



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT* DENGAN
HYBRID PROPULSION SYSTEM SEBAGAI SARANA
WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH**

Neysha Alya Fakhira
NRP 0411164000031

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

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT* DENGAN
HYBRID PROPULSION SYSTEM SEBAGAI SARANA
WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH**

**Neysha Alya Fakhira
NRP 0411164000031**

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

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT DESIGN WITH
HYBRID PROPULSION SYSTEM AS A TOURISM FACILITY
IN KARIMUNJAWA ISLAND, CENTRAL JAVA**

**Neysha Alya Fakhira
NRP 0411164000031**

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT* DENGAN *HYBRID PROPULSION SYSTEM* SEBAGAI SARANA WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH

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:

NEYSHA ALYA FAKHIRA
NRP 0411164000031

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II

Danu Utama, S.T., M.T.
NIP 19901008 201803 1 001

Dosen Pembimbing I

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



Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 22 JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN *GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT* DENGAN *HYBRID PROPULSION SYSTEM* SEBAGAI SARANA WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 8 Januari 2020

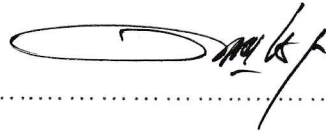
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

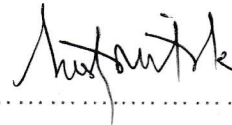
NEYSHA ALYA FAKHIRA
NRP 0411164000031

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

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



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



3. Hasanudin, S.T., M.T.

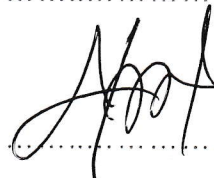


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



2. Danu Utama, S.T., M.T.



SURABAYA, 22 JANUARI 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Desain *Glass Bottom Catamaran Boat* dengan *Hybrid Propulsion System* sebagai Sarana Wisata di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah”.

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini, Penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, bantuan dan saran dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. dan Bapak Danu Utama, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan arahnya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
3. Kedua orang tua Penulis, Bunda Dina dan Ayah Arief, serta adik Penulis, Jeevan, yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dan doa kepada Penulis dalam kondisi apapun;
4. Ibu Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Proposal Tugas Akhir, yang telah memberikan masukan dan arahan ketika penyusunan Proposal Tugas Akhir;
5. Teman-teman P56 IRONCLAD, terutama teman-teman “*Rekayasa in Exile*” yang telah mendukung, membantu, menyemangati, dan berjuang bersama selama perkuliahan hingga pengerjaan Tugas Akhir.

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 diterima dan bermanfaat sebagai referensi bagi banyak pihak.

Surabaya, 31 Desember 2019

Neysha Alya Fakhira

DESAIN GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT DENGAN HYBRID PROPULSION SYSTEM SEBAGAI SARANA WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH

Nama Mahasiswa : Neysha Alya Fakhira
NRP : 0411164000031
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kepulauan Karimunjawa ditetapkan sebagai salah satu Taman Nasional Indonesia pada tahun 2001 dan memiliki potensi wisata bawah laut yang sangat besar. Namun, kapal wisata yang beroperasi di Kepulauan Karimunjawa masih sangat sedikit dan belum terdapat *glass bottom boat* yang beroperasi di Kepulauan Karimunjawa. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah melakukan perancangan kapal yang dapat mengakomodasi penumpang untuk melihat pemandangan bawah laut di perairan Kepulauan Karimunjawa tanpa harus menyelam, melalui material transparan yaitu akrilik yang dipasang pada kedua lambung kapal. Alasan digunakannya katamaran adalah karena katamaran memiliki geladak yang lebih luas dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan *monohull*. Penggunaan sistem penggerak *hybrid* adalah mengurangi konsumsi bahan bakar dan ramah lingkungan, sehingga sistem penggerak *hybrid* yang dipilih adalah *diesel engine* dan *electric motor*. Sumber energi *electric motor* ini adalah generator dan baterai, yang bersumber dari panel surya. Penentuan ukuran utama kapal menggunakan *parent ship design*. Penentuan *payload* menggunakan metode *forecasting* dari data jumlah kunjungan wisatawan di Kepulauan Karimunjawa dan dikurangi dengan kapasitas penumpang yang telah dimuat oleh kapal wisata yang telah beroperasi di Kepulauan Karimunjawa. Kemudian didapatkan *payload* sebanyak 50 orang. Ukuran utama yang memenuhi kriteria teknis dan regulasi adalah $L_{pp} = 20$ m; $B = 9.50$ m; $H = 2.60$ m; $T = 1.60$ m. Tinggi *freeboard* minimum sebesar 0.291 m, kondisi stabilitas kapal *Glass Bottom Catamaran* memenuhi kriteria *BKI Vol.VII, Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21*, dan kapal dapat berlayar pada tinggi gelombang 1 meter diatas 4 jam dengan nyaman. Biaya pembangunan adalah sebesar Rp5,359,671,981.66.

Kata kunci: *glass bottom, hybrid propulsion system, catamaran, wisata, Kepulauan Karimunjawa.*

GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT DESIGN WITH HYBRID PROPULSION SYSTEM AS A TOURISM FACILITY IN KARIMUNJAWA ISLAND, CENTRAL JAVA

Author : Neysha Alya Fakhira
Student Number : 04111640000031
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : 1. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRACT

Karimunjawa Island has announced as a National Park in Indonesia since 2001, it has a great potential of underwater tourism. However, the operated tourism ship in Karimunjawa Island still a few and there is no glass bottom boat operates yet in Karimunjawa Island. This Final Assignment is to design a ship which can be accommodate the passengers to see the underwater in Karimunjawa Island without diving with acrylic, a transparent material and it installed to the hull of the ship. It used catamaran because it has a larger deck and great stability compared to monohull. Hybrid propulsion system used to reduce emission and environmentally friendly, so it used diesel engine and electric motor. The source of the energies are from generator and batteries which sources from solar cell. Main dimension of the ship used parent ship design. Payload from this ship used forecasting method from the number of the tourism data and capacity of the tourism which can be loaded in the tourism ship that operated in Karimunjawa Island. The payload of the ships are 50 persons. The ship has a length of 20 meters, width of 9.50 meters, height of 2.60 meters, draught 1.60 meters. The minimum height of freeboard is 0.291 meters, the stability condition of ship has fulfill the *BKI Vol.VII Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21 criterias*, and ship can sail comfortably in the 1 meter waves up to 4 hours. The total construction cost of the ship is Rp 5,359,671,981.66.

Keywords: glass bottom, hybrid propulsion system, catamaran, tourism, Karimunjawa Island

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Hipotesis	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Tahapan Desain Kapal	5
2.2. Faktor Teknis Desain Kapal	6
2.2.1. Ukuran Utama Kapal	6
2.2.2. Perhitungan Hambatan	7
2.2.3. Perhitungan Daya Penggerak	8
2.2.4. Perhitungan Berat.....	8
2.2.5. Perhitungan Stabilitas	8
2.2.6. <i>Trim</i>	10
2.3. Faktor Ekonomis Desain Kapal	10
2.3.1. Biaya Pembangunan.....	10
2.3.2. Biaya Operasional.....	10
2.4. <i>Glass Bottom Boat</i>	11
2.5. <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>	13
2.6. <i>Catamaran</i>	14
2.6.1. Karakteristik Lambung Katamaran.....	16
2.7. <i>Material Underwater Window</i>	17
2.8. <i>Hybrid System</i>	17
2.9. <i>Solar Cell</i>	18
BAB 3 METODOLOGI	21
3.1. Bagan Alir.....	21
3.2. Tahap Pengerjaan.....	22
3.2.1. Identifikasi Masalah.....	22
3.2.2. Studi Literatur	23
3.2.3. Pengumpulan Data	23
3.2.4. Pengolahan Data	23
3.2.5. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model	24

3.2.6. Perhitungan Biaya.....	24
3.2.7. Kesimpulan dan Saran	24
BAB 4 TINJAUAN WILAYAH	25
4.1. Tinjauan Umum Daerah	25
4.2. Potensi Wisata Karimunjawa.....	26
4.2.1. Lokasi Wisata di Kepulauan Karimunjawa Berdasarkan Ekosistem.....	26
4.2.2. Lokasi Wisata yang Selalu dikunjungi Wisatawan.....	27
4.3. Kondisi Gelombang Kepulauan Karimunjawa.....	29
BAB 5 ANALISIS TEKNIS	31
5.1. <i>Operational Requirement</i>	31
5.1.1. Penentuan Rute Pelayaran.....	31
5.1.2. Perhitungan Kecepatan	32
5.1.3. Perhitungan <i>Payload</i>	33
5.1.4. Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	36
5.1.5. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal.....	37
5.2. Perhitungan Teknis Kapal <i>Glass Bottom Catamaran</i>	38
5.2.1. Perhitungan <i>Froude Number</i>	38
5.2.2. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal.....	39
5.2.3. Perhitungan Hambatan dan Propulsi Kapal	39
5.2.4. <i>Catamaran Viscous Resistance Interference</i> ($1+\beta k$)	44
5.2.5. <i>Viscous Resistance</i> (C_f)	45
5.2.6. <i>Air Resistance</i> (C_A)	46
5.2.7. Perhitungan Daya.....	46
5.2.8. Pemilihan <i>Main Engine</i>	46
5.2.9. Pemilihan <i>Electric Motor</i>	47
5.2.10. Desain Sistem Hibrida	48
5.2.11. Perhitungan Sistem Hibrida	49
5.2.12. Perhitungan Kelistrikan dan Penentuan Genset.....	49
5.3. Perhitungan Tebal Pelat Kapal	50
5.4. Perhitungan Berat Kapal.....	52
5.4.1. Perhitungan Berat DWT	52
5.4.2. Perhitungan Berat LWT	54
5.4.3. Pengecekan <i>Displacement</i>	57
5.5. Perhitungan <i>Freeboard</i>	57
5.6. Perhitungan Stabilitas	59
5.7. Pengecekan <i>Trim</i>	60
5.8. <i>Motion Sickness Incidence</i> (MSI).....	61
5.8.1. Pengaturan Analisis MSI	61
5.8.2. Hasil Analisis MSI.....	62
BAB 6 DESAIN <i>GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>	67
6.1. Umum	67
6.2. Konfigurasi Panel Surya	67
6.3. Pembuatan Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>).....	67
6.4. Pembuatan Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>).....	68
6.5. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (<i>Safety Plan</i>).....	69
6.6. Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (<i>3D Modelling</i>)	74
BAB 7 ANALISIS EKONOMIS.....	77
7.1. Biaya Pembangunan Kapal.....	77
7.2. Perhitungan Biaya Operasional	82

7.3. <i>Payback Period</i>	83
7.4. <i>Net Present Value (NPV)</i>	84
7.5. <i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	85
BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN	87
8.1. Kesimpulan	87
8.2. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A	PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS DESAIN <i>GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>
LAMPIRAN B	PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS DESAIN <i>GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>
LAMPIRAN C	DESAIN RENCANA GARIS <i>GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>
LAMPIRAN D	DESAIN RENCANA UMUM <i>GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>
LAMPIRAN E	DESAIN <i>SAFETY PLAN GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>
LAMPIRAN F	MODEL 3D <i>GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT</i>
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Persebaran Wisata di Kepulauan Karimunjawa	2
Gambar 2. 1 Proses Spiral Desain	5
Gambar 2. 2 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan <i>Monohull</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Glass Bottom Monohull Boat</i> di Tanjung Benoa, Bali	11
Gambar 2. 5 (a) Kapal Tampak Keseluruhan; (b) <i>Glass bottom</i> dilihat dari bawah; (c) Bagian dalam Kapal.....	12
Gambar 2. 6 (a) Kapal Queen Isis Tampak Keseluruhan; (b) Bagian <i>Glass Bottom</i> Kapal Queen Isis	12
Gambar 2. 7 (a)Kapal <i>Subsea</i> di Bunaken;(b)Presiden Joko Widodo di dalam Kapal <i>Subsea</i>	13
Gambar 2. 8 <i>Glass Bottom</i> yang Terdapat pada Lambung	14
Gambar 2. 9 <i>Glass Bottom</i> Kapal Pluckebaum Hull 194	14
Gambar 2. 10 Kapal dengan Lambung Katamaran	15
Gambar 2. 11 Bentuk Lambung Simetris	16
Gambar 2. 12 Bentuk Lambung Tidak Simetris.....	16
Gambar 2. 13 Cara Kerja <i>Hybrid Propulsion System</i> Antara <i>Diesel Engine</i> dan <i>Electric Motor</i> yang Bersumber dari Panel Surya, Generator, dan Pengisian Daya di Dermaga	18
Gambar 2. 14 Struktur Sel Surya.....	19
Gambar 2. 15 Cara Kerja Panel Surya.....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Pengerjaan	22
Gambar 4. 1 Letak Kepulauan Karimunjawa	25
Gambar 4. 2 Kondisi Gelombang di Kepulauan Karimunjawa.....	29
Gambar 5. 1 Rute Pelayaran	31
Gambar 5. 2 Grafik Hasil <i>Forecasting</i>	34
Gambar 5. 3 KM. Banawa Nusantara 98.....	36
Gambar 5. 4 Kapal Cala San Vincente	36
Gambar 5. 5 Tampilan 3D pada <i>Maxsurf Resistance</i>	40
Gambar 5. 6 Menentukan Metode yang digunakan pada <i>Maxsurf Resistance</i>	41
Gambar 5. 7 Mengatur Kecepatan pada <i>Maxsurf Resistance</i>	41
Gambar 5. 8 Pengaturan Efisiensi	41
Gambar 5. 9 Lambung Kapal ketika Terkena Gelombang.....	42
Gambar 5. 10 Grafik Hambatan Total <i>Slender Body</i>	44
Gambar 5. 11 Grafik Hambatan Total Wyman	44
Gambar 5. 12 YANMAR 6HYM-WET	47
Gambar 5. 13 TECO AESV2E.....	48
Gambar 5. 14 Sistem Hibrida pada <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>	48
Gambar 5. 15 Mitsubishi 6D16T	50
Gambar 5. 16 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 0°	63
Gambar 5. 17 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 90°	63
Gambar 5. 18 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 180°	64
Gambar 5. 19 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 0°	64
Gambar 5. 20 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 90°	65
Gambar 5. 21 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 180°	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Persebaran Wisata di Kepulauan Karimunjawa	2
Gambar 2. 1 Proses Spiral Desain	5
Gambar 2. 2 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan <i>Monohull</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Glass Bottom Monohull Boat</i> di Tanjung Benoa, Bali	11
Gambar 2. 5 (a) Kapal Tampak Keseluruhan; (b) <i>Glass bottom</i> dilihat dari bawah; (c) Bagian dalam Kapal.....	12
Gambar 2. 6 (a) Kapal Queen Isis Tampak Keseluruhan; (b) Bagian <i>Glass Bottom</i> Kapal Queen Isis.....	12
Gambar 2. 7 (a)Kapal <i>Subsea</i> di Bunaken;(b)Presiden Joko Widodo di dalam Kapal <i>Subsea</i>	13
Gambar 2. 8 <i>Glass Bottom</i> yang Terdapat pada Lambung.....	14
Gambar 2. 9 <i>Glass Bottom</i> Kapal Pluckebaum Hull 194	14
Gambar 2. 10 Kapal dengan Lambung Katamaran	15
Gambar 2. 11 Bentuk Lambung Simetris	16
Gambar 2. 12 Bentuk Lambung Tidak Simetris.....	16
Gambar 2. 13 Cara Kerja <i>Hybrid Propulsion System</i> Antara <i>Diesel Engine</i> dan <i>Electric Motor</i> yang Bersumber dari Panel Surya, Generator, dan Pengisian Daya di Dermaga	18
Gambar 2. 14 Struktur Sel Surya.....	19
Gambar 2. 15 Cara Kerja Panel Surya.....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Pengerjaan	22
Gambar 4. 1 Letak Kepulauan Karimunjawa	25
Gambar 4. 2 Kondisi Gelombang di Kepulauan Karimunjawa.....	29
Gambar 5. 1 Rute Pelayaran	31
Gambar 5. 2 Grafik Hasil <i>Forecasting</i>	34
Gambar 5. 3 KM. Banawa Nusantara 98.....	36
Gambar 5. 4 Kapal Cala San Vincente	36
Gambar 5. 5 Tampilan 3D pada <i>Maxsurf Resistance</i>	40
Gambar 5. 6 Menentukan Metode yang digunakan pada <i>Maxsurf Resistance</i>	41
Gambar 5. 7 Mengatur Kecepatan pada <i>Maxsurf Resistance</i>	41
Gambar 5. 8 Pengaturan Efisiensi	41
Gambar 5. 9 Lambung Kapal ketika Terkena Gelombang.....	42
Gambar 5. 10 Grafik Hambatan Total <i>Slender Body</i>	44
Gambar 5. 11 Grafik Hambatan Total Wyman	44
Gambar 5. 12 YANMAR 6HYM-WET	47
Gambar 5. 13 TECO AESV2E.....	48
Gambar 5. 14 Sistem Hibrida pada <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>	48
Gambar 5. 15 Mitsubishi 6D16T	50
Gambar 5. 16 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 0°	63
Gambar 5. 17 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 90°	63
Gambar 5. 18 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 180°	64
Gambar 5. 19 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 0°	64
Gambar 5. 20 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 90°	65
Gambar 5. 21 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 180°	65

Gambar 6. 1 Konfigurasi Panel Surya	67
Gambar 6. 2 Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>) <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>	68
Gambar 6. 3 Desain Rencana Umum <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>	69
Gambar 6. 4 Desain <i>General Arrangement</i>	74
Gambar 6. 5 Model 3D <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>	75
Gambar 6. 6 Bagian Interior Kapal Tampak 3D	75
Gambar 6. 7 Interior <i>Glass Bottom Area</i>	75

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Rencana Perjalanan Trip 1.....	32
Tabel 5. 2 Perhitungan Kecepatan.....	32
Tabel 5. 3 Data Wisatawan Kepulauan Karimunjawa Tahun 2015 – 2018 dan <i>Forecasting</i> Wisatawan Tahun 2019 – 2024.....	34
Tabel 5. 4 Kapal Wisata yang Beroperasi di Kepulauan Karimunjawa	35
Tabel 5. 5 Aturan Rasio Ukuran Utama Kapal.....	37
Tabel 5. 6 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal	38
Tabel 5. 7 Rekap Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal	39
Tabel 5. 8 Hasil Analisis Hambatan Total pada Kecepatan 0-10 knot.....	43
Tabel 5. 9 Harga β untuk Tiga Variasi S/B	45
Tabel 5. 10 Harga $(1+k)$ untuk Tiga Variasi L/B ₁	45
Tabel 5. 11 Perhitungan Kelistrikan Kapal	49
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tebal Pelat	52
Tabel 5. 13 Perhitungan Komponen Berat DWT	52
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hasil Perhitungan DWT	53
Tabel 5. 15 Perhitungan Komponen Berat LWT.....	54
Tabel 5. 16 Rekapitulasi Perhitungan LWT	57
Tabel 5. 17 Pemeriksaan Lambung Timbul.....	58
Tabel 5. 18 <i>Loadcase</i> Kapal <i>Glass Bottom Catamaran</i>	59
Tabel 5. 19 Analisis Kriteria Stabilitas.....	60
Tabel 5. 20 Pengecekan <i>Trim</i>	61
Tabel 6. 1 Karakteristik Lambung Katamaran	68
Tabel 6. 2 Ketentuan Jumlah <i>Life Buoy</i>	70
Tabel 6. 3 Kriteria Ukuran <i>Life Jacket</i>	70
Tabel 7. 1 Biaya Pelat dan Elektroda	77
Tabel 7. 2 Perhitungan Biaya Fasilitas Umum dan <i>Navigation Room</i>	78
Tabel 7. 3 Perhitungan Biaya Sistem dan Kelistrikan	79
Tabel 7. 4 Perhitungan Biaya Peralatan Navigasi dan Komunikasi	79
Tabel 7. 5 Perhitungan Biaya <i>Equipment & Outfitting</i>	80
Tabel 7. 6 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal.....	81
Tabel 7. 7 Koreksi Keadaan Ekonomi pada Biaya Pembangunan Kapal.....	81
Tabel 7. 8 Rekapitulasi Biaya Operasional <i>Glass Bottom Catamaran</i>	82
Tabel 7. 9 Perencanaan Harga Tiket Wisata <i>Glass Bottom Catamaran Boat Low Season</i>	84
Tabel 7. 10 Rekapitulasi <i>Payback Period</i>	84
Tabel 7. 11 Arti Perhitungan NPV terhadap Keputusan Investasi yang akan dilakukan	85
Tabel 7. 12 Rekapitulasi Perhitungan NPV dan IRR	85

DAFTAR SIMBOL

B	= <i>Breadth</i> (lebar kapal)	(m)
BHP	= <i>Break Horse Power</i>	(BHP)
CA	= Koefisien tahanan udara	
CB	= Koefisien blok	
CD	= Koefisien drag	
CFO	= Koefisien friction	
CM	= Koefisien midship	
CP	= Koefisien prismatik berdasarkan panjang garis air	
CV	= Koefisien kecepatan	
CWP	= <i>Waterplane area coefficient</i>	
DHP	= <i>Delivery Horse Power</i>	(HP)
EHP	= <i>Effective Horse Power</i>	(HP)
Fb	= Lambung timbul (freeboard)	(m)
Fn	= <i>Froude number based on displacement volume</i>	
g	= Percepatan gravitasi	(m/s ²)
GT	= <i>Gross Tonnage</i>	(GT)
GZ	= Lengan dinamis	
H	= <i>Height</i> (tinggi kapal)	(m)
KG	= <i>Center of gravity</i>	(m)
LCB	= <i>Longitudinal position of the centre of buoyancy</i>	(m)
LCG	= <i>Longitudinal position of the centre of gravity</i>	(m)
LPP	= <i>Length between Perpendicular</i>	(m)
LOA	= <i>Length Overall</i>	(m)
LWL	= <i>Length of Waterline</i>	(m)
LR	= Panjang bagian kapal yang mengalami tahanan langsung	(m)
MCR	= <i>Maximum Continuous Rating</i>	(HP)
MDO	= <i>Marine Diesel Oil</i>	
MFO	= <i>Marine Fuel Oil</i>	
R _T	= Hambatan total kapal	(kN)
S	= <i>Wetted surface area</i>	(m ²)
T	= Sarat kapal	(m)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Karimunjawa adalah sebuah kepulauan di wilayah Laut Jawa yang memiliki luas daratan ± 1.500 hektare dan perairan ± 110.000 hektare, dan termasuk dalam Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Kini, Karimunjawa dikembangkan menjadi destinasi wisata untuk wisatawan lokal maupun mancanegara dengan menawarkan keindahan Taman Laut berupa terumbu karang, hutan bakau, hutan pantai, serta hampir 400 spesies fauna laut, di antaranya 242 jenis ikan hias.

Pembangunan wilayah Karimunjawa dikembangkan dengan disediakan sarana/prasarana kapal sebagai alat transportasi. Terdapat dua rute yang dapat digunakan untuk mencapai Kepulauan Karimunjawa. Rute pertama adalah kapal berlayar dari Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang. Rute pertama dapat ditempuh selama 2-3 jam. Rute kedua adalah kapal berlayar dari Pelabuhan Pantai Kartini, Jepara, yang dapat ditempuh selama ± 6 jam.

Potensi wisata utama yang terdapat di Kepulauan Karimunjawa ini adalah keindahan lautnya, sehingga kepulauan ini ditetapkan sebagai salah satu taman nasional Indonesia pada tahun 2001. Taman nasional tersebut terletak di pulau terbesar, yaitu Pulau Karimunjawa. Keindahan alam yang disuguhkan oleh kepulauan ini yaitu memiliki lebih dari 90 jenis karang laut, lebih dari 240 jenis ikan, hutan mangrove, serta hutan pantai.

Jumlah wisatawan di Kepulauan Karimunjawa semakin meningkat setiap tahunnya, terutama untuk wisata bawah air. Tercatat dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Jepara, jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kepulauan Karimunjawa selalu meningkat setiap tahunnya, yaitu sebanyak 92115 orang pada tahun 2015, kemudian meningkat menjadi 118305 orang pada tahun 2016, sebanyak 12287 pada tahun 2017, dan terakhir tercatat pada tahun 2018 sebanyak 137835 orang. Hal ini membuktikan bahwa secara perlahan, konsep *ship follows trade* sebagai sarana transportasi di wilayah Kepulauan Karimunjawa semakin berkembang seiring dengan kawasannya yang menjadi destinasi wisata bagi para wisatawan, terutama wisata bawah airnya. Bahkan, Kepulauan Karimunjawa dinilai sebagai destinasi wisata kelas dunia, *second layer* Raja Ampat. Adapun persebaran keanekaragaman yang terdapat di Kepulauan Karimunjawa dapat dilihat pada (Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Jawa Tengah, 2018).



Gambar 1. 1 Persebaran Wisata di Kepulauan Karimunjawa

(Sumber: Buku-Zonasi-TN.-Karimunjawa.pdf)

Kapal dalam pelayarannya membutuhkan bahan bakar. Semakin lama dan jauh sebuah kapal berlayar, maka semakin banyak bahan bakar yang dibutuhkan. Salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan sistem tenaga penggerak *hybrid* atau *hybrid propulsion system*. *Hybrid propulsion system* adalah konfigurasi permesinan dengan dua sistem tenaga penggerak yang bekerja untuk mengoptimalkan kerja dan konsumsi bahan bakar penggerak utama. Maka, didapatlah gagasan untuk menggunakan sistem hibrida berupa penggunaan *electric motor* dan *diesel engine* yang digunakan untuk sistem propulsi kapal. Sistem hibrida ini dapat mengurangi emisi bahan bakar dari penggunaan penuh *diesel engine*.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dibuatlah desain kapal wisata katamaran *glass bottom* untuk memperlebar geladak kapal agar meningkatkan kapasitas penumpang dengan sistem propulsi hibrida yaitu *electric motor* dan *diesel engine* dengan sumber energi berasal dari baterai dan generator yang diharapkan dapat meningkatkan pariwisata di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana menentukan *payload* kapal?
2. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal?
3. Bagaimana melakukan analisis teknis kapal?

4. Bagaimana membuat desain Rencana Garis, Rencana Umum, Model 3D, dan *Safety Plan* dari kapal?
5. Bagaimana melakukan analisis ekonomis kapal?

1.3. Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah di atas, tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Memperoleh *payload* kapal.
2. Memperoleh ukuran utama kapal.
3. Melakukan analisis teknis kapal.
4. Mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, Model 3D, dan *Safety Plan* kapal.
5. Melakukan analisis ekonomis kapal.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Tahap desain hanya sebatas konsep desain.
2. Tidak memperhitungkan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal.
3. Tidak dilakukan perhitungan konstruksi *glass bottom*.
4. *Hybrid energy system* yang digunakan adalah kombinasi baterai dan diesel generator.
5. *Hybrid propulsion system* yang digunakan adalah kombinasi diesel *engine* dan *electric motor*.

1.5. Manfaat

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

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan dunia pendidikan di Indonesia.
2. Memberikan inovasi dalam industri perkapalan untuk menunjang pariwisata laut di Indonesia, khususnya wisata bawah laut di Kepulauan Karimunjawa.

1.6. Hipotesis

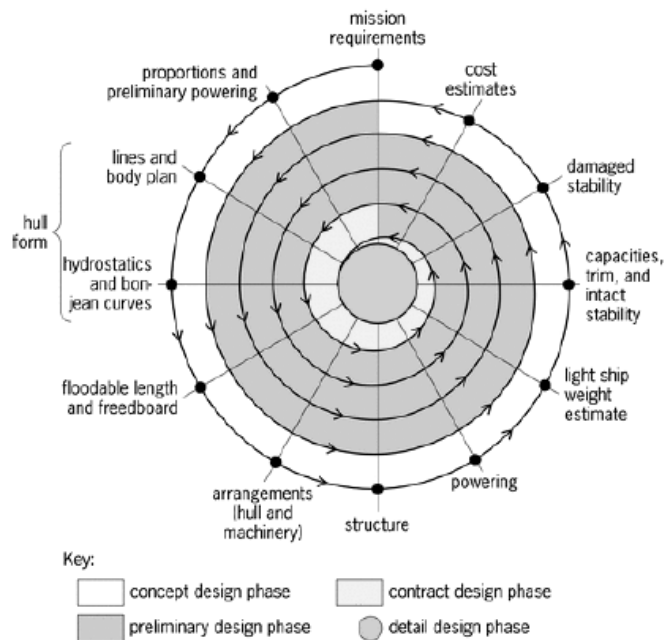
Mendapatkan desain *glass bottom catamaran* yang dapat meningkatkan jumlah wisatawan dan menghemat penggunaan bahan bakar dengan menggunakan baterai untuk wisata di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1. Tahapan Desain Kapal

Dalam Tugas Akhir ini tahapan desain yang dilakukan mengikuti proses *spiral design* yang merupakan prinsip umum dalam mendesain kapal. Pada Gambar 2.1 merupakan alur dalam proses *spiral design*.



Gambar 2. 1 Proses Spiral Desain

(Sumber: Papanikolaou, 2014)

Pada proses *spiral design* tahapan desain yang dilakukan akan mengalami pengulangan analisis ketika ditemukan kondisi yang tidak memenuhi persyaratan. Proses analisa dilakukan secara terus menerus sehingga semua kondisi desain terpenuhi. Terdapat empat tahapan dalam *spiral design* ini, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Papanikolaou, 2014).

1. *Concept design*

Tahap awal dalam proses desain adalah menerjemahkan *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan dasar dari kapal yang akan didesain. Estimasi awal dari dimensi kapal dasar, seperti panjang, lebar, tinggi, sarat, koefisien blok, *powering*, dan lain-lain. Pada tahap ini dibuat solusi desain alternatif yang memenuhi persyaratan *owner* yang dieksplorasi dengan identifikasi solusi yang paling ekonomis.

2. *Preliminary Design*

Tahap ini merupakan tahap lanjutan dari tahap satu, yang berisi perhitungan teknis yang lebih kompleks dari tahap satu. Adapun yang dimaksud kompleks adalah pencarian solusi yang optimal dengan melakukan perhitungan maupun desain yang memberikan dampak signifikan pada kapal, seperti halnya perhitungan *trim*, stabilitas, *capacity plan*, pembuatan *lines plan*, *general arrangement*, dan lain-lain. Hal ini dilakukan agar kapal memiliki nilai keekonomian yang baik. *Output* pada proses ini adalah terjadi *shipbuilding contract* antara *owner* dengan galangan kapal. Tahap ini memiliki tingkat kesulitan 15 kali lebih besar disbanding tahap satu.

3. *Contract Design*

Tujuan dari tahap ini adalah penyelesaian perhitungan yang diperlukan dan gambar dan spesifikasi teknis bangunan kapal, yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kontrak antara pemilik kapal dan galangan kapal. Fase ini melibatkan uraian terperinci tentang bentuk lambung kapal melalui *lines plan*, penentuan daya untuk mencapai kecepatan yang ditentukan melalui pengujian model dalam *towing tank*, analisis teoritis atau eksperimental perilaku kapal yang dirancang seperti studi *seakeeping*, analisis manuver kapal, penentuan mesin dan propulsi, desain jaringan kelistrikan kapal, perpipaan, dan lain-lain. Estimasi yang dihasilkan untuk masing-masing berat komponen kapal, berat total kapal, dan titik berat lebih akurat.

4. *Detail Design*

Tahap ini merupakan tahap yang terakhir dalam mendesain sebuah kapal. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan yang lebih mendetail dari *key plan drawing* menjadi *production drawing* atau gambar produksi yang nantinya akan digunakan sebagai gambar arahan kerja untuk membangun kapal. Tahap ini mencakupi seluruh rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan perlengkapan kapal.

2.2. Faktor Teknis Desain Kapal

Dalam mendesain kapal, terdapat faktor-faktor teknis yang harus diperhitungkan sehingga dapat diperoleh karakteristik desain kapal yang sesuai dengan *owner requirement*

2.2.1. Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal merupakan besaran skalar yang menentukan besar kecil sebuah kapal. Berikut adalah pengertian dari beberapa ukuran utama kapal.

1. *Lpp (Length between Perpendicular)* yaitu panjang yang diukur secara horizontal antara dua garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

2. LoA (*Length Overall*) yaitu panjang kapal yang diukur secara horizontal dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
3. B (*Breadth*) yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.
4. H (*Height*) yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak kapal.
5. T (*Draught*) yaitu jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.
6. Vs (*Service Speed*) yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal.

2.2.2. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh *owner* (*owner requirement*). Komponen hambatan yang dialami oleh 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 intererence resistance* (interferensi gelombang),
Adalah hasil dari dua 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. Adapun untuk rumus hambatan total (Insel and Molland, 1991) adalah sebagai berikut:

$$R_T = 2 \times (1/2) \times \rho \times V^2 \times WSA \times C_{Tcat}$$

$$C_{Tcat} = (1 + \beta k) \times C_F + \tau C_W \dots\dots\dots(2. 1)$$

Di mana :

- β = *Catamaran Viscous Resistance Interference Factor*
- $(1 + k)$ = *Form Factor for Demihull in Isolation*
- C_F = *Viscous Resistance*

- τ = *Catamaran Wave Resistance Interference Factor*
- C_w = *Wave Resistance*

2.2.3. Perhitungan Daya Penggerak

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

- *Effective Horse Power (EHP)*

$$EHP = RT \times V_s \dots\dots\dots(2. 2)$$

$$RT = \text{Hambatan total kapal} \quad (N)$$

$$V_s = \text{Kecepatan dinas kapal} \quad (m/s)$$

- *Delivery Horse Power(DHP)*

$$DHP = EHP/\eta_D \dots\dots\dots(2. 3)$$

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_O \times \eta_{RR}$$

$$\eta_H = \text{Efisiensi badan kapal}$$

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

$$\eta_{RR} = \text{Efisiensi relatif rotative}$$

- *Break Horse Power (BHP)*

$$BHP = DHP + (X \% \times DHP) \dots\dots\dots(2. 4)$$

$$X = \text{Faktor tambahan (koreksi letak kamar mesin dan koreksi daerah pelayaran).}$$

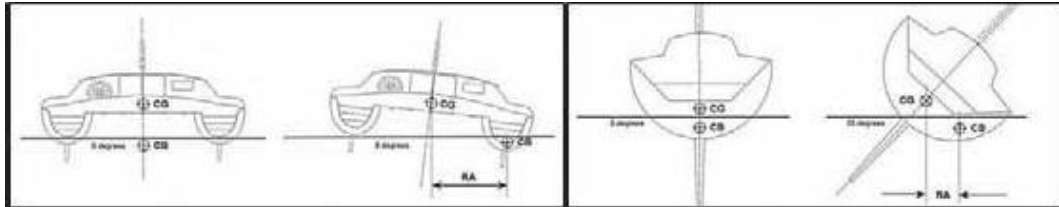
2.2.4. Perhitungan Berat

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

2.2.5. Perhitungan Stabilitas

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

- Titik G (*gravity*) yaitu titik berat kapal.
- Titik B (*buoyancy*) 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.



Gambar 2. 2 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan *Monohull*

(Sumber: Barnhart dan Thewlis, 1956)

Pada Gambar 2. 2 di atas, tampak bahwa stabilitas lambung katamaran lebih baik dari pada *monohull*. Ketika memperoleh tekanan dari gelombang, lambung bentuk *monohull* lebih mudah mengalami oleng sementara katamaran tidak.

Keseimbangan statis suatu benda dibedakan atas tiga macam, yaitu :

- Keseimbangan stabil, letak titik G berada dibawah titik M.
- Keseimbangan labil, letak titik G berada diatas titik M.
- Keseimbangan *indeferent*, letak titik berat G berimpit dengan titik M.

Kemampuan 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.

Perhitungan stabilitas pada penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software maxsurf stability*, adapun parameter yang digunakan dalam menganalisis stabilitas adalah BKI Vol.VII, *Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21* untuk kapal dengan $L < 24$ m, yang berisi sebagai berikut:

- $GZ_{30^\circ} \geq 0.2$ m

Lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.2$ meter.

- $e_{30^\circ} \geq 0.055$ m.rad

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter radian.

- h_{\max} pada $\phi_{\max} \leq 12^\circ$

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng kurang dari 12°

4. $GM_0 \geq 0.35$ m

Tinggi Metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

2.2.6. *Trim*

Trim merupakan suatu keadaan kapal yang miring secara memanjang dan ditandai dengan perbedaan sarat depan dan sarat belakang kapal, hal ini terjadi dikarenakan titik berat kapal secara memanjang/LCG dan titik gaya apung kapal secara memanjang/LCB yang tidak terletak segaris.

Trim dibedakan menjadi dua, yaitu trim by bow dan trim by stern. Trim by bow terjadi apabila LCG terletak di depan LCB kapal, sedangkan trim by stern terjadi apabila LCG terletak di belakang LCB kapal. Berdasarkan SOLAS *Chapter II-1, Part B-1, Reg 5-1*, keadaan yang dapat ditoleransi pada saat mendesain ialah trim kapal baik itu by bow ataupun by stern nilainya tidak boleh lebih dari $\pm 0.5\% * LWL$.

2.3. Faktor Ekonomis Desain Kapal

Dalam mendesain kapal, terdapat faktor-faktor ekonomis yang harus diperhitungkan sehingga dapat diperoleh biaya yang dibutuhkan dan didapatkan berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan dari perhitungan faktor teknis kapal.

2.3.1. Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari :

1. Biaya pembangunan komponen baja (*structural weight cost*)
2. Biaya permesinan (*machinery cost*)
3. Biaya peralatan dan perlengkapan (*hull outfitting cost*)

2.3.2. Biaya Operasional

Secara umum, biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap.

Kedua biaya tersebut di antaranya adalah:

- a. Biaya Variabel
 1. Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)
 2. Biaya minyak pelumas (*lubricant oil cost*)
 3. Biaya air tawar (*fresh water cost*)
 4. Gaji kru kapal
- b. Biaya Tetap
 1. Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% dari biaya pembangunan kapal.

2. Biaya asuransi, biaya ini diambil sebesar 2% dari total biaya pembangunan kapal. Perhitungan biaya operasional disesuaikan dengan jarak pelayaran, waktu pelayaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan.

2.4. *Glass Bottom Boat*

Glass Bottom Boat adalah kapal dengan satu atau lebih bagian yang terbuat dari kaca atau material transparan lainnya yang berada di bawah garis air untuk mengamati keadaan bawah laut dari dalam kapal. *Glass bottom boat* biasa digunakan untuk wisata, di mana beberapa dari kapal ini diganti menjadi *semi-submarine*. Berikut adalah beberapa jenis tipe *glass bottom boat* yang terdapat di dunia:

1. *Monohull*

Glass bottom boat dengan tipe lambung ini adalah yang paling sering dijumpai. Sesuai dengan namanya, kapal ini hanya memiliki satu lambung, dan *underwater window* dipasang pada bagian bawah lambung yang tercelup air. Indonesia telah memiliki kapal berjenis ini, salah satunya telah beroperasi di Tanjung Bena, Bali seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. 3



Gambar 2. 3 *Glass Bottom Monohull Boat* di Tanjung Bena, Bali
(Sumber: enjoykuta.com)

Tak hanya Indonesia, *glass bottom boat monohull* juga telah diproduksi dan beroperasi di negara lain, salah satunya adalah kapal yang diproduksi oleh Rusia dengan model yang futuristik dan berbentuk seperti ikan paus. Dapat dilihat pada Gambar 2. 4 (a), (b), dan (c) kapal dengan desain lambung yang futuristik tersebut diproduksi oleh perusahaan bernama Paritet.

2. *Catamaran*

Catamaran adalah jenis kapal yang memiliki dua lambung yang terhubung oleh sebuah *bridging platform*. *Catamaran* memiliki stabilitas yang lebih baik daripada kapal *monohull*. Adapun untuk jenis lambung ini, *glass bottom* dapat dipasang pada bagian *bridging platform* kapal maupun pada lambung kapal. *Glass bottom catamaran* sendiri belum diproduksi dan beroperasi di perairan Indonesia, tetapi sudah terdapat beberapa negara lain yang mengembangkan *glass bottom catamaran* seperti di Spanyol dan Inggris.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. 5 (a) Kapal Tampak Keseluruhan; (b) *Glass bottom* dilihat dari bawah; (c) Bagian dalam Kapal

(Sumber: paritetboat.com)

3. Trimaran

Trimaran adalah jenis kapal yang memiliki tiga lambung yang saling terhubung. Kapal berjenis ini memiliki tingkat stabilitas dan kelayakan yang tinggi. Kapal dengan lambung trimaran juga memiliki *bridging structure* yang menghubungkan ketiga lambungnya. Terdapat beberapa jenis kapal trimaran *glass bottom* di dunia, salah satunya adalah Queen Isis yang beroperasi di Mesir yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 (a) Kapal Queen Isis Tampak Keseluruhan; (b) Bagian *Glass Bottom* Kapal Queen Isis

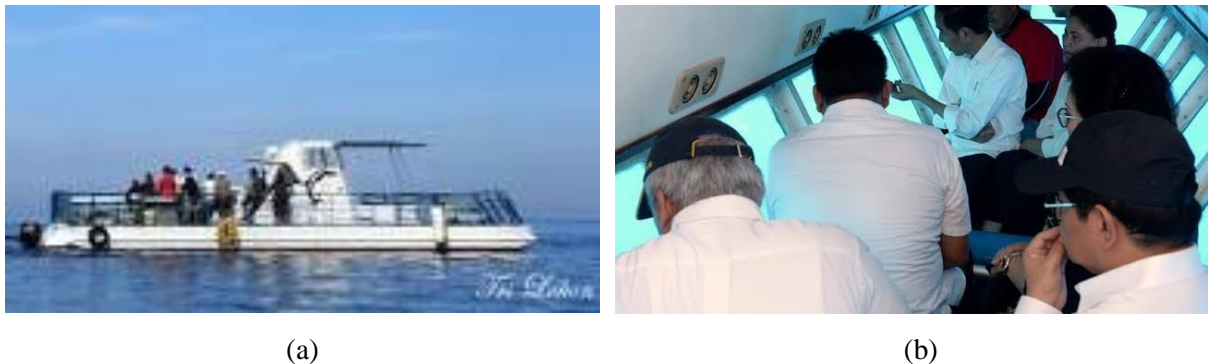
(Sumber: blackhorsetravel.net)

2.5. *Semi-Submarine*

Kapal *semi-submarine* adalah kapal semi selam, di mana badan kapal tidak sepenuhnya tenggelam atau tercelup ke dalam air, namun kabin penumpang relatif lebih rendah dibanding dengan sarat kapal. Kapal dengan jenis *semi-submarine* lebih banyak digunakan untuk

keperluan eksplorasi atau riset bawah laut. Penggunaan kapal berjenis ini memerlukan pelatihan khusus dan harus dalam kondisi fisik yang baik (globalsecurity.org, 2000).

Tidak seperti kapal dengan tipe lambung lainnya, kapal jenis ini tidak memanfaatkan bagian atasnya sebagai ruang akomodasi, melainkan memanfaatkan bagian bawah (*glass bottom area*) sebagai ruangan akomodasi penumpang. Indonesia sendiri telah memiliki kapal ini dan telah beroperasi yang berlokasi di Bunaken. Adapun kapal *semi-submarine* yang terdapat di Bunaken dapat dilihat pada Gambar 2.7.



(a) (b)
Gambar 2. 7 (a) Kapal *Subsea* di Bunaken; (b) Presiden Joko Widodo di dalam Kapal *Subsea*
(Sumber: <https://www.kompasiana.com>; <https://www.kabarok.com>)

2.6. *Glass Bottom Catamaran Boat*

Glass bottom catamaran adalah kapal dengan bentuk lambung katamaran yang memberikan fasilitas kepada penumpang untuk dapat melihat pemandangan bawah laut melalui material transparan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Kapal dengan material transparan yang berada pada *bridging structure* ditunjukkan pada Gambar 2.9, yaitu *glass bottom* pada Kapal Pluckebaum Hull 194.

Material transparan yang digunakan sebagai *glass bottom* beragam, seperti kaca, akrilik, ataupun material lain yang jernih, kuat, dan aman. Dalam pemilihannya, desainer harus melakukan analisis terlebih dahulu, dimulai dari pemilihan bahan material hingga peletakan material transparan tersebut.

Glass bottom catamaran boat didesain khusus untuk penumpang untuk dapat mengamati keindahan bawah laun dari sisi yang berbeda. Penumpang akan dapat menikmati pemandangan yang fantastik dari fauna laut yang tersebar (getmyboat.com).



Gambar 2. 8 *Glass Bottom* yang Terdapat pada Lambung

(Sumber: <https://www.worksboatinternational.com/>)

Ditinjau dari segi visibilitas penumpang untuk melihat pemandangan di bawah laut, pemasangan material pada lambung akan memudahkan penumpang untuk melihat jika dibandingkan pemasangan pada *bridging structure*, yang mengakibatkan penumpang kurang dapat melihat pemandangan karena jarak pandang yang kurang dekat. Sedangkan jika ditinjau dari keleluasaan penumpang, peletakan pada *bridging structure* akan memudahkan penumpang dan lebih nyaman karena daerahnya yang lebih luas dibandingkan peletakannya pada bagian lambung.



Gambar 2. 9 *Glass Bottom* Kapal Pluckebaum Hull 194

(Sumber: <https://www.dejongandlebet.com>)

2.7. *Catamaran*

Saat ini, terdapat perkembangan dari segi bentuk badan atau lambung kapal, di antaranya adalah kapal dengan bentuk lambung *multihulls*, yaitu kapal dengan jumlah lambung lebih dari satu. Salah satu contoh kapal *multihulls* adalah katamaran. Katamaran memiliki lambung ganda atau yang disebut *twinhulls*. Kedua lambung katamaran dihubungkan dengan struktur *bridging*, yang merupakan struktur geladak yang terdapat di antara kedua lambung yang bertujuan memberikan kekuatan melintang pada kapal.

Karakter tahanan di air tenang tipe katamaran lebih besar dibandingkan dengan kapal monohull. Dominasi tahanan gesek mencapai 40% dari tahanan total pada kecepatan rendah. Penurunan kecepatan akibat kondisi gelombang tinggi tidak dijumpai pada kasus katamaran. Kapal tipe ini dapat dioperasikan pada kecepatan relative tinggi dan masih mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis.

Bila dibandingkan dengan kapal berbadan tunggal (monohull), banyak sekali kelebihan dari kapal katamaran ini yaitu stabilitas melintang yang lebih baik, hambatan yang nilainya kecil, dan area geladak yang lebih luas. Sampai saat ini jenis kapal ini banyak digunakan untuk kapal-kapal penumpang, perahu-perahu layar, bahkan beberapa perahu-perahu nelayan. Salah satu contoh kapal berlambung katamaran yang digunakan sebagai kapal penumpang ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Kapal dengan Lambung Katamaran

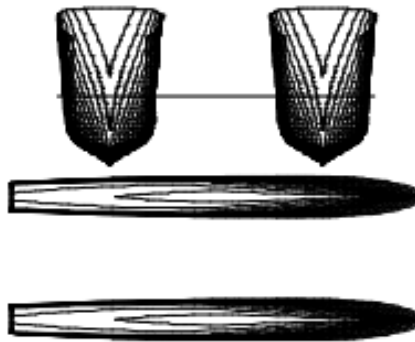
(Sumber: <https://www.dejongandlebet.com>)

Keuntungan lain katamaran selain stabil adalah kapal jenis ini memiliki badan yang sangat lebar karena jembatan (bridge) antara satu lambung dengan lambung yang lainnya digunakan sebagai tempat muatan. Pada kapal Ro-Ro, muatan mobil dan penumpang akan lebih banyak dibanding dengan kapal berjenis lain dengan kapasitas yang sama. Penentuan ketinggian struktur bagian atas dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui (Bunari, M.B).

Ukuran lambung katamaran yang lebih kecil, maka volume yang tercelup dan luas permukaan basah kapalpun menjadi relatif lebih kecil. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk transportasi muatan antar kota maupun pariwisata.

2.7.1. Karakteristik Lambung Katamaran

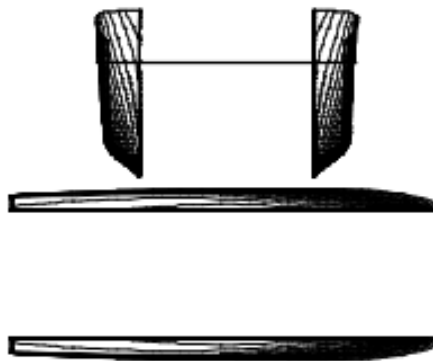
Dilihat dari karakteristik bentuk lambungnya, katamaran memiliki bentuk lambung yang mirip dengan kapal *full monohull*. Ukuran lambung katamaran yang lebih kecil, maka volume yang tercelup dan luas permukaan basah kapal menjadi relatif lebih kecil. Jika dilihat dari karakteristik hambatan di air tenang, katamaran memiliki hambatan lebih kecil daripada kapal monohull (Wijnolst, 1996). Kapal dengan lambung katamaran juga memiliki karakteristik sudut oleng yang relatif rendah (0° - 8°), sehingga meningkatkan rasa nyaman dan tidak mudah terkena mabuk laut (seasickness). Pada katamaran tidak perlu menggunakan ballast untuk menjaga stabilitas kapal. Penampang lambung katamaran memiliki dua bentuk dengan bentuk simetris dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Bentuk Lambung Simetris

(Sumber: Santosa, P.I. dan Utama, I.K.A.P., 2012)

Adapun bentuk lambung simetris dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Bentuk Lambung Tidak Simetris

(Sumber: Santosa, P.I. dan Utama, I.K.A.P., 2012)

Pada lambung tidak simetris, sisi bagian dalam pada bidang vertikal berbentuk datar. Tipe lambung ini dapat memperkecil efek interferensi hambatan yang terjadi antara kedua lambung kapal katamaran (Santosa, P.I. dan Utama, I.K.A.P., 2012).

2.8. Material Underwater Window

Terdapat beberapa pilihan yang dapat digunakan sebagai bahan material transparan. Di mana bahan material transparan tersebut adalah kaca, akrilik, dan material transparan lainnya yang jernih. Dalam menentukan material yang digunakan, dibutuhkan pertimbangan dari kejernihan dan kekuatan material. Maka, dalam Tugas Akhir ini, material transparan yang digunakan adalah akrilik.

Akrilik adalah salah satu jenis plastik tepatnya PMMA (*Polymethyl Methacrylate*), yang merupakan polimer sintesis dan metil metakrilat. Karakteristik utama dari PMMA yaitu transparan dan mencair bila dipanaskan. Karena tidak terlalu banyak menyerap sinar matahari, ketebalan akrilik tidak terlalu berpengaruh terhadap tingkat transparannya.

Berikut adalah sifat-sifat dari material akrilik:

1. Tingkat kepadatan akrilik sekitar 1150-1190 kg/m³. Hal ini membuat biaya angkut akrilik lebih murah dan mudah karena tidak memiliki risiko tinggi.
2. Akrilik memiliki berat jenis yang ringan, sehingga menguntungkan dari segi transportasi dan pemasangan *on site*.
3. Ketahanan impak akrilik lebih tinggi dibandingkan kaca yang mudah pecah (regas).
4. Akrilik dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan.
5. Akrilik lebih lunak dibandingkan kaca, sehingga tidak tahan gores. Namun akrilik memungkinkan untuk dipoles, sehingga goresan tersebut dapat dihilangkan.
6. Akrilik meneruskan 92% cahaya yang melewatinya.
7. Akrilik dapat direkatkan antara satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan pembiasan.
8. Produk akrilik tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya, sehingga mengurangi terjadinya keburaman pada permukaan.

2.9. Hybrid System

Hybrid system merupakan konsep penggabungan dua atau lebih suatu bahan atau sumber yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Sistem penggerak *hybrid* yang digunakan adalah kombinasi antara *electric motor* dengan diesel serta sumber energi dari baterai dan generator. Komponen *hybrid* dapat dirangkai dalam beberapa jenis rangkaian, yaitu:

a. Sistem *hybrid* seri

Pada sistem ini yang digunakan hanya salah satu sistem saja, dan tidak memerlukan daya yang besar. Sehingga, penggunaannya dapat dilakukan secara bergantian.

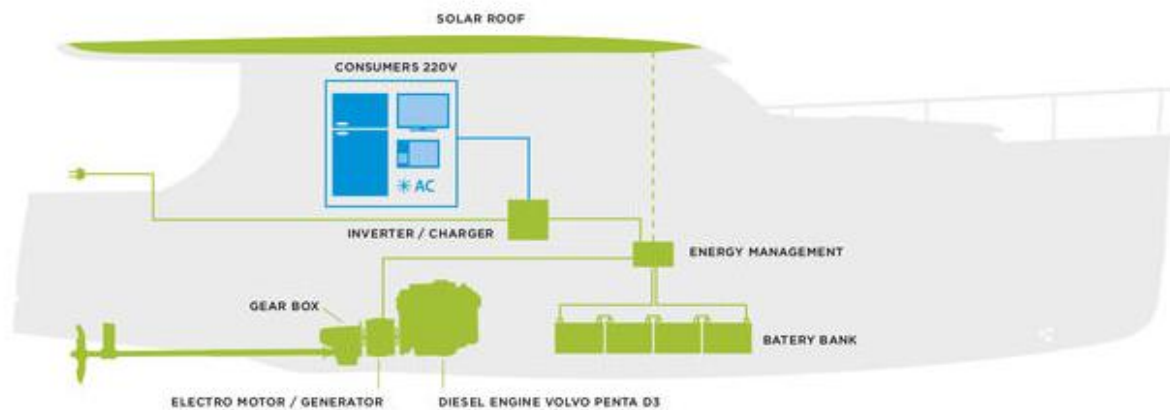
b. Sistem *hybrid* paralel

Pada sistem ini yang digunakan adalah *solar cell* bekerja bersama-sama dengan diesel, di mana kondisi ini digunakan ketika kapal membutuhkan daya yang besar. Pada sistem ini, penggunaannya tidak dapat dilakukan secara bergantian.

c. Sistem *hybrid* seri-paralel

Pada sistem ini, *solar cell* dan diesel dapat digunakan bersamaan, namun dapat juga dimatikan salah satunya.

Adapun cara kerja *hybrid propulsion system* antara *diesel engine* dan *electric motor* dapat dilihat pada Gambar 2. 13 di mana *diesel engine* dan *electric motor* dapat digunakan secara bersamaan atau bekerja terpisah untuk menggerakkan *propeller*. Kemudian, penggunaan sumber energi *electric motor* berasal dari baterai yang menggunakan pengisian dari *solar cell* dan diesel generator, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. 13.



Gambar 2. 13 Cara Kerja *Hybrid Propulsion System* Antara *Diesel Engine* dan *Electric Motor* yang Bersumber dari Panel Surya, Generator, dan Pengisian Daya di Dermaga

(Sumber: <https://greenlinehybridnw.com>)

2.10. *Solar Cell*

Sel surya adalah sebuah perangkat yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai ke bumi. Sel surya terdiri dari beberapa lapisan yang dapat dilihat pada Gambar 2. 14, yang terdiri dari:

1. *Substrat / metal backing*

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya, sehingga harus mempunyai konduktivitas listrik yang baik karena berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya. Material yang digunakan umumnya metal atau logam seperti aluminium.

2. Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari.

3. Kontak metal / *contact grid*

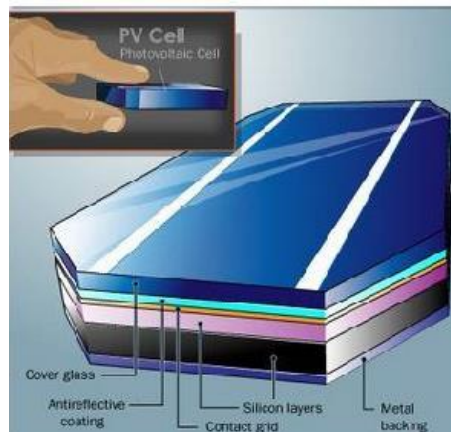
Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan anti-refleksi

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi.

5. Enkapsulasi / *cover glass*

Bagian ini berfungsi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.



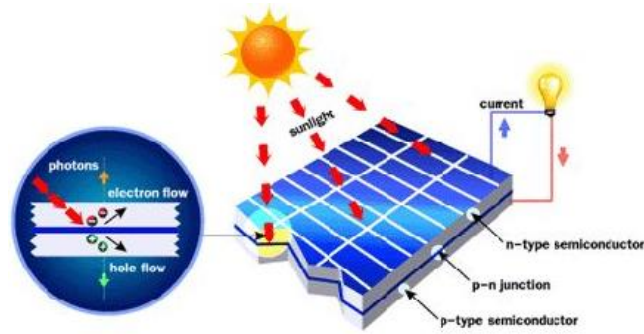
Gambar 2. 14 Struktur Sel Surya

(Sumber : <https://howstuffworks.com>)

Pada Gambar 2. 14 dijelaskan mengenai struktur sel surya. Di mana Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip *p-n junction*, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan muatan positif dalam struktur atomnya. Kondisi tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom *dopant*.

Peran dari penggabungan p-n ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dapat diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan *hole* ini maka terbentuk

medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n *junction* ini, maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti yang digambarkan pada Gambar 2. 15.



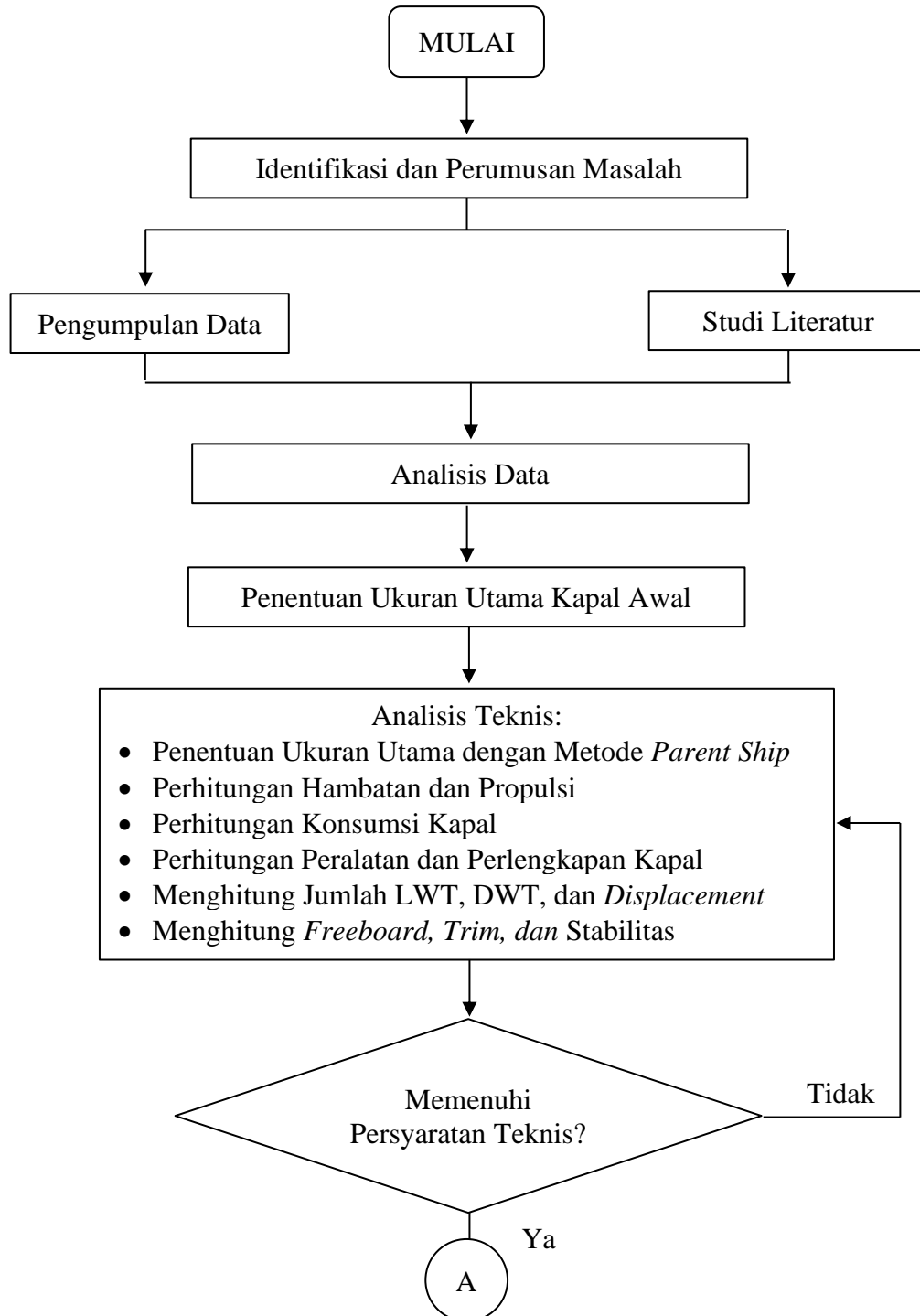
Gambar 2. 15 Cara Kerja Panel Surya

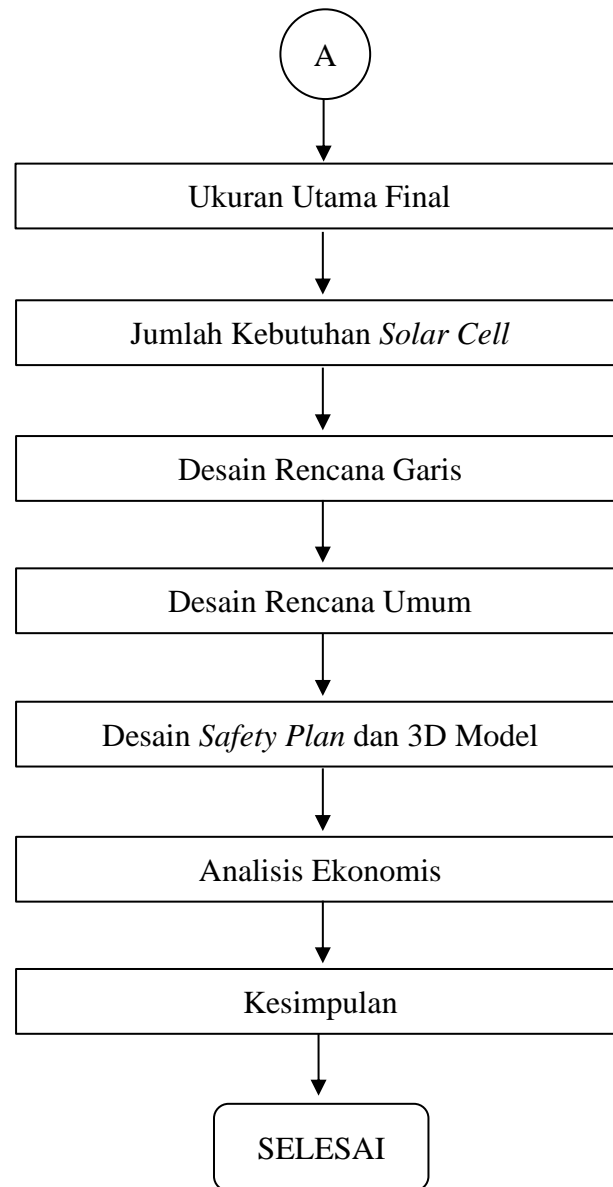
(Sumber : <https://teknologisurya.wordpress.com>)

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Bagan Alir

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





Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Pengerjaan

3.2. Tahap Pengerjaan

Secara garis besar pengerjaan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

3.2.1. Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam pengerjaan adalah dengan menentukan permasalahan yang terjadi, yaitu terdapat kapal wisata di wilayah Kepulauan Karimunjawa, namun tidak dapat memfasilitasi wisatawan untuk menikmati keindahan bawah laut perairan Karimunjawa, sedangkan pemerintah Karimunjawa sendiri ingin meningkatkan wisata bawah laut Karimunjawa.

3.2.2. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan tinjauan pustaka terkait dengan permasalahan pada tugas akhir ini. Materi-materi yang dijadikan pokok dalam studi literatur adalah:

1. Tahapan Desain Kapal
2. Faktor Teknis Desain Kapal
3. Faktor Ekonomis Desain Kapal
4. *Glass Bottom Boat*
5. *Glass Bottom Catamaran Boat*
6. *Catamaran*
7. *Material Underwater Window*
8. *Hybrid System*
9. *Solar Cell*

3.2.3. Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data tugas akhir ini adalah metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Data-data yang akan digunakan diperoleh dari literatur, paper, buku, internet, data dari Dinas Pariwisata dan Kebudayaan, dan instansi-instansi terkait. Adapun data-data yang diperlukan, yaitu:

- Kondisi perairan Laut Jawa.
- Rata-rata jumlah pengunjung Kepulauan Karimunjawa setiap tahun dan bulan.
- Kapal wisata yang beroperasi di Kepulauan Karimunjawa.

3.2.4. Pengolahan Data

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

1. Penentuan kapasitas penumpang yang mampu diangkut kapal.
2. Penentuan ukuran utama kapal.
3. Hambatan dan sistem propulsi kapal.
4. Penentuan mesin utama, mesin bantu, propulsi kapal, dan jumlah kebutuhan *solar cell*.
5. Menghitung peralatan dan perlengkapan kapal.
6. Menghitung berat dan titik berat kapal.
7. Menghitung *Light Weight Tonnage* (LWT) dan *Dead Weight Tonnage* (DWT).
8. Menghitung displasemen kapal.

9. Menghitung lambung timbul (*freeboard*).
10. Menghitung stabilitas kapal.
11. Melakukan analisis ekonomis pembangunan kapal.

3.2.5. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model

Setelah didapatkan ukuran utama final, selanjutnya dilakukan pembuatan Rencana Garis untuk memodelkan bentuk lambung kapal secara keseluruhan. Pembuatan Rencana Garis dilakukan dengan *software* Maxsurf Modeler Advanced sebagai alat bantu dengan mengambil sampel desain yang sudah tersedia. Lalu di-*export* ke AutoCAD untuk proses *finishing*. Pembuatan Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai, karena *outline* dari Rencana Umum didapatkan dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* AutoCAD. Desain 3D Model dibuat menggunakan *software* Rhinoceros.

3.2.6. Perhitungan Biaya

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

3.2.7. Kesimpulan dan Saran

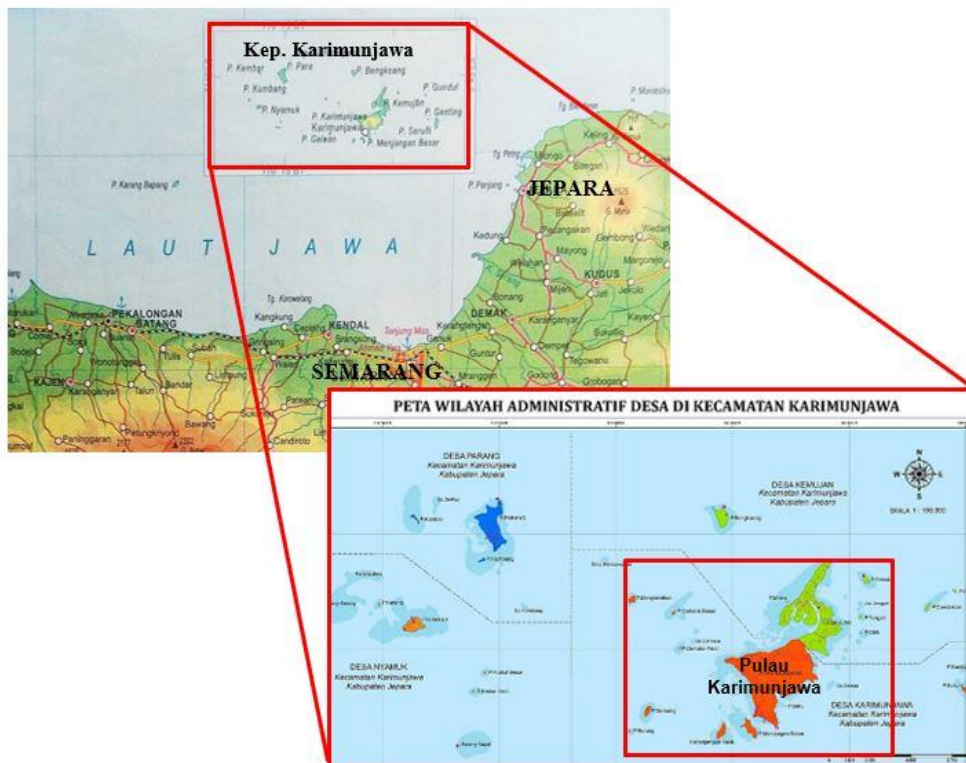
Tahapan ini berupa hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi terhadap standar yang ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap beberapa hal yang belum tercakup di dalam proses desain ini.

BAB 4

TINJAUAN WILAYAH

4.1. Tinjauan Umum Daerah

Kepulauan Karimunjawa terletak di sebelah Timur Laut kota Semarang tepatnya pada posisi 50 40' - 50 57' LS dan 11.00 4' – 11.00 40' BT. Kepulauan Karimunjawa termasuk dalam wilayah administrasi Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. Luas wilayah daratan dan perairan Taman Nasional Karimunjawa adalah 111.625 hektar, berupa gugusan pulau sebanyak 22 buah, di mana terdapat empat pulau berpenghuni yaitu Pulau Karimunjawa, Pulau Kemujan, Pulau Parang dan Pulau Nyamuk. Aktivitas ekonomi di Taman Nasional Laut Karimunjawa adalah kegiatan ekowisata dengan daya tarik wisata bahari berupa keindahan pemandangan bawah laut. Dalam beberapa tahun terakhir, Taman Nasional Laut Karimunjawa mengalami kenaikan jumlah wisatawan yang sangat pesat. Hal ini berkaitan dengan mulai meluasnya kabar tentang potensi wisata yang ada di daerah tersebut. Lokasi Kepulauan Karimunjawa dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Letak Kepulauan Karimunjawa
(Sumber: Peta Administrasi Jawa Tengah, 2018)

4.2. Potensi Wisata Karimunjawa

Karimun berasal dari bahasa Jawa yaitu *kremun* yang artinya kabur atau samar- samar. Asal-usul nama karena kepulauan ini terlihat samar-samar dari Pulau Jawa yang disebabkan letaknya yang cukup jauh dari Pulau Jawa. Untuk mencapai Karimunjawa memakan waktu sekitar 4 sampai 6 jam dari daratan Pulau Jawa dengan menggunakan Kapal Motor Cepat dari Semarang atau Jepara. Keindahan terumbu karang serta ikan berwarna-warni di dalam laut akan menjadi daya tarik untuk menikmati keindahan bawah laut Kepulauan Karimunjawa.

4.2.1. Lokasi Wisata di Kepulauan Karimunjawa Berdasarkan Ekosistem

Untuk kawasan yang dapat dijadikan lokasi wisata dapat dibagi menjadi lima, berdasarkan ekosistem yang ada di Karimunjawa.

a. Ekosistem Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah

Ekosistem hutan hujan tropis dataran rendah menempati ketinggian 0-506 m dpl di Pulau Karimunjawa. Hutan hujan tropis dataran rendah yang ada di Pulau Karimunjawa merupakan hutan sekunder yang dicirikan dengan keberadaan perintis seperti Medang Wangi (*Cryptocarya tomentosa*). Tumbuhan yang ada merupakan sisa kebakaran hutan yang terjadi pada tahun 1950-1960an. Berdasarkan hasil Eksplorasi Flora yang dilakukan oleh LIPI tahun 2003, ditemukan 124 spesies dan 5 genus flora di kawasan hutan hujan tropis dataran rendah Karimunjawa.

Jenis pohon yang sering dijumpai adalah Sentul (*Sandoricum Koetjape*), Ande-ande (*Antidesma Montanum*), Berasan (*Gomphia Serrata*), Gondorio (*Bouea Macrophylla*). Termasuk di dalamnya keberadaan flora khas Karimunjawa yaitu Dewadaru (*Fragraria Fragrans*) dan Kalimosodo (*Cordia Subcordata*) yang populasinya mulai menurun karena banyak digunakan sebagai bahan baku industri kerajinan oleh masyarakat. Dewadaru tidak ditemukan dalam kawasan konservasi kecuali tunggaknya, umumnya tumbuh di luar kawasan yaitu di daerah AlangAlang, Ujung Gelam, Nyamplungan, dan Legon Nipah.

b. Ekosistem Hutan Pantai

Karakteristik ekosistem ini adalah hidup pada daerah kering tepi pantai, tidak terpengaruh iklim, tanah berbatu dan berpasir serta terletak di atas pasang tertinggi. Vegetasi hutan pantai dicirikan oleh adanya *Barringtonia speciosa*, Ketapang, Cemara Laut (*Casuarina Equisetifolia*), Kelapa (*Cocos Nucifera*), Jati Pasir (*Scaerota Frustescens*), Pandan (*Pandanus Tectonus*), Setigi (*Pemphis Acidula*) dan Waru Laut (*Hibiscus Tiliaceus*).

c. Ekosistem Mangrove

Taman Nasional Karimunjawa mempunyai ekosistem mangrove yang relative masih asli dan tersebar hampir di seluruh Kepulauan Karimunjawa dengan luasan yang berbeda-beda. Pada kawasan yang dilestarikan ini ditemukan 25 spesies mangrove sejati dari 13 famili dan 18 spesies mangrove ikutan dari 7 famili. Sedang di luar kawasan ditemukan 5 spesies mangrove ikutan dari 5 famili berbeda. Pada tingkat tiang dan pohon hutan mangrove di kawasan Pulau Karimunjawa dan Kemujan didominasi jenis *Exoccaria Agallocha* sedang jenis yang penyebarannya paling luas adalah *Rhizophora Stylosa*.

d. Ekosistem Padang Rumput

Padang lamun tersebar di seluruh perairan Taman Nasional Karimunjawa sampai kedalaman 25 meter. Struktur komunitas padang lamun Pulau Karimunjawa tersusun atas sembilan spesies yaitu *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, *Thalassia hemprichi*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia*, *Halophila minor*, *Syringodium isoetium*, *Thalassodensron ciliatum*.

e. Ekosistem terumbu karang

Ekosistem terumbu karang terdiri dari 3 tipe terumbu, yaitu terumbu karang pantai (*fringing reef*), penghalang (*barrier reef*) dan beberapa taka (*patch reef*). Ekosistem terumbu karang di Kepulauan Karimunjawa terdiri atas 64 genera karang yang termasuk dalam 14 famili ordo *scleractinian* dan 3 ordo non *sceractinian*.

Karakteristik ikan karang di Karimunjawa cukup unik. Keanekaragaman ikan karang yang ditemukan di Karimunjawa merupakan kondisi peralihan antara jenis- jenis ikan karang yang sering ditemukan di perairan Kepulauan Seribu dan di perairan Bali. Secara keseluruhan keseragaman spesies ikan karang bervariasi dari rendah di Tanjung Gelam hingga baik di sisi timur Pulau Sintok. Terdapat pula dua spesies penyu yaitu Penyu Hijau (*Chelonia Mydas*) dan Penyu Sisik (*Eretmochelys Imbricate*) di Kepulauan Karimunjawa.

4.2.2. Lokasi Wisata yang Selalu dikunjungi Wisatawan

Tempat-tempat yang biasanya dikunjungi para wisatawan diantaranya adalah:

1. Spot MAER (Tempat *snorkeling*)

Spot MAER berlokasi di sebelah barat Pulau Menjangan Kecil. Di spot ini terdapat banyak ikan hias dengan variasi warna yang berbeda-beda serta terumbu karang.

Wisatawan bisa melihat banyaknya ikan di spot MAER ini, salah satu spot *snorkeling*

terbaik yang ada di Karimunjawa, wisatawan bisa berfoto di bawah air karena airnya jernih di *spot* MAER dan terdapat berbagai terumbu karang dan ikan-ikan hias.

2. Pulau Menjangan Besar

Pulan Menjangan Besar merupakan pulau terbesar kedua setelah Pulau Karimunjawa, pulau ini juga pulau terdekat dari pelabuhan dan dermaga Karimunjawa, jika ada melihat sunset sore di sekitar dermaga wisatawan bisa dengan jelas melihat Pulau Menjangan Besar ini, pulau ini juga merupakan tujuan favorit para wisatawan yang datang baik wisatawan lokal maupun wisatawan mancanegara, karena penangkaran hiunya. Selain itu juga terdapat beberapa biota laut yang dikembangbiakkan di pulau ini, seperti kura-kura, bintang laut, dan beberapa spesies ikan unik lainnya.

3. Spot Gosong Cemara

Berada di sebelah timur Pulau Cemara Besar. Di *spot* ini wisatawan bisa melihat juga ikan-ikan hias tetapi tidak sebanyak di *spot* MAER. *Spot* ini lumayan dalam, terumbu karangnya masih asri, jika wisatawan beruntung bisa melihat penyu ataupun biota-biota laut lainnya.

4. Spot Nyamplungan

Berlokasi di sebelah barat Pulau Karimunjawa. Sama seperti *spot* MAER dan Gosong Cemara, *Spot* Nyamplungan juga menawarkan keindahan bawah laut Karimunjawa.

5. Pulau Tengah dan Pulau Cilik

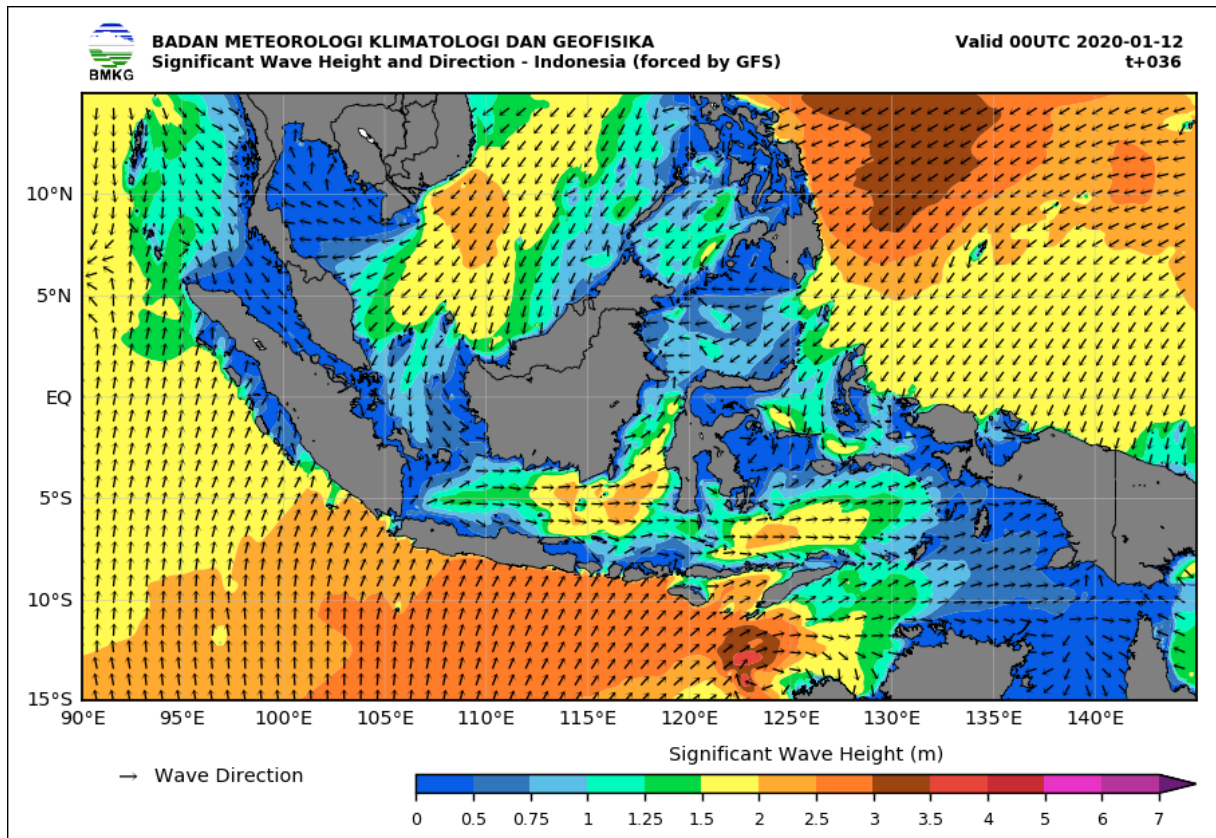
Pulau ini berada di sebelah timur Pulau Karimunjawa, perjalanan dari pulau karimunjawa kira-kira membutuhkan waktu 2 jam memakai kapal motor. Di samping kanan ataupun kiri pulau terdapat pula tempat-tempat *snorkeling*, dengan terumbu karang dan biota laut yang tak kalah indahnya. Jika wisatawan beruntung akan melihat ikan lumba-lumba dalam perjalanan menuju pulau tersebut. Di tengah perjalanan, biasanya terlihat gundukan pasir yang terlihat jika air laut surut, tepatnya disebelah selatan pulau cilik. Dibutuhkan waktu perjalanan sekitar 35 menit dari Pulau Karimunjawa. Masyarakat menyebut gundukan pasir putih memanjang ini dengan sebutan Pulau Gosong.

6. Pulau Geleang

Berlokasi di sebelah barat Pulau Karimunjawa. Pantainya cukup luas, bersih dan indah. Wisatawan bisa hanya berfoto ataupun bermain pasir di tempat ini. Selain, itu Pulau Geleang juga sering dijadikan tempat untuk sekedar bakar ikan, atau penginapan karena pulaunya yang cukup luas.

4.3. Kondisi Gelombang Kepulauan Karimunjawa

Kondisi gelombang di Kepulauan Karimunjawa tergolong cukup tenang, yaitu antara 0.1 – 1 m. Hal ini dapat dilihat dari pengecekan ketinggian gelombang yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika. Adapun kondisi gelombang di Kepulauan Karimunjawa dapat dilihat pada Gambar 4. 2.



Gambar 4. 2 Kondisi Gelombang di Kepulauan Karimunjawa
(Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika, Desember 2019)

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG, dapat diketahui bahwa ketinggian gelombang di Kepulauan Karimunjawa sebesar 0.1 – 1 m.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5 ANALISIS TEKNIS

5.1. *Operational Requirement*

Operational requirement kapal merupakan aspek dan kebutuhan operasional dari kapal yang akan didesain. Pada Tugas Akhir ini, *operational requirement* dari kapal *glass bottom catamaran* melingkupi rute pelayaran, kecepatan kapal, dan *payload*. *Payload* kapal *glass bottom catamaran* ditentukan berdasarkan hasil *forecasting* jumlah wisatawan di Kepulauan Karimunjawa.

5.1.1. Penentuan Rute Pelayaran

Kapal *glass bottom catamaran* pada Tugas Akhir ini akan direncanakan untuk beroperasi di wilayah Kepulauan Karimunjawa. Rute pelayaran kapal yang akan dilalui diambil berdasarkan salah satu rute wisata eksisting di Kepulauan Karimunjawa. Adapun rute yang akan dilalui adalah dari Pelabuhan Karimunjawa menuju Pulau Cemara Kecil, Pulau Menjangan Kecil, dan Pulau Menjangan Besar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Rute Pelayaran *Glass Bottom Catamaran Boat*

Rute yang digunakan untuk kapal ini adalah rute 2, dengan pertimbangan waktu pelayarannya. Di mana kapal berlayar mulai dari Pelabuhan Karimunjawa yang ditunjukkan pada keterangan 1 Gambar 5. 1 menuju Pulau Cemara Kecil. Kemudian, dari Pulau Cemara Kecil dilanjutkan dengan perjalanan ke Pulau Menjangan Kecil. Setelah dari Pulau Menjangan Kecil, dilanjutkan dengan perjalanan ke Pulau Menjangan Besar yaitu sejauh 1.38 nm. Pulau Menjangan Besar adalah destinasi terakhir dari *trip* ini, dan kembali ke Pelabuhan Karimunjawa. Maka, *glass bottom catamaran* dalam satu hari pelayaran akan melakukan dua kali perjalanan dan memiliki rincian perjalanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Rencana Perjalanan Trip 1

No.	Lokasi	Waktu Perjalanan	
		Trip 1	Trip 2
1	Pelabuhan Karimunjawa – Pulau Cemara Kecil	08.00 – 08.30	13.00 – 13.30
2	Pulau Cemara Kecil – Pulau Menjangan Kecil	09.30 – 10.30	14.30 – 15.30
3	Pulau Menjangan Kecil – Pulau Menjangan Besar	11.30 – 11.45	16.30 – 16.45
4	Pulau Menjangan Besar – Pelabuhan Karimunjawa	12.15 – 12.30	17.15 – 17.30

5.1.2. Perhitungan Kecepatan

Pada umumnya kapal wisata memiliki kecepatan yang relatif rendah untuk memenuhi tujuan kapal ini sendiri, yaitu agar wisatawan dapat menikmati perjalanan dengan nyaman. Maka, dilakukan perhitungan kecepatan berdasarkan lamanya perjalanan yang ditempuh oleh kapal dalam satu kali pelayaran. Adapun perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Perhitungan Kecepatan

No.	Lokasi	Lama Perjalanan	Jarak Tempuh	Durasi Wisata	Kecepatan
1	Pelabuhan Karimunjawa	-	-	-	
2	Pulau Cemara Kecil	30 menit	3.35 nm = 6.20 km	1 jam	12.4 km/h = 6.69 knot
3	Pulau Menjangan Kecil	1 jam	2.97 nm = 5.5 km	1 jam	5.5 km/h = 2.97 knot
4	Pulau Menjangan Besar	15 menit	1.38 nm = 2.56 km	30 menit	10.24 km/h = 5.53 knot
5	Pelabuhan Karimunjawa	15 menit	0.82 nm = 1.53 km	-	6.12 km/h = 3.3 knot

Kecepatan kapal ketika melakukan pelayaran, dihitung dari jarak tempuh (km) dibagi lamanya perjalanan (jam), kemudian didapatkan kecepatan kapal dalam satuan km/h yang kemudian dikonversi menjadi knot. Berdasarkan Tabel 5.2, dapat diketahui bahwa total jarak yang ditempuh kapal dalam 1 kali *trip* sejauh 8.52 nm atau 15.79 km. Dari Tabel 5.2 juga dapat ditentukan bahwa kecepatan maksimum kapal adalah sebesar 7 knot, dan kecepatan dinas sebesar 5 knot.

5.1.3. Perhitungan *Payload*

Payload dari *glass bottom catamaran* ini adalah banyaknya penumpang yang dapat diangkut dalam satu kali pelayaran. Banyaknya penumpang yang dapat diangkut ditentukan dari hasil *forecasting* jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kepulauan Karimunjawa dari tahun 2015 – 2018, yang telah diperoleh dari Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Jepara.

Metode *forecasting* yang digunakan adalah metode deret berkala. Deret berkala adalah kumpulan-kumpulan data berdasarkan hasil ramalan yang disusun atas pola hubungan antara variabel yang dicari dengan variabel waktu yang mempengaruhinya. Maka, dibutuhkan *trend* linier untuk menggunakan metode ini. Persamaan *trend* linier sebagai berikut:

$$Y' = a + bx$$

Di mana:

$$a = \frac{\Sigma Y}{n}$$

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

$$x = \text{Periode waktu deret berkala}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan nilai a sebesar 20712 dan b sebesar 1042.3. Kemudian nilai a dan b dapat dimasukkan ke persamaan *trend* linier.

Data pada Tabel 5.3 merupakan data jumlah wisatawan dari Tahun 2015 – 2018 dan diurutkan berdasarkan triwulan (per tiga bulan), yaitu dari bulan Januari – Maret, April – Juni, Juli – September, dan Oktober – Desember serta *forecasting* untuk tahun 2019 – 2024. Dari data tersebut, diketahui bahwa *peak season* untuk Kepulauan Karimunjawa adalah pada triwulan kedua, yaitu bulan April – Juni yaitu dengan rata-rata dari hasil *forecasting* sebanyak 43938.44 orang atau dibulatkan menjadi 43938 orang.

Tabel 5. 3 Data Wisatawan Kepulauan Karimunjawa Tahun 2015 – 2018 dan *Forecasting* Wisatawan Tahun 2019 – 2024

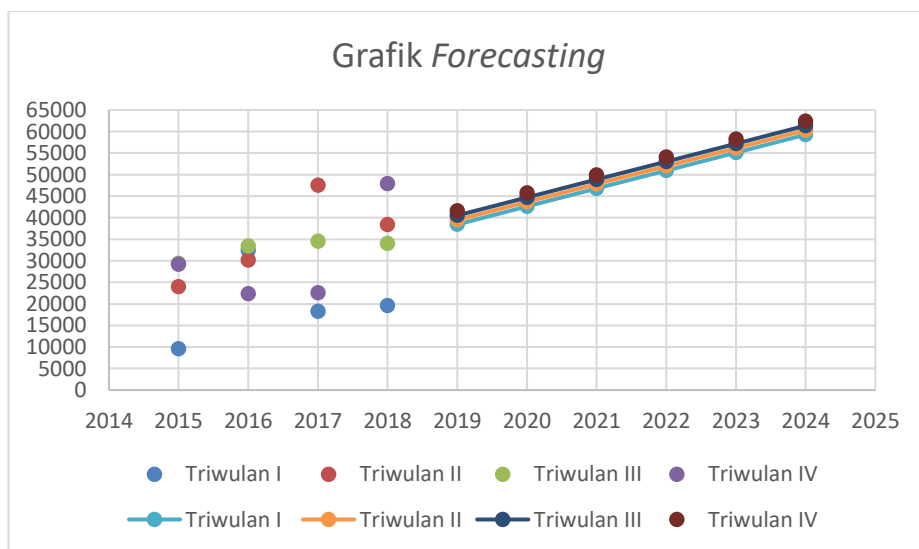
(Sumber : Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Jepara)

	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV	Total
2015	9571	23977	29365	29202	92115
2016	32419	30159	33400	22343	118321
2017	18245	47500	34529	22602	122876
2018	19584	38370	33989	47892	139835
2019	38431.1	39473.4	40515.7	41558	159978.2
2020	42600.3	43642.6	44684.9	45727.2	176655
2021	46769.5	47811.8	48854.1	49896.4	193331.8
2022	50938.7	51981	53023.3	54065.6	210008.6
2023	55107.9	56150.2	57192.5	58234.8	226685.4
2024	59277.1	60319.4	61361.7	62404	243362.2
Total	37294.36	43938.44	43691.52	43392.5	

Berdasarkan Tabel 5.3, dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata wisatawan per hari Triwulan II} &= \text{Rata-rata wisatawan Triwulan II} / 3 \text{ bulan} \\ &= 43938.44 / 90 \text{ hari} \\ &= 488.205 = 488 \text{ orang / hari} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan rata-rata wisatawan perhari di triwulan kedua, yaitu pada bulan April – Juni sebagai *peak season*, dilakukan perhitungan penentuan *payload* kapal dengan mengurangi jumlah rata-rata hasil *forecasting* penumpang dengan data kapal wisata yang tersedia. Grafik jumlah wisatawan dari hasil *forecasting* dapat dilihat pada Gambar 5. 2.



Gambar 5. 2 Grafik Hasil *Forecasting*

Didapatkan data kapal wisata yang beroperasi di Kepulauan Karimunjawa, yang dapat dilihat pada Tabel 5.4. Berdasarkan Tabel 5.4, diketahui bahwa total wisatawan yang dapat diangkut oleh kapal saat ini sebanyak 390 orang/hari, dan kapal wisata yang terdapat di Kepulauan Karimunjawa hanya berupa kapal kayu motor berukuran 6-12 meter. Salah satu contoh kapal wisata yang beroperasi di Kepulauan Karimunjawa adalah KM. Banawa Nusantara 98 yang dihibahkan oleh Kementerian Perhubungan pada Gambar 5. 3.

Tabel 5. 4 Kapal Wisata yang Beroperasi di Kepulauan Karimunjawa

(Sumber : Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan Kabupaten Jepara dan Kementerian Perhubungan Kepulauan Karimunjawa)

No.	Nama Kapal	Kapasitas (orang)
1	KM. BANAWA NUSANTARA 98	29
2	Kapal wisata mohadi	18
3	Kapal wisata mamat	18
4	Kapal wisata Dulkafi	18
5	Kapal wisata sumarto	18
6	Kapal wisata toat	19
7	Kapal wisata husin	18
8	Kapal wisata huri	20
9	Kapal wisata wahab	20
10	Kapal wisata irin	18
11	Kapal wisata tamprin	18
12	Kapal wisata 1	18
13	Kapal wisata 2	18
14	Kapal wisata 3	20
15	Kapal wisata 4	20
16	Kapal wisata 5	20
17	Kapal wisata 6	19
18	Kapal wisata 7	18
19	Kapal wisata 8	25
20	Kapal wisata 9	18
Total		390

Maka, dapat dilakukan perhitungan *payload* sebagai berikut:

Payload = Rata-rata wisatawan perhari – jumlah wisatawan kapal eksisting
= 488 – 390 orang
= 98 orang/hari (1 hari = 2 kali perjalanan)
= 49 orang/*trip* = 50 orang/*trip*

Maka, didapatkan *payload* sebanyak 50 orang dalam 1 kali perjalanan.



Gambar 5. 3 KM. Banawa Nusantara 98
(Sumber: Dinas Perhubungan Laut Karimunjawa)

5.1.4. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal ditentukan dengan metode *Parent Ship Design*, yaitu dengan menggunakan ukuran utama kapal pembanding dengan jenis kapal dan muatan yang sama sebagai ukuran utama kapal yang akan didesain. Adapun kapal yang digunakan sebagai kapal pembanding untuk Tugas Akhir ini adalah *glass bottom catamaran* Cala San Vincente yang dapat dilihat pada Gambar 5. 4.



Gambar 5. 4 Kapal Cala San Vincente
(Sumber: <https://www.nauticexpo.com/prod/drassanes-dalmau-sa/>)

Nama Kapal : Cala San Vincente
 Lpp : 20 m
 B : 9.5 m
 H : 2.6 m
 T : 1.6 m
 Payload : 150 orang

Kapal tersebut dijadikan sebagai kapal pembanding dengan pertimbangan ukuran kapal dan kenyamanan penumpang di dalam kapal. Sehingga, kapal yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

Lpp	: 20 m	T	: 1.6 m
B	: 9.5 m	Vs	: 5 knot
B1	: 2.75 m	Payload	: 50 orang
H	: 2.6 m		

5.1.5. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal, dilakukan pengecekan rasio ukuran utama kapal berdasarkan aturan-aturan yang ada untuk kapal dengan lambung katamaran. Aturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Aturan Rasio Ukuran Utama Kapal

L/B₁	=	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$6 < L/B_1 < 11$
L/H	=	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$6 < L/H < 11$
B/H	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.7 < B/H < 4.1$
S/L	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.2 < S/L < 0.5$
S/B₁	=	Insel & Molland (1992)	→	$1 < S/B_1 < 4$
B₁/T	=	Insel & Molland (1992)	→	$1 < B_1/T < 3$
B₁/B	=	<i>Multi Hull Ships</i> , hal. 61	→	$0.15 < B_1/B < 0.3$
S/B₁	=	<i>Multi Hull Ships</i> , hal. 61	→	$1 < S/B_1 < 4$

Aturan pada Tabel 5.5 merupakan aturan rasio ukuran utama kapal untuk kapal katamaran. Kemudian dilakukan perhitungan rasio-rasio tersebut yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Pemeriksaan Ukuran Utama			
Length to Breadth 1			
L/B1	= 7.27	→	6 < L/B1 < 11 (memenuhi)
Length to Height			
L/H	= 7.69	→	6 < L/H < 11 (memenuhi)
Breadth to Height			
B/H	= 3.65	→	0.7 < B/H < 4.1 (memenuhi)
Distance between Demihull to Length			
S/L	= 0.34	→	0.2 < S/L < 0.5 (memenuhi)
Distance between Demihull to Breadth 1			
S/B1	= 2.45	→	1 < S/B1 < 4 (memenuhi)
Breadth 1 to Draught			
B1/T	= 1.719	→	1 < B1/T < 3 (memenuhi)
Breadth 1 to Breadth			
B1/B	= 0.2895	→	0.15 < B1/B < 0.3 (memenuhi)
Distance between Demihull to Breadth 1			
S/B1	= 2.45	→	1 < S/B1 < 4 (memenuhi)

5.2. Perhitungan Teknis Kapal *Glass Bottom Catamaran*

Perhitungan teknis kapal *glass bottom catamaran* meliputi perhitungan yang menyangkut performa dan juga hal-hal teknis yang akan dijelaskan pada beberapa sub-bab berikut.

5.2.1. Perhitungan *Froude Number*

Froud Number dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

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

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

Dimana :

Fn = *froude number* (0 - 1,0)

V = kecepatan kapal (knot)

= 5 knot

= 2.57 m/s

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

L = panjang kapal (m)

= 19.802 m

Maka :

$$Fn = \frac{2.57}{\sqrt{9.81 \times 19.802}} = 0.183$$

5.2.2. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal

Penentuan koefisien bentuk kapal awal didapatkan dari perbandingan L/B_1 dari Southampton *Catamaran Series*. Setelah didapatkan nilai perbandingannya, dapat dibuat model berdasarkan *station* yang tersedia sesuai dengan nilai L/B_1 . Adapun model lambung yang digunakan adalah model 3a. Berikut nilai koefisien yang bentuk lambung kapal yang didapatkan dari pembuatan model pada aplikasi Maxsurf Modeller Advanced pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Rekap Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal

Nama	Nilai	Keterangan
Koefisien Blok (C_b)	0.397	
Koefisien <i>Midship</i> (C_m)	0.566	
Koefisien Prismatik (C_p)	0.731	
Koefisien <i>Waterplan</i> (C_{wp})	0.791	
<i>Longitudinal Center of Buoyancy</i> (LCB)	8.147	m dari midship
Volume Lambung Kapal (V)	58.185	m^3
<i>Displacement</i> (Δ)	55.54	Ton
<i>Length of Waterline</i> (Lwl)	19.809	m

5.2.3. Perhitungan Hambatan dan Propulsi Kapal

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan metode yang didapat dari paper M. Insel dan A.f. Molland. Formula dalam metode tersebut adalah :

$$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w \quad (\text{M. Insel and A.F. Molland, hal 11-12})$$

Dimana :

$(1+\beta k)$ = *catamaran viscous resistance interference*

C_f = *viscous resistance*

τ = *catamaran wave resistance interference*

C_w = *wave resistance*

Metode tersebut memasukkan faktor interferensi dikarenakan *catamaran* terdiri dari dua lambung yang berdekatan, yang dipisahkan oleh suatu struktur yang disebut *demihull*, sehingga gelombang yang ditimbulkan oleh satu lambung dengan lambung yang lain akan mengalami interferensi dan saling mengurangi. Hal ini mengakibatkan nilai hambatan total akan lebih kecil.

Di dalam percobaanya menghitung hambatan total, (Insel-Molland, 1998) mengasumsikan kapal *catamaran* dengan kapal *demihull* yang ditambahkan dengan harga

interferensi yang diakibatkan oleh lambung yang berjarak S dari *center line*-nya. Harga dari tahanan total ini tetap dikalikan 2 (dua) mengingat luas permukaan basah (WSA) ada pada tiap lambung. Hambatan total dapat dihitung dengan formula berikut.

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

Dimana :

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

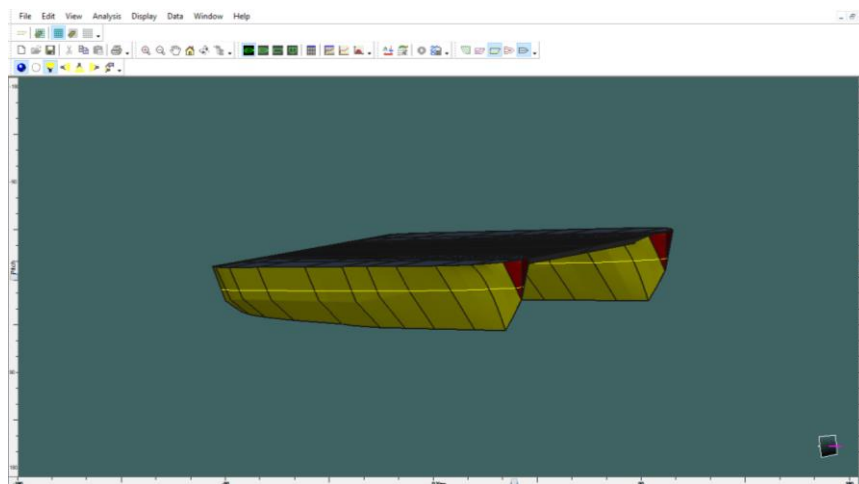
WSA = luas permukaan badan kapal yang tercelup air (m^2)

V^2 = kecepatan kapal (m/s)

C_{tot} = koefisien hambatan total *catamaran*

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. Dari perhitungan tersebut, didapatkan hambatan total (R_t) sebesar 1.842 kN.

Kemudian, dilakukan perbandingan hambatan total yang dilakukan di *Maxsurf Resistance* dengan model kapal yang sebelumnya telah dibuat pada *Maxsurf Modeler Advanced*. Adapun tampilan pada *Maxsurf Resistance* dapat dilihat pada Gambar 5.4.

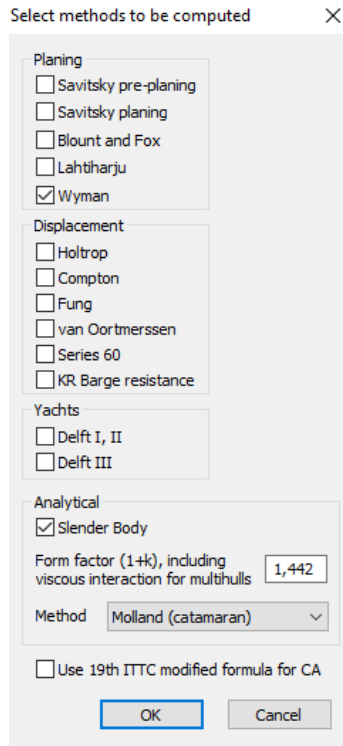


Gambar 5. 5 Tampilan 3D pada *Maxsurf Resistance*

Langkah-langkah melakukan perhitungan hambatan total adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan Metode Analisis

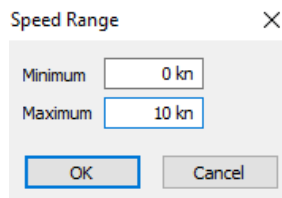
Atur metode yang digunakan pada tab *Analysis*, kemudian pilih *Method*. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, metode yang digunakan adalah *Slender Body* dan Wyman karena kapal memiliki lambung katamaran. Pengaturan metode dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5. 6 Menentukan Metode yang digunakan pada *Maxsurf Resistance*

2. Pengaturan Kecepatan

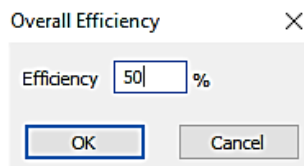
Atur kecepatan yang ingin dihitung, yaitu dimulai dari 0-10 knot. Adapun langkah pengaturan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5. 7 Mengatur Kecepatan pada *Maxsurf Resistance*

3. Pengaturan Efisiensi

Kemudian, atur efisiensi yang ingin dihitung. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, efisiensi yang digunakan sebesar 50%. Adapun pengaturan efisiensi dapat dilihat pada Gambar 5. 8.



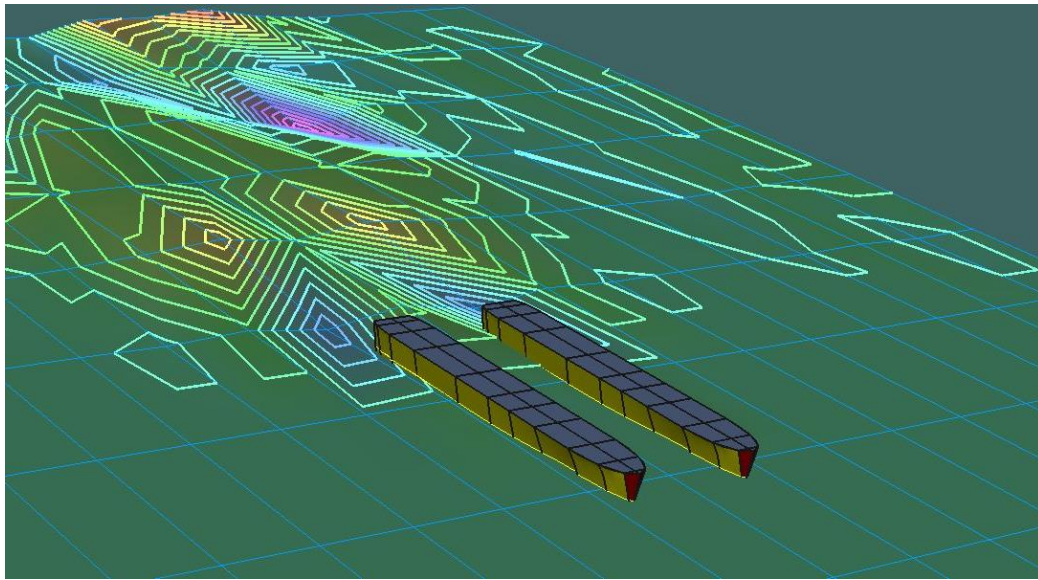
Gambar 5. 8 Pengaturan Efisiensi

4. Pengaturan Pengukuran Lambung

Pada bagian *Measure Hull*, pilih *surface* yang ingin dihitung. Pada tahap ini, *surface* yang dipilih hanya *surface* bagian lambung saja.

5. Perhitungan *Free Surface Area*

Kemudian pilih *calculate free surface* untuk melihat kondisi kapal ketika terkena gelombang atau dapat diartikan sebagai hambatan gelombang (R_w). Seberapa besar gelombang yang mengenai lambung kapal. Hasil *calculate free surface* dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 9 Lambung Kapal ketika Terkena Gelombang

6. Perhitungan Hambatan Total

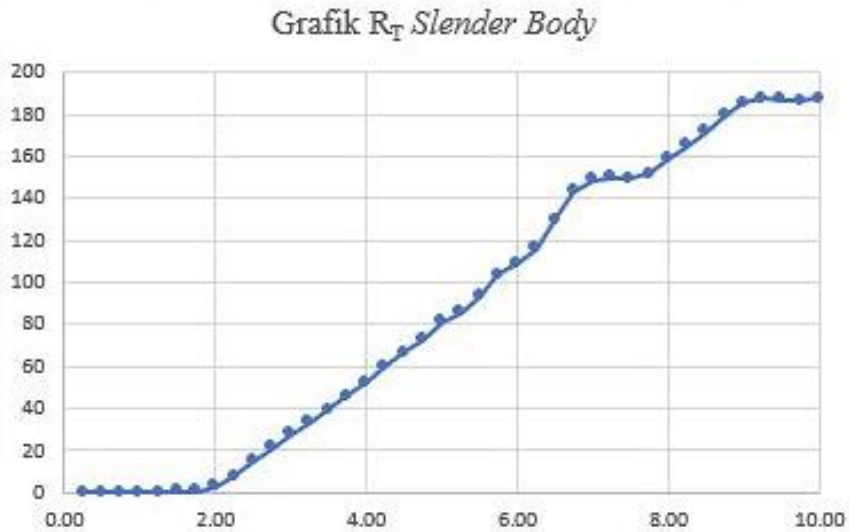
Perhitungan hambatan total dilakukan dengan memilih *Solve Resistance Analysis*. Kemudian pilih *Result Window* untuk membaca hasil analisis. Hambatan total yang digunakan adalah pada kecepatan dinas, yaitu 5 knot dan kecepatan maksimum, yaitu 7 knot yang dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Berdasarkan hasil analisis pada *Maxsurf Resistance*, didapatkan hambatan total pada kecepatan dinas dengan *Slender Body* sebesar 81.5 kN dan Wyman sebesar 7.5 kN, sedangkan hambatan total pada kecepatan maksimum dengan *Slender Body* sebesar 148.6 kN dan Wyman sebesar 14.6 kN. Sehingga, hambatan total yang digunakan adalah *Slender Body* sebesar 81.5 kN.

Tabel 5. 8 Hasil Analisis Hambatan Total pada Kecepatan 0-10 knot

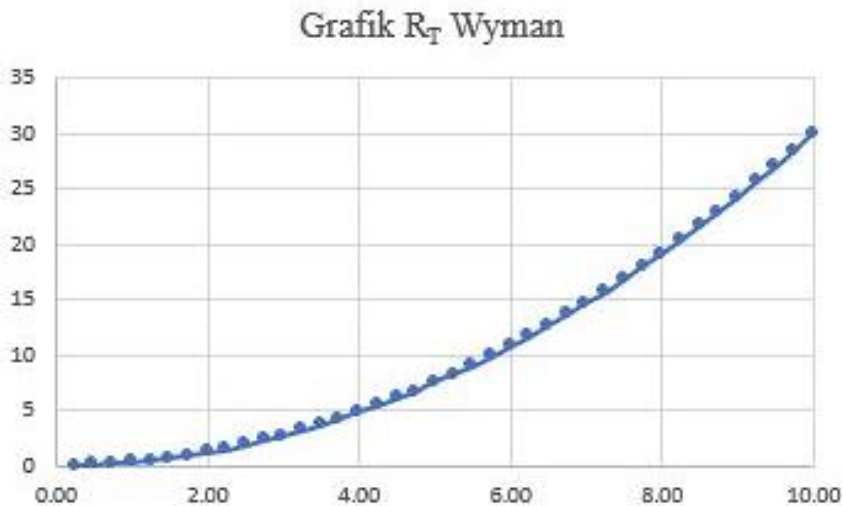
Speed (knot)	Fn (LWL)	Fn (Vol)	Slender Body Resist (kN)	Slender Body Power (kN)	Wyman Resist (kN)	Wyman Power (kN)
0,000	0,000	0,000	--	--	--	--
0,250	0,009	0,021	0,0	0,001	0,0	0,003
0,500	0,018	0,041	0,0	0,009	0,1	0,026
0,750	0,028	0,062	0,1	0,031	0,2	0,086
1,000	0,037	0,083	0,1	0,077	0,3	0,205
1,250	0,046	0,104	0,2	0,149	0,5	0,400
1,500	0,055	0,124	0,3	0,276	0,7	0,692
1,750	0,065	0,145	0,5	0,659	0,9	1,099
2,000	0,074	0,166	2,6	3,509	1,2	1,640
2,250	0,083	0,187	7,7	11,811	1,5	2,335
2,500	0,092	0,207	14,5	24,929	1,9	3,203
2,750	0,102	0,228	21,1	39,892	2,3	4,263
3,000	0,111	0,249	27,8	57,305	2,7	5,535
3,250	0,120	0,269	33,4	74,387	3,2	7,037
3,500	0,129	0,290	39,3	94,412	3,7	8,790
3,750	0,138	0,311	46,0	118,376	4,2	10,811
4,000	0,148	0,332	52,1	142,852	4,8	13,120
4,250	0,157	0,352	60,0	174,799	5,4	15,737
4,500	0,166	0,373	66,3	204,666	6,1	18,681
4,750	0,175	0,394	72,3	235,638	6,7	21,971
5,000	0,185	0,415	81,5	279,428	7,5	25,625
5,250	0,194	0,435	85,7	308,684	8,2	29,665
5,500	0,203	0,456	93,0	350,962	9,0	34,107
5,750	0,212	0,477	103,7	408,965	9,9	38,973
6,000	0,221	0,497	108,8	447,669	10,8	44,281
6,250	0,231	0,518	116,3	498,594	11,7	50,050
6,500	0,240	0,539	129,6	577,963	12,6	56,299
6,750	0,249	0,560	143,4	663,920	13,6	63,048
7,000	0,258	0,580	148,6	714	14,6	70,316
7,250	0,268	0,601	150,2	746,950	15,7	78,122
7,500	0,277	0,622	149,5	769,049	16,8	86,486
7,750	0,286	0,643	151,7	806,657	18,0	95,426
8,000	0,295	0,663	158,6	870,081	19,1	104,962
8,250	0,305	0,684	165,2	934,797	20,3	115,113
8,500	0,314	0,705	171,7	1,001,087	21,6	125,898
8,750	0,323	0,725	179,2	1,075,304	22,9	137,336
9,000	0,332	0,746	185,1	1,142,774	24,2	149,447
9,250	0,341	0,767	187,4	1,189,124	25,6	162,251
9,500	0,351	0,788	187,1	1,219,270	27,0	175,765
9,750	0,360	0,808	186,7	1,248,366	28,4	190,009
10,000	0,369	0,829	187,4	1,285,496	29,9	205,003

Adapun grafik hambatan total *Slender Body* dapat dilihat pada Gambar 5. 10.



Gambar 5. 10 Grafik Hambatan Total *Slender Body*

Sedangkan grafik hambatan total Wyman dapat dilihat pada Gambar 5. 11.



Gambar 5. 11 Grafik Hambatan Total Wyman

5.2.4. *Catamaran Viscous Resistance Interference* ($1+\beta k$)

Harga *Viscous Resistance Interference* untuk katamaran ($1+\beta k$) dapat ditentukan dengan dilakukan interpolasi harga β dari 3 model (model C4, C5, dan C6) yang diperoleh oleh m. Insel dan A.F. 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. Di mana nilai S adalah sebesar 6.8 m, $B1$ sebesar 2.75 m, dan L sebesar 20 m. Perhitungan nilai *Viscous Resistance Interference* dapat dilihat pada Tabel 5. 9 dan Tabel 5. 10.

Tabel 5. 9 Harga β untuk Tiga Variasi S/B

		S/B ₁					L/B ₁
		1	2	3	4	5	
β		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

Kemudian didapatkan nilai:

$$S/B_1 = 2.455$$

$$L/B_1 = 7.273$$

Setelah dilakukan interpolasi dari nilai tersebut, maka didapatkan nilai β , yaitu :

Tabel 5. 10 Harga (1+k) untuk Tiga Variasi L/B₁

Model	C4	C5	
L/B ₁	9	11	7.27
(1+k)	1.3	1.17	1.41

Nilai (1+k) yang didapatkan adalah : (1+k) = 1.41

Formula untuk menghitung (1+ β k) adalah :

$$(1+\beta k) = (\beta \times (1+k)) - \beta + 1$$

Dari formula tersebut, maka didapatkan nilai (1+ β k) = 1.375

5.2.5. Viscous Resistance (C_f)

Perhitungan viscous resistance dilakukan dengan metode dari ITTC tahun 1957 di mana formula untuk menghitung C_f adalah sebagai berikut :

$$C_F = 0,075/(\log R_n - 2)^2$$

Dimana : R_n = Reynolds number

$$= v \cdot Lwl / \nu$$

V = Kecepatan kapal (m/s)

$$= 5 \text{ knot} = 2.57 \text{ m/s}$$

L = Panjang kapal

$$= 20 \text{ m}$$

ν = Viskositas kinematik (m²/s)

$$= 9.425 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

maka nilai R_n = 54014915.20

Setelah didapatkan nilai R_n , maka dapat dilakukan perhitungan C_f . Didapatkan nilai C_f dengan formula diatas yaitu, $C_f = 0.00228$.

5.2.6. Air Resistance (C_A)

Harga *air resistance* (C_A) dapat ditentukan dengan cara menggunakan persamaan dari M. Insel dan A.F. Molland. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$C_A = 0,006 (LWL + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 (LWL / 7.5)^{0,5} C_B^4 C_2 (0.04 - T / LWL)$$

Sehingga dari persamaan tersebut, didapatkan harga C_A sebesar 0.00073499.

5.2.7. Perhitungan Daya

Setelah hambatan total (R_T) diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan propulsi/daya mesin yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal, yaitu *Break Horse Power* (BHP), dengan persamaan di bawah ini:

$$BHP = \frac{EHP}{\eta h \cdot \eta o \cdot \eta r \cdot \eta s \cdot \eta b \cdot \eta t}$$

Di mana:

$$EHP = R_T \cdot V = 209.455 \text{ kW}$$

$$\eta h = 1.1004$$

$$\eta o = 0.56$$

$$\eta r = 0.97 \text{ (twin screw)}$$

$$\eta s \cdot \eta b = 0.98 \text{ (machinery aft)}$$

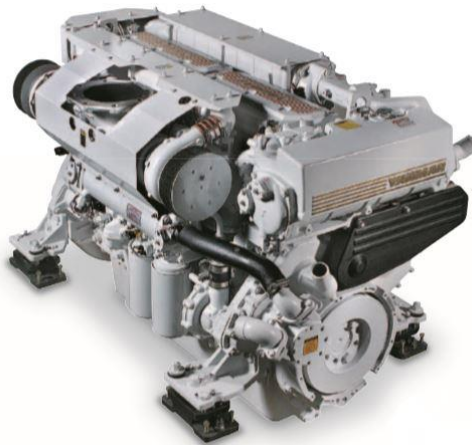
$$\eta t = 0.98$$

Maka, diperoleh nilai BHP pada kecepatan dinas sebesar 364.398 kW, diberikan koreksi MCR sebesar 15% dari nilai BHP, maka daya akhir penggerak kapal sebesar 419.058 kW atau setara dengan 561.957 HP. BHP pada kecepatan maksimal yaitu sebesar 1072.004 kW atau setara dengan 1437.56 HP.

5.2.8. Pemilihan Main Engine

Setelah didapatkan daya yang dibutuhkan pada kecepatan maksimal, yaitu sebesar 1072.004 kW, kemudian dikurangi dengan daya untuk *electric motor*, di mana *electric motor* dapat bekerja pada kecepatan dinas, sedangkan *main engine* dapat digunakan ketika kecepatan maksimal. Sehingga didapatkan daya untuk *main engine* yaitu sebesar 326.197 kW atau setara dengan 437.43 HP untuk setiap mesinnya. Digunakan *main engine* dengan merk YANMAR 6HYM-WET yang dapat dilihat pada dengan spesifikasi sebagai berikut:

<i>Engine Type</i>	= YANMAR 6HYM-WET
<i>Maximum Power</i>	= 368 kW = 493 HP
<i>n (rpm)</i>	= 1950 r/min
<i>Cylinder Number</i>	= 3
<i>Dimension</i>	= 1556 x 1014 x 1133 mm
<i>Weight</i>	= 0.396 ton
<i>Fuel Oil Consumption</i>	= 90 l/h
<i>Lube Oil Consumption</i>	= 18 l/h



Gambar 5. 12 YANMAR 6HYM-WET
(Sumber: <https://www.yanmar.com>)

5.2.9. Pemilihan *Electric Motor*

Kapal ini digerakkan oleh *electric motor* dengan sumber tenaga dari generator dan baterai. Karena kapal menggunakan dua sistem penggerak, yaitu *electric motor* dan diesel engine, *electric motor* digunakan ketika kapal melakukan pelayaran dalam kecepatan dinas, sehingga membutuhkan daya sebesar 419.058 kW, di mana setiap mesinnya membutuhkan daya sebesar 209.805 kW. Maka digunakan *electric motor* dengan spesifikasi *power* 250 kW yang setara dengan 335 HP dengan merk TECO AESV2E dipilih sebagai penggerak kapal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. 13, dengan spesifikasi sebagai berikut:

<i>Engine Type</i>	= TECO AESV2E
<i>Maximum Power</i>	= 250 kW = 335 HP
<i>n (rpm)</i>	= 3000 r/min
<i>Cylinder Number</i>	= 3
<i>Dimension</i>	= 1080 x 650 x 842 mm
<i>Weight</i>	= 1.2 ton

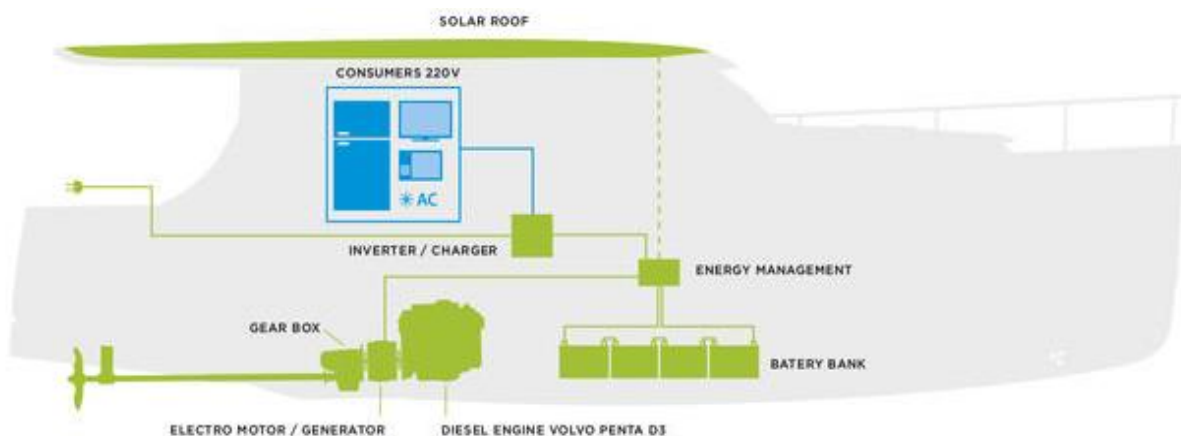


Gambar 5. 13 TECO AESV2E
(Sumber: <https://www.teco.com.tw>)

5.2.10. Desain Sistem Hibrida

Sistem propulsi hibrida yang digunakan adalah mesin diesel dan *electric motor* yang memiliki sumber energi berasal dari generator dan baterai yang di-*supply* oleh panel surya. Gambaran secara umum sistem hibrida diadaptasi dari sistem propulsi hibrida dari kapal *Greenline Ship* yang ditunjukkan pada Gambar 5. 14.

Berdasarkan Gambar 5.10, energi berasal dari sinar matahari yang diserap oleh panel surya untuk dikonversi menjadi energi listrik dan disimpan ke dalam baterai Lithium. Penggunaan sistem hibrida dengan mengombinasikan panel surya dengan diesel, sehingga dibutuhkan *diesel oil* untuk menggerakkan kapal. Daya yang dihasilkan dari panel surya diharuskan mampu mengisi ulang daya baterai dalam waktu kurang dari pemakaian atau secepatnya. Sedangkan *main engine* memiliki sumber energi dari *fuel oil* untuk dapat menggerakkan kapal, yang kemudian penggunaannya dapat secara seri atau paralel dengan *electric motor* dalam menggerakkan kapal.



Gambar 5. 14 Sistem Hibrida pada *Glass Bottom Catamaran Boat*
(Sumber: <https://www.greenlinehybridnw.com>)

5.2.11. Perhitungan Sistem Hibrida

Setelah melakukan desain sistem hibrida pada kapal, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan Panel surya untuk menggerakkan kapal. Besar daya yang diberikan Panel surya ditentukan berdasarkan luasan atap kapal. Telah dilakukan pengukuran luasan kapal yang sebelumnya dilakukan pada AutoCAD, dan didapatkan luasan atap sebesar 141.509 m².

Setelah didapatkan luasan atap, kemudian ditentukan banyaknya panel surya yang akan digunakan. Panel surya yang akan digunakan adalah merk HENGDA dengan dimensi 1956 x 1310 mm sehingga memiliki luasan sebesar 2.562 m². Maka, dari luasan atap yang telah diketahui dapat ditentukan banyaknya Panel surya yang dapat dipasang, yaitu dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luasan Atap} &= 145.310 \text{ m}^2 \\ \text{Luasan Panel surya} &= 2.49 \text{ m}^2 \\ \text{Jumlah Panel surya} &= \text{Luasan Atap} / \text{Luasan Panel surya} \\ &= 58.38 \text{ buah} = 57 \text{ buah} \end{aligned}$$

Maka, didapatkan jumlah Panel surya yang telah terpasang yaitu sebanyak 57 buah dan setiap Panel surya memiliki daya sebesar 0.5 kW. Lalu, didapatkan daya yang dihasilkan Panel surya sebesar 28.5 kW.

5.2.12. Perhitungan Kelistrikan dan Penentuan Genset

Perhitungan kelistrikan pada kapal dilakukan dengan mendata kebutuhan listrik yang dibutuhkan pada kapal. Perhitungan kelistrikan pada kapal dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Perhitungan Kelistrikan Kapal

Kebutuhan Listrik			
Nama	Jumlah	Kapasitas (W)	Kapasitas (kW)
Lampu LED	25	20	0.5
Lampu LED	13	40	0.52
Lampu TL LED	14	16	0.224
TV	2	100	0.2
AC	8	325	2.6
Kulkas	2	100	0.2
Kompor Listrik	2	600	0.6
Peralatan Navigasi		25644	25.644
Total kW			30.928

Sebelumnya, telah diketahui besarnya daya penggerak yang dibutuhkan sebesar 419.058 kW dan kebutuhan kelistrikan kapal sebesar 30.928 kW. Maka, jumlah daya yang dibutuhkan

sebesar 450.24 kW. Dari hasil perhitungan didapatkan daya solar panel yang dihasilkan sebesar 28.5 kW. Besarnya daya generator yang dibutuhkan sebesar 421.74 kW yang merupakan hasil pengurangan daya total dengan daya yang dihasilkan solar panel. Generator yang digunakan sebanyak empat buah, maka dibutuhkan daya setiap generator sebesar 105.435 kW. Maka, digunakan generator dengan merk Mitsubishi tipe 6D16T dengan daya sebesar 129 kW, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5. 15 Mitsubishi 6D16T
(Sumber: <https://www.solediesel.com>)

5.3. Perhitungan Tebal Pelat Kapal

Perhitungan tebal pelat kapal dilakukan dengan mengacu pada besarnya beban pada lambung kapal. Makin besar beban pada lambung kapal maka semakin tebal pula pelat yang harus digunakan. Perhitungan tebal pelat selengkapnya dapat dilihat pada bagian lampiran.

Komponen berat kapal *glass bottom catamaran* yang akan didesain terdiri dari dua kelompok yakni LWT dan DWT. Komponen LWT terdiri dari berat lambung kapal (pelat, konstruksi dan bangunan atas), berat permesinan (komponen-komponen sistem hibrida) serta berat *equipment & outfitting*. Komponen DWT terdiri dari *payload*, serta *crew & consumables*.

Perhitungan berat pelat yang digunakan, menggunakan perhitungan dari *BKI Vol.VII, Section I-Hull Structures, F 6.5* untuk pelat sisi.

Formula untuk menghitung tebal pelat sisi:

$$t = 1.62 \times a \times FVS \times \sqrt{P_{dSM} \times k} \quad (\text{mm})$$

Dimana :

k = koefisien material

Fvs = Faktor koreksi
= 0.120

A = Jarak gading
= 350+L = 370 mm

$$\begin{aligned}
P_{dSM} &= 1.88 L + 1.76 \text{ (daerah } \geq 0.4 L + \textit{fore}) \\
&= 39.36 \text{ N/mm}^2 \\
&= 2.16 L + 2.63 \text{ (daerah } < 0.4 L + \textit{aft}) \\
&= 45.83 \text{ N/mm}^2 \\
t_{\min} &= 0,9 \times \sqrt{L \times k} \\
&= 4.1898 \text{ mm} = 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Didapatkan hasil ketebalan pelat di bawah ini:

- a. Tebal pelat daerah A : 0.471 mm
- b. Tebal pelat daerah F : 0.420 mm
- c. Tebal minimum : 4.1898 mm

Sehingga diambil ketebalan pelat sisi yaitu sebesar 5 mm, dan disesuaikan dengan pelat di pasaran yaitu sebesar 6 mm.

Perhitungan berat pelat yang digunakan, menggunakan perhitungan dari *BKI Vol.VII, Section I-Hull Structures, F 6.5* untuk pelat alas.

Formula untuk menghitung tebal pelat alas:

$$t = 1,62 \times a \times F_{VB} \times \sqrt{P_{dBM} \times k} \text{ (mm)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
F_{VB} &= \text{Faktor koreksi} \\
&= 2.284
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
a &= \text{Jarak gading} \\
&= 370 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
k &= \text{Faktor tambahan} \\
&= 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{dBM} &= 2.7 L + 3.29 \text{ (daerah } \geq 0.4 L + \textit{fore}) \\
&= 57.29 \text{ N/mm}^2 \\
&= 20.501 \text{ kN/m}^2 \text{ (daerah } < 0.4 L + \textit{aft}) \\
&= 45.83 \text{ N/mm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{\min} &= 0,9 \times \sqrt{L \times k} \\
&= 4.1898 \text{ mm} = 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Didapatkan hasil ketebalan pelat di bawah ini:

- a. Tebal pelat daerah A : 0.341 mm
- b. Tebal pelat daerah M : 0.305 mm
- c. Tebal minimum : 4.1898 mm

Sehingga diambil ketebalan pelat berdasarkan pelat di pasaran yaitu sebesar 6 mm.

Perhitungan tebal pelat yang digunakan, menggunakan perhitungan dari *BKI Vol.VII, Section I-Hull Structures, F.10.1.2* untuk pelat geladak.

$$t_{min} = 0,75 \times \sqrt{L} \times \sqrt{k}$$

$$= 3.492 \text{ mm}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, dilakukan pembulatan ketebalan minimal sebesar 4 mm. Karena kapal menggunakan akrilik sebagai material *underwater window*, maka ketebalan akrilik disamakan dengan ketebalan pelat lambung, yaitu 6 mm. Kemudian, rekapitulasi perhitungan tebal pelat dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tebal Pelat

	A	F	Diambil	Unit
Pelat Alas	1	1	6	mm
Pelat Sisi	1	1	6	mm
Pelat Geladak	4	4	4	mm

5.4. Perhitungan Berat Kapal

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

5.4.1. Perhitungan Berat DWT

Komponen berat kapal DWT (*Dead Weight Tonnage*) dalam Tugas Akhir ini terdiri dari berat bahan bakar, tangki air tawar, berat penumpang dan barang bawaannya, serta berat crew kapal dan bawaannya yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan rekapitulasi pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 13 Perhitungan Komponen Berat DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	50	persons
	Berat penumpang	75	kg/person
	Berat barang bawaan	10	kg/person
	Berat total penumpang	3750	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	500	kg
	Berat total	4250	kg
		4.250	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	5	persons
	Berat crew & effect	170	kg/persons

No	Item	Value	Unit
	Berat total crew kapal	850	kg
	Berat total	850	kg
		0.850	ton
3	Berat <i>Lubricating Oil</i>		
	<i>Volume Lubricating Oil</i>	0.381	m ³
	Berat total <i>Lubricating Oil</i>	332	kg
	Berat total	332	kg
		0.332	ton
4	Berat <i>Fuel Oil</i>		
	<i>Volume Fuel Oil</i>	0.187	m ³
	Berat total <i>Fuel Oil</i>	177	kg
	Berat total	177	kg
		0.177	ton
5	Berat <i>Diesel Oil</i>		
	<i>Volume Diesel Oil</i>	0.871	m ³
	Berat total <i>Diesel Oil</i>	411	kg
	Berat total	411	kg
		0.411	ton
6	Berat <i>Fresh Water</i>		
	<i>Volume Fresh Water</i>	1.004	m ³
	Berat total <i>Fresh Water</i>	1004	kg
	Berat total	1004	kg
		1.004	ton
7	Berat <i>Provisions & Stores</i>		
	<i>Berat Provisions & Stores</i>	0.01	ton/person.day
	Berat total	550	kg
		0.55	ton

Kemudian, berat setiap komponen pada Tabel 5. 13 dijumlahkan dan didapatkan rekapitulasi perhitungan DWT (*Dead Weight Tonnage*) seperti pada Tabel 5. 14.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hasil Perhitungan DWT

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	4.250	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0.850	ton
3	Berat <i>Lubricating Oil</i>	0.332	ton

No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
4	Berat <i>Fuel Oil</i>	0.177	ton
5	Berat <i>Diesel Oil</i>	0.411	ton
6	Berat <i>Fresh Water</i>	1.004	ton
7	Berat <i>Provisions & Stores</i>	0.550	ton
Total		7.574	ton

Dari perhitungan yang dilakukan, maka dapat diketahui bahwa berat DWT kapal *glass bottom catamaran* adalah 7.574 ton.

5.4.2. Perhitungan Berat LWT

Berat LWT (*Light Weight Tonnage*) merupakan berat kapal kosong dan terdiri dari berat baja kapal, berat konstruksi lambung kapal, berat material *underwater window* kapal yaitu akrilik, berat permesinan berupa permesinan, berat peralatan *hybrid* yaitu panel surya, inverter, dan baterai, serta dan peralatan dan perlengkapan kapal yang digunakan seperti jangkar, *life buoy*, *life raft*, *life jacket*, dan lain-lain. Perhitungan berat LWT selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.15. Setelah dilakukan perhitungan berat komponen LWT, kemudian didapatkan rekapitulasi berat LWT yang dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 15 Perhitungan Komponen Berat LWT

Berat Kapal Bagian (LWT)			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Modeler Advanced & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas dua lambung	272088000	mm ²
		272.088	m ²
	Tebal pelat lambung	6	mm
		0.006	m
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
Berat Total		12815	kg
		12.815	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Autocad, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Total luasan geladak kapal	153130000	mm ²
	Total luasan geladak kapal	153.130	m ²
		4	mm

	Tebal pelat geladak		
		0.004	m
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	4808	kg
		4.808	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 30% dari berat baja lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat baja lambung + geladak kapal	22.186	ton
	25% dari berat baja kapal	5.547	ton
	Berat Konstruksi Total	5.547	ton
4	Berat Akrilik		
	<i>Akrilik memiliki dimensi 75 x 100 cm dengan jumlah total 28 di seluruh sisi kapal</i>		
	Luas Akrilik	21.000	m ²
	Jumlah <i>Underwater Window</i>	28	buah
	Tebal Akrilik	6	mm
		0.006	m
	<i>r</i> akrilik	1.19	gr/cm ³
		1190	kg/m ³
	Berat Total	300	kg
		0.300	ton
5	Berat Pelat Atap (<i>Top Deck</i>)		
	Total luasan atap kapal	145.300	m ²
	Tebal pelat atap	8	mm
		0.008	m
	<i>r</i> baja	7.85	kg/cm ³
	Berat Total	4562	kg
		4.562	ton
6	<i>Main Engine</i>		
	Berat	396	kg
	Jumlah	2	unit
	Berat Total	792	kg
		0.792	ton
7	<i>Electric Motor</i>		
	Berat	1200	kg
	Jumlah	2	unit
	Berat Total	2400	kg
		2.400	ton

8	Generator		
	Berat	580	kg
	Jumlah	4	unit
	Berat Total	580	kg
2.320		ton	
9	Emergency Genset		
	Berat	560	kg
	Jumlah	1	unit
	Berat Total	560	kg
0.560		ton	
10	Solar Panel		
	Berat	26	kg
	Jumlah	57	unit
	Berat Total	1518	kg
1.518		ton	
11	Battery		
	Berat	265	kg
	Jumlah	10	unit
	Berat Total	2650	kg
2.650		ton	
12	Equipment & Outfitting		
	Life Jacket		
	Berat	0.740	kg
	Jumlah	55	unit
	Life Buoy		
	Berat	14.500	kg
	Jumlah	8	unit
	Life Raft		
	Berat	230	kg
	Jumlah	2	unit
	Jangkar		
	Berat	50	kg
Jumlah	2	unit	
	Kursi		
	Berat	6.100	kg
	Jumlah	31	unit
	Kursi (Glass Bottom Room)		
	Berat	5.800	kg
	Jumlah	24	unit
Berat Total	6255	kg	
	6.255	ton	

Setelah dilakukan perhitungan berat komponen LWT, yaitu dari perhitungan pelat, alat-alat permesinan dan kelistrikan, serta peralatan dan perlengkapan kapal kemudian dapat dilihat rekapitulasi perhitungan *Light Weight Tonnage* (LWT), yaitu sebesar pada Tabel 5. 16.

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Perhitungan LWT

LWT (Light Weight Tonnage)			
●Berat Lambung			
W _{st}	=	28.032	ton
●Equipment and Outfitting Weight			
WE&O	=	6.255	ton
●Machinery Weight			
W _M	=	6.052	ton
●Hybrid Weight			
W _M	=	4.168	ton
Total LWT	=	44.507	ton

5.4.3. Pengecekan *Displacement*

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

<i>Displacement</i> Kapal	=	55.540 ton
Berat total Kapal	=	50.846 ton
Selisih <i>Displacement</i>	=	<i>Displacement</i> – (LWT+DWT)
Margin	=	8.60%
Status	=	Memenuhi

5.5. Perhitungan *Freeboard*

Perhitung lambung timbul kapal dengan panjang kurang dari 24 m tidak wajib mengikuti ketentuan *International Convention on Load Lines* (ICLL) 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standard Indonesian Flagged Chapter VI, Appendix 4*. Berikut ini merupakan perhitungan lambung timbul kapal:

L	=	19.809 m
H	=	2.60 m
B	=	2.75 m
T	=	1.60 m
d ₁	=	85% Moulded Depth
	=	2.21 m

$$CB = 0.397$$

Tipe kapal = Type B

Perhitungan :

• *Initial Freeboard (fb) for Type B Vessels*

$$\begin{aligned} Fb &= 0.8L \text{ cm} && ; L \leq 50m \\ &= 15.847 \text{ cm} \\ &= 0.15847 \text{ m} \end{aligned}$$

• Koreksi

1. Koreksi Cb

Kapal tidak membutuhkan koreksi karena $Cb \leq 0.68$

2. Koreksi Depth/Height of Vessel

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

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

$$L/15 = 1.3206$$

$$D = 2.21$$

Koreksi:

$$Fb_2 = 17.788 \text{ cm}$$

3. Koreksi Superstructure and trunk

(Kapal tidak memiliki *superstructure*)

Maka didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Total lambung timbul (Fb)} &= Fb_2 - \text{Pengurangan} \\ &= 0.292 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya (*Actual Freeboard*)

$$\begin{aligned} Fb &= H - T \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar dari lambung timbul total, maka dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Pemeriksaan Lambung Timbul

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0.292	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1	m
Kondisi	DITERIMA	

5.6. Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas dilakukan di Maxsurf Stability Enterprise dengan menggunakan model yang sebelumnya telah dibuat pada Maxsurf Modeler Advanced. Pada Maxsurf Stability Enterprise sebelumnya dilakukan pengaturan tangki, kompartemen, serta titik berat kapal terlebih dahulu. Perhitungan stabilitas dilakukan berdasarkan kemungkinan *loadcase* yang terjadi selama kapal berlayar, dan diperoleh sembilan (9) *loadcase* yang telah ditentukan berdasarkan bahan bakar dan *payload*. Pembagian *loadcase* dapat dilihat pada Tabel 5. 18.

Tabel 5. 18 *Loadcase* Kapal *Glass Bottom Catamaran*

<i>Loadcase</i>	LWT	Passenger + Crew	Fuel Oil	Diesel Oil	Lubricating Oil
Berangkat 1	100%	100%	100%	100%	100%
Perjalanan 1	100%	100%	50%	50%	50%
Pulang 1	100%	100%	20%	20%	20%
Berangkat 2	100%	50%	100%	100%	100%
Perjalanan 2	100%	50%	50%	50%	50%
Pulang 2	100%	50%	20%	20%	20%
Berangkat 3	100%	25%	100%	100%	100%
Perjalanan 3	100%	25%	50%	50%	50%
Pulang 3	100%	25%	20%	20%	20%

Berdasarkan Tabel 5. 18, dilakukan beberapa variasi *payload* dan bahan bakar, di mana variasi tersebut merupakan kemungkinan yang akan terjadi ketika kapal berlayar, yaitu ketika kapal memulai pelayaran, kapal berada di tengah perjalanan, dan ketika kembali. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisis kriteria stabilitas, di mana kriteria yang digunakan adalah kriteria *BKI Vol.VII, Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21* untuk kapal dengan $L < 24$ m, dengan hasil analisis yang dapat dilihat pada Tabel 5. 19.

Maka, berdasarkan hasil analisis kriteria stabilitas yang telah dilakukan, desain *glass bottom catamaran* memenuhi keempat kriteria stabilitas dari *BKI Vol.VII, Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21*. Adapun analisis kriteria stabilitas berdasarkan regulasi dari *BKI Vol. VII, Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21* dapat dilihat pada Tabel 5. 19.

Tabel 5. 19 Analisis Kriteria Stabilitas

Loadcase	Kriteria			
	$GM \geq 0.35 \text{ m}$	$GZ \text{ at } 30^\circ \geq 0.2 \text{ m}$	Area GZ $0-30^\circ \geq 0.055 \text{ mrad}$	Turning Circle Angle of Heel $\leq 12^\circ$
Berangkat 1	16.096	3.414	78.7609	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Perjalanan 1	16.428	3.395	78.7599	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Pulang 1	16.662	3.39	78.9111	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Berangkat 2	16.432	3.417	79.1925	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Perjalanan 2	16.788	3.398	79.2201	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Pulang 2	17.039	3.393	79.3915	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Berangkat 3	16.719	3.409	79.3764	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Perjalanan 3	16.948	3.398	79.399	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED
Pulang 3	17.08	3.395	79.492	0.1
	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED

5.7. Pengecekan *Trim*

Trim terjadi karena perbedaan letak titik B dan titik G kapal atau titik berat kapal keseluruhan secara memanjang tidak sama dengan titik berat kapal yang tercelup air, sehingga menyebabkan perbedaan sarat pada bagian depan dan belakang kapal. Trim merupakan kondisi yang pasti terjadi, karena perubahan kondisi pemuatan secara otomatis pasti mengakibatkan perubahan letak titik berat kapal.

Perhitungan *trim* dilakukan berdasarkan SOLAS Reg. II-1/5-1 Part B-1. Dalam aturan tersebut, untuk melakukan pemeriksaan sarat dan *trim* kapal tidak boleh lebih dari $\pm 0.5\% \cdot L_{WL}$. Kemudian perhitungan *trim* kapal didapatkan dari *Software Stability Analysis* lambung kapal. Berikut adalah rekapitulasi kondisi *trim glass bottom catamaran* yang dihitung menggunakan *software Maxsurf Stability* seperti yang terlihat pada Tabel 5. 20, di mana nilai *trim* harus lebih kecil dari *trim* yang disyaratkan yaitu $0.5\%L_{WL} = 0.1$ m.

Tabel 5. 20 Pengecekan *Trim*

<i>Loadcase</i>	Nilai <i>Trim</i> (m)	<i>Trim</i>	Syarat
Berangkat 1	0.097	Buritan	Diterima
Perjalanan 1	-0.01	Haluan	Diterima
Pulang 1	-0.062	Haluan	Diterima
Berangkat 2	0.023	Buritan	Diterima
Perjalanan 2	0.013	Buritan	Diterima
Pulang 2	0.007	Buritan	Diterima
Berangkat 3	0.024	Buritan	Diterima
Perjalanan 3	0.017	Buritan	Diterima
Pulang 3	0.013	Buritan	Diterima

Sehingga, *trim* pada kapal telah memenuhi kriteria *trim* berdasarkan regulasi yang telah diatur oleh SOLAS Reg. II-1/5-1 Part B-1.

5.8. *Motion Sickness Incidence (MSI)*

Glass bottom catamaran boat merupakan kapal penumpang untuk wisata, sehingga dianggap perlu untuk menganalisis kenyamanan penumpang ketika kapal berlayar. Maka, pada subbab ini dilakukan analisis *Motion Sickness Incidence (MSI)* sebagai kriteria kenyamanan kapal. Hal-hal yang mempengaruhi MSI adalah percepatan vertikal, durasi terjadinya percepatan tersebut, frekuensi percepatan, ketinggian gelombang, dan sudut datangnya gelombang. Kondisi kapal dianggap nyaman ketika MSI berada di bawah 10% dan dianggap tidak nyaman ketika di atas 10%. Analisis kenyamanan kapal dilakukan dengan *software Maxsurf Motion*.

5.8.1. Pengaturan Analisis MSI

Hal-hal yang perlu diatur dalam analisis MSI ini, yaitu:

a. Lokasi tinjauan (*remote location*)

Lokasi yang menjadi fokus dalam analisis ini adalah *passenger deck*, karena tujuan dilakukan analisis ini adalah untuk mengetahui kenyamanan penumpang ketika kapal melakukan pelayaran.

b. Kecepatan kapal (*speed*)

Kecepatan kapal yang dilakukan analisis adalah ketika kapal berlayar dalam kecepatan dinas (5 knot), dan ketika kapal berlayar pada kecepatan maksimum (7 knot). Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, kapal berlayar pada kecepatan 5 knot selama 1 jam 30 menit, dan berlayar pada kecepatan 7 knot selama 30 menit.

c. Arah gelombang (*heading wave*)

Pada analisis MSI ini, arah gelombang yang dilakukan analisis yaitu pada sudut 0° (*following seas*), 90° (*beam seas*), dan 180° (*head seas*).

d. Ketinggian gelombang

Tipe gelombang yang digunakan adalah model spektrum Pierson-Moskowitz karena dapat menggambarkan laut secara keseluruhan dan ditentukan oleh satu parameter, yaitu kecepatan angin (Wahyudi, 2005). Sedangkan ketinggian gelombang disesuaikan dengan ketinggian gelombang di Kepulauan Karimunjawa. Karena memiliki gelombang yang relatif rendah dan terkadang sedang, yaitu 0.1 – 1 m, maka ketinggian gelombang yang digunakan yaitu setinggi 1 m.

5.8.2. Hasil Analisis MSI

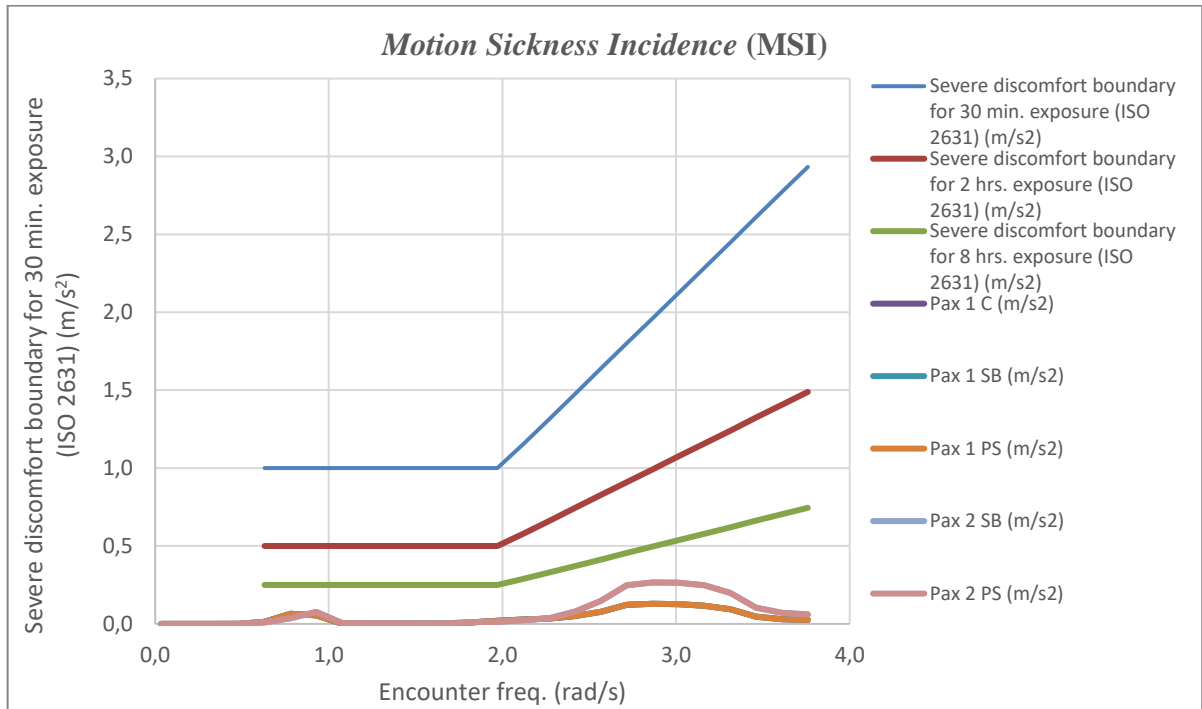
Setelah dilakukan pengaturan analisis, diperoleh hasil analisis sebagai berikut:

1. MSI pada kecepatan kapal 5 knot

Pada kecepatan kapal 5 knot dilakukan analisis dengan variasi sudut datangnya gelombang, yaitu 0° (*following seas*), 90° (*beam seas*), 180° (*head seas*).

- Kecepatan kapal 5 knot, sudut 0°

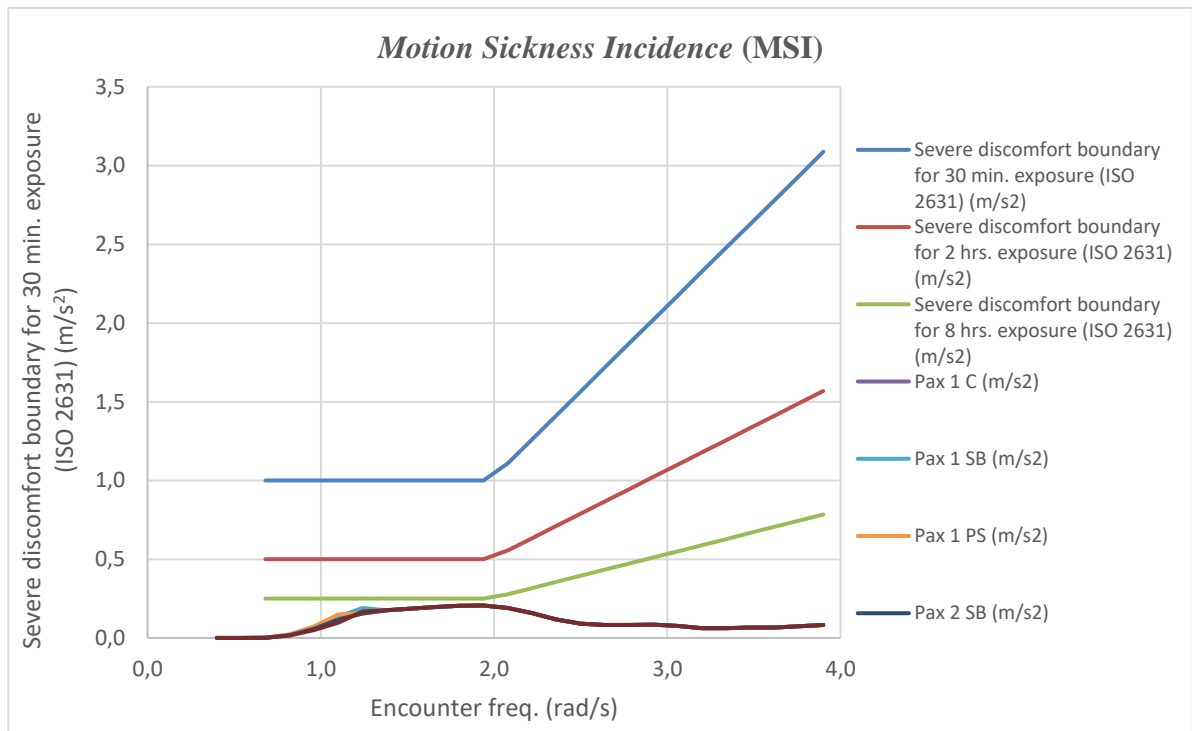
Hasil analisis MSI dapat dilihat pada Gambar 5. 16. Berdasarkan hasil analisis *Motion Sickness Incidence* (MSI) untuk kecepatan 5 knot dengan sudut 0° , dapat diketahui bahwa kapal dalam keadaan nyaman, karena berada di bawah garis batas ketidaknyamanan.



Gambar 5. 16 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 0°

- Kecepatan kapal 5 knot, sudut 90°

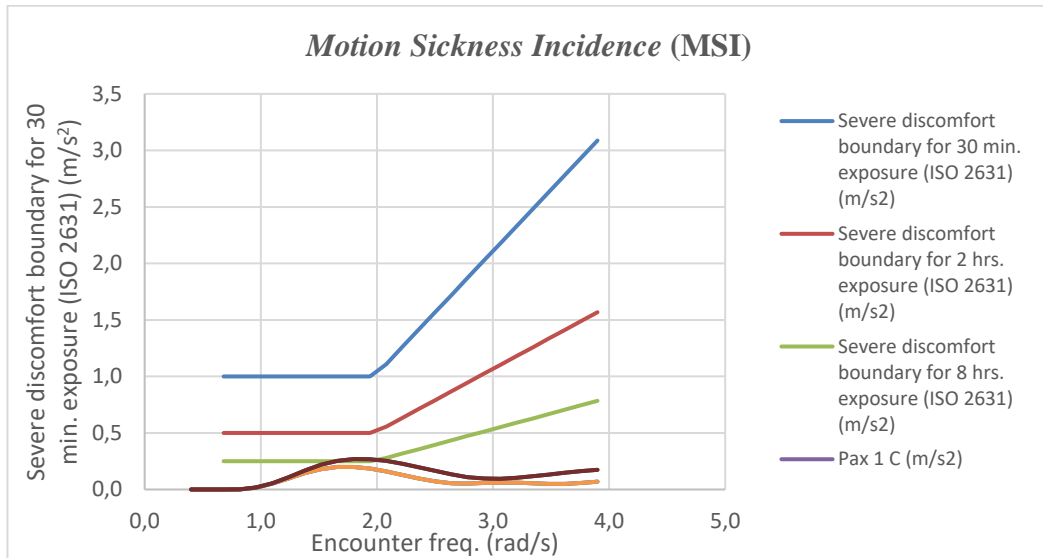
Hasil analisis MSI dapat dilihat pada Gambar 5. 17. Berdasarkan hasil analisis MSI untuk kecepatan 5 knot dengan sudut 90°, dapat diketahui bahwa kapal dalam keadaan nyaman, karena berada di bawah garis batas ketidaknyamanan.



Gambar 5. 17 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 90°

- Kecepatan kapal 5 knot, sudut 180°

Hasil analisis MSI dapat dilihat pada Gambar 5. 18. Berdasarkan hasil analisis MSI untuk kecepatan 5 knot dengan sudut 180°, dapat diketahui bahwa kapal dalam keadaan nyaman, karena berada di bawah garis batas ketidaknyamanan.



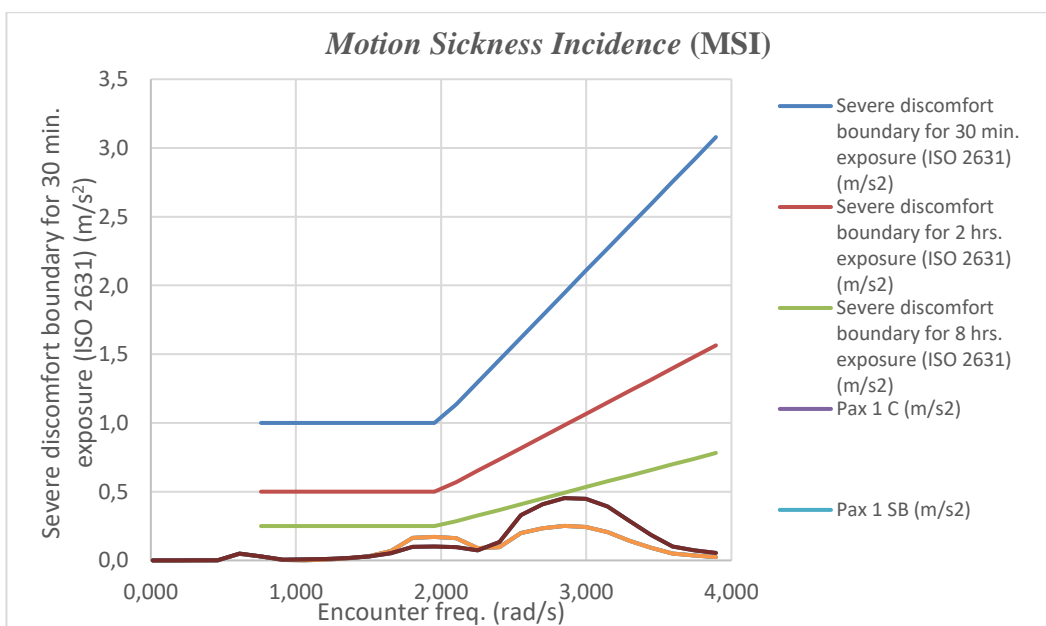
Gambar 5. 18 Hasil Analisis MSI Kecepatan 5 Knot Sudut 180°

2. MSI pada kecepatan kapal 7 knot

Pada kecepatan kapal 7 knot dilakukan analisis dengan variasi sudut datangnya gelombang, yaitu 0° (*following seas*), 90° (*beam seas*), 180° (*head seas*).

- Kecepatan kapal 7 knot, sudut 0°

Hasil analisis MSI dapat dilihat pada Gambar 5. 19.

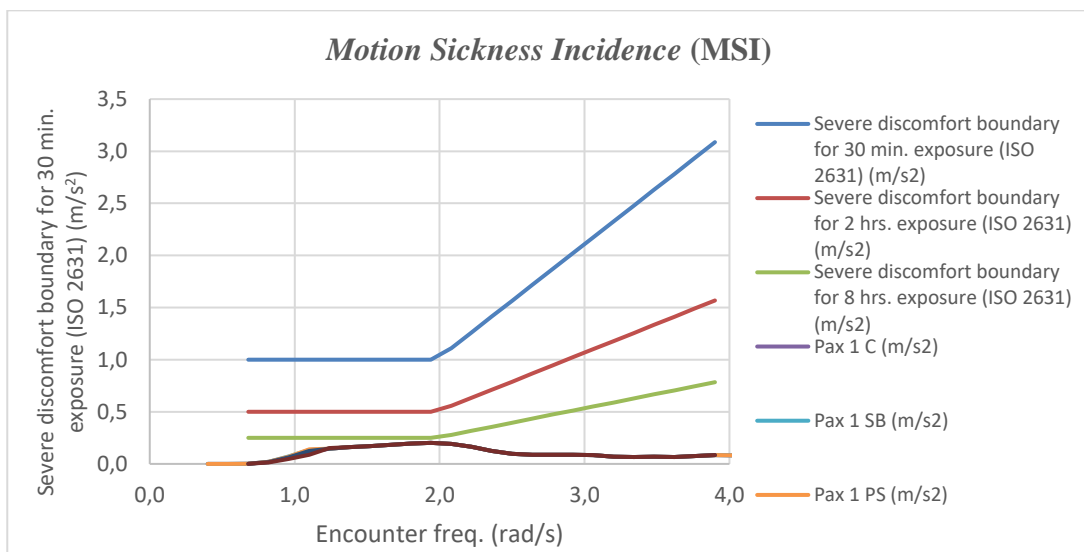


Gambar 5. 19 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 0°

Berdasarkan hasil analisis MSI untuk kecepatan 7 knot dengan sudut 0°, dapat diketahui bahwa kapal dalam keadaan nyaman, karena berada di bawah garis batas ketidaknyamanan.

- Kecepatan kapal 7 knot, sudut 90°

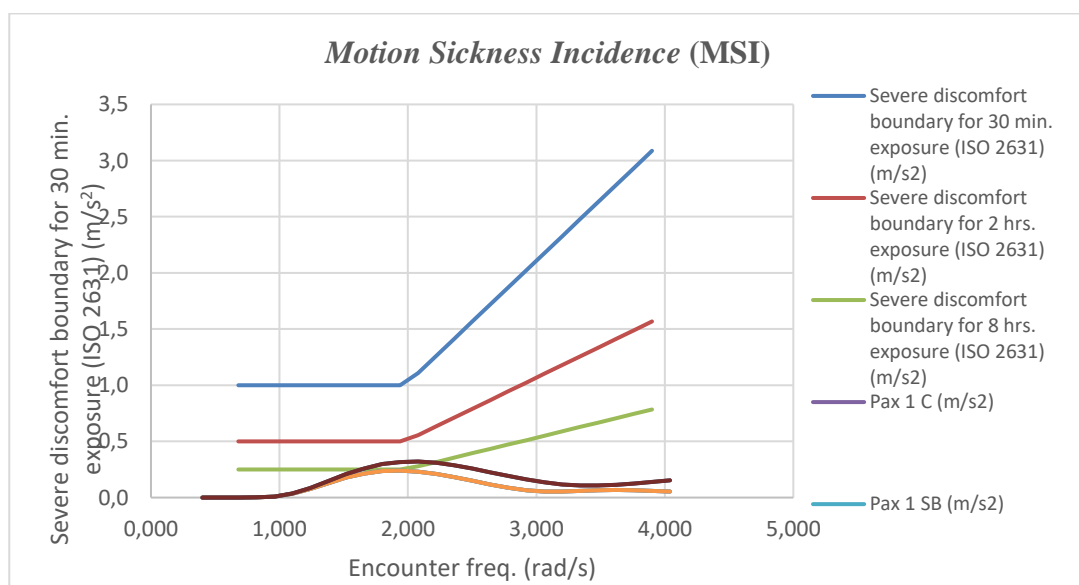
Hasil analisis MSI dapat dilihat pada Gambar 5. 20. Berdasarkan hasil analisis MSI untuk kecepatan 7 knot dengan sudut 0°, dapat diketahui bahwa kapal dalam keadaan nyaman, karena berada di bawah garis batas ketidaknyamanan.



Gambar 5. 20 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 90°

- Kecepatan kapal 7 knot, sudut 180°

Hasil analisis MSI dapat dilihat pada Gambar 5. 21, bahwa kapal dalam keadaan nyaman, karena berada di bawah garis batas ketidaknyamanan.



Gambar 5. 21 Hasil Analisis MSI Kecepatan 7 Knot Sudut 180°

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

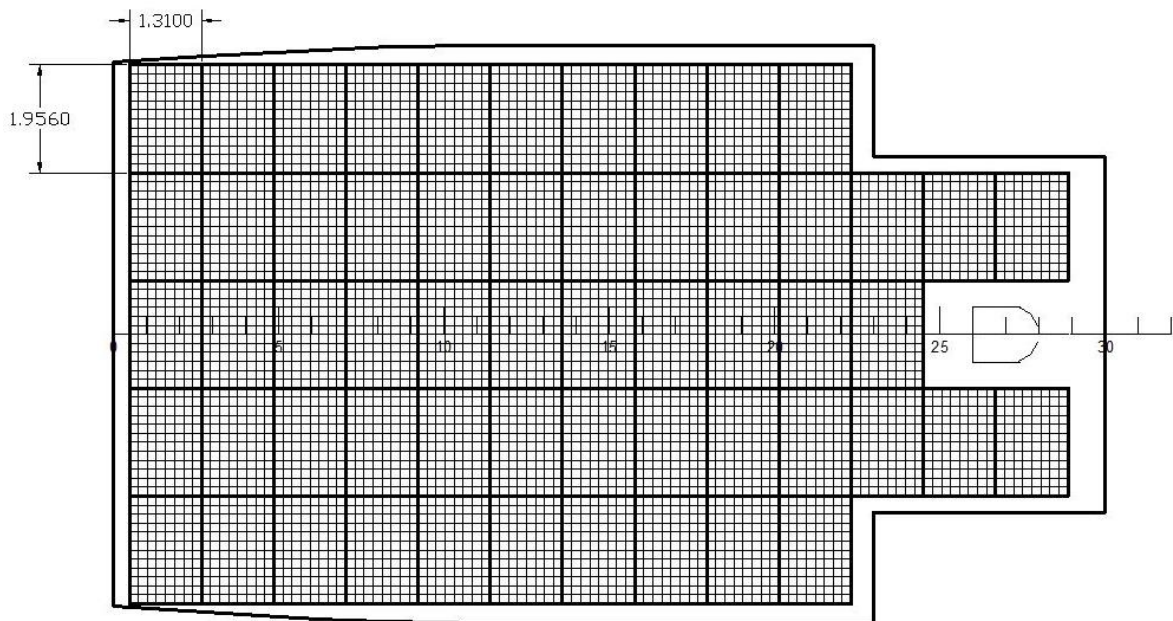
DESAIN *GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT*

6.1. Umum

Setelah dilakukan analisis teknis dan analisis ekonomis pada bab-bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dibahas mengenai desain *glass bottom catamaran boat*. Desain dari kapal ini meliputi gambar konfigurasi panel surya, *Lines Plan*, *General Arrangement* dan 3D modelling.

6.2. Konfigurasi Panel Surya

Jumlah kebutuhan panel surya dihitung berdasarkan luasan atap dan luasan panel surya yang digunakan. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, didapatkan jumlah panel surya yang akan digunakan yaitu sebanyak 57 buah. Kemudian, dilakukan *plotting* berdasarkan ukuran panel surya dan atap panel surya yang dapat dilihat pada Gambar 6. 1.



Gambar 6. 1 Konfigurasi Panel Surya

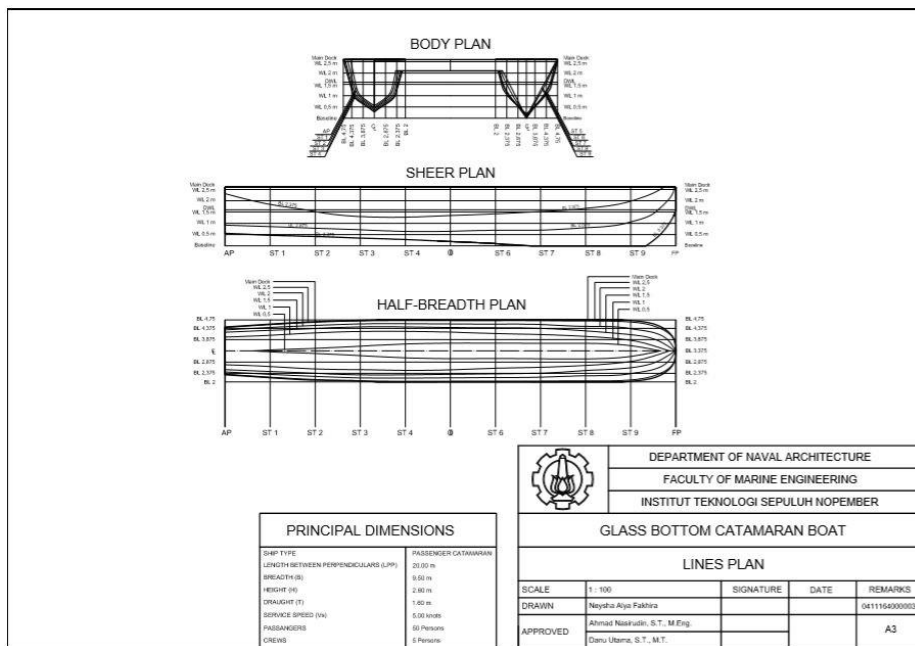
6.3. Pembuatan Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Pembuatan rencana garis / *Lines Plan* dilakukan dengan kombinasi *software* Maxsurf Modeler Advanced dan AutoCAD. Bentuk lambung kapal yang akan didesain mengadaptasi dan mengadopsi karakteristik bentuk lambung kapal katamaran oleh Molland, dengan pertimbangan yang dapat dilihat pada Tabel 6. 1.

Tabel 6. 1 Karakteristik Lambung Katamaran
(Sumber: *Ship Resistance and Propulsion, 2011*)

Model	L(m)	L/B	B/T	$L/\nabla^{1/3}$	C_B	C_P	C_M	S (m ²)	LCB %L
3b	1.6	7.0	2.0	6.27	0.397	0.693	0.565	0.434	-6.4
4a	1.6	10.4	1.5	7.40	0.397	0.693	0.565	0.348	-6.4
4b	1.6	9.0	2.0	7.41	0.397	0.693	0.565	0.338	-6.4
4c	1.6	8.0	2.5	7.39	0.397	0.693	0.565	0.340	-6.4
5a	1.6	12.8	1.5	8.51	0.397	0.693	0.565	0.282	-6.4
5b	1.6	11.0	2.0	8.50	0.397	0.693	0.565	0.276	-6.4
5c	1.6	9.9	2.5	8.49	0.397	0.693	0.565	0.277	-6.4
6a	1.6	15.1	1.5	9.50	0.397	0.693	0.565	0.240	-6.4
6b	1.6	13.1	2.0	9.50	0.397	0.693	0.565	0.233	-6.4
6c	1.6	11.7	2.5	9.50	0.397	0.693	0.565	0.234	-6.4

Kemudian, digunakan lambung dengan model 3a, sehingga didapatkan bentuk *Lines Plan* dari model yang telah dibuat pada Maxsurf Modeler Advanced seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6. 2.

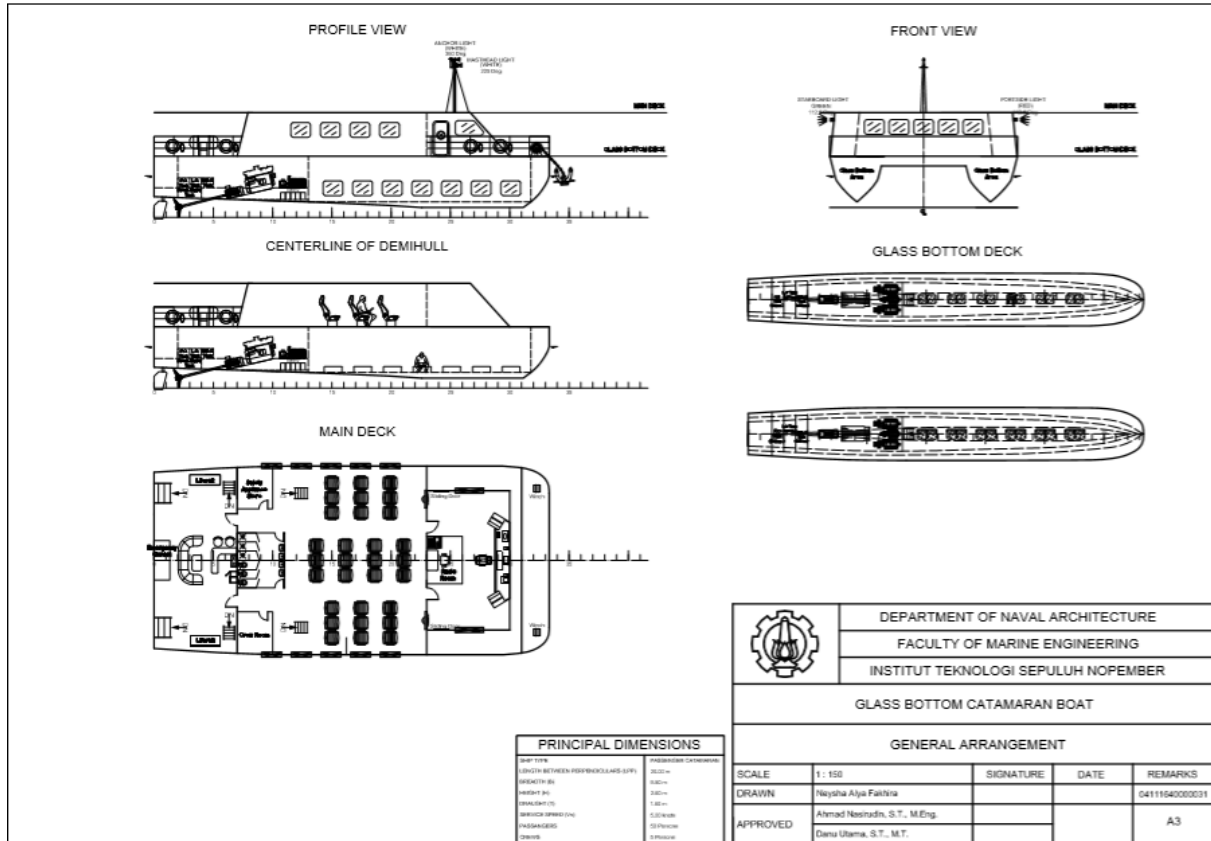


Gambar 6. 2 Desain Rencana Garis (*Lines Plan*) Glass Bottom Catamaran Boat

6.4. Pembuatan Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Pembuatan Rencana Umum / *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software* AutoCAD. Gambar Rencana Umum mengikuti desain Rencana Garis dan menyesuaikan beberapa ketentuan, seperti jarak kursi untuk penumpang, jarak minimal lorong/*gangway* yang cukup untuk dilalui dua orang saat berpapasan (± 0.6 m), luasan yang dibutuhkan untuk *machinery spaces*, dan ketentuan-ketentuan lainnya.

Kapal *Glass Bottom Catamaran* ini memiliki dua buah *deck*, yaitu *glass bottom deck* yang terletak di bawah garis air dan *main deck* atau geladak utama. Adapun gambar Rencana Umum dari *Glass Bottom Catamaran* dapat dilihat pada Gambar 6. 3.



Gambar 6. 3 Desain Rencana Umum *Glass Bottom Catamaran Boat*

Pada bagian *main deck* terdapat *passanger area*, kafe, dan *wheelhouse*. Pada bagian *top deck* hanya terdapat *navigation light* dan panel surya. Pada *glass bottom deck* terdapat *passanger area* dan *machinery spaces* serta tangki *fresh water* dan diesel. Adapun jumlah kursi yang tersedia pada *main deck* sebanyak 50% dari jumlah penumpang ditambah jumlah *crew* sehingga didapatkan jumlah sebanyak 30 kursi, serta sofa untuk 4 orang, dan 4 kursi di kafe. Sedangkan untuk *glass bottom deck* terdapat 24 kursi di mana setiap lambungnya terdapat 12 kursi yang dapat dilipat untuk mempermudah akses jalan penumpang.

6.5. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

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

- **Life Saving Appliances**

1. *Life Buoy*

Ketentuan jumlah *life buoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22-1 dapat dilihat pada Tabel 6. 2.

Tabel 6. 2 Ketentuan Jumlah *Life Buoy*

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

Kapal *glass bottom catamaran* memiliki panjang (Lpp) 20 meter, maka jumlah *life buoy minimum* untuk kapal *glass bottom catamaran* ini sebanyak 8 buah. Adapun spesifikasi *life buoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut:

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

2. *Life Jacket*

Kriteria ukuran *life jacket* menurut LSA code II/2.2 dapat dilihat pada Tabel 6. 3.

Tabel 6. 3 Kriteria Ukuran *Life Jacket*

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

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

- a. Sebuah *life jacket* harus tersedia untuk setiap orang di atas kapal, dan dengan ketentuan:
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *life jacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *life jacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi di dalam kapal.

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

3. *Life Raft*

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

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

Memperhitungkan kapasitas penumpang sebanyak 50 orang dan 5 orang kru kapal, maka diperlukan 2 *inflatable life raft* dengan kapasitas per unit 30 orang. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/21-1.43, liferaft dipasang di setiap sisi kapal. Perencanaan letak *inflatable life raft* adalah pada geladak di atas *passenger deck*.

4. *Line Throwing Appliances*

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

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

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

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

5. *Muster / Assembly Station*

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

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

6. *Escape Routes*

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

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

7. *Visual Signal*

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

8. *Radio and Navigation*

- a. *Search and Rescue Radar (SART)*

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

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

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

c. *Radio Telephone Apparatus*

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

• ***Life Saving Appliances***

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

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

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

2. *Fixed CO₂ fire system*

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

3. *Sprinkler*

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

4. *Portable CO₂ fire extinguisher*

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

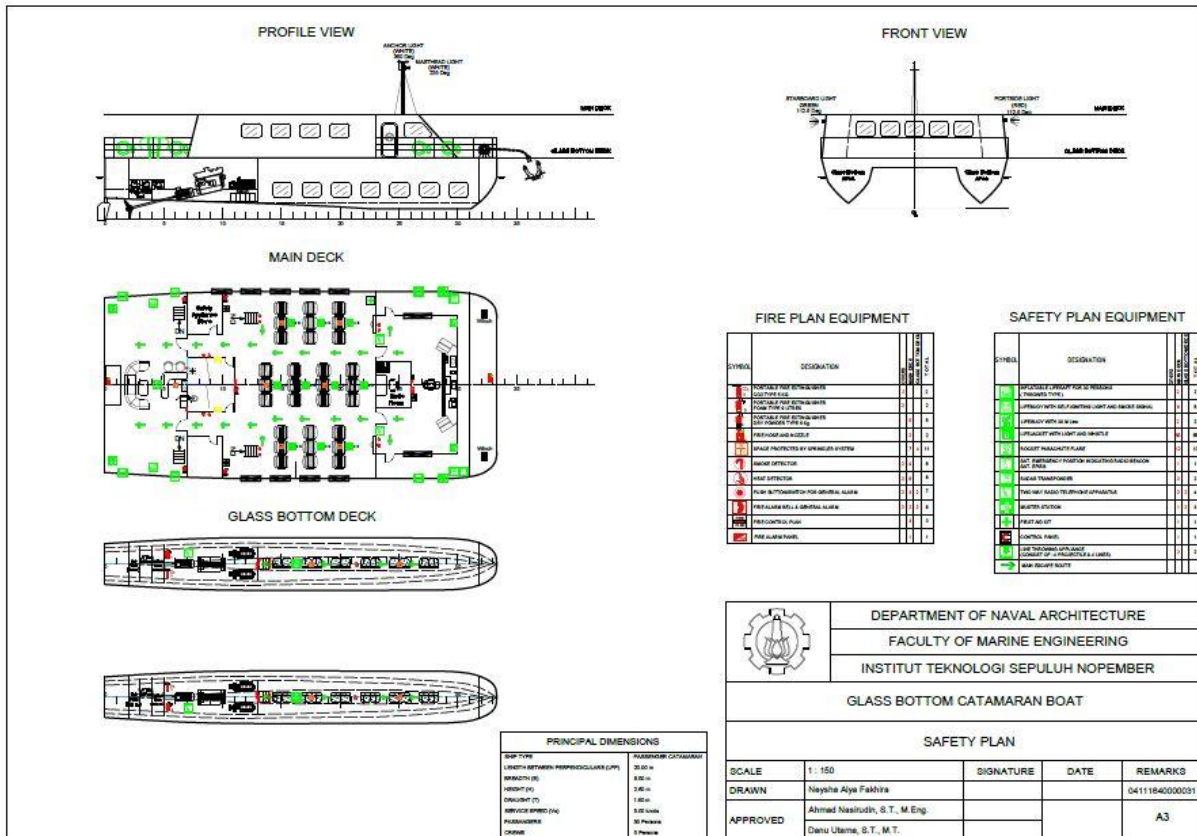
5. *Portable foam extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

6. *Portable dry powder extinguisher*

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

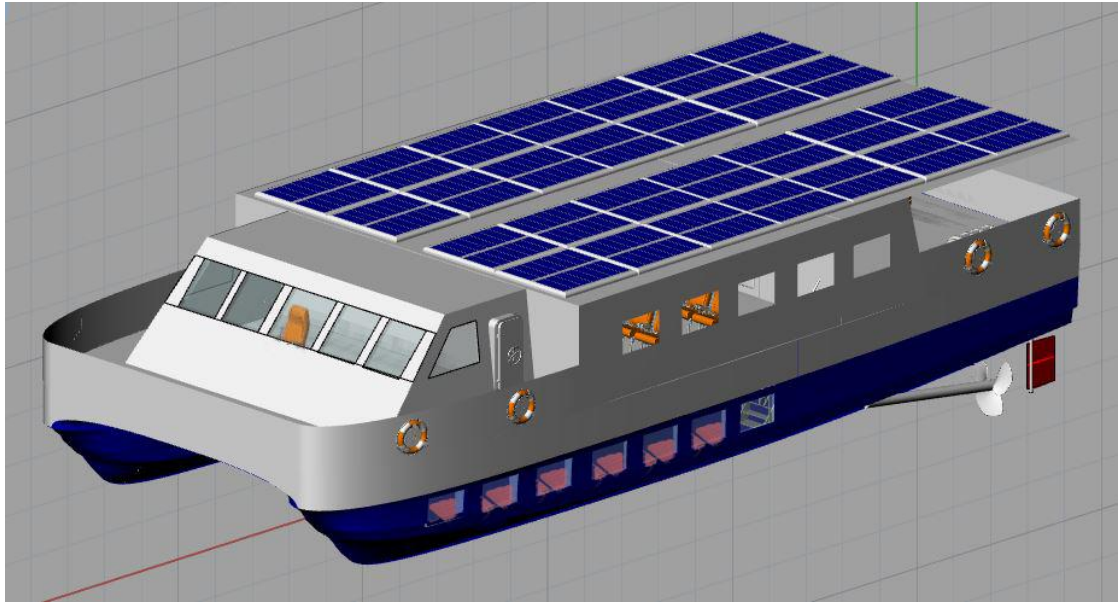
Adapun perencanaan keselamatan dan pemadam kebakaran yang digunakan untuk *glass bottom catamaran boat* dapat dilihat pada Gambar 6. 4.



Gambar 6. 4 Desain *Safety Plan*

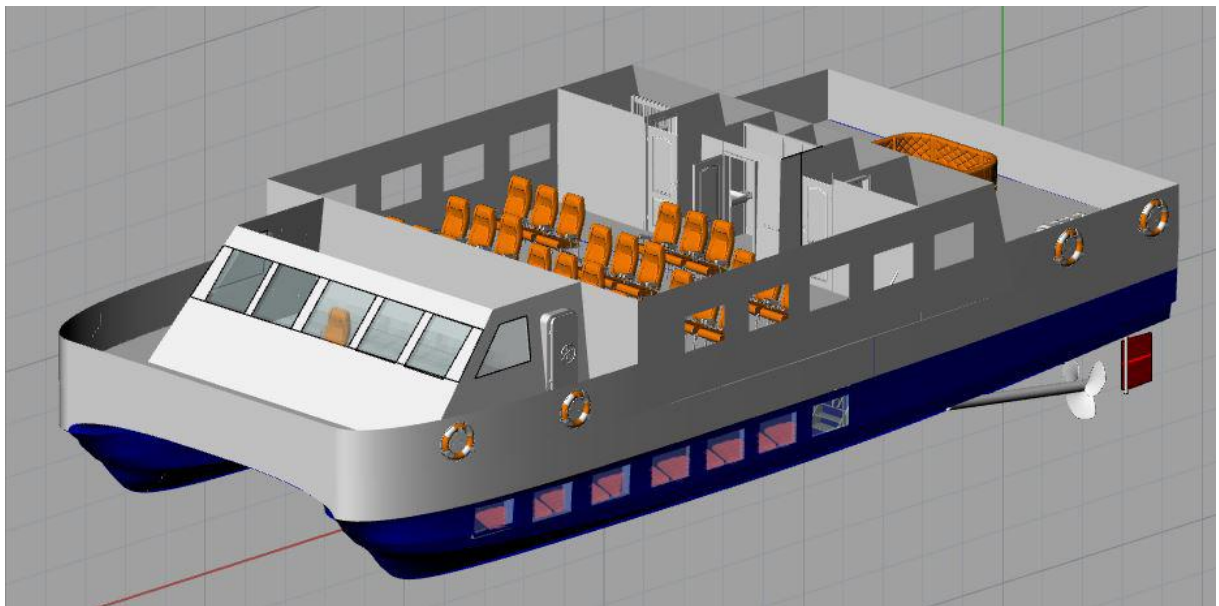
6.6. **Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (3D Modelling)**

Setelah dilakukan pemodelan Rencana Umum, selanjutnya pemodelan 3D dapat dilakukan dengan proyeksi dari Rencana Umum. Pengerjaan pemodelan 3D dibantu dengan dua *software* yaitu Maxsurf Modeler Advanced untuk lambung kapal dan Rhinoceros untuk bangunan atas kapal dan bagian dalam kapal. Model 3D kapal dapat dilihat pada Gambar 6. 5.



Gambar 6. 5 Model 3D *Glass Bottom Catamaran Boat*

Dapat dilihat model 3D interior kapal pada Gambar 6. 6. Di mana terdapat kursi-kursi penumpang pada *main deck*, dan pada bagian belakang kapal terdapat sofa untuk bersantai. Kapal juga dilengkapi dengan toilet, kamar mandi, ruang akomodasi untuk *crew*, serta tempat penyimpanan. Pada bagian depan terdapat *navigation room*.



Gambar 6. 6 Bagian Interior Kapal Tampak 3D

Dapat dilihat model 3D interior *glass bottom area* kapal pada Gambar 6. 7.



Gambar 6. 7 Interior *Glass Bottom Area*

BAB 7 ANALISIS EKONOMIS

7.1. Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya baja kapal, biaya akrilik untuk material *underwater window*, biaya peralatan dan perlengkapan kapal, biaya motor penggerak kapal, biaya komponen kelistrikan, serta biaya komponen fasilitas umum. Pada Tabel 7. 1 hingga Tabel 7. 5 akan dijabarkan secara rinci perhitungan biaya pembangunan kapal *glass bottom catamaran*.

Tabel 7. 1 Biaya Pelat dan Elektroda

No	Item	Value	Unit
Pelat Keseluruhan dan Elektroda	Pelat Lambung		
	<i>Tebal Pelat = 6 mm</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/SGCC-JIS-Zinc-Coated-Sheet-Hot_60797744042.html?spm=a2700.7724857.normalList.38.49f75ff8OK842o</i>		
	Harga	\$ 685.00	USD/ton
	Berat pelat keseluruhan	12.82	ton
	Harga Pelat keseluruhan	\$ 8,778.52	USD
		Rp 123,311,837.30	IDR
	Pelat Geladak		
	<i>Tebal Pelat = 4 mm</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/Free-Sample-Zinc-Cold-Rolled-GI_60313457340.html?spm=a2700.7724857.normalList.30.4c5084310czQOS</i>		
Harga	\$ 600.00	USD/ton	
Berat pelat keseluruhan	9.37	ton	
Harga Pelat keseluruhan	\$ 5,622.42	USD	
	Rp 8,978,150.60	IDR	
Pelat Keseluruhan dan Elektroda	Konstruksi		
	<i>Tebal Pelat = 4 mm</i>		
	Harga	\$ 600.00	USD/ton
	Berat keseluruhan	5.55	ton
	Harga Pelat keseluruhan	\$ 3,327.91	USD
	Rp 46,747,129.76	IDR	

Pelat Keseluruhan dan Elektroda	No	Item			Value	Unit	
	4	<i>Acrylic</i>					
		<i>(Glass Bottom Deck)</i>					
		<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/Perspex-Polypropylene-Plate-Brand-New-Low_62429254334.html?spm=a2700.7724857.normalList.97.522e4b67g929fn</i>					
		Harga				\$ 6.50	USD/pcs
		Berat pelat keseluruhan				35.00	pcs
		Harga Pelat keseluruhan				\$ 227.50	USD
					Rp 3,195,692.50	IDR	
	5	Elektroda					
		<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat Floating Structure)</i>					
<i>Sumber: Nikko Steel - Aneka Maju.com</i>							
Harga					39.94	USD/ton	
Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)					0.769	ton	
Harga Elektroda					30.71	USD	
				Rp 431,364.82	IDR		
Total Harga Pelat Keseluruhan dan Elektroda					Rp 252,664,174.98	IDR	

Berdasarkan perhitungan biaya pelat dan elektroda yang terdapat pada Tabel 7. 1, biaya yang dikeluarkan adalah sebesar **Rp 252,664,174.98**. Diketahui bahwa kurs yang didapat dari Bank Indonesia per 20 Desember 2019 adalah 1 USD = Rp. 14,047.00. Kemudian dapat dilihat pada Tabel 7. 2 biaya untuk fasilitas umum dan *navigation room*.

Tabel 7. 2 Perhitungan Biaya Fasilitas Umum dan *Navigation Room*

Akomodasi	No.	Item	Qty	Value	Total	Unit	
	1	Passenger Area (Main Deck)					
		Akomodasi Crew	1	lot	Rp25,470,000	Rp25,470,000	IDR
		Akomodasi Penumpang	1	lot	Rp155,092,890	Rp155,092,890	IDR
		Navigation Room	1	lot	Rp163,319,323	Rp163,319,323	
		Total Akomodasi				Rp343,882,213	IDR
	2	Passanger Area (Bottom)					
		Total Akomodasi Passanger Area	1	lot	Rp138,457,500	Rp138,457,500	IDR
	3	Kamar Mandi					
		Total Kebutuhan Kamar Mandi	1		Rp5,513,000	Rp5,513,000	IDR
	Total Kebutuhan WC	1		Rp3,350,000	Rp3,350,000	IDR	
Total Harga Perabotan Fasilitas Umum dan Ruang Navigasi					Rp491,202,713	IDR	

Berdasarkan Tabel 7. 3 dapat diketahui bahwa total harga perabotan fasilitas umum dan ruang navigasi sebesar **Rp 491,202,713**.

Tabel 7. 3 Perhitungan Biaya Sistem dan Kelistrikan

Sistem dan Kelistrikan	No	Item	Qty		Value	Unit
	1	Main Genset	4	\$15,600	\$62,400	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	2	Electric Motor	2	\$5,580	\$11,160	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	3	Main Engine	2	\$47,200	\$94,400	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	4	Emergency Genset	1	\$3,000	\$3,000	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	5	Solar Panel	55	\$640	\$35,200	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	6	Battery	10	\$5,485	\$54,850	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	7	Pompa dan Perpipaan	1	\$19,376	\$19,376	USD
		Shipping Cost		\$500	\$500	USD
	8	Propeller	2	\$416	\$831	USD
	Shipping Cost		\$500	\$500	USD	
9	Sistem Alarm	1	\$29,677	\$29,677	USD	
	Shipping Cost		\$500	\$500	USD	
Total Biaya Sistem dan Kelistrikan					\$315,395	USD
					Rp 4,430,347,458.27	IDR

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 7. 4 dapat diketahui biaya pembangunan yang dibutuhkan untuk sistem dan kelistrikan sebesar **Rp 4,430,347,458.27**. Adapun sistem dan kelistrikan yang diperhitungkan sudah termasuk penggunaan sistem *hybrid*.

Tabel 7. 4 Perhitungan Biaya Peralatan Navigasi dan Komunikasi

Peralatan Navigasi dan Komunikasi	No.	Item	Qty		Value	Unit
	1	Peralatan Navigasi				
	a.	Radar	1	\$5,000	\$5,000	USD
	b.	Kompas	1	\$55	\$55	USD
	c.	GPS	1	\$4,000	\$4,000	USD
	d.	Lampu Navigasi				
	- Masthead Light	1	\$10	\$10	USD	
	- Anchor Light	1	\$9	\$9	USD	

	- Starboard Light	1	\$12	\$12	USD
	- Portside Light	1	\$12	\$12	USD

No.	Item	Qty		Value	Unit
e.	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	1	\$13,500	\$13,500	USD
f.	Automatic Identification System (AIS)	1	\$1,400	\$1,400	USD
g.	Telescope Binocular	1	\$60	\$60	USD
Total Peralatan Navigasi				\$24,058	USD
				Rp 337,938,511.90	IDR
2	Peralatan Komunikasi				
a.	Radiotelephone (set)	1	\$300	\$300	USD
b.	Navigational Telex (Navtex)	1	\$1,000	\$1,000	USD
c.	EPIRB	1	\$300	\$300	USD
d.	SART	2	\$280	\$560	USD
e.	SSAS	1	\$19,500	\$19,500	USD
f.	Portable 2-way VHF Radiotelephone	2	\$350	\$700	USD
Total Peralatan Navigasi				\$ 22,360.00	USD
				Rp 314,090,920.00	IDR
Total Peralatan Navigasi dan Komunikasi				Rp 652,029,431.90	IDR

Tabel 7. 5 menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk peralatan navigasi dan komunikasi, yaitu sebesar **Rp 652,029,431.90**.

Tabel 7. 5 Perhitungan Biaya *Equipment & Outfitting*

Equipment & Outfitting	No.	Item	Qty		Value	Unit
	1	Life Jacket	55	Rp 652,800.00	Rp 35,904,000.00	IDR
	2	Lifebuoy	8	Rp 237,500.00	Rp 1,900,000.00	IDR
	3	Liferaft	2	Rp 13,000,000.00	Rp 26,000,000.00	IDR
	4	Jangkar	3	Rp 14,047,000.00	Rp 42,141,000.00	IDR
	5	Perlengkapan Pemadam Kebakaran	1	Rp 69,353,000.00	Rp 69,353,000.00	IDR
Total Biaya Safety Appliances					Rp 175,298,000.00	IDR

Berdasarkan Tabel 7. 5 dapat diketahui bahwa biaya yang dibutuhkan untuk peralatan dan perlengkapan kapal sebesar **Rp 175,298,000.00**. Adapun rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal dapat dilihat pada Tabel 7. 6.

Tabel 7. 6 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal

Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal				
Rekapitulasi	1	Pelat Keseluruhan dan Elektroda	Rp 252,664,174.98	IDR
	2	Akomodasi	Rp 491,202,713.00	IDR
	3	Peralatan Navigasi dan Komunikasi	Rp 652,029,431.90	IDR
	4	Sistem dan Kelistrikan	Rp 4,430,347,458.27	IDR
	5	Equipment & Outfitting	Rp 175,298,000.00	IDR
	Total		Rp 6,001,541,778.15	IDR

Maka, diketahui dari Tabel 7. 6 bahwa biaya pembangunan kapal sebesar **Rp 6,001,541,778.15**.

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi. Selanjutnya, untuk menentukan harga jual kapal maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak, inflasi dan biaya produksi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada Tabel 7. 7.

Tabel 7. 7 Koreksi Keadaan Ekonomi pada Biaya Pembangunan Kapal

No.	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>15% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	Rp 1,080,277,520.00	IDR
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	Rp 360,092,506.00	IDR
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>		
	<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	Rp 1,800,462,533.00	IDR
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		Rp 3,240,832,560.00	IDR

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 7. 7, diketahui total biaya koreksi keadaan ekonomi sebesar **Rp 3,240,832,560.20**. Maka, didapatkan harga setiap komponen sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Harga jual} &= \text{Biaya Pembangunan Kapal} + \text{Biaya Koreksi} \\ &= \text{Rp } 10,442,682,694.00 \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan harga pembangunan kapal sebesar **Rp 10,442,682,694.00**.

7.2. Perhitungan Biaya Operasional

Untuk memenuhi biaya pembangunan tersebut maka dilakukan peminjaman uang kepada bank. Bank yang dipilih terdapat banyak pilihan akan tetapi dalam perhitungan ini dalam peminjaman bank yang dipilih adalah Bank Mandiri. Bank Mandiri sendiri memiliki ketentuan mengenai kredit investasi. Rinciannya adalah sebagai berikut:

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

Berdasarkan ketentuan tersebut, maka rincian mengenai kredit investasi kepada Bank Mandiri dapat dilihat di lampiran, dan untuk penjelasan hanya berupa hasil rekapitulasi biaya operasional *Glass Bottom Catamaran*, yakni seperti yang dapat dilihat pada Tabel 7. 8.

Tabel 7. 8 Rekapitulasi Biaya Operasional *Glass Bottom Catamaran*

No	Item	Value	Unit
1	Bahan Bakar Fuel Oil		
	Harga Minyak Bakar (MFO) Region Jawa Tengah (<i>Sumber: pertamina.com</i>)	Rp 10,560.00	per liter
	Asumsi Operasional Fuel Oil	0.5	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	90	liter/jam
	Biaya Pemakaian	Rp 50,400.00	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 346,896,000.00	per tahun
2	Bahan Bakar Diesel Oil		
	Harga Marine Diesel Oil Region Jawa Tengah (<i>Sumber: pertamina.com</i>)	Rp 9,600.00	per liter
	Asumsi Operasional Diesel Oil	8	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	35.8	liter/jam
	Biaya Pemakaian	Rp 2,749,440.00	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 1,003,545,600.00	per tahun
3	Bahan Bakar Lubricating Oil		
	Harga LO (<i>Sumber: iprice.co.id</i>)	Rp 28,000.00	per liter
	Asumsi Operasional Lubricating Oil	1	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	36	liter/jam
	Biaya Pemakaian	Rp 1,008,000.00	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 367,920,000.00	per tahun

No	Item	Value	Unit
4	Biaya Freshwater		
	Harga Fresh Water Jepara (Sumber: medcom.co.id)	Rp 60.00	per liter
	Asumsi Operasional FW	9	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	1.00449	liter/hari
	Biaya Pemakaian	Rp 542.43	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 197,985.25	per tahun
5	Biaya Berlabuh		
	Biaya Labuh (Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia)	Rp 73.00	per GT/kunjungan
	GT	47.266	GT
	Total Biaya Labuh	Rp 27,603.34	per hari
		Rp 10,075,220.56	per tahun
6	Gaji Crew Offshore		
	Jumlah Crew	5	orang
	Gaji Crew Per bulan	Rp 5,000,000.00	per orang
	Gaji Crew Per tahun	Rp 60,000,000.00	per orang
	Total Gaji Crew per tahun	Rp 300,000,000.00	per tahun
7	Biaya Perawatan (Dayusari, 2017)		
	Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>	Rp 423,028,705.94	per tahun
8	Biaya Asuransi (Watson,1998)		
	Diasumsikan 1% total dari <i>Building Cost</i>	Rp 42,302,870.59	per tahun
9	Pinjaman Bank Mandiri (Dayusari, 2017)		
	Building Cost	Rp4,230,287,059.44	
	Pinjaman dari Bank	65%	
	Nilai Pinjaman	Rp 2,749,686,588.63	
	Bunga Bank (Bank Mandiri, 2019)	9.60%	per tahun
	Nilai Bunga Bank	Rp 263,969,912.51	per tahun
	Lama Pinjaman	15	tahun
	Pembayaran Cicilan Pinjaman	1 x	per tahun
	Nilai Cicilan Pinjaman	Rp 447,282,351.75	per tahun
Total Biaya Operasional		Rp 2,941,248,734.10	IDR

Maka dari perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa biaya operasional kapal yang dikeluarkan sebesar **Rp 2,941,248,734.10**.

7.3. Payback Period

Pada penentuan harga tiket wisata diklasifikasikan menjadi dua jenis tiket, yakni tiket *weekdays* (Selasa – Jumat) dan *weekend* (Sabtu dan Minggu). Di mana hari Senin tidak termasuk hari operasional kapal. Masing-masing jenis tiket tersebut diklasifikasikan lagi menjadi dua, yaitu tiket dewasa dan tiket anak-anak. Harga tiket yang direncanakan untuk

wisata di Kepulauan Karimunjawa (Pulau Karimunjawa – Pulau Cemara Kecil – Pulau Menjangan Kecil – Pulau Menjangan Besar) dapat dilihat pada Tabel 7. 9.

Tabel 7. 9 Perencanaan Harga Tiket Wisata *Glass Bottom Catamaran Boat Low Season*

Klasifikasi Tiket	Low Season			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Dewasa - <i>Weekdays</i>	Rp 350.000	Rp 325.000	Rp 300.000	Rp 275.000
Tiket Dewasa - <i>Weekend</i>	Rp 400.000	Rp 375.000	Rp 350.000	Rp 325.000
Tiket Anak-Anak - <i>Weekdays</i>	Rp 275.000	Rp 250.000	Rp 225.000	Rp 200.000
Tiket Anak-Anak - <i>Weekend</i>	Rp 325.000	Rp 300.000	Rp 275.000	Rp 250.000
Klasifikasi Tiket	Peak Season			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Dewasa - <i>Weekdays</i>	Rp 525.000	Rp 500.000	Rp 475.000	Rp 450.000
Tiket Dewasa - <i>Weekend</i>	Rp 600.000	Rp 575.000	Rp 550.000	Rp 525.000
Tiket Anak-Anak - <i>Weekdays</i>	Rp 412.500	Rp 387.500	Rp 362.500	Rp 337.500
Tiket Anak-Anak - <i>Weekend</i>	Rp 487.500	Rp 462.500	Rp 437.500	Rp 412.500

Pembagian perencanaan harga tiket tersebut dilakukan agar mengetahui nilai NPV dan IRR pada tiap harga perencanaan untuk dilihat pada harga atau nilai berapakah harga perencanaan tiket memiliki nilai yang paling relevan. Kemudian didapatkan rekapitulasi *payback period* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 7. 10.

Tabel 7. 10 Rekapitulasi *Payback Period*

	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Penumpang 100%	2 Tahun 3 Bulan 3 Hari	3 Tahun 9 Bulan 3 Hari	4 Tahun 4 Bulan 5 Hari	5 Tahun 2 Hari
Penumpang 80%	5 Tahun 3 Bulan 3 Hari	6 Tahun 4 Bulan 5 Hari	7 Tahun 5 Bulan	9 Tahun

Berdasarkan Tabel 7. 10 diketahui *payback period* dengan variasi harga tiket dan banyaknya penumpang.

7.4. *Net Present Value (NPV)*

Net Present Value merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon factor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/keuntungan dari proyek yang direncanakan.

Arus kas masuk dan keluar yang didiskonkan pada saat ini (*present value/PV*) yang dijumlahkan selama masa hidup dari proyek tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$PV = \frac{Rt}{(1 + i)^t}$$

Keterangan:

Rt = Arus kas bersih dalam waktu t

i = Suku bunga yang dikeluarkan

t = Waktu arus kas

Dari perhitungan biaya pembangunan dan operasional kapal, maka dapat dilakukan perhitungan NPV. Perhitungan yang dilakukan kemudian dilihat berdasarkan Tabel 7. 11.

Tabel 7. 11 Arti Perhitungan NPV terhadap Keputusan Investasi yang akan dilakukan

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

7.5. Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah tingkat bunga dimana nilai NPV dari semua *cash flows* (positif ataupun negatif) dari suatu proyek atau investasi bernilai nol. IRR digunakan untuk mengevaluasi daya tarik dari suatu proyek atau investasi (Erlangga, 2018). Jika nilai IRR lebih besar dari bunga pinjaman maka investasi dapat diterima dan sebaliknya. Perhitungan IRR sama dengan perhitungan NPV namun butuh variabel *interest rate* kedua yang berdekatan dengan *interest rate* yang pertama untuk menghitungnya. Hasil perhitungan NPV dan IRR dapat dilihat pada Tabel 7. 12.

Tabel 7. 12 Rekapitulasi Perhitungan NPV dan IRR

Harga Tiket	Penumpang	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 11.699.323.092,14	27%	2 Tahun 3 Bulan 3 Hari	Layak
	80%	Rp 4.444.546.709,49	18%	5 Tahun 3 Bulan 3 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 9.404.204.236,52	24%	5 Tahun 6 Bulan	Layak
	80%	Rp 2.608.451.624,99	15%	10 Tahun 9 Bulan 27 Hari	Layak

Harga Tiket	Penumpang	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 3	100%	Rp 7.109.085.380,91	21%	6 Tahun 6 Bulan 3 Hari	Layak
	80%	Rp 772.356.540,50	13%	13 Tahun 1 Bulan 24 Hari	Layak
Versi 4	100%	Rp 4.813.966.525,29	18%	5 Tahun 2 Hari	Layak
	80%	Rp 1.063.738.544,00)	10%	9 Tahun	Layak

BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dari segi teknis maupun ekonomis, maka dari Tugas Akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis ekonomis, berupa *forecasting* untuk data wisatawan di Kepulauan Karimunjawa dan kapasitas penumpang yang dapat diangkut oleh kapal wisata *existing*, didapatkan *payload* sebanyak 50 orang.
2. Ukuran utama *Glass Bottom Catamaran Boat* yang didapatkan adalah:
 - *Length Between Perpendicular* (L_{pp}) = 20 meter
 - *Breadth* (B) = 9.50 meter
 - *Height* (H) = 2.60 meter
 - *Draught* (T) = 1.60 meter
 - *Block Coefficient* (C_B) = 0.397
 - *Service Speed* (V_s) = 5 knot
3. Berdasarkan analisis teknis yang dilakukan, didapatkan hambatan kapal sebesar 148.6 kN yang didapatkan dari Maxsurf Resistance dengan metode *Slender Body*. Sehingga daya yang dibutuhkan mesin sebesar 1072 kW yang menggunakan dua mesin penggerak, yaitu *diesel engine* dan *electric motor*. Didapatkan *Light Weight Tonnage* (LWT) sebesar 43.272 ton dan *Dead Weight Tonnage* (DWT) sebesar 7.574 ton, di mana *displacement* kapal yaitu sebesar 57.26 ton, maka didapatkan margin *displacement* yaitu sebesar 8.76%. *Freeboard* minimum kapal sebesar 0.291 m. Kondisi stabilitas kapal telah memenuhi keempat kriteria yang disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) pada *BKI Vol. VII, Section 5-Safety Requirements, C 1.2.21* dan kriteria *trim* berdasarkan SOLAS Reg. II-1/5-1 Part B-1. *Glass Bottom Catamaran Boat* memenuhi kriteria kenyamanan dalam jangka waktu pelayaran selama 2 jam yang telah dianalisis menggunakan *Motion Sickness Incidence* (MSI), dengan ketinggian gelombang di Kepulauan Karimunjawa sebesar 0.1 – 1 m.

4. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), Rencana Keselamatan (*Safety Plan*), dan Model 3 Dimensi *Glass Bottom Catamaran Boat* dapat dilihat pada Lampiran pada Tugas Akhir ini.
5. Besar biaya total pembangunan untuk *Glass Bottom Catamaran Boat* adalah sebesar **Rp 10,442,682,693.98** dengan pemilihan klasifikasi harga tiket Versi 3 dan estimasi terjadinya *Payback Period* adalah pada waktu 6 tahun 6 bulan 3 hari, *Net Present Value* yaitu sebesar Rp 7,109,085,380.91 dan IRR sebesar 21%.

8.2. Saran

Terdapat beberapa hal yang dapat direkomendasikan Penulis terhadap penelitian berikutnya, yakni:

1. Perlu adanya analisis mengenai kekuatan akrilik sebagai material *underwater window*.
2. Perlu dilakukan analisis mengenai perhitungan ketebalan akrilik yang digunakan.
3. Perlu dilakukan analisis lebih mendalam mengenai penggunaan sumber energi *hybrid* yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A.D. dan Manik, P. (2011). Perancangan Kapal untuk Menunjang Kegiatan Pariwisata di Waduk Jatiluhur, Purwakarta. Purwakarta.
- Arianto, W. (2016). Desain Kapal Wisata Katamaran untuk Kepulauan Karimunjawa. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
- Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). (2013). *Rules for the Classification and Construction Part 3 Special Ship. BKI Vol.VII: Rules for Small Vessels up to 24 m*. Jakarta: BKI.
- Bunari, M.B. (2013). Studi Perbandingan Perencanaan Kapal Katamaran dan Monohull Sebagai Kapal Riset di perairan Bengkalis, Riau. Surabaya: Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Jawa Tengah. (2018). Karimunjawa Mengejar Raja Ampat. Diambil dari: <http://visitjawatengah.jatengprov.go.id/detailnews.php?85203ae86f2de2662ca5b6d614fbe495-4672-Karimunjawa%20Mengejar%20Raja%20Ampat> (diakses pada 10 Mei 2019, pukul 21.30)
- Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Jepara. (2018). Statistik Kunjungan Wisatawan. Jepara: Dinas Pariwisata dan Kebudayaan.
- Erlangga, R.N. (2018). Desain *High-Speed Passenger Craft (Ferry Hydrofoil)* untuk Daerah Pelayaran Batam – Singapura. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
- Firdaus, M.F. (2017). Kajian Potensi Energi Surya di Indonesia. Diambil dari: <https://icare-indonesia.org/kajian-potensi-energi-surya-di-indonesia-2/> (diakses pada 16 Desember 2019, pukul 22.35)
- Geertsma, R.D., Hopman, J.J., Negenborn, R.R., Visser, K. (2017). *Design and Control of Hybrid Power and Propulsion Systems for Smart Ships: A Review of Developments. Department of Maritime and Transport Technology, Delft University of Technology, The Netherlands*.
- Get My Boat. Catamaran Glass Bottom Boat in Las Palmas*. Diambil dari: <https://www.getmyboat.com/trips/RKdbEgaZ/> (diakses pada 12 Januari 2020, pukul 17.10)
- Hamdani, M.A., Jamaluddin, A., Utama, I.K.A.P. (2010). Kajian Interferensi Koefisien Hambatan pada Lambung Katamaran melalui Komputasi ‘*Slender Body Method*’. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hendrayati, H. Deret Berkala dan Peramalan. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Hidayat, A. (2016). Desain Kapal Penumpang *Hybrid* Berbahan Dasar HDPE Untuk Rute Sumenep-Gili Labak, Kabupaten Sumenep-Madura. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
- IMO. Intact Stability Code, Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. London, UK : IMO.
- Koenhardono, E.S. dan Putri, D.P. (2016). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik *Hybrid* (Sel Surya dan Diesel Generator) pada Kapal Tanker. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
- Kurniawati, H. A. (2017). *Ship Outfitting*. Surabaya: ITS
- Papanikolaou, A. (2014). *Ship Design: Methodologies of Preliminary Design*. Jerman: Hamburgische Schiffbau Versuchsanstalt.
- Parsons, Michael G. 2001. *Parametric Design, Chapter 11*. University of Michigan, Departement of Naval Architecture and Marine Engineering.
- Satriawansyah, M.H. (2016). Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa.
- Setiawan, F., Sholihin, Wahyudi. (2005). Pengaruh Spektrum Gelombang terhadap Stabilitas Batu Pecah pada Permukaan *Cellular Cofferdam* Akibat Gelombang *Overtopping*. Surabaya: Jurusan Teknik Kelautan ITS.
- Shani, R. (2016). Pesona Bawah Laut Karimunjawa. Diambil dari: <https://www.medcom.id/rona/wisata-kuliner/yKX45ODK-pesona-bawah-laut-karimunjawa> (diakses pada 8 Maret 2019, pukul 20.25)
- Utama, I.K.A.P. (2012). Studi Awal Pengembangan Kapal Ikan Katamaran dengan Penggerak Hybrid. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
- Wijnolst, N. (1996). *Design Innovation in Shipping*. Stevinweg: Delft University Pres.
- Windia, P. (2016). Desain Glass Bottom Catamaran untuk Menunjang Wisata Kepulauan *Seribu*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
- Works Boat International. Vessel Type: Glass Bottom Boat*. Diambil dari: <http://www.workboatsinternational.com/glass-bottom-catamaran-ngb708.html> (diakses pada 20 Agustus 2019, pukul 13.45)

LAMPIRAN

Lampiran A	Perhitungan Analisis Teknis Desain <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>
Lampiran B	Perhitungan Analisis Ekonomis Desain <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>
Lampiran C	Desain Rencana Garis <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>
Lampiran D	Desain Rencana Umum <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>
Lampiran E	Desain <i>Safety Plan Glass Bottom Catamaran Boat</i>
Lampiran F	Model 3D <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i>

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS DESAIN
GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT

Ukuran utama kapal					
L _{pp}	=	20,0	m	ST =	2
B	=	9,5	m		6,99
B1	=	2,75	m		
H	=	2,6	m		
T	=	1,60	m		
S	=	6,8	m		
Vs	=	5,00	knot	=	2,57 m/s

Memeriksa Perbandingan Ukuran Utama					
Length to Breadth 1					
L/B1	=	7,27	→	6 < L/B1 < 11	
Length to Height					
L/H	=	7,69	→	6 < L/H < 11	
Breadth to Height					
B/H	=	3,65	→	0.7 < B/H < 4.1	
Distance between Demihull to Length					
S/L	=	0,34	→	0.2 < S/L < 0.5	
Distance between Demihull to Breadth 1					
S/B1	=	2,45	→	1 < S/B1 < 4	
Breadth 1 to Draught					
B1/T	=	1,719	→	1 < B1/T < 3	
Breadth 1 to Breadth					
B1/B	=	0,2895	→	0.15 < B1/B < 0.3	
Distance between Demihull to Breadth 1					
S/B1	=	2,45	→	1 < S/B1 < 4	

Froude Number		
Fn	=	$Vs/\sqrt{g} \times Lwl$
	=	0,183478

Total Δ		
Δ	=	Didapatkan dari Maxsurf Modeler Advanced
	=	28630 kg (1 lambung)
	=	28,63 ton
	=	57260 kg (2 lambung)
	=	57,26 ton

Volume Displacement (V)		
V	=	Δ/ρ
	=	27,93171 m ³ (1 hull)
V _{tot}	=	55,86341 m ³ (2 hull)

Block Coefficient (Cb)		
C _B	=	Didapatkan dari Maxsurf Modeler Advanced
	=	0,397

Midship Coefficient (Cm)		
C _m	=	Didapatkan dari Maxsurf Modeler Advanced
	=	0,566

Prismatic Coefficient (Cp)		
C _p	=	Didapatkan dari Maxsurf Modeler Advanced
	=	0,731

Waterplan Coefficient (Cwp)		
C _{wp}	=	Didapatkan dari Maxsurf Modeler Advanced
	=	0,791

CALA SAN VICENTE



Unit Conversion			
$\rho_{\text{air laut}}$	=	1,025	ton/m ³
	=	1025	kg/m ³
1 knot	=	1852	nm/hour
	=	0,514	m/s

External Factor			
gravity	=	9,81	m/s ²
suhu air la	=	77	°F
g	=	1,01E-05	ft2/s

Draught: -

Speed recorded (Max / Average): 15.1 / 13.5 knots

[ITINERARIES HISTORY](#) > [LATEST POSITIONS](#) >

Class B AIS static data received at: 2019-10-29 18:02 LT (UTC +1)

Latest Position

Position Received: 2019-10-29 17:15 UTC
Vessel's Time Zone: UTC +1
Area: WMED - Balearic Sea
Latitude / Longitude: 38.98389° / 1.540908°
Status: Class B
Speed/Course: 1.7kn / 128°
AIS Source: 2805

[Nearby Vessels](#) >

Speed (knot)	Fn (LWL)	Fn (Vol)	Slender Body Resist (kN)	Slender Body Power (kN)	Wyman Resist (kN)	Wyman Power (kN)
0,000	0,000	0,000	--	--	--	--
0,250	0,009	0,021	0,0	0,001	0,0	0,003
0,500	0,018	0,041	0,0	0,009	0,1	0,026
0,750	0,028	0,062	0,1	0,031	0,2	0,086
1.000	0,037	0,083	0,1	0,077	0,3	0,205
1.250	0,046	0,104	0,2	0,149	0,5	0,400
1.500	0,055	0,124	0,3	0,276	0,7	0,692
1.750	0,065	0,145	0,5	0,659	0,9	1.099
2.000	0,074	0,166	2,6	3.509	1,2	1.640
2.250	0,083	0,187	7,7	11.811	1,5	2.335
2.500	0,092	0,207	14,5	24.929	1,9	3.203
2.750	0,102	0,228	21,1	39.892	2,3	4.263
3.000	0,111	0,249	27,8	57.305	2,7	5.535
3.250	0,120	0,269	33,4	74.387	3,2	7.037
3.500	0,129	0,290	39,3	94.412	3,7	8.790
3.750	0,138	0,311	46,0	118.376	4,2	10.811
4.000	0,148	0,332	52,1	142.852	4,8	13.120
4.250	0,157	0,352	60,0	174.799	5,4	15.737
4.500	0,166	0,373	66,3	204.666	6,1	18.681
4.750	0,175	0,394	72,3	235.638	6,7	21.971
5.000	0,185	0,415	81,5	279.428	7,5	25.625
5.250	0,194	0,435	85,7	308.684	8,2	29.665
5.500	0,203	0,456	93,0	350.962	9,0	34.107
5.750	0,212	0,477	103,7	408.965	9,9	38.973
6.000	0,221	0,497	108,8	447.669	10,8	44.281
6.250	0,231	0,518	116,3	498.594	11,7	50.050
6.500	0,240	0,539	129,6	577.963	12,6	56.299
6.750	0,249	0,560	143,4	663.920	13,6	63.048
7.000	0,258	0,580	148,6	714	14,6	70.316
7.250	0,268	0,601	150,2	746.950	15,7	78.122
7.500	0,277	0,622	149,5	769.049	16,8	86.486
7.750	0,286	0,643	151,7	806.657	18,0	95.426
8.000	0,295	0,663	158,6	870.081	19,1	104.962
8.250	0,305	0,684	165,2	934.797	20,3	115.113
8.500	0,314	0,705	171,7	1.001.087	21,6	125.898
8.750	0,323	0,725	179,2	1.075.304	22,9	137.336
9.000	0,332	0,746	185,1	1.142.774	24,2	149.447
9.250	0,341	0,767	187,4	1.189.124	25,6	162.251
9.500	0,351	0,788	187,1	1.219.270	27,0	175.765
9.750	0,360	0,808	186,7	1.248.366	28,4	190.009
10.000	0,369	0,829	187,4	1.285.496	29,9	205.003

Required Value	
Rt	= 148600,000 N
V	= 3,601 m/s
Cb	= 0,397
1+k	= 1,375
Cf	= 0,002
Ca	= 0,000734

(ambil dari slender body)

For twin-screw ships the following equations were derived,

$$\begin{aligned}
 w &= 0.3095 C_B + 10 C_V C_B - 0.23 D/\sqrt{BT} \\
 t &= 0.325 C_B - 0.1885 D/\sqrt{BT} \\
 \eta_R &= 0.9737 + 0.111(C_P - 0.0225 lcb) + \quad (52) \\
 &\quad - 0.06325 P/D
 \end{aligned}$$

Pengertian	
D	= 1 m ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
η_b	= line bearing efficiency
η_c	= electric transmission/power conversion efficiency
η_g	= reduction gear efficiency
η_g	= en electric generator efficiency
η_h	= hull efficiency = (1 - t)/(1 - w)
η_m	= electric motor efficiency
η_o	= propeller open water efficiency
η_p	= propeller behind condition efficiency
η_r	= relative rotative efficiency
η_s	= stern tube bearing efficiency
η_t	= overall transmission efficiency

Effective Horse Power		
EHP	= $Rt \times v / 1000$	(parametric design hal 11-27)
	= 535,109	KW
	= 717,5806326	HP

Thrust Horse Power		
THP	= $TVA / 1000$	(parametric design hal 11-27)
T	= $Rt / (1 - t)$	
	= 156798,2105	
V_A	= $V (1 - w)$	(parametric design hal 11-27)
	= 3,105459372	
C_v	= $(1 + k) C_F + C_A$	(PNA vol 2 hal 162)
C_v	= 0,003712979	
w	= $0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$	(PNA vol 2 hal 163)
	= 0,137611949	; twin screw
t	= 0,052285102	(PNA vol 2 hal 163)
η_h	= $(1 - t) / (1 - w)$	(parametric design hal 11-29)
	= 1,09894252	
THP	= 486,930	KW

Delivery Horse Power		
DHP	= PT / η_p	(parametric design hal 11-29)
η_o	= 0,56	asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya
η_r	= 0,97	(PNA vol 2 hal 163)
η_p	= $\eta_o \eta_r$	(parametric design hal 11-27)
η_p	= 0,543896566	
DHP	= 895,263	KW

Shaft Power Horse		
SHP	= $PD / (\eta_b \eta_s)$	(parametric design hal 11-29)
$\eta_b \eta_s$	= untuk mesin aft	(parametric design hal 11-31)
	= 0,98	
SHP	= 913,534	KW

Brake Power Horse			
BHP	=	$PS / (\eta_T)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_T	=	;low speed diesel	<i>(parametric design hal 11-33)</i>
	=	0,98	
BHP	=	932,177	KW

Maximum Continues Rates			
MCR	=	BHP + service margin 15 %	<i>(parametric design hal 11-30)</i>
MCR	=	1072,004	KW
	=	1437,557	HP

Engine Power Requirement			
Main Engine Power	=	1072,004	KW
	=		1437,557 HP
Generator Power	=	24% Main Engine Power	
	=	257,281	KW
	=		345,0137 Hp

Required Value	
Rt	= 81500,000 N
V	= 2,570 m/s
Cb	= 0,397
1+k	= 1,375
Cf	= 0,002
Ca	= 0,000734

(ambil dari slender body)

For twin-screw ships the following equations were derived,

$$\begin{aligned}
 w &= 0.3095 C_R + 10 C_v C_B - 0.23 D/\sqrt{BT} \\
 t &= 0.325 C_B - 0.1885 D/\sqrt{BT} \\
 \eta_R &= 0.9737 + 0.111(C_P - 0.0225 lcb) + \\
 &\quad - 0.06325 P/D
 \end{aligned} \quad (52)$$

Pengertian	
D	= 1 m ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
η_b	= line bearing efficiency
η_c	= electric transmission/power conversion efficiency
η_g	= reduction gear efficiency
η_g	= en electric generator efficiency
η_h	= hull efficiency = $(1 - t)/(1 - w)$
η_m	= electric motor efficiency
η_o	= propeller open water efficiency
η_p	= propeller behind condition efficiency
η_r	= relative rotative efficiency
η_s	= stern tube bearing efficiency
η_t	= overall transmission efficiency

Effective Horse Power		
EHP	= $Rt \times v / 1000$	(parametric design hal 11-27)
	= 209,455	KW
	= 280,879155	HP

Thrust Horse Power		
THP	= $TVA / 1000$	(parametric design hal 11-27)
T	= $Rt / (1 - t)$	
	= 85996,32675	
V_A	= $V (1 - w)$	(parametric design hal 11-27)
	= 2,216337453	
C_v	= $(1 + k) C_F + C_A$	(PNA vol 2 hal 162)
C_v	= 0,003712979	
w	= $0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$	(PNA vol 2 hal 163)
	= 0,137611886	; twin screw
t	= 0,052285102	(PNA vol 2 hal 163)
η_h	= $(1 - t) / (1 - w)$	(parametric design hal 11-29)
	= 1,098942439	
THP	= 190,597	KW

Delivery Horse Power		
DHP	= PT / η_p	(parametric design hal 11-29)
η_o	= 0,56	asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya
η_r	= 0,97	(PNA vol 2 hal 163)
η_p	= $\eta_o \eta_r$	(parametric design hal 11-27)
η_p	= 0,543896566	
DHP	= 350,429	KW

Shaft Power Horse			
SHP	=	$PD/(\eta_b \eta_s)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
$\eta_b \eta_s$	=	untuk mesin aft	<i>(parametric design hal 11-31)</i>
	=	0,98	
SHP	=	357,580	KW

Brake Power Horse			
BHP	=	$PS/(\eta_T)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_T	=	;low speed diesel	<i>(parametric design hal 11-33)</i>
	=	0,98	
BHP	=	364,878	KW

Maximum Continues Rates			
MCR	=	BHP + service margin 15 %	<i>(parametric design hal 11-30)</i>
MCR	=	419,609	KW
	=	562,696	HP

Engine Power Requirement			
Main Engine Power	=	419,609	KW
	=		562,6961 HP

Penentuan Kelistrikan

Sistem Kelistrikan Kapal adalah AC
System Voltage 120,0

Daftar komponen kelistrikan kapal

Ref : <https://www.sailboat-cruising.com/boat-electrics.html>

Peralatan Listrik	Ampere	1KVA	=	0,800	KW
Anchor Light	0,9	KVA	=	Maximum Total Leg Amps. x System Voltage/1000	
Anchor windlass	15		=	25,644	
Autopilot	4	Power	=	20,5152	KW
		Efficiency			
Bilge Pump	5	Factor	=	25%	
Cabin Lights	1,8	Power	=	25,644	KW
Chart Plotter/GPS	0,8				
Chart Table Light	0,3				
Cockpit Instruments	0,3				
Cockpit Light	1				
Compass Light	0,2				
Deck Light	1,7				
Distribution Panel & DCM	0,1				
Fresh Water Pump	4				
Fridge	4				
Gas Alam	0,6				
Masthead Light	0,9				
Navigation Lights	3,7				
Navtex	0,4				
Radar (Standby)	1				
Radar (Transmit)	2,5				
SSB (Standby)	1				
SSB (Transmit)	25				
Stereo	1				
Ventilation Fans	1				
VHF (Standby)	0,3				
VHF (Transmit)	1,2				
Marine Air Conditioning	26				
Fire Fighting Pump	50				
Electric Winch	60				
Total	213,7				

Penentuan Jumlah titik lampu dalam ruangan

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan/target penerangan yang akan dicapai (Lux)

L = Panjang ruangan (m)

W = Lebar ruangan (m)

Ø = Total lumen lampu (*Lamp luminous flux*)

LLF = *Light loss factor* (faktpr cahaya rugi)

CU = *Coefficient of utilization* (Faktor pemanfaatan (50%-65%))

n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

Kuat penerangan yang dibutuhkan

Ruang permesinan

70 Pencahayaan di Lingkungan Kerja, 2014

Kafetaria

300 SNI-03-6197-2000

Ruang Permesinan

Menggunakan lampu TL LED 19 W

E	=	70 Lux
L	=	2,5 m
W	=	2,75 m
Ø	=	2300
LLF	=	0,8 (0.7 - 0.8)
CU	=	65% (50% - 65%)
n	=	1
Jumlah ruangan	=	2
N	=	$E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$
	=	0,402383 titik lampu
	=	2 titik lampu
Jumlah lampu	=	4 Lampu

Ruang Penumpang	
Menggunakan lampu LED	40 Watt
E =	200 Lux
L =	10 m
W =	9,5 m
Ø =	3000
LLF =	0,8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	1
Jumlah Ruangan =	1
N =	$E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$
=	12,17949 titik lampu
=	12 titik lampu
Jumlah Lampu =	12 Lampu

Ruang Penumpang (glass bottom)	
Menggunakan lampu LED	20 Watt
E =	150 Lux
L =	12 m
W =	2,75 m
Ø =	1500
LLF =	0,8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	1
Jumlah Ruangan =	2
N =	$E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$
=	6,346154 titik lampu
=	7 titik lampu (1 lambung)
=	14 titik lampu (2 lambung)
Jumlah Lampu =	14 Lampu

T. Penyimpanan	
Menggunakan lampu TL LED 16 W	
E =	100 Lux
L =	2 m
W =	2 m
Ø =	1600
LLF =	0,8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	1
Jumlah Ruangan =	1
N =	$E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$
=	0,480769 titik lampu
=	1 titik lampu
Jumlah Lampu =	1 Lampu

Cafe	
Menggunakan lampu LED	20 Watt
E =	300 Lux
L =	3 m
W =	9,5 m
Ø =	1500
LLF =	0,8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	1
Jumlah Ruangan =	1
N =	$E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$
=	10,96154 titik lampu
=	11 titik lampu
Jumlah Lampu =	5 Lampu

R. Navigasi	
Menggunakan lampu TL LED	20 Watt
E =	250 Lux
L =	4 m
W =	7 m
Ø =	1500
LLF =	0,8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	1
Jumlah Ruangan =	1
N =	$E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$
=	8,974359 titik lampu
=	9 titik lampu
Jumlah Lampu =	9 Lampu

Tv		
Jumlah	=	2
Watt	=	100

AC		
Jumlah	=	9
Watt	=	325

Kulkas		
Jumlah	=	2
Watt	=	100

Kompor Listrik		
Jumlah	=	2
Watt	=	600

Kebutuhan Listrik			
Nama	Jumlah	Kapasitas (W)	Kapasitas (kW)
Lampu LED	19	20	0,38
Lampu LED	12	40	0,48
Lampu TL LED	14	16	0,224
TV	2	100	0,2
AC	8	325	2,6
Kulkas	2	100	0,2
Kompor Listrik	2	600	1,2
		Total kW	5,284

1 KVA = 0.8 kW atau 800 Watt

Kebutuhan Listrik =	30,928	kW
	41,47445	HP
	38,66	kVa

Kebutuhan Listrik =	25,946	kW
	34,793586	HP
	32,4325	kVa

Kapasitas Generator

Kebutuhan Listrik 30,928 kW
 Kebutuhan Propulsi 419,6094 kW
 450,5374
 422,0374 kW
 105,5093 kW

844,0747042

PERHITUNGAN HYBRID

Solar Panel				
Type	=	HENGDA		
Number of Cells	=	54		
Dimension	=	1956 x 1310	mm	
Power	=	500	W	28,5
	=	2	kWh	110
Depth	=	45	mm	
Weight	=	26	kg	
	=	0,026	ton	

Jumlah Kebutuhan Solar Panel				
Solar Panel Power	=	2	kWh	
n	=	58,38087585	pcs	
	=	57	pcs	
W solar panel	=	1,517902772	ton	

Skema Penggunaan Solar Panel				
		Trip 1	Trip 2	
Berangkat			2	jam
Pulang				2 jam

Battery				
Type	=	Lithium-Polymer Battery Pack		
Current Hour	=	300	Ah	
Voltage	=	72	V	
Power	=	21600	Wh	
Length	=	800	mm	
Width	=	360	mm	
Height	=	250	mm	
Weight	=	265	kg	
	=	0,265	ton	

Jumlah Kebutuhan Baterai		
Kapasitas Baterai	=	21600 Wh
	=	21,6 kWh
Energi yg Dibutuhkan	=	204,1074704 kWh
Jumlah Baterai	=	9,449419927
		10 pcs
Baterai yg digunakan	=	10 pcs
Energi	=	216 kW
W battery	=	2,65 ton

Lama Pengisian Baterai		
Lama Waktu Pengisian	=	Power Dibutuhkan / (Power Baterai x Jumlah Baterai)
	=	0,9 hour

W Hybrid	=	4,167902772 ton
----------	---	-----------------

Luas Atap	145,31
Luas Solar Panel	2,489
	58,38087585

PEMILIHAN MESIN

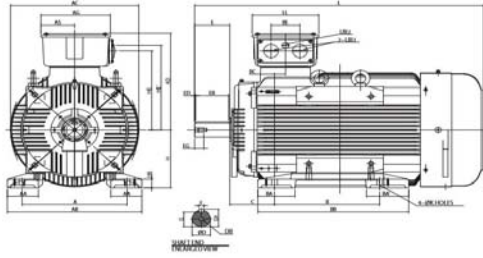
Engine Requirement			
Engine Power Requirement	652,3945 kW	=	1437,557 HP
	326,1972 kW; untuk 1 mesin	=	437,4305 HP
Electric Motor Requirement	419,6094 kW	=	562,6961 HP
	209,8047 kW; untuk 1 mesin	=	281,3481 HP
Generator Power Requirement	422,0374 kW	=	565,9521 HP
	105,5093 kW; untuk 1 mesin	=	141,488 HP
Emergency Genset	30,928 KW		
	41,47445 HP		

Main Engine			
Engine Type	=	YANMAR 6HYM-WET	
max.Power	=	368 kW	
	=	493 HP	
n(rpm)	=	1950 r/min	
Cylinder number	=	3	
Fuel Oil Consumption	=	90,0 l/h	
Lube Oil Consumption	=	18 l/h	
Dimension			
Length	=	1556 mm	
Width	=	1014 mm	
Height	=	1133 mm	
Weight	=	0,396 ton	
	=	0,792 ton	

Electric Motor			
Engine Type	=	TECO AESV2E	
max.Power	=	250 kW	
	=	335 HP	
n(rpm)	=	750 - 3000 r/min	
Current	=	517,4 A	
Dimension			
Length	=	1080 mm	
Width	=	650 mm	
Height	=	842 mm	
Weight	=	1,2 ton	
	=	2,4 ton	

Generator type			
Generator type	=	MITSUBISHI 6D16-T	
max.Power	=	-	kVA
	=	129 KW	
Diesel Oil Capacity	=	7,54 l	
Dimension			
Length	=	1335 mm	
Width	=	731 mm	
Height	=	830 mm	
Diesel Oil Consumption	=	17,9 l/h	
Weight	=	0,575 ton	

Generator type			
Generator type	=	SOLE DIESEL 45 GT/GTC	
max.Power	=	45 kVA	
	=	36 KW	
Dimension			
Length	=	1437 mm	
Width	=	740 mm	
Height	=	790 mm	
Fuel Oil Consumption	=	5,2 l/h	
Weight	=	0,56 ton	



Output (kW)				FRAME SIZE	FIG. NO.	A	AA	AB	AC	AD	AG	AS	B	B'	BA	BA'	BB	BC	BE	C	H	HA
2P	4P	6P	8P																			
75	—	—	—	280SA	7	457	110	560	550	446	255	122.5	368	—	130	130	445	48	119	190	280	32
—	75	45	37	280SB		457	110	560	550	446	255	122.5	368	—	130	130	445	48	119	190	280	32
—	75	45	37	280SC		457	110	560	550	446	255	122.5	368	—	130	130	445	48	119	190	280	32
90	—	—	—	280MA		457	110	560	550	446	255	122.5	419	—	130	137	495	48	119	190	280	32
—	90	55	45	280MB		457	110	560	550	446	255	122.5	419	—	130	137	495	48	119	190	280	32
—	90	55	45	280MC		457	110	560	550	446	255	122.5	419	—	130	137	495	48	119	190	280	32
110	—	—	—	315SA	8	508	115	615	620	527	336	163	406	—	150	150	508	53	140	216	315	35
—	110	75	55	315SB		508	115	615	620	527	336	163	406	—	150	150	508	53	140	216	315	35
—	110	75	55	315SC		508	115	615	620	527	336	163	406	—	150	150	508	53	140	216	315	35
132	—	—	—	315MA		508	115	615	620	527	336	163	457	—	213	137	540	53	140	216	315	35
—	132	90	110	315MB		508	115	615	620	527	336	163	457	—	213	137	540	53	140	216	315	35
—	132	90	110	315MC		508	115	615	620	527	336	163	457	—	213	137	540	53	140	216	315	35
200	—	—	—	315LA	9	508	150	650	620	527	336	163	508	—	180	205	730	53	140	216	315	45
—	200	132	160	315LB		508	150	650	620	527	336	163	508	—	180	205	730	53	140	216	315	45
—	200	132	160	315LC		508	150	650	620	527	336	163	508	—	180	205	730	53	140	216	315	45
250	—	—	—	315DA		508	150	650	682	590	412	189	900	—	255	255	1080	68	180	216	315	45
—	250	200	250	315DB	10	508	150	650	682	590	412	189	900	—	255	255	1080	68	180	216	315	45
—	250	200	250	315DC		508	150	650	682	590	412	189	900	—	255	255	1080	68	180	216	315	45

OUTPUT		FULL LOAD RPM	FRAME NO.	EFFICIENCY				POWER FACTOR				CURRENT				TORQUE				ROTOR LOSS kg-pd	APPROX. WEIGHT kg
HP	KW			FULL LOAD (%)	80% LOAD (%)	60% LOAD (%)	40% LOAD (%)	FULL LOAD (%)	80% LOAD (%)	60% LOAD (%)	40% LOAD (%)	FULL LOAD (A)	LOCKED ROTOR (A)	FULL LOAD (A)	LOCKED ROTOR (A)	FULL UP (A)	BREAK DOWN (A)	ROTOR LOSS (kg-pd)	APPROX. WEIGHT (kg)		
270	200	2975	315L	95.0	95.0	94.2	91.2	91.0	90.5	88.5	74.5	333.9	2620	642.0	230	215	315	7,200	1,200		
		1485	315L	95.1	95.1	94.3	92.2	89.0	87.5	82.0	62.0	341.1	2400	1286	200	180	285	14.40	1,280		
		988	315D	95.0	95.0	94.2	91.2	85.5	84.0	76.0	55.0	356.4	2540	1933	210	190	280	38.80	1,665		
		741	315D	95.0	95.0	94.3	91.5	80.5	76.2	65.8	42.0	377.5	2445	2578	140	120	270	47.20	1,950		
335	250	2977	315D	95.0	95.0	94.3	91.5	91.5	91.0	88.5	76.0	415.1	3110	802.0	180	160	300	10.00	1,600		
		1485	315D	95.1	95.1	94.4	92.4	89.0	89.0	84.5	69.0	421.6	3150	1608	210	185	280	25.20	1,650		
420	315	2977	315D	95.0	95.0	94.3	91.7	92.5	92.0	90.0	76.5	517.4	3760	1010	170	150	280	12.00	1,760		
		1485	315D	95.1	95.1	94.4	92.5	90.5	89.5	86.0	70.0	528.3	3670	2026	210	190	260	31.20	1,860		

SPECIFICATION TABLE
IE2 EFFICIENCY 3-PHASE INDUCTION MOTORS
TYPE: AESV2E, AESU2E

ITEM	STANDARD SPECIFICATION	
RATING	Kind of Motors	Squirrel - Cage Induction Motors (SCIM) .
	Design Standards	IEC 60034, IEC 60072 .
	Voltages	230V, 400V, 690V, 265V, 460V .
	Frequency	50Hz or 60Hz .
	Output Range	0.37 kW ~ 315 kW (50Hz) or 0.43 kW ~ 362 kW (60Hz) .
	R.P.M. (Syn.)	3000 ~ 750 R.P.M. (2 ~ 8 Poles) or 3600 ~ 900 R.P.M. (2 ~ 8 Poles) .
	Time Duty	Continuous, S1, S.F. : 1.0 .
	Frame Nos.	80M ~ 315D .
	Protection Enclosure	Totally Enclosed (IP 55) .
	Cooling Method	Self External Fan, Surface Cooling (IC 411) .
MOUNTING		Horizontal Foot Mounted B3 (IM 1001) .
		Horizontal Flange Mounted B5 (IM 3001) .
		Horizontal Foot And Flange Mounted B35 (IM 2001) . Vertical Flange Mounted , Shaft Down V1 (IM 3011) .
APPLICATION	Environment Conditions	Place : Shadow, Non-Hazardous. Ambient Temperature : -20 ~ 40°C . Relative Humidity : Less Than 90%RH (Non-Condensation) . Altitude : Less Than 1,000 Meters .
	Power Source Conditions	Voltage : ±10%, Frequency : ±5%, and 10% Max. of Combined Voltage and Frequency, But Frequency Variation Does Not Exceed ±5% .
	Method of Starting	Full Voltage Direct On Line or Y - Δ, Starting .
	Drive Method	Coupling Or Belt Servie Are Available For All Range Depends On Bearing Capacity. Bearing Capacity Refers To Radial Bearing Load .
	Direction of Rotation	CW According to IEC Definition, Suitable For Bi - Directional Operation .

Generator Weights and Dimensions

	Without Sound Shield	With Sound Shield
Weight, kg (lb.)		
Wet	1775 (3913)	1854 (4088)
Dry	1713 (3777)	1793 (3952)
Length, mm (in.)	2347 (92.41)	2506 (98.66)
Width, mm (in.)	811 (31.91)	811 (31.91)
Height, mm (in.)	1032 (40.62)	1127 (44.39)

See the drawings on the last page for detailed dimensions.

Generator Ratings (Prime 90°C/50°C)

Model Series	Voltage	Hz	Amps	Rated kW/kVA	Ph
150EOZD	120/208	60	521	150.0/187.5	3
	120/240	60	406	135.0/168.8	3
	127/220	60	492	150.0/187.5	3
	139/240	60	451	150.0/187.5	3
125EFOZD	277/480	60	226	150.0/187.5	3
	110/190	50	475	125.0/156.3	3
	110/220	50	361	110.0/137.5	3
	220/380	50	237	125.0/156.3	3
	230/400	50	226	125.0/156.3	3
	240/416	50	217	125.0/156.3	3



6D16-T



6-cylinder, 4-cycle, water cooled diesel engine, with direct-injection and turbocharger.

Bore x stroke (mm) : 118 x 115
 Displacement (l) : 7.54

Commercial rating

kW	bhp	rpm	Hz	Fuel cons. l/hr*	Emission
106	142	1,500	50	179	not regulated
129	173	1,800	60	on request	not regulated

*Average fuel consumption according to ISO, see page 6.
 Specifications / data subject to change without prior notice.

Product dimensions & dry weight

L (mm) : 1,335
 W (mm) : 731
 H (mm) : 830
 Dry weight (kg) : 575

Engine Type	=	YANMAR 6HYM-WET
max.Power	=	368 kW
	=	493 HP
n(rpm)	=	1950 r/min
Cylinder number	=	3
Fuel Oil Consumption	=	90 g/kWh
Lube Oil Consumption	=	18 g/kWh
Dimension		
Length	=	1556 mm
Width	=	1014 mm
Height	=	1133 mm
Weight	=	0,396 ton

Engine Type	=	TECO AESV2E
max.Power	=	250 kW
	=	335,25 HP
n(rpm)	=	750 - 3000 r/min
Cylinder number	=	
Current	=	517,4 A
Voltage	=	265 V
Dimension		
Length	=	1080 mm
Width	=	650 mm
Height	=	842 mm
Weight	=	1,2 ton

Generator type	=	mitsubishi 6D16-T
max.Power	=	- kVA
	=	129 KWe
Dimension		
Length	=	1335 mm
Width	=	731 mm
Height	=	830 mm
Weight	=	0,575 ton

Generator type	=	SOLE DIESEL 45 GT/GTC
max.Power	=	45 kVA
	=	36 KWe
Dimension		
Length	=	1437 mm
Width	=	740 mm
Height	=	790 mm
Weight	=	0,56 ton

Input power	
EHP	717,5806 kW
THP	486,9305 kW
DHP	895,263 kW
SHP	913,5337 kW
BHP	932,1772 kW
MCR	1072,004 kW
Gen set	257,2809 kW

Perhitungan Berat Mesin

1. Main Engine

We = 0,396 ton = 0,792 ton ; dari katalog

1. Electric Motor

We = 1,2 ton = 2,4 ton ; dari katalog

2. Electricity

Wagg = 0,58 ton/genset ; dari katalog
Wgenst tmbhn = 0,560 ton
n Genset = 4

Wagg tot = 2,860 ton

Machinery Total Weight

Wm tot = 6,052 ton

TITIK BERAT PERMESINAN

VCG_m = 0,5 h_m
= 1,25 m

LCG_m = titik berat berada di ujung belakang mesin utama (parametric design hal 11-30)
= Lpp - (Lcb + Lshaft)
= #REF! m

Input Data	
LWL	= 20 m
T	= 1,60 m
CB	= 0,397
RT	= 148,6 kN
D	= 1,0 m ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
n(rpm)	= 110 rpm
n(rps)	= 1,833333 rps
P/D	= 1 ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
Z	= 3 blade ; Jumlah Blade
AE/AO	= 0,4 ; Expanded Area Ratio

Note :

D = Diameter propeller, D = 0,65.T
n = Putaran propeller
P/D = Pitch ratio, 0,5 - 1,4
Z = Jumlah daun propeller
AE/AO = Expanded Area Ratio, 0,4 ; 0,55 ; 0,7 ; 0,85, 1
= yang digunakan dalam perhitungan 0,4
P_e = Effective Horse Power = R · v_s

J = Advance ratio
ω_w = wake fraction
V_a = speed of advance

Principle of Naval Architecture Vol II hlm.162-163

Perhitungan Ketebalan Pelat

Lpp	=	20 m
Lwl	=	20 m
L	=	20
B	=	9,5 m
B1	=	2,75 m
H	=	2,6 m
T	=	1,6 m

BKI Vol. VII Rules for Small Vessel up to 24 m Section I for Metal Hulls

Pelat Alas

Shell Plating for Motor Craft

$$t = 1,62 \times a \times FVB \times \sqrt{P_{dBM} \times k}$$

Dimana:

$$k = 1 \quad \text{Section I (3.3, Material Factor)}$$

$$F_{VB} = 0,34 \times \sqrt{\frac{v}{\sqrt{LWL}}} + 0,355 \geq 1,0 \quad \text{A 1.9.3} \quad v = 12 \cdot L^{1/4}$$

$$= 2,2843129$$

$$P_{dBM} = 2,7 L + 3,29 \quad ; \geq 0,4 L + \text{fore}$$

$$= 57,29 \text{ N/mm}^2$$

$$= 2,16 L + 2,63 \quad ; < 0,4 L + \text{aft}$$

$$= 45,83 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{min} = 0,9 \times \sqrt{L \times k}$$

$$= 4,1898219 \text{ mm} = 5 \text{ mm} \quad (\text{diambil})$$

$$t = 0,3411535 \text{ mm} = 1$$

$$t = 0,3051303 \text{ mm} = 1$$

Pelat Sisi

$$t = 1,62 \times a \times FVS \times \sqrt{P_{dSM} \times k}$$

Di mana:

$$k = 1$$

$$F_{VS} = \left[0,024 \times \frac{v}{\sqrt{LWL}}, 0,91 \right] (1,018 - 0,0024 \times L) \geq 1,0$$

$$= 0,120212$$

$$P_{dSM} = 1,88 L + 1,76$$

$$= 39,36 \text{ N/mm}^2$$

$$= 1,5 L + 1,41$$

$$= 31,41 \text{ N/mm}^2$$

$$t = 0,4705767$$

$$0,420375$$

$$t_{min} = 0,9 \times \sqrt{L \times k}$$

$$= 4,1898219 \text{ mm} = 5 \text{ mm} \quad 6 (\text{diambil})$$

Pelat Geladak

$$t_{min} = 0,75 \times \sqrt{L} \times \sqrt{k}$$
$$= 3,4915182 \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

Perhitungan Berat

Perhitungan luasan, dihitung menggunakan *software Maxsurf*

1. Lambung

Luas	=	272,088 m ²	
Tebal	=	0,006 m	(pelat pasaran)
p Material	=	7,85 ton/m ³	Baja
Berat	=	12,815 ton	
	=	12,815	
VCG	=	m	
LCG	=	m	

2. Glass Bottom

Luas tiap			
<i>underwater window</i>	=	75 x 100 cm	(14 glass bottom)
	=	21,000 m ²	
Tebal	=	0,006 m	
p Material	=	1,19 ton/m ³	(Akrilik)
Berat	=	0,300 ton	
VCG	=	m	
LCG	=	m	

3. Geladak

Perhitungan luasan, dihitung menggunakan *software Autocad*

Luas	=	153,130 m ²	
Tebal	=	0,004 m	
p Material	=	7,85 ton/m ³	(Baja)
Berat	=	4,808 ton	
VCG	=	m	
LCG	=	m	

4. Top Deck

Luas	=	145,300 m ²	
Tebal	=	0,004 m	
p Material	=	7,85 ton/m ³	(Baja)
Berat	=	4,562 ton	
VCG	=	m	
LCG	=	m	

5. Konstruksi

Berat konstruksi, menurut pengalaman empiris 20% -30% dari berat lambung kapal (diambil 25%)

Sehingga,

Berat = 4,406 ton

6. Total

Berat Total	=	26,892 ton
VCG	=	0,273 m
LCG	=	0,273 m

1. Peralatan Keselamatan (<i>Life Jacket, Life Buoy</i>)		SOLAS Chapter III Part B and LSA Code Chapter II	
· Life Jacket			
Jumlah penumpang dan kru kapal	=	55	orang
Life jacket yang dibutuhkan	=	55	buah
Berat 1 unit life jacket	=	0,740	kg
Berat total	=	40,700	kg
	=	0,04070	ton
VCG	=		m
LCG	=		m
· Life Buoy			
Life buoy yang dibutuhkan	=	8	buah ; for ship with L < 60 m
Berat 1 unit life buoy	=	14,5	kg
Berat total	=	116	kg
	=	0,116	ton
VCG	=		m
LCG	=		m
· Life Raft			
Tipe	=	ATOB - 35	
Life raft yang dibutuhkan	=	2	buah 67,5
Berat 1 unit life jacket	=	230,0	kg
Berat total	=	460	kg
	=	0,460	ton
VCG	=		m
LCG	=		m


2. Jangkar			
Pemilihan jangkar mengacu pada Z Number			
Z	=	$\Delta^{(2/3)} + 2hB + 0.1A$	
Dimana			
Z	=	Z number	
Δ	=	Moulded Displacement	= 57,26
h	=	Freeboard	= 1
B	=	Lebar	= 9,50
A	=	Luasan diatas sarat	= 71,717
Z	=	1119,074	= 2655 kg = 5,31 ton

3. Kursi (main deck)	
Jumlah kursi (crew dan penumpang)	= 30
	= 31
Massa jenis	= 600 kg/m ³
Panjang	= 1,4 m
Tebal	= 0,03 m
Lebar	= 0,5 m
Volume	= 0,021 m ³
Berat kursi	= 6,1 kg
Berat total	= 189,1 kg
	= 0,1891 ton

3. Kursi (glass bottom room)	
Jumlah kursi	= 25
	= 24 (2 lambung)
Panjang	= 58 cm
Lebar	= 41 cm
Tinggi	= 40 cm
Berat kursi	= 5,8 kg
Berat total	= 139,2 kg
	= 0,1392 ton

Total Berat Outfitting	
W _{outfitting}	= 6,255 ton

Kursi penumpang kapasitasnya dibagi
2

Marine SOLAS Life Jacket		
DY-A4	Adult life jacket	 <ul style="list-style-type: none"> *comform to SOLAS 74/96, MSC.201(81) MSC 81(70) MSC.200(80) * certification: CCS/EC *Material Cover PU & Polyester compound *inside: EPE foam *Size length 550mm width 270mm *Weight 0.74kg *Buoyancy: >147N



Bouée couronne / Lifebuoy

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



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



Solas 30 & 35



AT08 - 30 & 35

Solas 30 & 35 Man Throw Overboard Life Raft

- Suitable for mounting in all vessels complying with international regulations
- Meets the Chinese MSA Requirements for the Recreatory Survey of Ships and offshore installations, Technical Regulations for the Recreatory Survey of Sea-going Ships (Integrated Documents: Voyages 2004 and in 2008 Amendments, Part 8, Ch. 3 and SOLAS (1976), LSA, MSC, 62(78), MSC. 228(82), MSC. 238(83), MSC. 258(87), MSC. 274(87), MSC. 282(87))
- Max. Storage Height: 20-25m
- Equipment Code: SOLAS A1111111
- Certification Code: SOLAS A1111111



Type	AT08 - 30	AT08 - 35
Shape	Regular Octagon	Regular Octagon
Cubic Ft (Liters)	30	35
Dimensions (L x W x H) (mm)	1004 x 747 x 170	1087 x 794 x 176
Cylinder Ø1	76 x 0.5	78 x 0.5
Container Dimensions (mm)	Sales A Pack (L x W x H)	1790 x 979
	Sales B Pack (L x W x H)	1470 x 979
Packing Dimensions (mm)	Sales A Pack (L x W x H)	1780 x 960 x 980
	Sales B Pack (L x W x H)	1460 x 960 x 790
Required Rollout Pull (kg)	For slow speed	1.30
	For slow speed	2.90
	For slow speed	4.90

Home > All Industries > Vehicles & Accessories > Bus Parts & Accessories > Bus Accessories [Subscribe to Trade Alert](#)



Youyang Boats And Ships Passenger Seats

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$70.00 - \$120.00 / Pieces: 1 Piece/Pieces (Min. Order)

Shipping: Support Sea freight

Lead Time:	Quantity(Pieces)	1 - 200	201 - 300	>300
Est. Time(days)		25	35	Negotiable

Customization: Customized logo (Min. Order: 300 Pieces)
Customized packaging (Min. Order: 300 Pieces)

Trade Assurance protect your Alibaba.com orders

Payments:

Alibaba.com Logistics Inspection Solutions

Home > All Industries > Furniture & Upholstered Furniture > Upholstered Seater [Subscribe to Trade Alert](#)



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

Color:	Price	Quantity
	\$16.80	10
	\$16.80	10
	\$16.80	10

Customization: Customized logo (Min. Order: 10 Pieces)
Customized packaging (Min. Order: 10 Pieces) More >

Sample: \$16.80 / Piece, 1 Piece (Min. Order) Buy Sample

Overview

Quick Details

Type	Living Room Furniture, One Seater	Specific Use	Living Room Sofa
General Use	Home Furniture	Material	Fabric
Style	Corner Sofa	Regional Style	European Style
Seaholder	No	Appearance	Modern
Place of Origin	Shandong, China	Brand Name	Long Sheng Long
Model Number	4227		

Packaging & Delivery

Selling Units	Single Item
Single package size	53X41X40 cm
Single gross weight	5.8 kg
Package Type	corrugated box

Berat LWT

Berat Permesinan	=	6,052 ton
Berat Hybrid	=	4,167903 ton
Berat Outfitting	=	6,255 ton
Berat Kapal	=	26,89185 ton
Berat Total	=	43,36675 ton

Input data		
Lpp	=	20,00 m
Lwl	=	20,00 m
B	=	9,50 m
H	=	2,60 m
T	=	1,60 m
displacement	=	57,26 ton
volume	=	55,86341463 m ³
h _{DB}	=	0,76 m
Passenger	=	50 orang
Crew	=	5 orang

Penentuan Crew		
Tour Guide	=	2 orang
Captain	=	1 orang
Radio Officer	=	1 orang
Mech. Engineer	=	1 orang

1. Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (Fuel Oil Consumption)			
BHP	=	368	kW
S	=	11	nm (26 km)
V	=	7,00	knots = 3,60 m/s
Voyage data			
Voyage radius	=	11	nm
Voyage radius	=	20038,640	m
Voyage time	=	5564,743	s
Voyage time	=	1,000	hour
	=	0,042	day
konsumsi	=	90	liter/jam
V _{HFO}	=	93,6	liter
	=	0,0936	m ³ konsumsi untuk 1 mesin
	=	0,1872	m ³ konsumsi untuk 2 mesin
ρ _{FO}	=	0,9443	ton/m ³
W _{HFO}	=	0,088	ton konsumsi untuk 1 mesin
W _{HFO}	=	0,177	ton konsumsi untuk 2 mesin

2. Konsumsi Bahan Bakar Generator (Diesel Oil Consumption)			
konsumsi	=	17,9	liter/jam
V _{HFO}	=	167,544	liter
	=	0,218	m ³ konsumsi untuk 1 mesin
	=	0,871	m ³ konsumsi untuk 4 mesin
W _{HFO}	=	0,206	ton konsumsi untuk 1 mesin
W _{HFO}	=	0,411	ton konsumsi untuk 2 mesin

3. Konsumsi Pelumas (Lubricating Oil)			
konsumsi ME	=	18	liter/jam
V _{LO}	=	74,880	liter
	=	0,090	m ³ konsumsi untuk 1 mesin
	=	0,180	m ³ konsumsi untuk 4 mesin
konsumsi AE	=	4,475	liter/jam
V _{LO}	=	41,886	liter
	=	0,050	m ³ konsumsi untuk 1 mesin
	=	0,201	m ³ konsumsi untuk 4 mesin
TOTAL V _{LO}	=	0,381	m ³
W _{LO}	=	0,332	ton konsumsi untuk 1 mesin

4. Crew			
W _{C&E}	=	0,17	ton/person
	=	0,850	ton

5. Fresh Water*(pu.go.id)*

Kebutuhan 1 orang/hari =		70 L/h	
1L =		1 kg	
W_{FW}	=	0,07	ton/person.day
	=	0,160416667	ton

W_{FW2}	=	air tawar untuk pendingin generator	
	=	$(2 - 5) \cdot BHP \cdot 10^{-3}$	(Lecture of Ship Design and Ship Theory)
	=	0,844	ton

W_{FW}	=	1,004	ton
----------	---	-------	-----

6. Provision

Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26

W_{PR}	=	0,01	ton/person.day
	=	0,55	ton

7. Payload

Berat penumpang	=	75	kg/person
	=	3,75	ton
Bagasi penumpang	=	10	kg/person
	=	0,5	ton
Payload	=	4,25	ton

Total

DWT	=	7,57	ton
-----	---	------	-----

Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total

LWT (Light Weight Tonnage)			
•Berat Lambung			
W _{st}	=	26,892 ton	
KG _{st}	=	1,124 m	
LCG _{st}	=	8,788 m	
•Equipment and Outfiting Weight			
W _{E&O}	=	6,255 ton	
KG _{E&O}	=	2,625 m	
LCG _{E&O}	=	9,378 m	
•Machinery Weight			
W _M	=	6,052 ton	
KG _M	=	0,876 m	
LCG _M	=	3,788 m	; dari AP
•Hybrid Weight			
W _M	=	4,168 ton	
KG _M	=	2,544 m	
LCG _M	=	9,332 m	; dari AP
DWT(Dead Weight Tonnage)			
•Consumable Weight			
W _{cons}	=	2,47 ton	
KG _{cons}	=	0,730 m	
LCG _{cons}	=	1,341 m	; dari AP
•Payload			
W _{payload}	=	4 ton	
KG _{payload}	=	$(H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$	
	=	1,450 m	
LCG _{payload}	=	17,789 m	
•Crew Weight			
W _{cons}	=	0,850 ton	
KG _{cons}	=	1,450 m	
LCG _{cons}	=	17,789 m	

LWT	=	W _{st} +W _{E&O} +W _M
	=	43,367 ton
DWT	=	W _{C&O} +Payload
	=	7,574 ton
LWT+DWT	=	50,941 ton

Selisih Displacement dengan (LWT+DWT)	=	4,922 ton
Margin	=	8,60%
Margin		OK

Perhitungan Tonase

(According to: International Convention Tonnage Measurement 1969)

Input Data

H	=	2,60 m	
T	=	1,60 m	
V_{DH}	=	85,3369 m ³	
\tilde{N}	=	55,863 m ³	
Zc	=	5 orang	
N_1	=	50 orang	; asumsi jumlah penumpang dalam kabin
N_2	=	45 orang	

Gross Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_U &= \nabla \cdot \left(1.25 \cdot \frac{H}{T} - 0.115 \right) && \text{; volume geladak di bawah geladak cuaca} \\
 &= 107,0482 \text{ m}^3 \\
 V_H &= V_{DH} && \text{; volume ruang tertutup di bawah geladak cuaca} \\
 &= 85,3369 \text{ m}^3 \\
 V &= V_U + V_H && \text{; total volume ruang tertutup} \\
 &= 192,3851 \text{ m}^3 \\
 K_1 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V \\
 &= 0,245683 \\
 GT &= V \cdot K_1 \\
 &= 47,26584 \text{ GT}
 \end{aligned}$$

Net Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_{R'} &= 755,7 \text{ m}^3 && \text{; total volume ruang muat} \\
 K_2 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_{R'} \\
 &= 0,257567 \\
 K_3 &= 1.25 \frac{GT+10000}{10000} \\
 &= 1,251319 \\
 a &= K_2 \cdot V_{R'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 \\
 &= 131,042 \\
 \text{Jadi,} & \quad a \geq 0.25 \cdot GT && \text{Accepted} && 0.25 \text{ GT} = 11,81646 \\
 NT &= a + K_3 \cdot \left(N_1 \cdot \frac{N_1}{10} \right) \\
 &= 443,8717 \text{ NT} \\
 \text{Jadi,} & \quad NT \geq 0.30 \cdot GT && \text{Accepted} && 0.30 \text{ NT} = 133,1615
 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

Kapal wisata *glass bottom catamaran* adalah kapal dengan $L < 24$ m. Sehingga, untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *International Convention on Load Lines (ICLL)* 1966. Maka, perhitungan *freeboard* glass bottom catamaran menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standard (NCVS) Indonesian Flagged*

Input Data							
H	=	2,6	m	V	=	27,93171	m
d	=	$0,85 \cdot H$	m	B_1	=	2,75	m
	=	2,21	m	CB	=	0,397	m
L	=	Lwl	m				
	=	20	m				

1. Tipe Kapal

NCVS Indonesian Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan bahwa:

Kapal Tipe A adalah:

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

Kapal Tipe B adalah selain kapal tipe A

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

2. Lambung Timbul Standar (Fb_1)

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

$$= 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

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

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

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

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

3. Koreksi Lambung Timbul

1. Koefisien Blok

Koreksi hanya untuk kapal dengan $CB > 0.68$

CB tidak memerlukan koreksi

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

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

2. Depth (NCVS Appendix 5)

$$L/15 = 1,333333333$$

$$D = 2,21$$

Jika $D < L/15$ maka,

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

$$= 17,53333333 \text{ cm}$$

$$= 0,175333333 \text{ m}$$

$$Fb_2 = 0,335333333 \text{ m}$$

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

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

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

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

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

3. Bangunan Atas

Koreksi bangunan atas dan *trunk*

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

$$\frac{50 \sum (ls \times hs) \text{ cm}}{L}$$

Catatan :

- L adalah panjang kapal dalam meter;
- ls adalah jumlah panjang efektif bangunan atas dan *trunk* tertutup dalam meter;
- hs adalah tinggi standar bangunan atas dan *trunk* tertutup dalam meter.

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= 4,4125 \text{ cm} \\ \text{bangunan atas} &= 0,044125 \text{ m} \end{aligned}$$

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} Fb' &= Fb_2 - \text{Pengurangan} \\ &= 0,291 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian Bow Minimum (BWM)

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

$$\begin{aligned} \text{Bow Height} &= 1357,727019 \text{ mm} \\ &= 1,357727019 \text{ m} \end{aligned}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya (*actual freeboard*)

$$\begin{aligned} Fb &= H - T \\ &= 1 \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0,291	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1	m
Kondisi	DITERIMA	

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS DESAIN

BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL

Kurs USD per 19 Desember 2019 (Bank Indonesia)

\$ 1,00 = Rp 14.047,00

No	Item	Value	Unit
1	Pelat Lambung		
	<i>Tebal Pelat = 6 mm</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/SGCC-JIS-Zinc-Coated-Sheet-Hot_60797744042.html?spm=a2700.7724857.normalList.38.49f75ff8OK842o</i>		
	Harga	\$ 685,00	USD/ton
	Berat pelat keseluruhan	12,82	ton
2	Pelat Geladak		
	<i>Tebal Pelat = 4 mm</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/Free-Sample-Zinc-Cold-Rolled-GI_60313457340.html?spm=a2700.7724857.normalList.30.4c5084310czQOS</i>		
	Harga	\$ 600,00	USD/ton
	Berat pelat keseluruhan	9,37	ton
3	Konstruksi		
	<i>Tebal Pelat = 4 mm</i>		
	Harga	\$ 600,00	USD/ton
	Berat keseluruhan	4,41	ton
	Harga Pelat keseluruhan	\$ 2.643,55	USD
4	Acrylic (Glass Bottom Deck)		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/Perspex-Polypropylene-Plate-Brand-New-Low_62429254334.html?spm=a2700.7724857.normalList.97.522e4b67g929fn</i>		
	Harga	\$ 6,50	USD/pcs
	Berat pelat keseluruhan	35,00	pcs
	Harga Pelat keseluruhan	\$ 227,50	USD
5	Elektroda (diasumsikan 6% dari berat pelat Floating Structure)		
	<i>Sumber: Nikko Steel - Aneka Maju.com</i>		
	Harga	39,94	USD/ton
	Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)	0,769	ton
	Harga Elektroda	30,71	USD
Total Harga Pelat Keseluruhan dan Elektroda		Rp 243.050.927,92	IDR

No.	Item	Qty	Value	Total	Unit
1	Passenger Area (Main Deck)				
	Akomodasi Crew	1	lot	Rp25.470.000	Rp25.470.000 IDR
	Akomodasi Penumpang	1	lot	Rp155.092.890	Rp155.092.890 IDR
	Navigation Room	1	lot	Rp163.319.323	Rp163.319.323
	Total Akomodasi				Rp343.882.213 IDR
2	Passanger Area (Bottom)				
	Total Akomodasi Passanger Area	1	lot	Rp138.457.500	Rp138.457.500 IDR
3	Kamar Mandi				
	Total Kebutuhan Kamar Mandi	1		Rp5.513.000	Rp5.513.000 IDR
	Total Kebutuhan WC	1		Rp3.350.000	Rp3.350.000 IDR
Total Harga Perabotan Fasilitas Umum dan Ruang Navigasi				Rp491.202.713	IDR

No.	Item	Qty	Value	Unit
1	Main Genset	4	\$15.600	\$62.400
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
2	Electric Motor	2	\$5.580	\$11.160
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
3	Main Engine	2	\$47.200	\$94.400
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
4	Emergency Genset	1	\$3.000	\$3.000
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
5	Solar Panel	55	\$640	\$35.200
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
6	Battery	10	\$5.485	\$54.850
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
7	Pompa dan Perpipa	1	\$19.376	\$19.376
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
8	Propeller	2	\$416	\$831
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
9	Sistem Alarm	1	\$29.677	\$29.677
	<i>Shipping Cost</i>		\$500	\$500
Total Biaya Sistem dan Kelistrikan			\$315.395	USD
			Rp 4.430.347.458,27	IDR

No.	Item	Qty	Value	Unit
1	Peralatan Navigasi			
a.	Radar	1	\$5.000	USD
b.	Kompas	1	\$55	USD
c.	GPS	1	\$4.000	USD
	Lampu Navigasi			
	- Masthead Light	1	\$10	USD
	- Anchor Light	1	\$9	USD
	- Starboard Light	1	\$12	USD
	- Portside Light	1	\$12	USD
e.	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	1	\$13.500	USD
f.	Automatic Identification System (AIS)	1	\$1.400	USD
g.	Telescope Binocular	1	\$60	USD
Total Peralatan Navigasi			\$24.058	USD
			Rp 337.938.511,90	IDR
2	Peralatan Komunikasi			
a.	Radiotelephone (set)	1	\$300	USD
b.	Navigational Telex (Navtex)	1	\$1.000	USD
c.	EPIRB	1	\$300	USD
d.	SART	2	\$280	USD
e.	SSAS	1	\$19.500	USD
f.	Portable 2-way VHF Radiotelephone	2	\$350	USD
Total Peralatan Navigasi			\$ 22.360,00	USD
			Rp 314.090.920,00	IDR
Total Peralatan Navigasi dan Komunikasi			Rp 652.029.431,90	IDR

No.	Item	Qty	Value	Unit	
1	Life Jacket	55	Rp 652.800,00	Rp 35.904.000,00	IDR
2	Lifebuoy	8	Rp 237.500,00	Rp 1.900.000,00	IDR
3	Liferaft	2	Rp 13.000.000,00	Rp 26.000.000,00	IDR
4	Jangkar	3	Rp 14.047.000,00	Rp 42.141.000,00	IDR
5	Perlengkapan Pemadam Kebakaran	1	Rp 69.353.000,00	Rp 69.353.000,00	IDR
Total Biaya Safety Appliances			Rp 175.298.000,00	IDR	

Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal				
1	Pelat Keseluruhan dan Elektroda		Rp 243.050.927,92	IDR
2	Akomodasi		Rp 491.202.713,00	IDR
3	Peralatan Navigasi dan Komunikasi		Rp 652.029.431,90	IDR
4	Sistem dan Kelistrikan		Rp 4.430.347.458,27	IDR
5	Equipment & Outfitting		Rp 175.298.000,00	IDR
Total			Rp 5.991.928.531,09	IDR

No	Item	Price (% of core cost)	Price (IDR)
1	Construction cost	20%	Rp 1.198.385.706,22
Total Construction Cost			Rp 1.198.385.706,22

Biaya Pembangunan Kapal			
No	Item	Value	
1	Pelat Keseluruhan dan Elektroda	Rp 243.050.927,92	
2	Akomodasi	Rp 491.202.713,00	
3	Peralatan Navigasi dan Komunikasi	Rp 652.029.431,90	
4	Sistem dan Kelistrikan	Rp 4.430.347.458,27	
5	Equipment & Outfitting	Rp 175.298.000,00	
6	Construction cost	Rp 1.198.385.706,22	
Total Biaya Pembangunan Kapal		Rp 7.190.314.237,30	

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

No.	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	15% dari biaya pembangunan awal	Rp 1.078.547.135,60	IDR
2	Biaya Untuk Inflasi		
	5% dari biaya pembangunan awal	Rp 359.515.711,87	IDR
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	10% Ppn (Pajak Pertambahan Nilai)		
	15% PPh (Pajak Penghasilan)	Rp 1.797.578.559,33	IDR
	Biaya Dukungan Pemerintah	Rp 3.235.641.406,79	IDR
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi			

Jadi, harga pembangunan kapal adalah

Biaya Pembangunan	Rp 7.190.314.237,30	IDR
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	Rp 3.235.641.406,79	IDR
Total Harga Kapal	Rp 10.425.955.644,09	IDR

Biaya Operasional

No	Item	Value	Unit
	Bahan Bakar Fuel Oil		
	Harga Minyak Bakar (MFO) Region Jawa Tengah (Sumber: pertamina.com)	Rp 10.560,00	per liter
1	Asumsi Operasional Fuel Oil	1	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	90	liter/jam
	Biaya Pemakaian	Rp 950.400,00	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 346.896.000,00	per tahun
	Bahan Bakar Diesel Oil		
	Harga Marine Diesel Oil Region Jawa Tengah (Sumber: pertamina.com)	Rp 9.600,00	per liter
2	Asumsi Operasional Diesel Oil	8	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	35,8	liter/jam
	Biaya Pemakaian	Rp 2.749.440,00	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 1.003.545.600,00	per tahun
	Bahan Bakar Lubricating Oil		
	Harga LO (Sumber: iprice.co.id)	Rp 28.000,00	per liter
3	Asumsi Operasional Lubricating Oil	1	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	36	liter/jam
	Biaya Pemakaian	Rp 1.008.000,00	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 367.920.000,00	per tahun
	Biaya Freshwater		
	Harga Fresh Water Jepara (Sumber: medcom.co.id)	Rp 60,00	per liter
4	Asumsi Operasional FW	9	jam/hari
	Jumlah Pemakaian	1,00449	liter/hari
	Biaya Pemakaian	Rp 542,43	per hari
	Biaya Pemakaian	Rp 197.985,25	per tahun
	Biaya Berlabuh		
	Biaya Labuh (Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia)	Rp 73,00	per GT/kunjungan
5	GT	47,266	GT
	Total Biaya Labuh	Rp 27.603,34	per hari
		Rp 10.075.220,56	per tahun
	Gaji Crew Offshore		
	Jumlah Crew	5	orang
6	Gaji Crew Per bulan	Rp 5.000.000,00	per orang
	Gaji Crew Per tahun	Rp 60.000.000,00	per orang
	Total Gaji Crew per tahun	Rp 300.000.000,00	per tahun
7	Biaya Perawatan (Dayusari, 2017)		
	Diasumsikan 10% total dari Building Cost	Rp 421.875.116,30	per tahun
8	Biaya Asuransi (Watson,1998)		
	Diasumsikan 1% total dari Building Cost	Rp 42.187.511,63	per tahun
	Pinjaman Bank Mandiri (Dayusari, 2017)		
	Building Cost	Rp 4.218.751.162,96	
	Pinjaman dari Bank	65%	
	Nilai Pinjaman	Rp 2.742.188.255,93	
9	Bunga Bank (Bank Mandiri, 2019)	9,60%	per tahun
	Nilai Bunga Bank	Rp 263.250.072,57	per tahun
	Lama Pinjaman	15	tahun
	Pembayaran Cicilan Pinjaman	1 x	per tahun
	Nilai Cicilan Pinjaman	Rp 446.062.622,96	per tahun
	Total Biaya Operasional	Rp 2.938.760.056,70	IDR

Cash Loan

Kredit Investasi

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

Ketentuan :

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

Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % *)

Payback Period

Klasifikasi Tiket	Low Season				Peak Season			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Dewasa - <i>Weekdays</i>	Rp 350.000	Rp 325.000	Rp 300.000	Rp 275.000	Rp 525.000	Rp 500.000	Rp 475.000	Rp 450.000
Tiket Dewasa - <i>Weekend</i>	Rp 400.000	Rp 375.000	Rp 350.000	Rp 325.000	Rp 600.000	Rp 575.000	Rp 550.000	Rp 525.000
Tiket Anak-Anak - <i>Weekdays</i>	Rp 275.000	Rp 250.000	Rp 225.000	Rp 200.000	Rp 425.000	Rp 400.000	Rp 375.000	Rp 350.000
Tiket Anak-Anak - <i>Weekend</i>	Rp 325.000	Rp 300.000	Rp 275.000	Rp 250.000	Rp 475.000	Rp 450.000	Rp 425.000	Rp 400.000

Jumlah penumpang dewasa 40 pax
 Jumlah penumpang anak 10 pax

	Low Season	Peak Season
<i>Weekdays</i>	153	109
<i>Weekend</i>	59	44
	Trip Low Season	Trip Peak Season
<i>Weekdays</i>	306	218
<i>Weekend</i>	118	88

Waktu	Pendapatan (Penumpang 100%)			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
<i>Weekdays</i>	Rp 4.381.850.000	Rp 4.093.650.000	Rp 3.805.450.000	Rp 3.517.250.000
<i>Weekend</i>	Rp 1.981.650.000	Rp 1.868.350.000	Rp 1.755.050.000	Rp 1.641.750.000
Total Pendapatan/tahun	Rp 6.363.500.000	Rp 5.962.000.000	Rp 5.560.500.000	Rp 5.159.000.000

Waktu	Pendapatan (Penumpang 80%)			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
<i>Weekdays</i>	Rp 3.505.480.000	Rp 3.274.920.000	Rp 3.044.360.000	Rp 2.813.800.000
<i>Weekend</i>	Rp 1.585.320.000	Rp 1.494.680.000	Rp 1.404.040.000	Rp 1.313.400.000
Total Pendapatan/tahun	Rp 5.090.800.000	Rp 4.769.600.000	Rp 4.448.400.000	Rp 4.127.200.000

PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (*DISCOUNT RATE*)

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

Nilai Investasi	Rp		446.062.622,96
Umur Ekonomis (tahun)		20	
Struktur Pendanaan			
65%	Kredit investasi bank	Rp	289.940.704,93
	Jangka pinjaman (tahun)	15	
	Bunga	9,60%	
	Pajak	25%	
35%	Shareholder	Rp	156.121.918,04
	Expected return	20%	

Tingkat diskonto

Menggunakan *Cost of Capital*

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

Di mana,

Wd = Proporsi Pinjaman dari Total Pendanaan

We = Proporsi Modal dari Total Pendanaan

Kd = Biaya pinjaman

Ke = Biaya modal

t = Pajak

Maka,

$$WACC = \mathbf{11,68\%}$$

(Ridho,2019)

Payback Period

Harga Tiket	Penumpang	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 11.801.503.041,19	27%	1 Tahun 3 Hari	Layak
	80%	Rp 4.526.290.668,73	18%	5 Tahun 3 Bulan 3 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 9.506.384.185,58	24%	5 Tahun 5 Bulan 3 Hari	Layak
	80%	Rp 2.690.195.584,23	15%	10 Tahun 2 Bulan 2 Hari	Layak
Versi 3	100%	Rp 7.211.265.329,96	21%	6 Tahun 6 Bulan 2 Hari	Layak
	80%	Rp 854.100.499,74	13%	12 Tahun 9 Bulan 2 Hari	Layak
Versi 4	100%	Rp 4.916.146.474,34	18%	8 Tahun 1 Bulan 1 Hari	Layak
	80%	Rp (981.994.584,76)	10%	29 Tahun	Tidak Layak

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp 13.364.715.700,79	Rp (10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)	
1	2024	Rp 13.364.715.700,79	Rp 2.663.699.322,19	Rp (8.208.318.944,86)	
2	2025	Rp 13.364.715.700,79	Rp 2.385.117.587,92	Rp (5.823.201.356,93)	
3	2026	Rp 13.364.715.700,79	Rp 2.135.671.192,63	Rp (3.687.530.164,31)	
4	2027	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.912.313.030,65	Rp (1.775.217.133,66)	
5	2028	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.712.314.676,44	Rp (62.902.457,22)	
6	2029	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.533.233.055,55	Rp 1.470.330.598,33	
7	2030	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.372.880.601,32	Rp 2.843.211.199,64	
8	2031	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.229.298.532,70	Rp 4.072.509.732,34	
9	2032	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.100.732.926,84	Rp 5.173.242.659,18	
10	2033	Rp 13.364.715.700,79	Rp 985.613.294,09	Rp 6.158.855.953,28	
11	2034	Rp 13.364.715.700,79	Rp 882.533.393,71	Rp 7.041.389.346,98	
12	2035	Rp 13.364.715.700,79	Rp 790.234.055,97	Rp 7.831.623.402,95	
13	2036	Rp 13.364.715.700,79	Rp 707.587.800,83	Rp 8.539.211.203,79	
14	2037	Rp 13.364.715.700,79	Rp 633.585.065,22	Rp 9.172.796.269,00	
15	2038	Rp 13.364.715.700,79	Rp 567.321.870,72	Rp 9.740.118.139,72	
16	2039	Rp 13.364.715.700,79	Rp 507.988.781,09	Rp 10.248.106.920,80	
17	2040	Rp 13.364.715.700,79	Rp 454.861.014,58	Rp 10.702.967.935,39	
18	2041	Rp 13.364.715.700,79	Rp 407.289.590,42	Rp 11.110.257.525,81	
19	2042	Rp 13.364.715.700,79	Rp 364.693.401,16	Rp 11.474.950.926,97	
20	2043	Rp 13.364.715.700,79	Rp 326.552.114,22	Rp 11.801.503.041,19	
PAYBACK PERIOD		1,072			
		1 Tahun 3 Hari			

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp 13.364.715.700,79	Rp (10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)	
1	2024	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.809.002.868,04	Rp (9.063.015.399,01)	
2	2025	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.619.809.158,35	Rp (7.443.206.240,67)	
3	2026	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.450.402.183,33	Rp (5.992.804.057,34)	
4	2027	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.298.712.556,71	Rp (4.694.091.500,63)	
5	2028	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.162.887.317,97	Rp (3.531.204.182,66)	
6	2029	Rp 13.364.715.700,79	Rp 1.041.267.297,61	Rp (2.489.936.885,05)	
7	2030	Rp 13.364.715.700,79	Rp 932.366.849,58	Rp (1.557.570.035,47)	
8	2031	Rp 13.364.715.700,79	Rp 834.855.703,42	Rp (722.714.332,05)	
9	2032	Rp 13.364.715.700,79	Rp 747.542.714,38	Rp 24.828.382,33	
10	2033	Rp 13.364.715.700,79	Rp 669.361.313,02	Rp 694.189.695,35	
11	2034	Rp 13.364.715.700,79	Rp 599.356.476,56	Rp 1.293.546.171,90	
12	2035	Rp 13.364.715.700,79	Rp 536.673.062,82	Rp 1.830.219.234,72	
13	2036	Rp 13.364.715.700,79	Rp 480.545.364,27	Rp 2.310.764.598,99	
14	2037	Rp 13.364.715.700,79	Rp 430.287.754,54	Rp 2.741.052.353,54	
15	2038	Rp 13.364.715.700,79	Rp 385.286.313,16	Rp 3.126.338.666,70	
16	2039	Rp 13.364.715.700,79	Rp 344.991.326,26	Rp 3.471.329.992,96	
17	2040	Rp 13.364.715.700,79	Rp 308.910.571,51	Rp 3.780.240.564,46	
18	2041	Rp 13.364.715.700,79	Rp 276.603.305,43	Rp 4.056.843.869,90	
19	2042	Rp 13.364.715.700,79	Rp 247.674.879,51	Rp 4.304.518.749,40	
20	2043	Rp 13.364.715.700,79	Rp 221.771.919,33	Rp 4.526.290.668,73	
PAYBACK PERIOD		8,391			
		5 Tahun 3 Bulan 3 Hari			

Versi 2						
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)						
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	13.364.715.700,79	Rp	(10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)
1	2024	Rp	13.364.715.700,79	Rp	2.394.067.337,95	Rp (8.477.950.929,10)
2	2025	Rp	13.364.715.700,79	Rp	2.143.684.937,28	Rp (6.334.265.991,82)
3	2026	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.919.488.661,60	Rp (4.414.777.330,22)
4	2027	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.718.739.847,42	Rp (2.696.037.482,79)
5	2028	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.538.986.253,07	Rp (1.157.051.229,72)
6	2029	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.378.032.103,39	Rp 220.980.873,67
7	2030	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.233.911.267,36	Rp 1.454.892.141,03
8	2031	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.104.863.240,83	Rp 2.559.755.381,86
9	2032	Rp	13.364.715.700,79	Rp	989.311.641,15	Rp 3.549.067.023,01
10	2033	Rp	13.364.715.700,79	Rp	885.844.950,88	Rp 4.434.911.973,89
11	2034	Rp	13.364.715.700,79	Rp	793.199.275,51	Rp 5.228.111.249,40
12	2035	Rp	13.364.715.700,79	Rp	710.242.904,28	Rp 5.938.354.153,68
13	2036	Rp	13.364.715.700,79	Rp	635.962.485,93	Rp 6.574.316.639,61
14	2037	Rp	13.364.715.700,79	Rp	569.450.650,01	Rp 7.143.767.289,62
15	2038	Rp	13.364.715.700,79	Rp	509.894.923,00	Rp 7.653.662.212,62
16	2039	Rp	13.364.715.700,79	Rp	456.567.803,55	Rp 8.110.230.016,17
17	2040	Rp	13.364.715.700,79	Rp	408.817.875,67	Rp 8.519.047.891,84
18	2041	Rp	13.364.715.700,79	Rp	366.061.851,42	Rp 8.885.109.743,26
19	2042	Rp	13.364.715.700,79	Rp	327.777.445,76	Rp 9.212.887.189,02
20	2043	Rp	13.364.715.700,79	Rp	293.496.996,56	Rp 9.506.384.185,58
PAYBACK PERIOD		5,569				
		5 Tahun 5 Bulan 3 Hari				

Versi 2						
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)						
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	13.364.715.700,79	Rp	(10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)
1	2024	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.593.297.280,65	Rp (9.278.720.986,41)
2	2025	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.426.663.037,83	Rp (7.852.057.948,58)
3	2026	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.277.456.158,51	Rp (6.574.601.790,06)
4	2027	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.143.854.010,13	Rp (5.430.747.779,93)
5	2028	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.024.224.579,27	Rp (4.406.523.200,66)
6	2029	Rp	13.364.715.700,79	Rp	917.106.535,88	Rp (3.489.416.664,78)
7	2030	Rp	13.364.715.700,79	Rp	821.191.382,42	Rp (2.668.225.282,36)
8	2031	Rp	13.364.715.700,79	Rp	735.307.469,93	Rp (1.932.917.812,44)
9	2032	Rp	13.364.715.700,79	Rp	658.405.685,82	Rp (1.274.512.126,61)
10	2033	Rp	13.364.715.700,79	Rp	589.546.638,45	Rp (684.965.488,16)
11	2034	Rp	13.364.715.700,79	Rp	527.889.182,00	Rp (157.076.306,17)
12	2035	Rp	13.364.715.700,79	Rp	472.680.141,47	Rp 315.603.835,31
13	2036	Rp	13.364.715.700,79	Rp	423.245.112,35	Rp 738.848.947,66
14	2037	Rp	13.364.715.700,79	Rp	378.980.222,38	Rp 1.117.829.170,03
15	2038	Rp	13.364.715.700,79	Rp	339.344.754,99	Rp 1.457.173.925,02
16	2039	Rp	13.364.715.700,79	Rp	303.854.544,23	Rp 1.761.028.469,25
17	2040	Rp	13.364.715.700,79	Rp	272.076.060,37	Rp 2.033.104.529,62
18	2041	Rp	13.364.715.700,79	Rp	243.621.114,23	Rp 2.276.725.643,86
19	2042	Rp	13.364.715.700,79	Rp	218.142.115,18	Rp 2.494.867.759,04
20	2043	Rp	13.364.715.700,79	Rp	195.327.825,20	Rp 2.690.195.584,23
PAYBACK PERIOD		10,249				
		10 Tahun 2 Bulan 2 Hari				

Versi 3						
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)						
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	13.364.715.700,79	Rp	(10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)
1	2024	Rp	13.364.715.700,79	Rp	2.124.435.353,71	Rp (8.747.582.913,34)
2	2025	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.902.252.286,63	Rp (6.845.330.626,71)
3	2026	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.703.306.130,58	Rp (5.142.024.496,12)
4	2027	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.525.166.664,20	Rp (3.616.857.831,92)
5	2028	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.365.657.829,69	Rp (2.251.200.002,23)
6	2029	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.222.831.151,23	Rp (1.028.368.850,99)
7	2030	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.094.941.933,41	Rp 66.573.082,41
8	2031	Rp	13.364.715.700,79	Rp	980.427.948,97	Rp 1.047.001.031,38
9	2032	Rp	13.364.715.700,79	Rp	877.890.355,45	Rp 1.924.891.386,84
10	2033	Rp	13.364.715.700,79	Rp	786.076.607,68	Rp 2.710.967.994,51
11	2034	Rp	13.364.715.700,79	Rp	703.865.157,30	Rp 3.414.833.151,82
12	2035	Rp	13.364.715.700,79	Rp	630.251.752,60	Rp 4.045.084.904,42
13	2036	Rp	13.364.715.700,79	Rp	564.337.171,02	Rp 4.609.422.075,44
14	2037	Rp	13.364.715.700,79	Rp	505.316.234,80	Rp 5.114.738.310,24
15	2038	Rp	13.364.715.700,79	Rp	452.467.975,29	Rp 5.567.206.285,52
16	2039	Rp	13.364.715.700,79	Rp	405.146.826,01	Rp 5.972.353.111,53
17	2040	Rp	13.364.715.700,79	Rp	362.774.736,76	Rp 6.335.127.848,29
18	2041	Rp	13.364.715.700,79	Rp	324.834.112,42	Rp 6.659.961.960,71
19	2042	Rp	13.364.715.700,79	Rp	290.861.490,35	Rp 6.950.823.451,06
20	2043	Rp	13.364.715.700,79	Rp	260.441.878,90	Rp 7.211.265.329,96
PAYBACK PERIOD		6,648				
		6 Tahun 6 Bulan 2 Hari				

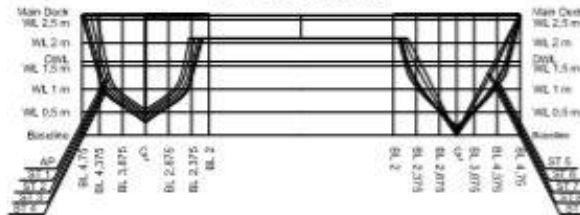
Versi 3						
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)						
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	13.364.715.700,79	Rp	(10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)
1	2024	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.377.591.693,25	Rp (9.494.426.573,80)
2	2025	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.233.516.917,31	Rp (8.260.909.656,49)
3	2026	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.104.510.133,70	Rp (7.156.399.522,79)
4	2027	Rp	13.364.715.700,79	Rp	988.995.463,55	Rp (6.167.404.059,24)
5	2028	Rp	13.364.715.700,79	Rp	885.561.840,57	Rp (5.281.842.218,66)
6	2029	Rp	13.364.715.700,79	Rp	792.945.774,15	Rp (4.488.896.444,51)
7	2030	Rp	13.364.715.700,79	Rp	710.015.915,25	Rp (3.778.880.529,26)
8	2031	Rp	13.364.715.700,79	Rp	635.759.236,44	Rp (3.143.121.292,82)
9	2032	Rp	13.364.715.700,79	Rp	569.268.657,27	Rp (2.573.852.635,55)
10	2033	Rp	13.364.715.700,79	Rp	509.731.963,89	Rp (2.064.120.671,67)
11	2034	Rp	13.364.715.700,79	Rp	456.421.887,43	Rp (1.607.698.784,23)
12	2035	Rp	13.364.715.700,79	Rp	408.687.220,12	Rp (1.199.011.564,11)
13	2036	Rp	13.364.715.700,79	Rp	365.944.860,43	Rp (833.066.703,68)
14	2037	Rp	13.364.715.700,79	Rp	327.672.690,21	Rp (505.394.013,48)
15	2038	Rp	13.364.715.700,79	Rp	293.403.196,82	Rp (211.990.816,65)
16	2039	Rp	13.364.715.700,79	Rp	262.717.762,20	Rp 50.726.945,54
17	2040	Rp	13.364.715.700,79	Rp	235.241.549,24	Rp 285.968.494,79
18	2041	Rp	13.364.715.700,79	Rp	210.638.923,03	Rp 496.607.417,82
19	2042	Rp	13.364.715.700,79	Rp	188.609.350,85	Rp 685.216.768,67
20	2043	Rp	13.364.715.700,79	Rp	168.883.731,07	Rp 854.100.499,74
PAYBACK PERIOD		12,944				
		12 Tahun 9 Bulan 2 Hari				

Versi 4						
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)						
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	13.364.715.700,79	Rp	(10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)
1	2024	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.854.803.369,47	Rp (9.017.214.897,58)
2	2025	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.660.819.635,99	Rp (7.356.395.261,59)
3	2026	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.487.123.599,56	Rp (5.869.271.662,03)
4	2027	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.331.593.480,98	Rp (4.537.678.181,05)
5	2028	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.192.329.406,32	Rp (3.345.348.774,73)
6	2029	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.067.630.199,07	Rp (2.277.718.575,66)
7	2030	Rp	13.364.715.700,79	Rp	955.972.599,46	Rp (1.321.745.976,20)
8	2031	Rp	13.364.715.700,79	Rp	855.992.657,11	Rp (465.753.319,09)
9	2032	Rp	13.364.715.700,79	Rp	766.469.069,76	Rp 300.715.750,66
10	2033	Rp	13.364.715.700,79	Rp	686.308.264,47	Rp 987.024.015,13
11	2034	Rp	13.364.715.700,79	Rp	614.531.039,10	Rp 1.601.555.054,23
12	2035	Rp	13.364.715.700,79	Rp	550.260.600,91	Rp 2.151.815.655,15
13	2036	Rp	13.364.715.700,79	Rp	492.711.856,12	Rp 2.644.527.511,26
14	2037	Rp	13.364.715.700,79	Rp	441.181.819,59	Rp 3.085.709.330,86
15	2038	Rp	13.364.715.700,79	Rp	395.041.027,57	Rp 3.480.750.358,43
16	2039	Rp	13.364.715.700,79	Rp	353.725.848,47	Rp 3.834.476.206,90
17	2040	Rp	13.364.715.700,79	Rp	316.731.597,84	Rp 4.151.207.804,74
18	2041	Rp	13.364.715.700,79	Rp	283.606.373,43	Rp 4.434.814.178,16
19	2042	Rp	13.364.715.700,79	Rp	253.945.534,94	Rp 4.688.759.713,11
20	2043	Rp	13.364.715.700,79	Rp	227.386.761,23	Rp 4.916.146.474,34
PAYBACK PERIOD		8,133				
		8 Tahun 1 Bulan 1 Hari				

Versi 4						
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)						
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	13.364.715.700,79	Rp	(10.872.018.267,05)	Rp (10.872.018.267,05)
1	2024	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.161.886.105,86	Rp (9.710.132.161,19)
2	2025	Rp	13.364.715.700,79	Rp	1.040.370.796,80	Rp (8.669.761.364,39)
3	2026	Rp	13.364.715.700,79	Rp	931.564.108,88	Rp (7.738.197.255,52)
4	2027	Rp	13.364.715.700,79	Rp	834.136.916,98	Rp (6.904.060.338,54)
5	2028	Rp	13.364.715.700,79	Rp	746.899.101,88	Rp (6.157.161.236,66)
6	2029	Rp	13.364.715.700,79	Rp	668.785.012,43	Rp (5.488.376.224,24)
7	2030	Rp	13.364.715.700,79	Rp	598.840.448,09	Rp (4.889.535.776,15)
8	2031	Rp	13.364.715.700,79	Rp	536.211.002,95	Rp (4.353.324.773,20)
9	2032	Rp	13.364.715.700,79	Rp	480.131.628,71	Rp (3.873.193.144,49)
10	2033	Rp	13.364.715.700,79	Rp	429.917.289,32	Rp (3.443.275.855,17)
11	2034	Rp	13.364.715.700,79	Rp	384.954.592,87	Rp (3.058.321.262,30)
12	2035	Rp	13.364.715.700,79	Rp	344.694.298,77	Rp (2.713.626.963,53)
13	2036	Rp	13.364.715.700,79	Rp	308.644.608,50	Rp (2.404.982.355,02)
14	2037	Rp	13.364.715.700,79	Rp	276.365.158,04	Rp (2.128.617.196,98)
15	2038	Rp	13.364.715.700,79	Rp	247.461.638,65	Rp (1.881.155.558,33)
16	2039	Rp	13.364.715.700,79	Rp	221.580.980,17	Rp (1.659.574.578,17)
17	2040	Rp	13.364.715.700,79	Rp	198.407.038,11	Rp (1.461.167.540,05)
18	2041	Rp	13.364.715.700,79	Rp	177.656.731,84	Rp (1.283.510.808,22)
19	2042	Rp	13.364.715.700,79	Rp	159.076.586,53	Rp (1.124.434.221,69)
20	2043	Rp	13.364.715.700,79	Rp	142.439.636,93	Rp (981.994.584,76)
PAYBACK PERIOD		29,009				
		29 Tahun				

LAMPIRAN C
DESAIN RENCANA GARIS

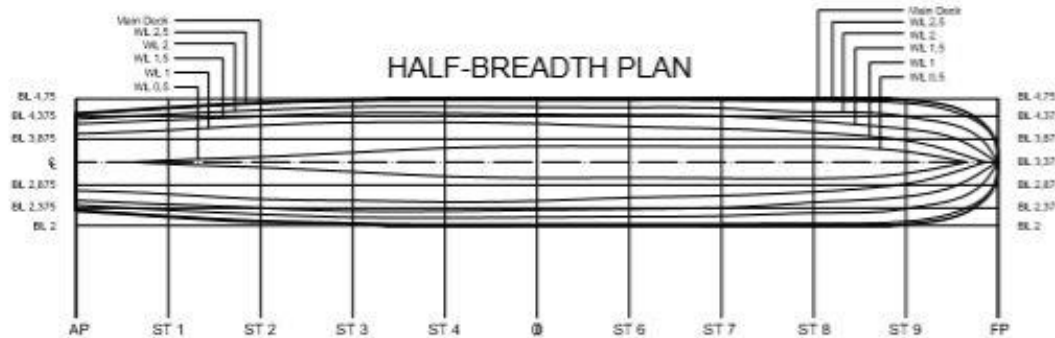
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	PASSENGER CATAMARAN
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LPP)	20.00 m
BREADTH (B)	9.50 m
HEIGHT (H)	2.90 m
DRAUGHT (T)	1.60 m
SERVICE SPEED (V _s)	5.00 knots
PASSANGERS	50 Persons
CREWS	5 Persons



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE

FACULTY OF MARINE ENGINEERING

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

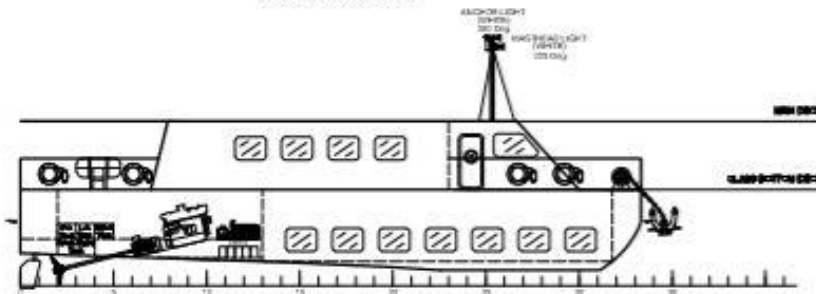
GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT

LINES PLAN

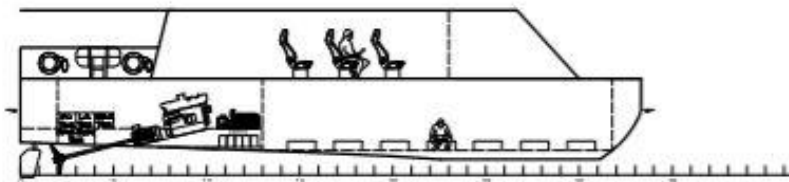
SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Neysha Alya Fakhira			04111540000031
APPROVED	Ahmad Nasrudin, S.T., M.Eng.			A3
	Danu Utama, S.T., M.T.			

LAMPIRAN D
DESAIN RENCANA UMUM

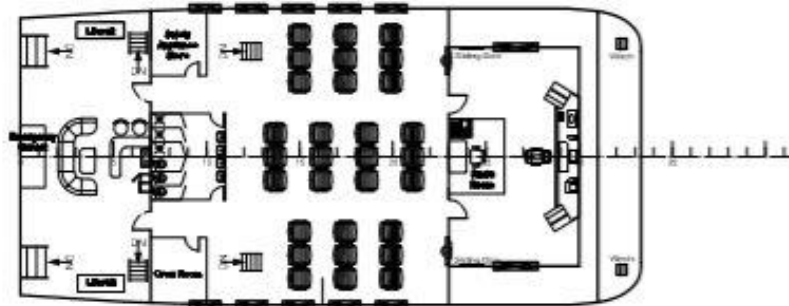
PROFILE VIEW



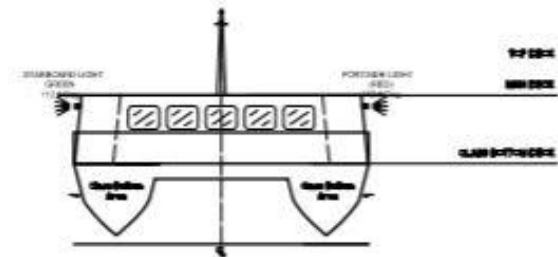
CENTERLINE OF DEMIHULL



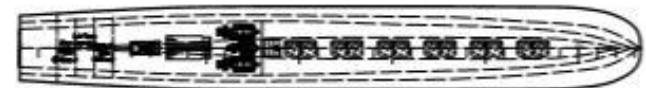
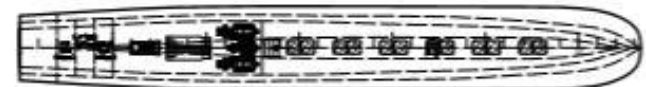
MAIN DECK



FRONT VIEW



GLASS BOTTOM DECK



PRINCIPAL DIMENSIONS

PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	PASSENGER CATAMARAN
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LBP)	20.00 m
BREADTH (B)	3.00 m
HEIGHT (H)	2.00 m
DEALING (D)	1.00 m
SPRUE SPEED (V)	5.00 knots
PASSENGERS	25 PERSONS
CRUISE	5 PERSONS



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

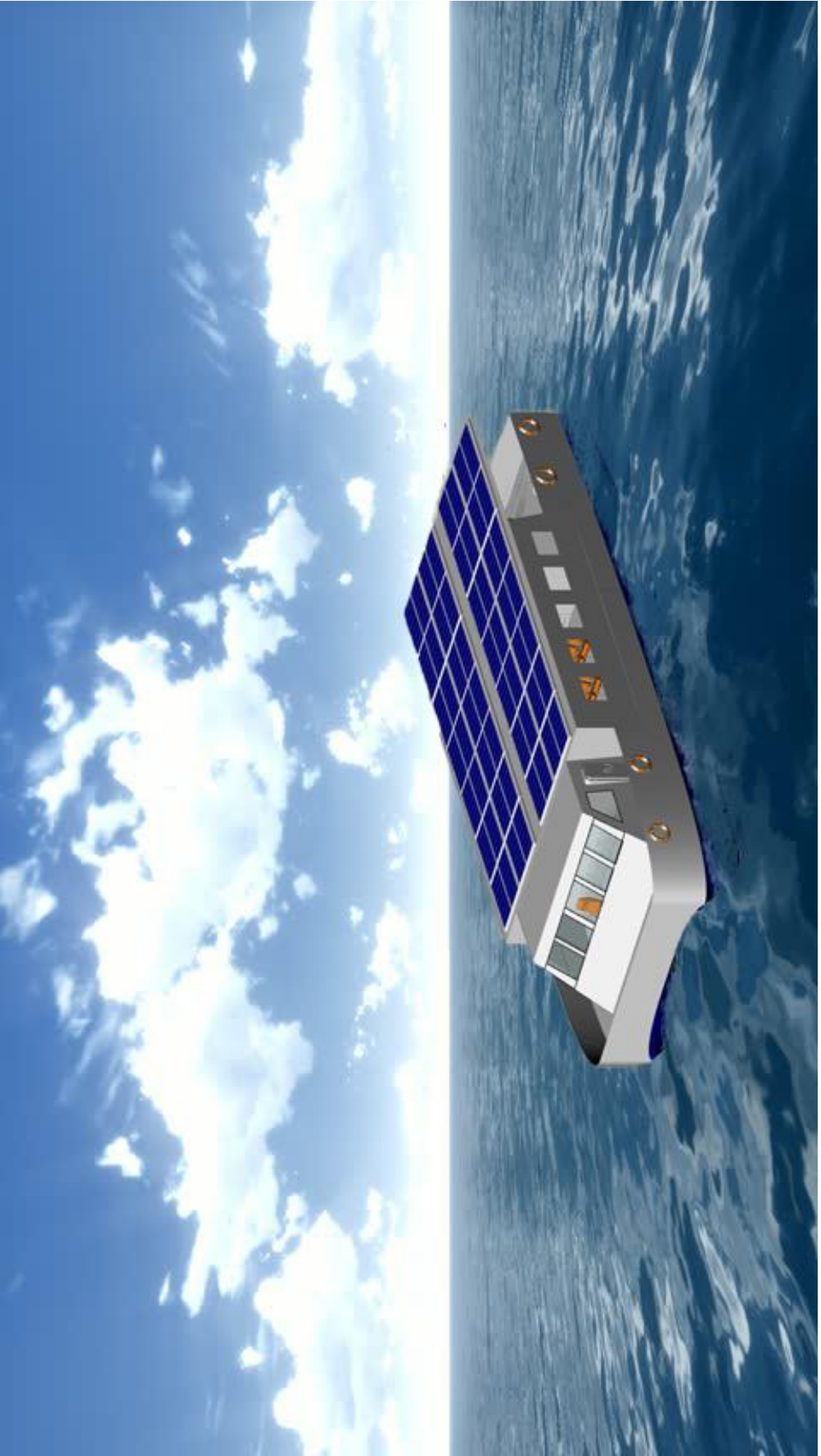
GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT

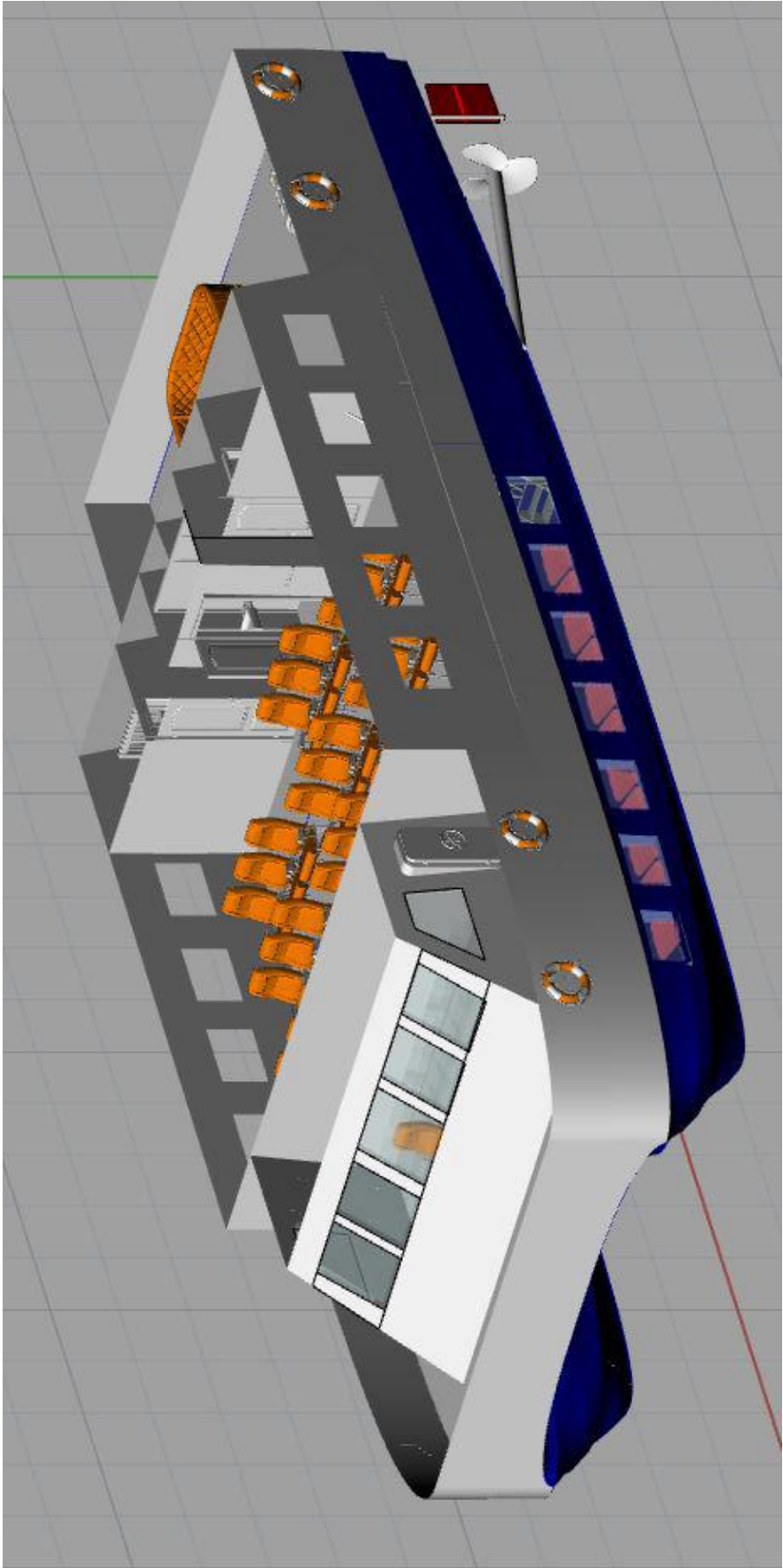
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	1 : 150	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Neysha Ajiya Fakhira			04111642000031
APPROVED	Ahmad Nasrudin, S.T., M.Eng. Daru Utama, S.T., M.T.			A3

LAMPIRAN E
DESAIN *SAFETY PLAN*

LAMPIRAN F
MODEL 3D *GLASS BOTTOM CATAMARAN BOAT*







BIODATA PENULIS



Neysha Alya Fakhira, merupakan nama lengkap penulis. Dilahirkan di Jakarta pada 4 Desember 1998 silam, Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Arief Andriawan dan Dina Afanti. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Eka Buana, kemudian melanjutkan ke SD Jaya Suti Abadi, SMPN 2 Tambun Selatan, dan SMAN 12 Jakarta. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah, pada tahun kedua Penulis juga pernah menjadi sekretaris dan bendahara Badan Semi Otonom (BSO) Kewirausahaan HIMATEKPAL 2017/2018, *staff* logistik Team Hydronite ITS 2017/2019, direktur badan usaha Badan Semi Otonom (BSO) Kewirausahaan HIMATEKPAL 2018/2019. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi *2nd Winner MATE ROV Competition* yang merupakan ajang kompetisi *underwater robotic* pada tahun 2018 silam.

Email : neyshaaf@gmail.com

WhatsApp : 085330647676