6	mm
F	6	mm

diambil nilai t yang ada dipasaran, maka  
t geladak = 6 mm

**Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan :**

	A	M	F	Diambil	Unit
<b>Pelat alas</b>	6	6	6	6	mm
<b>Pelat sisi</b>	6	6	6	6	mm
<b>Pelat geladak</b>	6	6	6	6	mm

untuk memudahkan dalam perhitungan berat baja lambung kapal, maka tebal pelat yang digunakan untuk pembangunan kapal *catamaran boat* ini adalah

Tebal pelat alas dan sisi = 6 mm

Tebal pelat geladak = 6 mm

Tebal pelat ruang navigasi diasumsikan sama dengan pelat geladak dan

digunakan untuk menghitung perhitungan selanjutnya

### Modulus

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

$$\ell = 5$$

$$\ell_{\min} = 0.7B$$

= 3.500  
 c = 7.5 for spaces which may be empty at full draught, e.g. machinery  
 4.5 elsewhere

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

e 0.5 daerah 0.7 0.50 jarak penegar  
 2.5 m jarak penumpu

**Modulus untuk penegar**

$W = \frac{56.250}{cm^3}$

Profil = L 90x60x8

**Modulus untuk penumpu**

$W = \frac{281.250}{cm^3}$

Profil = T 120x80x6

Modulus = 285.12 Memenuhi

**Pemilihan Profil Penumpu:**

modulus : 4424.112 cm<sup>3</sup>

Profile : T 700x350x12

Penumpu Tengah dan Samping Geladak (Main Deck)

Modulus penumpu geladak tidak boleh kurang dari:

$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k$

dan Luas penampang Penumpu tidak boleh kurang dari:

$Aw = 0.05 \cdot P \cdot e \cdot l \cdot k$

dimana,

c = 0.45

e = jarak penumpu

= 0.5 m

l = Panjang penumpu

= 5 m

P = beban pada geladak

= 15.264 KN/m<sup>2</sup>

k = 1

sehingga besarnya modulus penumpu geladak adalah:

$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k$

=  $0.45 \times 0.50 \times 5.00^2 \times 15.26 \times 1$

= 281.25 KN/m<sup>2</sup>

Luas penampang Penumpu geladak:

$Aw = 0.05 \cdot p \cdot e \cdot l \cdot k$

=  $0.05 \times 15.26 \times 0.50 \times 5.00 \times 1$

= 1.908 cm<sup>2</sup>

Perancangan profil (BK1 2009 bab 3)

l/e = 10

em1 = 3.6 (interpolasi)

lebar efektif = em1 x e = 1800 mm





$F = 10800$   
 $f = 480$   
 $f_s = 720$   
 $f/F = 0.044444444$   
 $f_s/F = 0.066666667$   
 $w = 0.22$  (dari grafik modulus section BKI 2009 Annex A12)  
 $W = w.F.h$   
 $= 285.12 \text{ cm}^3$  (Memenuhi)  
 $A_{web} = 7.2 \text{ cm}^2$   $A_{web} > A_w$ , (Memenuhi)  
 Sehingga Profil Penumpu geladak adalah  
**Modulus :**  $285.12 \text{ cm}^3$   
 Profil : T 120x80x6

**Modulus Daerah  $0.2 \leq X/L < 0.7$**   $L = 6 \text{ m}$   
 $e = 0.5 \text{ m}$  jarak penegar  $PD = 1.25394$   
 $2.5 \text{ m}$  jarak penumpu  $PD = 1.00315$

**Modulus untuk penegar**

$$W = \frac{81.000 \text{ cm}^3}{\text{Profil} = L 100 \times 75 \times 9}$$

**Modulus untuk penumpu**

$$W = \frac{405.000 \text{ cm}^3}{\text{Profil} = T 150 \times 100 \times 6}$$

Modulus =  $427.7 \text{ cm}^3$

**Pemilihan Profil Penumpu:**

Modulus penumpu geladak tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k$$

dan Luas penampang Penumpu tidak boleh kurang dari:

$$A_w = 0.05 \cdot P \cdot e \cdot l \cdot k$$

dimana,

$$c = 0.45$$

$e =$  jarak penumpu

$$= 0.50 \text{ m}$$

$l =$  Panjang penumpu

$$= 6.00 \text{ m}$$

$P =$  beban pada geladak

$$= 1.25 \text{ KN/m}^2$$

$$k = 1$$

sehingga besarnya modulus penumpu geladak adalah:

$$\begin{aligned}
 W &= c \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \\
 &= 0.45 \times 0.50 \times 6.00^2 \times 1.25 \times 1 \\
 &= 405.00 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

Luas penampang Penumpu geladak:

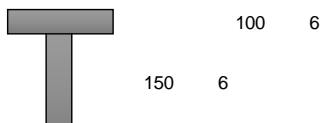
$$\begin{aligned}
 A_w &= 0.05 \cdot p \cdot e \cdot l \cdot k \\
 &= 0.05 \times 1.25 \times 0.50 \times 6.00 \times 1 \\
 &= 0.19 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

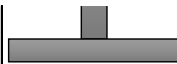
Perancangan profil (BKI 2009 bab 3)

$$l/e = 12.0$$

$$e_{m1} = 4.320 \text{ (interpolasi)}$$

$$\text{lebar efektif} = e_{m1} \times e = 2160 \text{ mm}$$





2160 6

$F = 12960$   
 $f = 600$   
 $f_s = 900$   
 $f/F = 0.05$   
 $f_s/F = 0.07$   
 $w = 0.22$  (dari grafik modulus section BKI 2009 Annex A12)  
 $W = w.F.h$   
 $= 427.7 \text{ cm}^3$  (Memenuhi)  
 $A_{web} = 9 \text{ cm}^2$   $A_{web} > A_w$ , (Memenuhi)

Sehingga Profil Penumpu geladak adalah  
Modulus :  $427.7 \text{ cm}^3$   
Profil : T 150x100x6





## L. Perhitungan LWT (Electrical)

Perhitungan Listrik dan Kebutuhan Genset	
Penentuan Jumlah titik lampu dalam ruang	
<b>1. Parent Bedroom</b>	
Menggunakan lampu LED Slime Downlight Panel 10W	
E	= 250 (120-250 Lux)
L	= 2.2 m
W	= 2 m
Ø	= 1000 lumen
LLF	= 0,8 (0,7-0,8)
Cu	= 65% (50%-65%)
n	= 1
Jumlah ruang	= 1
N	= $E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n$
	= $250 \times 2,2 \times 2 / 1000 \times 0,8 \times 0,65 \times 1$
	= 2,115 = 2 Titik Lampu
<b>2. Toilet</b>	
Menggunakan lampu LED Slime Downlight Panel 12W	
E	= 200 (120-250 Lux)
L	= 2 m
W	= 1.5 m
Ø	= 900 lumen
LLF	= 0,8 (0,7-0,8)
Cu	= 65% (50%-65%)
n	= 1
Jumlah ruang	= 1
N	= $E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n$
	= $200 \times 2 \times 1,5 / 900 \times 0,8 \times 0,65 \times 1$
	= 1,282 = 1 Titik Lampu
<b>3. Cabin area (Dining area, Pantry, bar area, workspace, kids bed area)</b>	
Menggunakan lampu LED Slime Downlight Panel 15W	
E	= 250 (120-250 Lux)
L x W	= (6,3x5m)-(2,2x2m)-(2x1,5m)
Ø	= 1500 lumen
LLF	= 0,8 (0,7-0,8)
Cu	= 65% (50%-65%)
n	= 1
Jumlah ruang	= 1
N	= $E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n$
	= $250 \times 24,1 / 1500 \times 0,8 \times 0,65 \times 1$
	= 7,724 = 8 Titik Lampu
<b>4. Navigation Room</b>	
Menggunakan lampu LED Slime Downlight Panel 10W	
E	= 250 (120-250 Lux)
L	= 2 m
W	= 3 m
Ø	= 1000 lumen
LLF	= 0,8 (0,7-0,8)
Cu	= 65% (50%-65%)
n	= 1
Jumlah ruang	= 1
N	= $E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n$
	= $250 \times 2 \times 3 / 1000 \times 0,8 \times 0,65 \times 1$
	= 2,884 = 3 Titik Lampu
<b>5. Outdoor area</b>	
Menggunakan lampu LED Slime Downlight Panel 9W	
E	= 60 Lux
L	= 2 m
W	= 5 m
Ø	= 600 lumen
LLF	= 0,8 (0,7-0,8)
Cu	= 65% (50%-65%)
n	= 1
Jumlah ruang	= 1
N	= $E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n$
	= $60 \times 2 \times 5 / 600 \times 0,8 \times 0,65 \times 1$
	= 1,923 = 2 Titik Lampu
<b>6. Sundeck/ Sunbathing area</b>	
Menggunakan lampu LED Floor Uplight 3W	
E	= 60 Lux
L	= 4.2 m
W	= 5 m
Ø	= 300 lumen
LLF	= 0,8 (0,7-0,8)
Cu	= 65% (50%-65%)
n	= 1
Jumlah ruang	= 1
N	= $E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n$
	= $60 \times 4,2 \times 5 / 300 \times 0,8 \times 0,65 \times 1$
	= 8,076 = 8 Titik Lampu



**OUTFITTING**

**1. Refrigerator-Dispenser**



Panjang = 912 mm = 0.912 m  
Lebar = 738 mm = 0.738 m  
Tinggi = 1790 mm = 1.79 m  
Jumlah = 1  
Berat = 25 kg = 0.025 ton  
Total Berat = 25 kg = 0.025 ton  
  
Daya Listrik = 700 watt  
Kapasitas Tampung = 617 liter

(LG, lg.com)

**2. Microwave**



Panjang = 280 mm = 0.28 m  
Lebar = 180 mm = 0.18 m  
Tinggi = 280 mm = 0.28 m  
Berat = 12.7 kg  
Jumlah = 1 buah  
Berat Total = 0.013 ton  
  
Daya Listrik = 450 watt

(Toko Bahagia Elektronika, Lazada)

**3. Hanging TV**



Panjang = 735 mm = 0.735 m  
Lebar = 63 mm = 0.063 m  
Tinggi = 443 mm = 0.443 m  
Berat = 4.8 kg  
Jumlah = 1 buah  
Berat Total = 0.005 ton  
  
Daya Listrik = 39 watt

(Permata Elektronik, Shopee)

**4. Rice Cooker**



Panjang = 500 mm = 0.5 m  
Lebar = 500 mm = 0.5 m  
Tinggi = 455 mm = 0.455 m  
Jumlah = 1  
Berat = 6 kg = 0.006 ton  
  
Daya Listrik = 400 watt  
Kapasitas Tampung = 1.8 l

(Utamamega, Bukalapak)

5. AC 3/4 PK



Panjang = 870 mm = 0.87 m  
 Lebar = 210 mm = 0.21 m  
 Tinggi = 290 mm = 0.29 m  
 Berat = 30 kg  
 Jumlah = 1 buah  
 Berat Total = 0.030 ton

Daya Listrik = 530 watt

(Barokah Hafa, Shopee)

6. AC 1/2 PK



Panjang = 800 mm = 0.8 m  
 Lebar = 200 mm = 0.2 m  
 Tinggi = 290 mm = 0.29 m  
 Berat = 8 kg  
 Jumlah = 1 buah  
 Berat Total = 0.008 ton

Daya Listrik = 390 watt

(Megadata Cellindo, Tokopedia)

7. Electric Stove



Panjang = 800 mm = 0.8 m  
 Lebar = 510 mm = 0.51 m  
 Tinggi = 130 mm = 0.13 m  
 Berat = 11 kg  
 Jumlah = 1 buah  
 Berat Total = 0.011 ton

Daya Listrik = 1000 watt

(Prima Aneka Sitem, Bukalapak)

8. Water Heater



Panjang = 41 mm = 0.041 m  
 Lebar = 43 mm = 0.043 m  
 Tinggi = 37 mm = 0.037 m  
 Berat = 13 kg  
 Jumlah = 1 buah  
 Berat Total = 0.013 ton

Daya Listrik = 350 watt  
 Kapasitas Tampung = 15 l

(Prima Aneka Sitem, Bukalapak)

Rekapitulasi Kebutuhan Listrik			
Jumlah	Nama	Kapasitas (watt)	Kapasitas (kW)
1	Microwave	450	0.45
1	Refrigerator-Dispenser	700	0.7
1	TV	39	0.039
1	Rice Cooker	400	0.4
1	Electric Stove	1000	1
1	Water Heater	350	0.35
3	AC 1/2 PK	390	1.17
1	AC 3/4 PK	530	0.53
8	Lampu LED 15W	15	0.12
1	Lampu LED 12W	12	0.012
5	Lampu LED 10W	10	0.05
2	Lampu LED 9W	9	0.018
8	Lampu LED floor 3W	3	0.024
		<b>Total (kW) =</b>	<b>4.863</b>
			<b>6.07875</b> KVA

Generator Set harus memiliki : 6.07875 KVA

## M. Perhitungan LWT Machinery & Outfitting

Perhitungan Berat LWT (Machinery & Outfitting)												
PERHITUNGAN BERAT LWT (MACHINERY & OUTFITTING)												
1. MACHINERY												
<b>1.1 Spesifikasi Mesin</b>												
Panjang =	1031 mm	=	1.031 m									
Lebar =	391 mm	=	0.391 m									
Tinggi =	1187 mm	=	1.187 m									
Berat =	73 kg	=	0.073 ton									
VCG from Baseline =	0.594 m											
LCG from Midship =	-0.196 m											
<b>1.2 Spesifikasi Genset</b>												
Panjang =	708 mm	=	0.708 m									
Lebar =	548 mm	=	0.548 m									
Tinggi =	493 mm	=	0.493 m									
Berat =	78 kg	=	0.078 ton									
VCG from Baseline =	1.354 m											
LCG from Midship =	8.574 m											
<b>1.3 Spesifikasi Pompa Sewage</b>												
Panjang =	370 mm	=	0.37 m									
Lebar =	180 mm	=	0.18 m									
Tinggi =	215 mm	=	0.215 m									
Berat =	26 kg											
Jumlah pompa =	1											
Total berat =	26 kg	=	0.026 ton									
VCG from Baseline =	1.493 m											
LCG from Midship =	2.000 m											
<b>1.4 Spesifikasi Pompa Fresh Water</b>												
Berat =	10.000 kg											
Jumlah pompa =	2											
Total berat =	26 kg	=	0.0260 ton									
VCG from Baseline =	1.493 m											
LCG from Midship =	2.000 m											
<b>REKAPITULASI MACHINERY</b>												
Item	Berat (ton)	LCG (m)	VCG (m)	Momen LCG	Momen VCG							
Engine	0.073	-0.196	0.594	-0.014	0.043							
Genset	0.078	8.574	1.354	0.669	0.106							
Pompa Sewage	0.026	2.000	1.493	0.052	0.039							
Pompa FW	0.026	2.000	1.493	0.052	0.039							
Total	0.203			0.759	0.227							
<table border="1"> <tr> <td><b>Berat Total =</b></td> <td><b>0.203 ton</b></td> </tr> <tr> <td><b>LCG Machinery =</b></td> <td><b>3.736455665 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>VCG Machinery =</b></td> <td><b>1.115869458 m</b></td> </tr> </table>							<b>Berat Total =</b>	<b>0.203 ton</b>	<b>LCG Machinery =</b>	<b>3.736455665 m</b>	<b>VCG Machinery =</b>	<b>1.115869458 m</b>
<b>Berat Total =</b>	<b>0.203 ton</b>											
<b>LCG Machinery =</b>	<b>3.736455665 m</b>											
<b>VCG Machinery =</b>	<b>1.115869458 m</b>											
<b>2. OUTFITTING</b>												
<b>2.1 Outfitting (Electric)</b>												
<b>2.1.1 Refrigerator-Dispenser</b>												
Panjang =	912 mm	=	0.912 m			(L.G. lg.com)						
Lebar =	738 mm	=	0.738 m									
Tinggi =	1790 mm	=	1.79 m									
Jumlah =	1											
Berat =	35 kg	=	0.035 ton									
Berat =	35 kg	=	0.035 ton									
VCG from Baseline =	2.495 m											
LCG from Midship =	7.990 m											
<b>2.1.2 Water Heater</b> (Prima Aneka Sitem,Bukalapak)												
Berat=	4.8 kg	=	0.005 ton									
Jumlah	1 Buah											
Berat Total=	0.005 ton											
VCG from Baseline =	3.300 m											
LCG from Midship =	4.370 m											
<b>2.1.3 Hanging TV</b> (Permata Elektronik, Shopee)												
Berat =	4.8 kg	=	0.005 ton									
Jumlah =	1 buah											
Berat Total =	0.005 ton											
VCG from Baseline =	2.400 m											
LCG from Midship =	8.160 m											
<b>2.1.4 Electric Stove</b> (Prima Aneka Sitem,Bukalapak)												
Berat =	11 kg	=	0.011 ton									
Jumlah =	1 buah											
Berat Total =	0.011 ton											
VCG from Baseline =	2.300 m											
LCG from Midship =	4.790 m											
<b>2.1.5 Rice Cooker</b> (Utamamega, Bukalapak)												
Berat =	6 kg	=	0.006 ton									
Jumlah =	1 buah											
Berat Total =	0.006 ton											

	VCG from Baseline =	2.428 m						
	LCG from Midship =	5.870 m						
<b>2.1.6 Microwave</b>								(Toko Bahagia Elektronika, Lazada)
	Berat =	12.7 kg	=	0.013 ton				
	Jumlah =	1 buah						
	Berat Total =	0.013 ton						
	VCG from Baseline =	2.340 m						
	LCG from Midship =	5.870 m						
<b>2.1.7 AC 3/4 PK</b>								(Barokah Hafa, Shopee)
	Berat =	30 kg	=	0.030 ton				
	Jumlah =	1 buah						
	Berat Total =	0.030 ton						
	VCG from Baseline =	3.300						
	LCG from Midship =	2.150						
<b>2.1.8 AC 1/2 PK</b>								(Megadata Cellindo, Tokopedia)
	Berat =	80 kg	=	0.080 ton				
	Jumlah =	1 buah						
	Berat Total =	0.080 ton						
	VCG from Baseline =	3.300 m						
	LCG from Midship =	2.100 m						
<b>2.1.9 Alat Pemadam Api Ringan (APAR)</b>								(PT. SONICK PEMADAM API)
	Berat =	3 kg	=	0.003 ton				
	Jumlah =	2 buah						
	Berat Total =	0.006 ton						
	VCG from Baseline =	2.200						
	LCG from Midship =	1.950						

## 2.2 Outfitting (Non-Electrical)

	Jumlah	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat (kg)	Berat (ton)	LCG	VCG
<b>2.2.1 Outdoor area:</b>								
- corner storage sofa	1	1950	800	660	39	0.039	1.75	1.93
- coffee table	1	900	500	740	12.3	0.0123	1.15	1.97
- storage seat	1	800	600	450	15.8	0.0158	1.63	1.825
<b>2.2.2 Dining area</b>								
- corner storage sofa	1	1950	800	660	39	0.039	2.28	1.93
- stool sofa set	2	450	450	450	2	0.002	3.8	1.825
- dining table	1	1100	900	740	25	0.025	3.25	1.97
<b>2.2.3 Galley</b>								
- corner cabinet	1	1950	800	600	105	0.105	3.5	1.9
<b>2.2.4 Bar area</b>								
- bar table	1	1900	480	900	20.5	0.0205	6.5	2.05
- bar stool	2	380	380	840	12.5	0.0125	6.9	2.02
- storage	1	1190	400	650	15	0.015	6.75	1.925
<b>2.2.5 Parent room</b>								
- storage king bed	1	2000	1500	750	155	0.155	3.8	1.975
- side table compact	1	430	450	450	10	0.01	3.15	1.825
<b>2.2.6 Bathroom</b>								
- wastafel	1	800	1500	750	25.7	0.0257	5.98	1.975
- WC	1	720	420	785	22	0.022	4.4	1.9925
- (shower)	1	350	200	150	3	0.003	4.2	3.525
- towel stand	1	50	80	150	1	0.001	6.1	1.675
<b>2.2.7 Workspace area</b>								
- desk	1	1400	500	750	29	0.029	6.5	1.975
- chair	1	450	450	450	10	0.01	6.8	1.825
- bench	1	1520	450	500	30	0.03	8	1.85
<b>2.2.8 Navigation room</b>								
- chair crew	1	450	450	460	6	0.006	9.3	1.83
- Storage seat	1				28.5	0.0285	9	1.6
<b>2.2.9 Chld room</b>								
- storage double bed	2	1900	1350	450	130	0.13	7.24	3.825
- side table compact	2	480	480	450	10	0.01	8	3.825
<b>2.2.10 Sundeck area</b>								
- sunbed	2	2480	2000	80	3	0.003	4.53	3.64

REKAPITULASI OUTFITTING					
Item	Berat (ton)	LCG (m)	VCG	Momen LCG	Momen VCG
Refrigator-Dispencer	0.035	7.990	2.495	0.280	0.087
Water Heater	0.005	4.370	3.300	0.021	0.016
Hanging TV	0.005	8.160	2.400	0.039	0.012
Electriv Stove	0.011	4.790	2.300	0.053	0.025
Rice Cooker	0.006	5.870	2.428	0.035	0.015
Microwave	0.013	5.870	2.340	0.075	0.030
AC 3/4 PK	0.030	2.150	3.300	0.065	0.099
AC 1/2 PK	0.080	2.100	3.300	0.168	0.264
APAR	0.003	1.950	2.200	0.006	0.007
Corner Storage Sofa	0.039	1.75	1.93	0.068	0.075
Coffee Table	0.012	1.15	1.97	0.014	0.024
Storage Seat	0.016	1.63	1.825	0.026	0.029
Corner Storage Sofa	0.039	2.28	1.93	0.089	0.075
Stool Sofa Set	0.002	3.8	1.825	0.008	0.004
Dining Table	0.025	3.25	1.97	0.081	0.049
Corner Cabinet	0.105	3.5	1.9	0.368	0.200
Bar Table	0.0205	6.5	2.05	0.133	0.042
Bar Stool	0.0125	6.9	2.02	0.086	0.025
Storage Seat	0.015	6.75	1.925	0.101	0.029
Storage King Bed	0.155	3.8	1.975	0.589	0.306

Side Table Compact	0.01	3.15	1.825	0.032	0.018
Wastafel	0.0257	5.98	1.975	0.154	0.051
WC	0.022	4.4	1.9925	0.097	0.044
Shower	0.003	4.2	3.525	0.013	0.011
Towel Stand	0.001	6.1	1.675	0.006	0.002
Desk	0.029	6.5	1.975	0.189	0.057
Chair	0.01	6.8	1.825	0.068	0.018
Bench	0.03	8	1.85	0.240	0.056
Chair Crew	0.006	9.3	1.83	0.056	0.011
Storage Seat	0.0285	9	1.6	0.257	0.046
Storage Double Bed	0.13	7.24	3.825	0.941	0.497
Side Table Compact	0.01	8	3.825	0.080	0.038
Sunbed	0.003	4.53	3.64	0.014	0.011
	<b>0.937</b>			<b>4.448</b>	<b>2.271</b>

**Berat Total**            **0.937 ton**  
**LCG Outfitting**        **4.749 m**  
**VCG Outfitting**        **2.425 m**



## O. Perhitungan DWT (Crew & Consumable)

Perhitungan Berat DWT (Consumable & Crew)					
PERHITUNGAN BERAT DWT (CONSUMBALE & CREW)					
<b>1. Fuel Oil Tank</b>					
Penentuan bakar yang dibutuhkan berdasarkan jarak Home Base menuju Base terjauh, yaitu: 50 km					
Ditambah margin 20% jarak base terjauh					
	= 50 km x 20%		1 Knot	1.852 km/jam	
	= 10 km		Vs	6 Knot	
Jarak Tempuh Terjauh =	52 km		Fuel Consumption	8.8 l/h	
Waktu tempuh =	4.68 jam				
Massa jenis solar =	0.84 kg/l				
Kebutuhan Solar					
Pengisian solar dari Home Base menuju Base terjauh					
	Fuel Consumption =	8.8 l/h			
	=	7392 g/h			
	Kebutuhan bbm = Fuel consumption x Waktu tempuh				
	=	34591.79 g			
	=	0.035 ton			
	2 Mesin =	0.069 ton			
	Fuel Consumption =	1.2 l/h			
	=	1008 g/h			
Bahan bakar sekai Trip	41.18071 L	82.361 L			
Dimensi	50.000	30	25		
	0.500	0.300	0.250		
Total Kebutuhan BBM =	0.069 ton				
<b>Perencanaan Tangki di Maxsurf Stability</b>					
	Volume tangki =	0.045 m3	x 2		; P & Sb
	Berat total =	0.076 ton		0.5*0.5*0.5	
	VCG from Baseline =	1.2 m		0.5	0.3
	LCG from Midship =	0.5 m			0.3
<b>2. Fresh Water Tank</b>					
	Jumlah Penumpang	6			
	Kebutuhan FW =	150 l/orang/Hari			
	Kebutuhan per hari =	900 l/hari			
	Siklus pengisian =	1 hari			
	Total Kebutuhan FW =	900 liter			
	Berat =	0.9 ton			
<b>Perencanaan Tangki</b>					
	Volume tangki =	0.950 m3			
	Berat Total =	0.95 ton			
	VCG from Baseline =	1.45 m		1	1
	LCG from Midship =	3.5 m			0.95
<b>3. Sewage Tank</b>					
	Penumpang per hari =	6 org			
	Pembuangan seawage =	105 l/org/hari			
	Pembuangan per hari =	630 l/hari			
	Siklus pembuangan =	1 hari			
	=	630 liter			
	=	0.63 ton			
	Berat Total =	0.63 ton			
<b>Perencanaan Tangki</b>					
	Volume tangki =	0.70 m3			
	Berat tangki =	0.70 ton			
	VCG from Baseline =	1.3 m		1	1
	LCG from Midship =	3.5 m			0.7
<b>5. Kru</b>					
	Berat kru =	75 kg			
	Jumlah kru =	1			
	Berat total =	75 kg	0.075 ton		
	VCG from Baseline =	2.475 m			247.5
	LCG from Midship =	9.2 m			
<b>REKAPITULASI CONSUMABLE &amp; KRU</b>					
Item	Berat (ton)	LCG mid (m)	VCG base (m)	Momen LCG (ton.m)	Momen VCG (ton.m)
FOT	0.076	0.5	1.2	0.038	0.091
FWT	0.950	3.5	1.45	3.325	1.378
Sewage	0.700	3.5	1.3	2.450	0.910
Kru	0.075	9.2	2.475	0.690	0.186
Total	1.801			6.503	2.564
<b>Berat Total =</b>		<b>1.801 ton</b>			
<b>LCG from Midship =</b>		<b>3.611 m</b>			
<b>VCG from Baseline =</b>		<b>1.424 m</b>			

P. Perhitungan DWT (*Payload*)

<b>Perhitungan Berat DWT (PAYLOAD)</b>						
<b>PERHITUNGAN BERAT DWT (PAYLOAD)</b>						
<b>1. Pengunjung</b>						
Berat Penumpang = 165 lbs = 75.0 kg						
Room	Jumlah Penumpang	LCG from mid (m)	VCG from base (m)	Berat (ton)	Momen LCG	Momen VCG
Parents Room	2	3.150	2.450	0.150	0.473	0.368
Child Room 1	2	7.250	3.600	0.150	1.088	0.540
Child Room 2	2	7.250	3.600	0.150	1.088	0.540
<b>Subtotal</b>	<b>6</b>			<b>0.450</b>	<b>2.648</b>	<b>1.448</b>
<b>TOTAL</b>						
<p><b>Berat Total = 0.450 ton</b></p> <p><b><u>LCG from Midship = 5.883 m</u></b></p> <p><b><u>VCG from Baseline = 3.217 m</u></b></p>						
<b>2. Bagasi Penumpang</b>						
; Ship Design for Efficiency and Economy						
<p><math>W_{PR} = 0.01 \text{ ton/(person.day)}</math></p> <p><math>= 0.06 \text{ ton}</math></p> <p>Produk = 150 Kg</p> <p><math>= 0.15 \text{ ton}</math></p> <p style="text-align: center;"><i>Total Berat = 0.21 ton</i></p> <p><i>VCG from Baseline = 2.2 m</i></p> <p><i>LCG from Midship = 3 m</i></p>						
<b>REKAPITULASI DWT</b>						
Item	Berat Total (ton)	LCG from mid (m)	VCG from base (m)	Momen LCG (ton.m)	Momen VCG (ton.m)	
FO Tank	0.076	0	0.475	0.038	0.091	
FW Tank	0.950	0	0.35	3.325	1.378	
Sewage Tk.	0.700	3.5	1.3	2.450	0.910	
Kru	0.075	10	2.475	0.750	0.186	
Payload	0.450	5.883	3.217	2.648	1.448	
Prov.	0.210	3.000	2.200	0.630	0.462	
<b>Total</b>	<b>2.461</b>			<b>9.840</b>	<b>4.473</b>	
<p><b><u>Berat Total DWT = 2.461 ton</u></b></p> <p><b><u>LCG from Midship = 3.999 m</u></b></p> <p><b><u>VCG from Baseline = 1.818 m</u></b></p>						



Q. Koreksi *Displacement*

<b>Displacement</b>					
<b>REKAPITULASI BERAT DAN TITIK BERAT</b>					
<i>Item</i>	<b>Berat (ton)</b>	<i>LCG from Mid (m)</i>	<i>VCG from Base (m)</i>	<b>Momen LCG (ton.m)</b>	<b>Momen VCG (ton.m)</b>
LWT	14.723	5.039	1.778	74.191	26.181
DWT	2.461	3.999	1.818	9.840	4.473
<b>Total</b>	17.183			84.031	30.655
<p>Berat Total Kapal = 17.183 ton</p> <p><i>LCG from Midship</i> = 4.890 m</p> <p><i>VCG from Midship</i> = 1.784 m</p> <p><i>Displacement</i> = 17.560 ton</p> <p><i>Displacement - Berat</i> = 0.377 ton</p> <p style="padding-left: 40px;">= 2.144 %</p> <p style="padding-left: 40px;">Batasan = 2-10 %</p> <p style="text-align: center;"><b>Accepted</b></p>					

## R. Perhitungan *Freeboard*

### Freeboard

#### Input Data :

$L_o =$	10.30	m	$Lwl =$	10.130	m
$B_o =$	5.00	m			
$H_o =$	1.60	m			
$T_o =$	1.00	m			

#### PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

(Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia Chapter VI)

Penentuan besarnya freeboard menggunakan Non Convention Vessel Standard (NCVS) Indonesia

Dengan aturan sebagai berikut:

Untuk kapal dengan panjang sampai dengan 15 meter, penentuan besar lambung timbulnya:

- a. Minimum 250 mm u/ kapal yg berlayar di laut yang sangat terbatas
- b. Minimum 150 mm u/ kapal yg berlayar di perairan sungai, danau, dan waduk

Maka, minimum freeboard sebesar: 150 mm

$$\begin{aligned} F_b &= H - T \\ &= 0.6 \quad \text{m} \\ &= 600 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

**DITERIMA**

3. Marka pada Appendix 3 yang digunakan terhadap kapal dengan panjang  $\leq 15$  meter ditetapkan langsung sebesar:
  - a. Lambung timbul tidak boleh kurang dari 250 mm untuk kapal yang berlayar di laut yang sangat terbatas. Untuk penentuan kawasan laut perairan terbatas akan ditetapkan oleh Otoritas yang berwenang. Sebagai petunjuk untuk penentuan kawasan laut tersebut adalah:
    - 1) Kondisi Moderat, yaitu apabila tinggi gelombang pada keadaan tidak normal di kawasan tersebut tidak lebih dari 1,3 meter yang dihitung dari kedalaman palung gelombang sampai ke puncak gelombang.
    - 2) Kondisi Tenang, yaitu apabila tinggi gelombang pada saat keadaan tidak normal di kawasan tersebut tidak lebih dari 0,5 meter yang dihitung dari kedalaman palung gelombang sampai ke puncak gelombang.
  - b. Tidak kurang dari 150 mm untuk kapal yang berlayar di perairan sungai, danau dan waduk. Untuk kapal-kapal yang mempunyai atau konstruksi tradisional dengan panjang sampai dengan 15 meter, besaran garis muat atau freeboard ditetapkan sebesar 0,85 H di mana H = tinggi kapal yang dihitung pada tengah-tengah kapal.

## S. Perhitungan Stabilitas

Perhitungan Stabilitas Kapal									
Load Cases	Penyewa	Consumable	Crew						
1	100%	100%	100%						
2	100%	10%	100%						
3	50%	100%	100%						
4	50%	10%	100%						
5	0%	100%	100%						
6	0%	10%	100%						
<b>Marine Guide Notices (MGN) 280 Chapter 11 Section 3.7</b>									
No.	Load Case			A $\theta$ max ≥ 0,075 (m.rad)	A $\theta$ (30- 40) ≥ 0,03	GZ $\theta$ 30 ≥ 0,2 (m)	$\theta$ GZma x ≥ 15o	GM ≥ 3.5 (m)	Status
	Penyewa	Consumables	Crew						
1	100%	100%	100%	0.274	0.164	1.073	22	8.262	Pass
2	100%	50%	100%	0.246	0.151	1	21	8.262	Pass
3	100%	10%	100%	0.242	0.14	0.936	20	8.262	Pass
4	50%	100%	100%	0.252	0.169	1.105	22	8.262	Pass
5	50%	50%	100%	0.251	0.157	0.1033	21	8.262	Pass
6	50%	10%	100%	0.248	0.146	0.97	21	8.262	Pass

## T. Perhitungan *Trim*

Trim							
Input Data :							
$L_{pp} =$	10.13	m		$L_{wl} =$	10.133	m	
$B_o =$	5.00	m					
$H_o =$	1.60	m					
$T_o =$	1.00	m					
PERHITUNGAN TRIM KAPAL							
(Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia Chapter II)							
Menurut Non Conventional Vessel Standard (NCVS) Indonesian Flagged, batasan trim yang diizinkan :							
Trim	$\leq$	$\frac{L_{pp}}{50}$					
Maka, maksimum trim sebesar:							
Trim =	$\pm$	$\frac{L_{pp}}{50}$	m				
	=	0.20266	m				
No.	Kondisi	Batasan (+/-)	$T_a$ (m)	$T_f$ (m)	Nilai (m)	Trim	Status
1.	Load Case I	0.203	0.696	1.297	-0.601	Bow	<b>Accepted</b>
2.	Load Case II	0.203	0.607	1.351	-0.744	Bow	<b>Accepted</b>
3.	Load Case III	0.203	0.536	1.392	-0.856	Bow	<b>Accepted</b>
4.	Load Case IV	0.203	0.696	1.279	-0.583	Bow	<b>Accepted</b>
5.	Load Case V	0.203	0.606	1.334	-0.728	Bow	<b>Accepted</b>
6.	Load Case VI	0.203	0.535	1.375	-0.84	Bow	<b>Accepted</b>

**LAMPIRAN B**  
**PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS**



## U. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

### Building Cost

Kurs Jual Rupiah-Dollar per 4 Desember 2019, BI

IDR 14,096.000

PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL					
	Item	Kuantitas	Produk/Material	Harga/unit	Total
Structural	Pelat Sisi	96.460	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 52,302,755.56
	Pelat Main Deck	85.960	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 46,609,422.22
	Pelat Belakang	12.572	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 6,816,817.78
	Pelat tangki FW	0.950	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 515,111.11
	Pelat Tangki S	0.700	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 379,555.56
	Pelat Sekat dan Pelat Depan	12.320	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 6,680,177.78
	Pelat Girder	0.689	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 373,320.00
	Profil T	22.910	Pelat Baja 6 mm (5'x20')	IDR 4,880,000.00	IDR 12,422,311.11
	Profil L	55.50	Siku 60x60x6 mm (6 m)	IDR 4,880,000.00	IDR 45,140,000.00
	Kaca <i>Sunbed Area</i>	5.4	Tempered Glass 6 mm	IDR 260,500.00	IDR 1,406,700.00
	Kaca Depan	3	Tempered Glass 6 mm	IDR 260,500.00	IDR 781,500.00
Kaca Samping	4.600	Tempered Glass 6 mm	IDR 260,500.00	IDR 1,198,300.00	
					IDR 174,625,971.11
Outfitting	Refrigator-Dispencer	1		IDR 16,700,000.00	IDR 16,700,000.00
	Water Heater	1		IDR 2,530,000.00	IDR 2,530,000.00
	Hanging TV	1		IDR 6,850,000.00	IDR 6,850,000.00
	Electriv Stove	1		IDR 3,000,000.00	IDR 3,000,000.00
	Rice Cooker	1		IDR 675,000.00	IDR 675,000.00
	Microwave	1		IDR 3,500,000.00	IDR 3,500,000.00
	AC 3/4 PK	1		IDR 3,319,000.00	IDR 3,319,000.00
	AC 1/2 PK	3		IDR 3,575,000.00	IDR 10,725,000.00
	APAR	1		IDR 5,000,000.00	IDR 5,000,000.00
	Comer Storage Sofa	1		IDR 9,600,000.00	IDR 9,600,000.00
	Coffee Table	1		IDR 2,299,000.00	IDR 2,299,000.00
	Storage Seat	1		IDR 6,210,000.00	IDR 6,210,000.00
	Comer Storage Sofa	1		IDR 9,680,000.00	IDR 9,680,000.00
	Stool Sofa Set	2		IDR 2,150,000.00	IDR 4,300,000.00
	Dining Table	1		IDR 4,524,700.00	IDR 4,524,700.00
	Comer Cabinet	1		IDR 8,145,000.00	IDR 8,145,000.00
	Bar Table	1		IDR 4,850,000.00	IDR 4,850,000.00
	Bar Stool	2		IDR 998,750.00	IDR 1,997,500.00
	Storage Seat	1		IDR 3,105,000.00	IDR 3,105,000.00
	Storage King Bed	1		IDR 7,399,000.00	IDR 7,399,000.00
	Side Table Compact	1		IDR 2,120,000.00	IDR 2,120,000.00
	Wastafel	1		IDR 5,985,000.00	IDR 5,985,000.00
	WC	1		IDR 4,149,000.00	IDR 4,149,000.00
	Shower	1		IDR 3,490,000.00	IDR 3,490,000.00
	Towel Stanf	1		IDR 579,000.00	IDR 579,000.00
	Desk	1		IDR 1,899,000.00	IDR 1,899,000.00
	Chair	1		IDR 3,545,000.00	IDR 3,545,000.00
	Bench	1		IDR 1,999,000.00	IDR 1,999,000.00
	Chair Crew	1		IDR 5,445,000.00	IDR 5,445,000.00
	Storage Seat	1		IDR 6,210,000.00	IDR 6,210,000.00
	Storage Double Bed	2		IDR 2,300,000.00	IDR 4,600,000.00
	Side Table Compact	2		IDR 2,120,000.00	IDR 4,240,000.00
Sunbed	2		IDR 5,100,000.00	IDR 10,200,000.00	
APAR	2	Alat Pemadam Kebakaran	IDR 598,000.00	IDR 1,196,000.00	
					IDR 170,066,200.00
Machinery	Mesin Induk	2	Tohatsu MFS 25B	IDR 83,830,000.00	IDR 167,660,000.00
	Generator	1	ELEMAX SH 7600	IDR 24,700,000.00	IDR 24,700,000.00
	Pompa Sewage	1	Leo AKSm350A	IDR 3,083,000.00	IDR 3,083,000.00
	Pompa Fresh Water	1	Jabsco PAR-Max 3.5	IDR 3,083,000.00	IDR 3,083,000.00
					IDR 198,526,000.00

## V. Biaya Operasional Kapal

Biaya Operasional			
No	Item	Value	Unit
1	<b>Biaya Bahan Bakar 10%</b>		
	Harga Solar	Rp 9,400.00	Per Liter
	Biaya Bahan Bakar 10% 1 Trip 4.1 Km 1 Kapal	Rp 38,540.00	Per Hari
	Biaya Bahan Bakar 10% 1 Trip 4.1 Km 39 Kapal	Rp 1,503,060.00	Per Hari
	<b>Biaya Bahan Bakar 10% 1 Trip 4.1 Km 39 Kapal</b>	<b>Rp 548,616,900.00</b>	<b>Per Tahun</b>
2	<b>Air Bersih</b>		
	Harga Air Bersih (PDAM Papua, 2019)	Rp 4,300.00	per liter
	Jumlah Pemakaian	900	liter/hari
	Biaya Pemakaian	Rp 3,870,000.00	per hari
	Biaya Pemakaian 1 Kapal	<b>Rp 1,412,550,000.00</b>	per tahun
	<b>Biaya Pemakaian 39 Kapal</b>	<b>Rp 55,089,450,000.00</b>	<b>per tahun</b>
3	<b>Gaji Crew (Berita Satu, 2020)</b>		
	Jumlah Crew	1	orang
	Gaji Crew Per bulan (UMP Sumatera Utara 2020)	Rp 4,373,990.25	per orang
	Gaji Crew Per tahun	Rp 52,487,883.00	per orang
	Total Gaji Crew per tahun 1 Kapal	<b>Rp 1,312,197,075.00</b>	per tahun
	<b>Total Gaji Crew per tahun 39 Kapal</b>	<b>Rp 51,175,685,925.00</b>	<b>per tahun</b>
4	<b>Biaya Perawatan (Dayusari, 2017)</b>		
	Diasumsikan 5% total dari <i>Building Cost</i> 1 Kapal	<b>Rp 254,520.51</b>	per tahun
	<b>Diasumsikan 5% total dari <i>Building Cost</i> 39 Kapal</b>	<b>Rp 1,382,241,451.55</b>	per tahun
5	<b>Biaya Asuransi (Watson,1998)</b>		
	Diasumsikan 1% total dari <i>Building Cost</i> 1 Kapal	<b>Rp 7,088,417.70</b>	per tahun
	<b>Diasumsikan 1% total dari <i>Building Cost</i> 39 Kapal</b>	<b>Rp 276,448,290.31</b>	<b>per tahun</b>
6	<b>Pinjaman Bank Mandiri (Dayusari, 2017)</b>		
	Building Cost 1 Kapal	Rp 708,841,770.03	
	<b>Building Cost 39 Kapal</b>	<b>Rp 27,644,829,031.00</b>	
	Pinjaman dari Bank	65%	
	<b>Nilai Pinjaman</b>	<b>Rp 17,969,138,870.15</b>	
	Bunga Bank (Bank Mandiri, 2019)	9.95%	per tahun
	<b>Nilai Bunga Bank</b>	<b>Rp 1,787,929,317.58</b>	<b>per tahun</b>
	Lama Pinjaman	10	tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1 x	per tahun	
	<b>Nilai Cicilan Pinjaman</b>	<b>Rp 3,584,843,204.59</b>	<b>per tahun</b>
<b>Total Biaya Operasional</b>		<b>Rp 6,865,550,117.81</b>	<b>IDR</b>



## W. Discount Rate

<b>PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (DISCOUNT RATE)</b>			
<i>Weighted Average Cost of Capital (WACC) = <math>Wd \times Kd (1-t) + We \times Ke</math></i>			
Nilai Investasi	Rp		29,432,758,348.58
Umur Ekonomis (tahun)		20	
<b>Struktur Pendanaan</b>			
65%	Kredit investasi bank	Rp	19,131,292,926.58
	Jangka pinjaman (tahun)		15
	Bunga		9.95%
	Pajak		0%
35%	Shareholder	Rp	10,301,465,422.00
	Expected return		20%
<b><u>Tingkat diskonto</u></b>			
Menggunakan <i>Cost of Capital</i>			
$WACC = Wd.Kd(1-t) + We.Ke$			
Di mana,			
Wd = Proporsi Pinjaman dari Total Pendanaan			
We = Proporsi Modal dari Total Pendanaan			
Kd = Biaya pinjaman			
Ke = Biaya modal			
t = Pajak			
Maka,			
<b>WACC =</b>			<b>13.47%</b>
(Ridho, 2019)			

## X. Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pembangunan

REKAPITULASI PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN		
Rata-Rata Tingkat Inflasi Tahunan		6%
Jumlah Kapal Dibangun		39
<b><u>Item</u></b>		<b>Biaya</b>
1. Biaya <i>Structural</i>	Rp	174,625,971.11
2. Biaya <i>Machinery</i>	Rp	198,526,000.00
3. Biaya <i>Outfitting</i>	Rp	170,066,200.00
<b>a. Subtotal [1+2+3]</b>	<b>Rp</b>	<b>543,218,171.11</b>
4. <i>Non-Weight Costs (10%)</i>	Rp	54,321,817.11
b. Subtotal (1 <i>Catamaran Apartment</i> [a+4])	Rp	597,539,988.22
5. <i>Sister Ship Cost Reduction (8%)</i>	Rp	47,803,199.06
b. Biaya <i>Catamaran Apartment</i> #1	Rp	597,539,988.22
c. Biaya <i>Catamaran Apartment</i> #2 s/d #38 [b-5]	Rp	549,736,789.16
d. Subtotal biaya 39 <i>Catamaran Apartment</i> [b+38c]	Rp	21,487,537,976.47
8. <i>Shipyards Profit Margin (5%)</i>	Rp	1,074,376,898.82
10. Inflasi (6%)	Rp	983,789,836.61
11. Biaya Pajak Pemerintah (25%)	Rp	4,099,124,319.20
<b>Total Biaya Pembangunan</b>	<b>Rp</b>	<b>27,644,829,031.00</b>
<b><u>NILAI INVESTASI</u></b>		
1. Biaya Pembangunan	Rp	27,644,829,031.00
2. Bunga pinjaman (9.95%)	Rp	1,787,929,317.58
<b>Nilai Investasi</b>	<b>Rp</b>	<b>29,432,758,348.58</b>
<i>Operating Profit Margin = (EBIT / Revenue)*100%</i>		
<i>Operating Profit Margin</i>		10%
<b><u>ANNUAL OPERATING COST</u></b>		
<b>BIAYA OPERASIONAL</b>		
Biaya Bahan Bakar 10%	Rp	548,616,900.00
Biaya Air Bersih	Rp	1,412,550,000.00
Biaya Kru	Rp	1,312,197,075.00
Biaya <i>Maintenance &amp; Repair</i>	Rp	254,520.51
Asuransi	Rp	7,088,417.70
Biaya Administrasi	Rp	800,000,000.00
Biaya Pemasaran	Rp	700,000,000.00
<b>BIAYA LAIN</b>		
Depresiasi	Rp	1,382,241,451.55
<b>Total Biaya Operasional</b>	<b>Rp</b>	<b>6,162,948,364.76</b>
<b><u>Annual Revenue</u></b>		
<b>Rp6,847,720,405.29</b>		

## Y. Penentuan Harga Sewa 1 Kapal Per Hari

<b>PENENTUAN HARGA SEWA CATAMARAN APARTMENT BOAT</b>			
<b><u>HARGA SEWA LOW SEASON</u></b>			
Biaya Investasi	Rp		29,432,758,348.58
Biaya Operasional	Rp		6,162,948,364.76
Jumlah Kapal			39
Jumlah Hari Operasional			329
<i>Occupancy Rate</i>			60%
Harga Sewa 1 Kapal Per Hari	Rp		806,583.67
<b><u>HARGA SEWA PEAK SEASON</u></b>			
Biaya Investasi	Rp		29,432,758,348.58
Biaya Operasional	Rp		6,162,948,364.76
Jumlah Kapal			39
Jumlah Hari Operasional			329
<i>Occupancy Rate</i>			100%
Harga Sewa 1 Kapal Per Hari	Rp		1,120,255.10

Z. Perhitungan *Free Cashflow* Per Tahun

PERHITUNGAN <i>FREE CASHFLOW</i> PER TAHUN		
<i>Free cashflow = EBIT*(1-t) + Depreciation - CAPEX - Inc. Net WC</i>		
t = Pajak Penghasilan		25%
<i>CAPEX = Capital Expenditure</i>		0
<i>Increment Net Working Cap.</i>		0
<b>LABA/(RUGI) SEBELUM BUNGA &amp; PAJAK</b>		
<b>PENDAPATAN</b>		
Penyewaan Kapal	Rp	12,502,315,747.59
<b>BIAYA OPERASIONAL</b>		
Biaya Bahan Bakar 10%	Rp	548,616,900.00
Biaya Air Bersih	Rp	1,412,550,000.00
Biaya Kru	Rp	1,312,197,075.00
Biaya <i>Maintenance &amp; Repair</i>	Rp	254,520.51
Asuransi	Rp	7,088,417.70
Biaya Administrasi dan Umum	Rp	1,500,000,000.00
<b>BIAYA LAIN</b>		
Depresiasi	Rp	1,382,241,451.55
<i>Earnings Before Int. and Tax</i>	Rp	6,339,367,382.82
<i>Free Cashflow</i>		
<b>Rp6,136,766,988.67</b>		
<b>LABA/(RUGI) TAHUN 2020</b>		
Pendapatan	Rp	12,502,315,747.59
Biaya Operasional	Rp	4,232,090,013.21
Pendapatan/(Biaya) Lain:		
Depresiasi	Rp	1,382,241,451.55
<b>EBIT</b>	Rp	6,887,984,282.82
<i>Free Cashflow</i>		
<b>Rp6,548,229,663.67</b>		

AA. Perhitungan NPV, IRR dan *Payback Period*

<b>PERHITUNGAN NPV DAN IRR</b>			
<i>Present Value = Future Value * Discount Factor</i>			
Nilai Investasi		Rp29,432,758,348.58	
Umur Ekonomis		20	
Tingkat Diskonto (i)		13.47%	
Faktor Diskonto		$1 / (1+i)^n$	
Net Cashflow		Rp6,548,229,663.67	
(dalam jutaan)			
Tahun ke- (n)	Net Cashflow (Rp)	Faktor Diskonto	Net Present Value (Rp)
0	(29,432.76)	1.000	(29,432.76)
1	6,548.23	0.881	5,771.02
2	6,548.23	0.777	5,086.05
3	6,548.23	0.685	4,482.39
4	6,548.23	0.603	3,950.37
5	6,548.23	0.532	3,481.50
6	6,548.23	0.469	3,068.28
7	6,548.23	0.413	2,704.10
8	6,548.23	0.364	2,383.15
9	6,548.23	0.321	2,100.30
10	6,548.23	0.283	1,851.01
11	6,548.23	0.249	1,631.31
12	6,548.23	0.220	1,437.69
13	6,548.23	0.193	1,267.05
14	6,548.23	0.171	1,116.67
15	6,548.23	0.150	984.13
16	6,548.23	0.132	867.32
17	6,548.23	0.117	764.38
18	6,548.23	0.103	673.65
19	6,548.23	0.091	593.70
20	6,548.23	0.080	523.23
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>			
Penilaian Investasi:			
Metode NPV			
<b>Layak</b>	<b>NPV</b>		<b>15,304.55598243</b>
Metode IRR			
<b>Layak</b>	<b>IRR</b>		<b>21.82%</b>

### PERHITUNGAN PAYBACK PERIODE

$$\text{Payback Period} = P + |\text{Accumulated Net Cashflow P}| / \text{Net Cashflow P+1}$$

Tahun ke- (P)	Discounted Net Cashflow	Accumulated Net Cashflow	
0	(29,432.76)	(29,432.76)	(dalam Juta Rupiah)
1	5,771.02	(23,661.74)	
2	5,086.05	(18,575.69)	
3	4,482.39	(14,093.30)	
4	3,950.37	(10,142.93)	
5	3,481.50	(6,661.43)	
6	3,068.28	(3,593.15)	
7	2,704.10	(889.04)	
8	2,383.15	1,494.11	
9	2,100.30	3,594.41	
10	1,851.01	5,445.42	
11	1,631.31	7,076.73	
12	1,437.69	8,514.43	
13	1,267.05	9,781.48	
14	1,116.67	10,898.14	
15	984.13	11,882.27	
16	867.32	12,749.59	
17	764.38	13,513.97	
18	673.65	14,187.63	
19	593.70	14,781.32	
20	523.23	15,304.56	

P = Tahun terakhir kas kumulatif negatif

P = 7

Kas kumulatif P = 889.04

Arus kas P+1 = 2,383.15

Payback Periode = 7.37 tahun

**7.00 tahun**

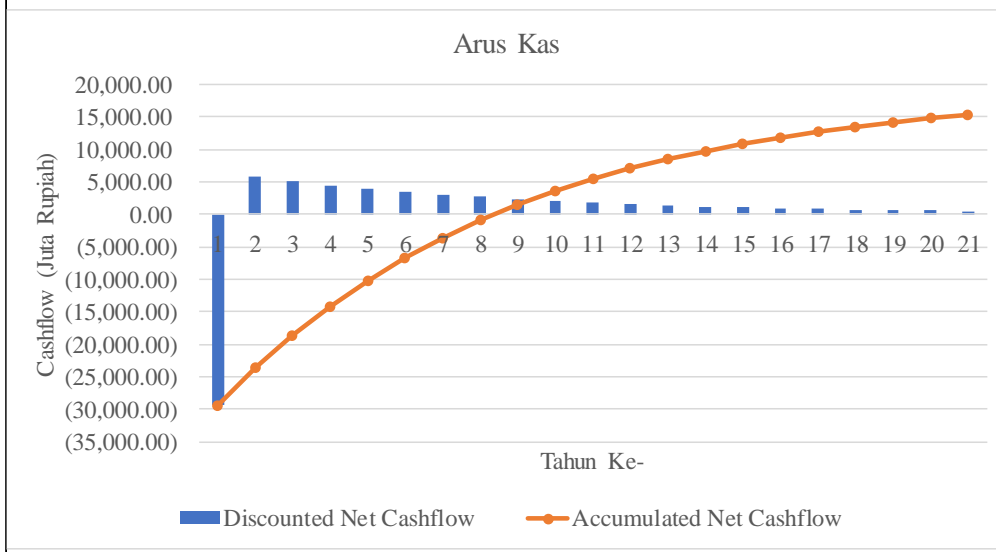
4.48 bulan

**4.00 bulan**

14.30 hari

15.00 hari

Payback periode = **7 Tahun 4 Bulan 1 hari**

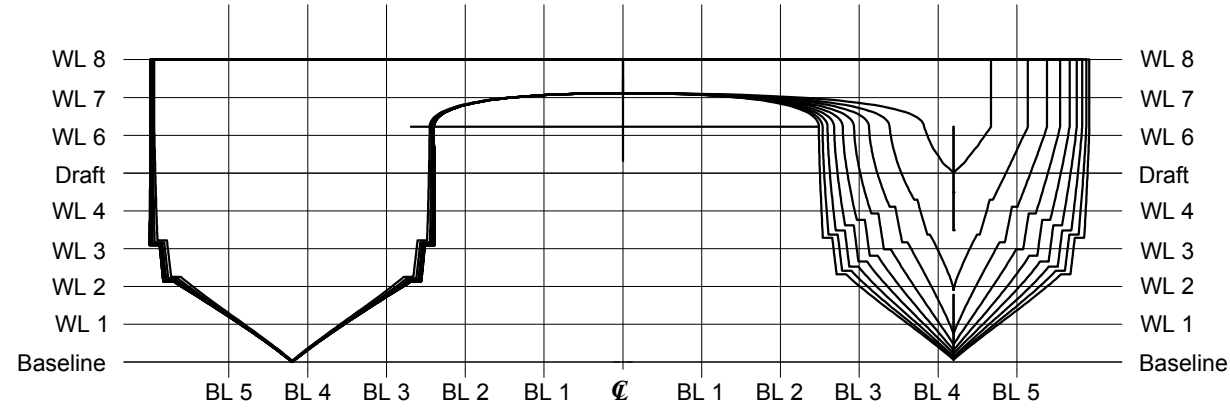


**LAMPIRAN C**  
***LINES PLAN***

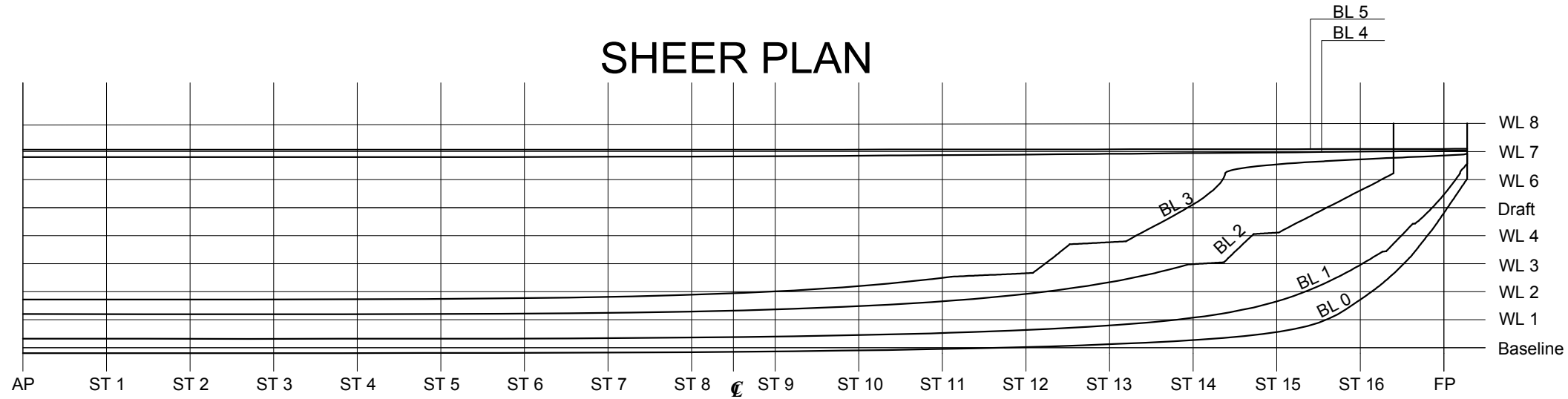




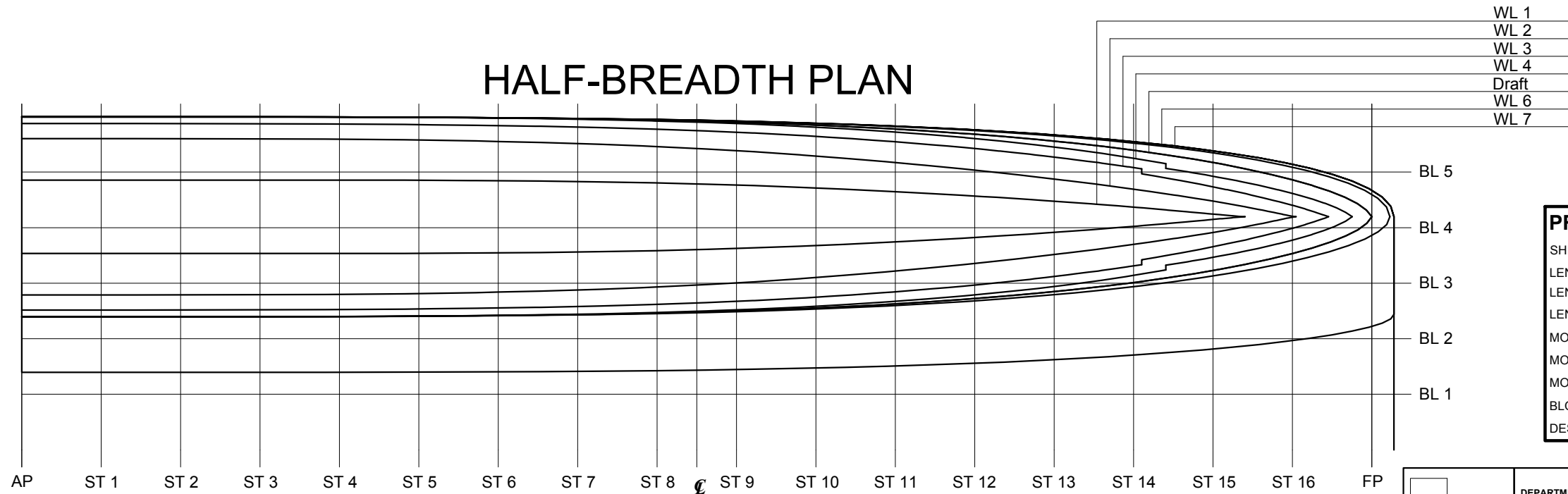
# BODY PLAN



# SHEER PLAN



# HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	: PASSENGER
LENGTH OVER ALL	: 10.3 m
LENGTH OF WATERLINE	: 122.35 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	: 10.1 m
MOULDED BREADTH	: 5 m
MOULDED DEPTH	: 1.6 m
MOULDED DRAUGHT	: 1 m
BLOCK COEFFICIENT	: 0.764
DESIGNED SERVICE SPEED	: 6 KNOTS



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING  
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

CUWAN C.A.B.

LINES PLAN

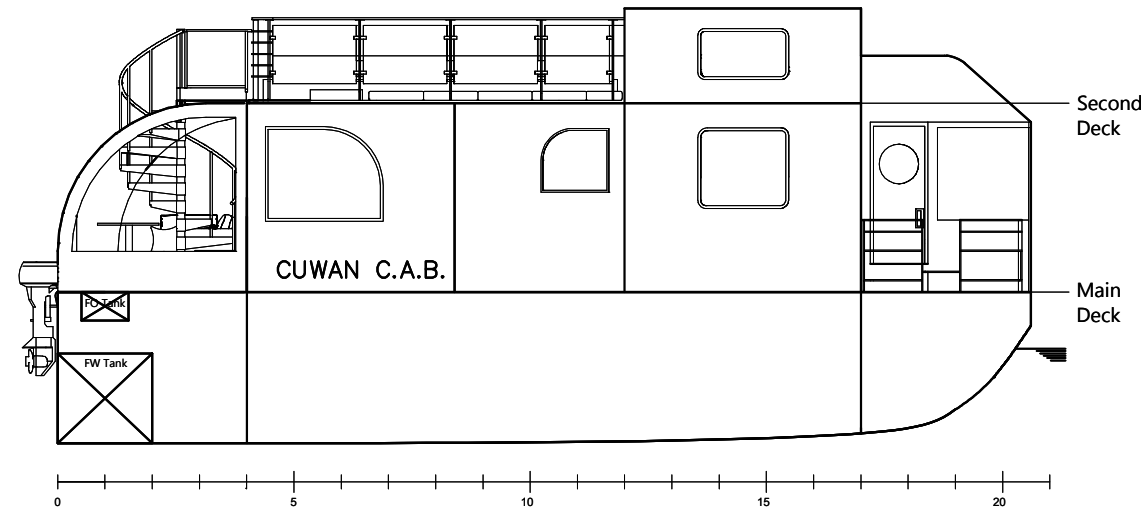
SCALE	SIGNATURE	DATE	NOTE
1 : 25			
DRAWN BY : Alfathan Azhar			4111440000056
CHECKED BY : Ir. Hesty Anita Kurniawati M.,Sc.			A3
APPROVED BY : Ir. Hesty Anita Kurniawati M.,Sc.			



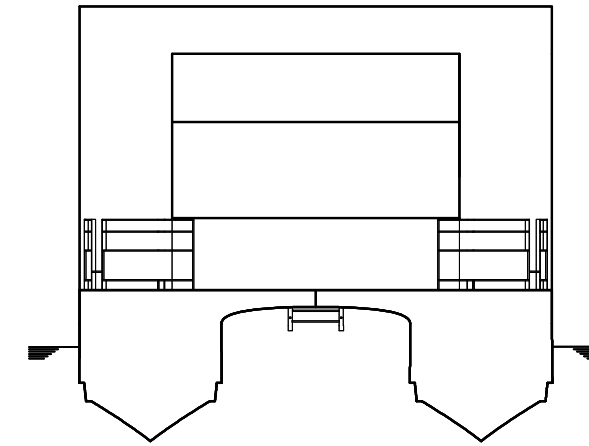
**LAMPIRAN D**  
***GENERAL ARRANGEMENT***



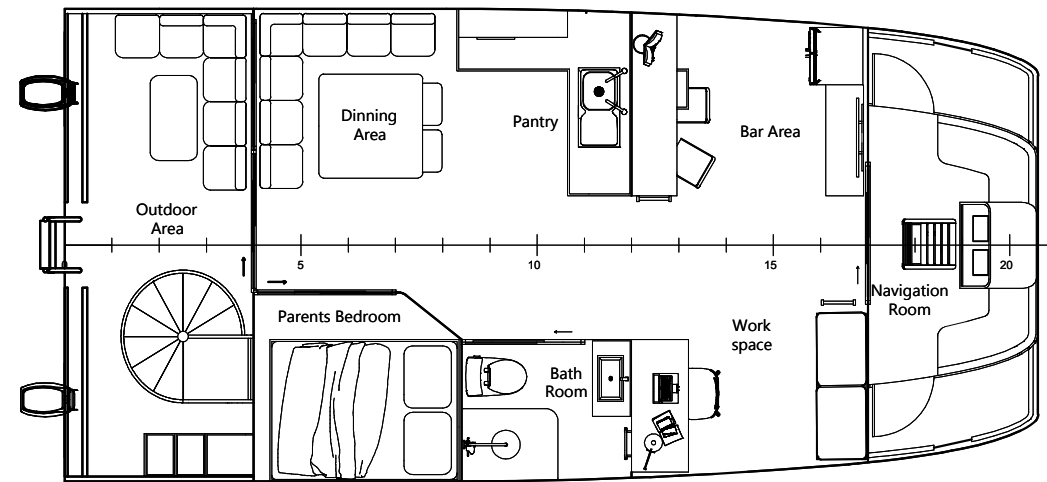
Side View



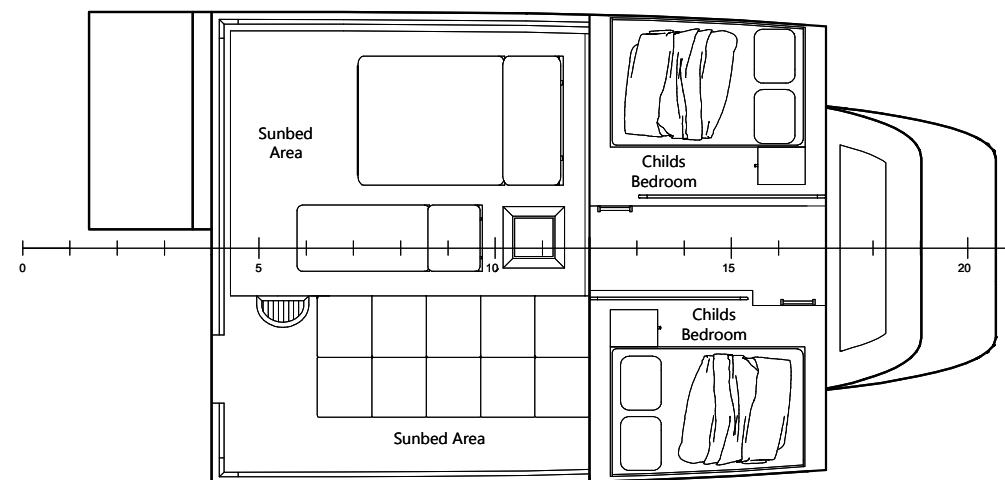
Front View



Main Deck




Second Deck



**PRINCIPAL DIMENSIONS**

SHIP TYPE	: PASSENGER
LENGTH OVER ALL	: 10.3 m
LENGTH OF WATERLINE	: 122.35 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	: 10.1 m
MOULDED BREADTH	: 5 m
MOULDED DEPTH	: 1.6 m
MOULDED DRAUGHT	: 1 m
BLOCK COEFFICIENT	: 0.764
DESIGNED SERVICE SPEED	: 6 KNOTS

 DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	<b>CUWAN C.A.B.</b>		
	<b>GENERAL ARRANGEMENT</b>		
SCALE : 1 : 12.5	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY : Alfathan Azhar			4111440000056
CHECKED BY : Ir. Hesty Anita Kurniawati M.,Sc.			A3
APPROVED BY : Ir. Hesty Anita Kurniawati M.,Sc.			



**LAMPIRAN E**  
**MODEL 3D**

















**LAMPIRAN F**  
**KUESIONER**





# Kuesioner Tugas Akhir

Perkenalkan nama saya Alfathan Azhar, Mahasiswa Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) - Surabaya. Saya sedang dalam penyusunan Tugas Akhir dengan judul "Desain Catamaran Apartment Boat untuk menunjang pariwisata di Danau Toba, Sumatera Utara".

Pada Tahun 2019, Danau Toba merupakan salah satu Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) yang menjadi prioritas pemerintah. Dalam usaha menunjang Danau Toba sebagai KSPN, peneliti menawarkan sebuah desain kapal yang dinamakan Catamaran Apartment Boat. Sebuah kapal yang memiliki dua fungsi, yaitu sebagai alat transportasi bagi wisatawan untuk mengunjungi berbagai macam wisata yang terletak pada 7 Kabupaten di sekitar Danau Toba, serta dapat digunakan sebagai penginapan dengan kapasitas penumpang maksimal 6 orang. Diharapkan melalui desain Catamaran Apartment Boat dapat meningkatkan daya tarik Kawasan Wisata Danau Toba, serta meningkatkan konektivitas daerah wisata di 7 Kabupaten sekitar Danau Toba.

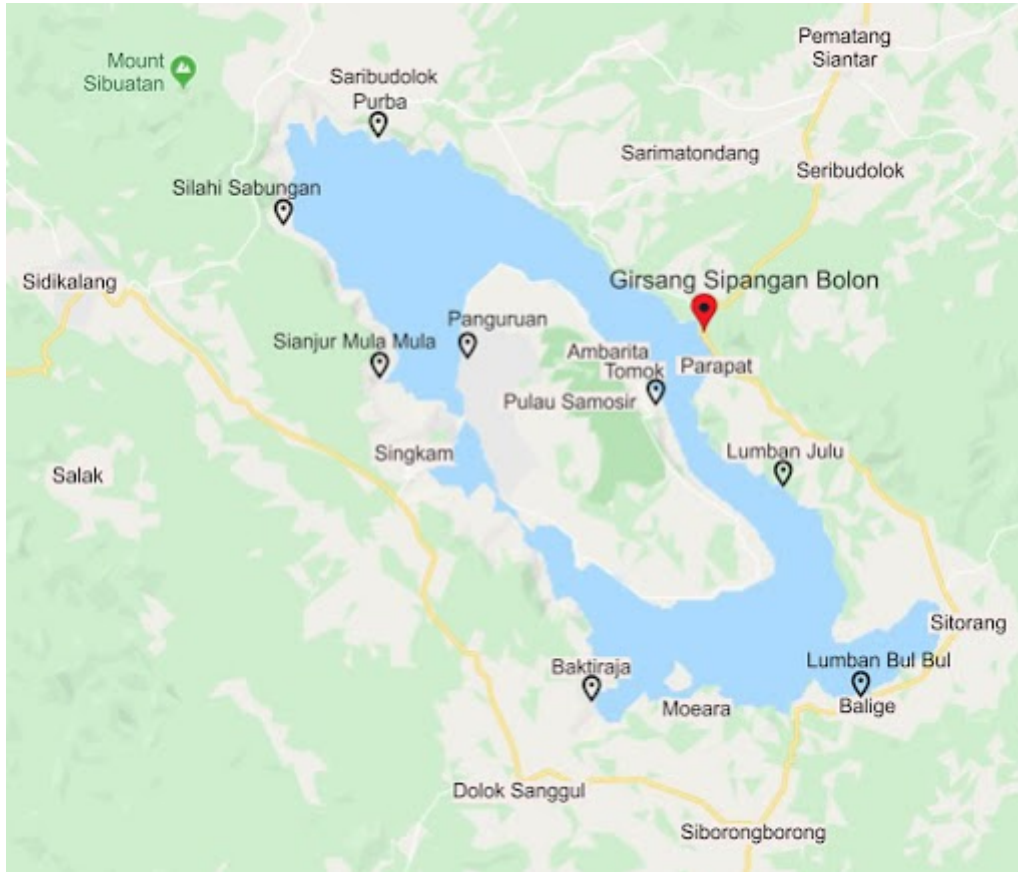
Pengumpulan data yang saya lakukan ini bersifat ilmiah dan akan digunakan hanya untuk memenuhi kebutuhan data dalam penyusunan data Tugas Akhir serta kebutuhan akademik. Maka dari itu saya memohon saudara/i bersedia membantu saya dengan mengisi daftar pertanyaan berikut dengan sebenar-benarnya. atas kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

\* Required

## Contoh Catamaran Apartment di Swedia



## Peta Danau Toba



### Keterangan Rute

Rute pelayaran Catamaran Apartment Boat dipilih berdasarkan tujuan wisata yang diinginkan oleh pelanggan. Home Base bagi calon pelanggan melakukan administrasi serta titik awal pelayaran Catamaran Apartment Boat terletak pada Kelurahan Parapat, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Kabupaten Simalungun. Selanjutnya pelanggan dapat melakukan perjalanan sesuai tujuan yang diinginkan dengan fasilitas nahkoda yang telah disediakan.

Terdapat sebuah base pada tiap Kabupaten. Base digunakan untuk untuk bersandarnya Catamaran Apartment Boat, yang selanjutnya pelanggan dapat melanjutkan wisata darat. Base juga digunakan untuk kapal bersandar malam hari saat pelanggan istirahat.

1. Nama \*

---

## 2. Usia \*

*Mark only one oval.*

- <20 Tahun
- 20 - 30 Tahun
- > 30 Tahun

## 3. Pekerjaan \*

*Mark only one oval.*

- Pelajar/Mahasiswa
- Pegawai Negeri
- Pegawai Swasta
- Wiraswasta
- Other: \_\_\_\_\_

## 4. Apakah anda mengetahui wisata Danau Toba, Sumatera Utara? \*

*Mark only one oval.*

- Ya
- Tidak

## 5. Apakah anda tertarik berkunjung ke Danau Toba jika terdapat Catamaran Apartment Boat yang dapat berfungsi sebagai penginapan sekaligus transportasi air? \*

*Mark only one oval.*

- Ya
- Tidak

6. Menurut anda, apakah dengan adanya Catamaran Apartment Boat dapat meningkatkan jumlah wisatawan yang datang ke Danau Toba? \*

*Mark only one oval.*

- Ya  
 Tidak

7. Menurut anda, fasilitas apa saja yang harus ada pada Catamaran Apartment Boat untuk wisata di Danau Toba, Sumatera Utara? \*

*Check all that apply.*

- Mini Kitchen  
 Sunbath Area  
 Fishing Gear  
 Snorkle gear

Other:  \_\_\_\_\_

8. Menurut anda, berapa biaya sewa Catamaran Apartment Boat per hari yang sesuai untuk berwisata di Danau Toba, Sumatera Utara? \*

*Mark only one oval.*

- Rp 5.000.000 - Rp 7.500.000  
 Rp 7.600.000 - Rp 10.000.000  
 >Rp 10.000.000  
 Other: \_\_\_\_\_

9. Usulan

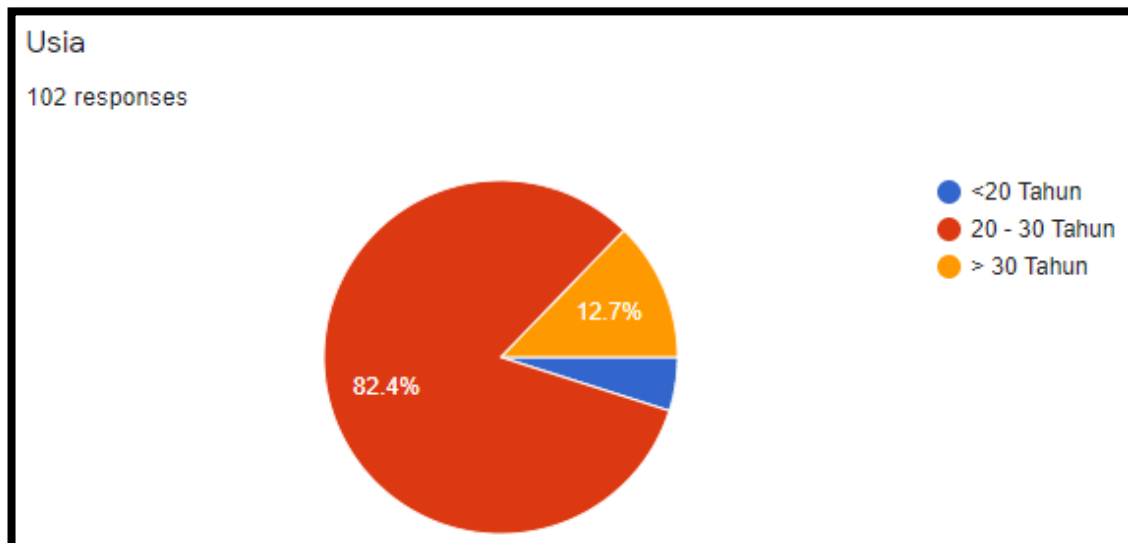
\_\_\_\_\_

## HASIL KUESIONER

Nama

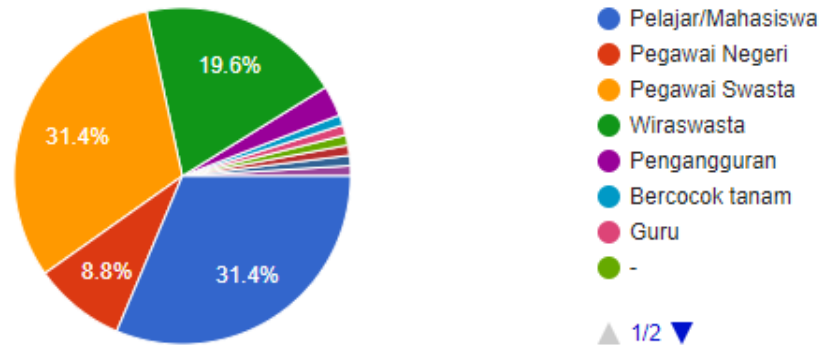
102 responses

Septian galih
Rika
Kadek Jayak
Raja Andhika Rizki Ramadhani
Syahrizal Firas
Loan
Aditya Kusuma
Bowo
Dola Septiadi



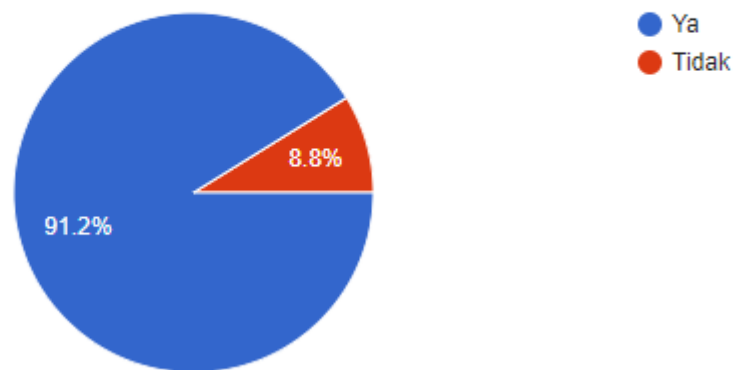
### Pekerjaan

102 responses



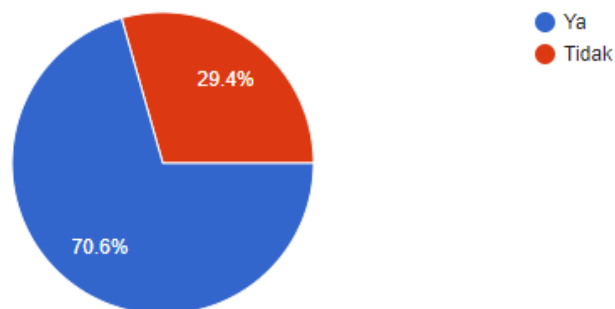
### Apakah anda mengetahui wisata Danau Toba, Sumatera Utara?

102 responses



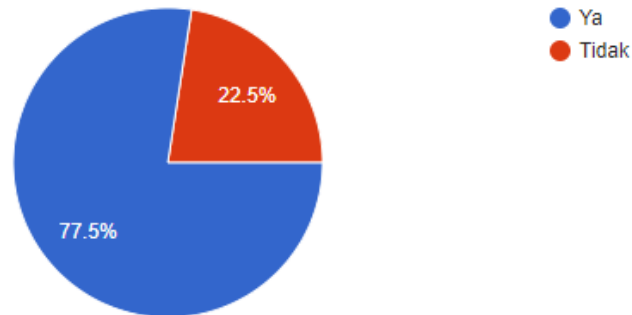
### Apakah anda tertarik berkunjung ke Danau Toba jika terdapat Catamaran Apartment Boat yang dapat berfungsi sebagai penginapan sekaligus transportasi air?

102 responses



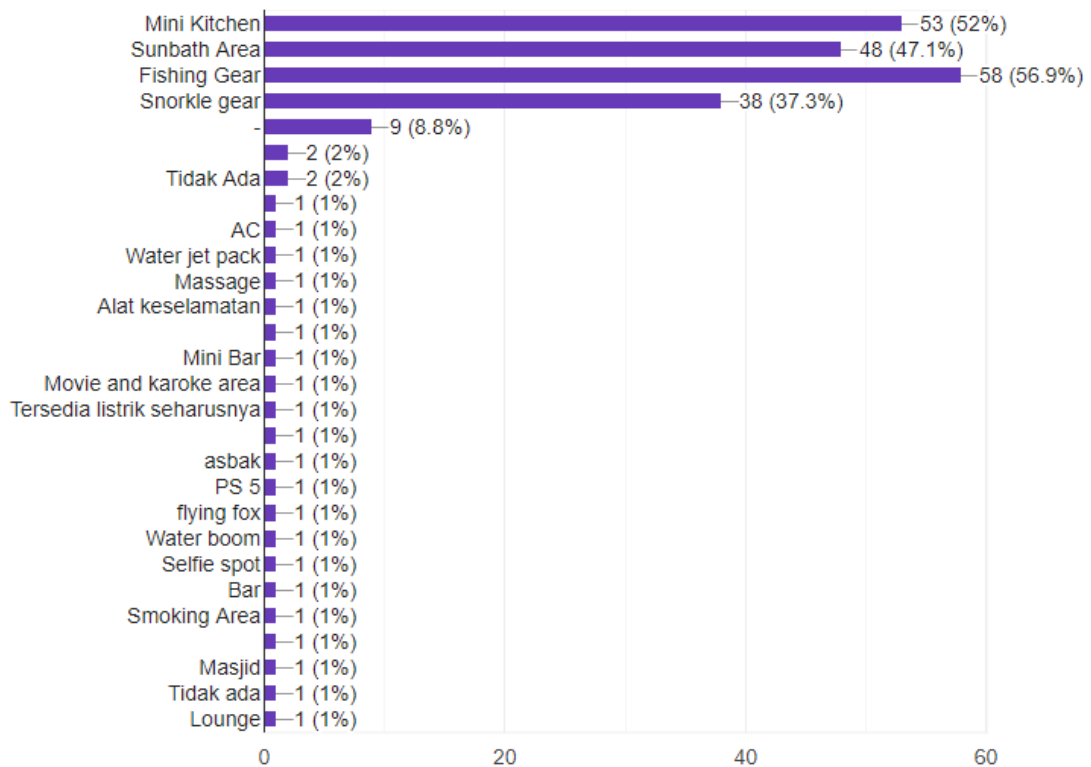
Menurut anda, apakah dengan adanya Catamaran Apartment Boat dapat meningkatkan jumlah wisatawan yang datang ke Danau Toba?

102 responses



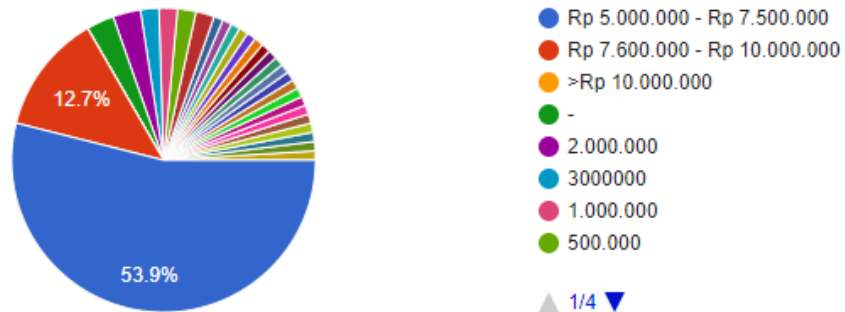
Menurut anda, fasilitas apa saja yang harus ada pada Catamaran Apartment Boat untuk wisata di Danau Toba, Sumatera Utara?

102 responses



Menurut anda, berapa biaya sewa Catamaran Apartment Boat per hari yang sesuai untuk berwisata di Danau Toba, Sumatera Utara?

102 responses



### Usulan

55 responses

Jaga kebersihan danau saja

Desain yg aman dan ramah untuk anak-anak. Dan desain catamaran harus mempertimbangkan aspek ergonomi nya.

Harganya bisa disesuaikan dengan fasilitas yang ada

perhitungkan luas area danau dan letak penempatan koordinatnya

Usul di tambahkan privat navigasi, biar bisa nyetir dewe

Pastikan lokasinya di area yang ombaknya tidak besar

Pastikan fasilitas apa yang bisa digunakan di danau toba. Memadai dan bolehkah danau toba tersebut untuk dilakukan aktifitas snorkeling

Memperhatikan aspek ergonomis



## BIODATA PENULIS



Alfathan Azhar, merupakan nama lengkap penulis. Dilahirkan pada 11 April 1996 di Jakarta. Merupakan anak pertama dari pasangan Ir. Djamhari Yamis dan Lilik Sriastuti. Memiliki satu adik perempuan bernama Tsania Saa Sabila dan satu adik laki-laki bernama Naufal Nail. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TKI Al-Azhar Jakarta, melanjutkan ke SDI Al-Azhar, melanjutkan ke SMPN 147 Jakarta dan SMP Islam Al-Falah Jakarta, dan SMA Islam Al-Falah Jakarta. Selanjutnya penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan, Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Dalam Negeri BEM FTK-ITS 2015/2016 serta menjabat sebagai Wakil Ketua Bagian Dalam Negeri BEM FTK-ITS 2016/2017.

Email: [alfathan.azhar@gmail.com](mailto:alfathan.azhar@gmail.com)