



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING*
CATAMARAN BOAT UNTUK WISATA PANTAI TELENG
RIA - PANTAI SRAU - PANTAI KLAYAR, KABUPATEN
PACITAN, JAWA TIMUR**

**Sandy Kurnia Rahma
NRP 0411164000057**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Danu Utama, S.T., M.T.**

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING*
CATAMARAN BOAT UNTUK WISATA PANTAI TELENG
RIA - PANTAI SRAU - PANTAI KLAYAR, KABUPATEN
PACITAN, JAWA TIMUR**

**Sandy Kurnia Rahma
NRP 0411164000057**

**Dosen Pembimbing
Ir.Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Danu Utama, S.T., M.T.**

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING
CATAMARAN BOAT FOR TURISM TELENG RIA BEACH -
SRAU BEACH - KLAYAR BEACH, PACITAN, EAST JAVA**

**Sandy Kurnia Rahma
NRP 0411164000057**

**Dosen Pembimbing
Ir.Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Danu Utama, S.T., M.T.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT UNTUK WISATA PANTAI TELENG RIA – PANTAI SRAU – PANTAI KLAYAR, KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

SANDY KURNIA RAHMA
NRP 0411164000057

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing II

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

Dosen Pembimbing I

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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 6 AGUSTUS 2020



LEMBAR REVISI

DESAIN SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT UNTUK WISATA PANTAI TELENG RIA – PANTAI SRAU – PANTAI KLAYAR, KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

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

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

Oleh:

SANDY KURNIA RAHMA
NRP 0411164000057

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

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

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

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

4. Danu Utama, S.T., M.T.



SURABAYA, 6 AGUSTUS 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya serta adik maupun orang-orang tersayang yang telah memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. dan Bapak Danu Utama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Kedua orang tua Penulis, Ibu Suparmi dan Bapak Suwito, serta adik Penulis, Aulia, yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dan doa kepada Penulis dalam kondisi apapun;
5. Steven Caramoy Sekeluarga yang telah menerima dan menjamu selama di Banyuwangi, dan memberi saran penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir;
6. Teman-teman P56 IRONCLAD, yang telah mendukung, membantu, menyemangati, dan berjuang bersama selama perkuliahan hingga pengerjaan Tugas Akhir;
7. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu.

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

Surabaya, 14 Juli 2020

Sandy Kurnia Rahma

DESAIN SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT UNTUK WISATA PANTAI TELENG RIA – PANTAI SRAU – PANTAI KLAYAR, KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Sandy Kurnia Rahma
NRP : 04111640000057
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pacitan adalah sebuah kota di tepi pantai selatan yang terletak pada garis lintang selatan : 8' 3 – 8' 17 bujur timur 11' 2 – 11' 28. Banyak wisata alam yang terdapat di kabupaten Pacitan, diantaranya terdapat beberapa pantai- pantai yang indah seperti Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar. Dalam berwisata diperlukan kapal yang sesuai dan memenuhi syarat keselamatan. Oleh karena itu diperlukan desain kapal yang *safety* dan *ecofriendly* untuk menambah daya tarik wisatawan agar berwisata ke Pantai Pacitan. Dalam Tugas Akhir ini Penulis merancang desain kapal dengan kombinasi menggunakan panel surya sebagai energi untuk menyuplai kebutuhan listrik kapal dan mengurangi polusi. Dalam perancangan kapal wisata ini menggunakan *parent ship* sebagai acuanya dengan lambung kapal berbentuk *catamaran* dari kapal JC 1450. Alasan digunakannya *catamaran* adalah karena *catamaran* memiliki geladak yang lebih luas dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan *monohull*. Penentuan ukuran utama kapal menggunakan *parent ship design*. Penentuan *payload* didapat dari data rata-rata jumlah kunjungan wisatawan per tahun di Pantai Pacitan 2015-2019. Kemudian dari hasil perhitungan tersebut dikalikan hasil survey pengunjung yang dilakukan dan diperoleh hasil sebesar 10%. Kemudian didapatkan *payload* perhari sebanyak 80 orang untuk 2 kali trip dalam 1 hari, jadi *payload* 40 orang per trip. Ukuran utama yang memenuhi kriteria teknis dan regulasi adalah $L_{pp} = 16$ m; $B = 7,6$ m; $H = 2.08$ m; $T = 1.28$ m, Kapal dengan ukuran tersebut telah memenuhi persyaratan regulasi. Dari hasil perhitungan tersebut untuk membuat kapal tersebut adalah sebesar Rp 2.773.005.593,80

Kata kunci: Kapal Wisata, *Catamaran*, Sel Surya

DESIGN OF SOLAR POWERED ASSISTED SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT TO VISIT TELENG RIA BEACH, SRAU BEACH, KLAYAR BEACH, PACITAN, EAST JAVA

Author : Sandy Kurnia Rahma
Student Number : 04111640000057
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRACT

Pacitan is a city on the south coast located at the southern latitude: 8 '3 - 8' 17 east longitude 11 '2 - 11' 28. Many natural attractions are found in Pacitan district, including several beautiful beaches such as Teleng Ria Beach, Srau Beach, Klayar Beach. In traveling, a suitable boat and safety requirements are required. Therefore a safety and ecofriendly design of the ship is needed to increase the attractiveness of tourists to travel to Pacitan Beach. In this Final Project, the author designs a ship design in combination using solar panel as energy to supply the electricity needs of the ship and reduce pollution. In the design of this tour ship using the parent ship as a reference with the hull shaped catamaran from ship JC-1450. The reason why catamarans are used is because they have a wider deck and better stability than monohulls. Determination of the main size of the ship using the parent ship design. Payload determination is obtained from the average number of tourist visits per year in Pacitan Beach 2015-2019. Then the results of these calculations are multiplied by the results of the visitor survey conducted and the results obtained by 10%. Then get 80 payloads per day for 2 trips in 1 day, so the payload is 40 people per trip. The main measurements that meet the technical and regulatory criteria are $L_{pp} = 16$ m; $B = 7.6$ m; $H = 2.08$ m; $T = 1.28$ m, Ships of this size have met the regulatory requirements. From the results of these calculations to make the ship is Rp 2.773.005.593,80

Keywords : *Sightseeing Boat, Catamaran, Solar Power*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR REVISI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
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 Dasar Teori	5
2.1.1 Potensi Pariwisata di Pacitan	5
2.1.2 Pemanfaatan dan Pengolahan Potensi Pesisir Indonesia	5
2.2 Tinjauan Umum Daerah Operasi	6
2.2.1 Kondisi Gelombang Pantai Pacitan	6
2.3 Tahap Desain Kapal.....	7
2.4 Faktor Teknis Desain Kapal	8
2.4.1 Ukuran Utama Kapal	8
2.4.2 Perhitungan Hambatan.....	9
2.4.3 Perhitungan Daya Penggerak.....	10
2.4.4 Perhitungan Berat	11
2.4.5 Perhitungan Stabilitas	11
2.4.6 Trim	12
2.5 Analisis Ekonomis	12

2.6 Katamaran.....	13
2.6.1 Karakteristik Lambung Katamaran.....	14
2.7 Solar Cell	15
BAB 3 METODOLOGI	17
3.1 Bagan Alir.....	17
3.2 Tahap Pengerjaan.....	18
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	18
3.2.2 Studi Literatur	18
3.2.3 Pengumpulan Data.....	18
3.2.4 Pengolahan Data	18
3.2.5 Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model.....	19
3.2.6 Kesimpulan dan Saran	19
BAB 4 ANALISIS TEKNIS	21
4.1 Penentuan payload	21
4.2 Penentuan Ukuran Utama	22
4.2.1 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal.....	23
4.3 Penentuan Rute Pelayaran	24
4.4 Perhitungan Kecepatan	25
4.5 Perhitungan Koefisien	25
4.6 Perhitungan Hambatan dan Propulsi	26
4.7 Perhitungan Kelistrikan	27
4.8 Perhitungan Sistem Hibrida.....	27
4.9 Perhitungan Tebal Pelat.....	29
4.10 Perhitungan Berat Kapal dan Pengecekan Displacement.....	31
4.10.1 Pengecekan Displacement.....	31
4.11 Perhitungan Freeboard	31
4.12 Perhitungan Stabilitas	33
4.13 Pengecekan Trim	34
BAB 5 DESAIN SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT.....	37
5.1 Umum	37
5.2 Konfigurasi Panel Surya	37
5.3 Pembuatan Desain Rencana Garis (Lines Plan)	37
5.4 Pembuatan Desain Rencana Umum (General Arrangement)	39
5.5 Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (Fire and Safety Plan).....	39
5.6 Pembuatan Model Desain 3 Dimensi (3D Modelling)	44
BAB 6 ANALISIS EKONOMIS	47

6.1 Umum	47
6.2 Biaya Pembangunan Kapal	47
6.3 Perhitungan Biaya Operasional	52
6.4 Harga Tiket	53
6.5 Payback Period	54
6.6 Net Present Value (NPV).....	54
6.7 Internal rate of Return (IRR)	54
6.7 Pemilihan Harga Tiket	55
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
7.1 Kesimpulan	58
7.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS	
LAMPIRAN B PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS	
LAMPIRAN C DESAIN RENCANA GARIS (<i>LINES PLAN</i>)	
LAMPIRAN D DESAIN RENCANA UMUM (<i>GENERAL ARRANGEMENT</i>)	
LAMPIRAN E DESAIN <i>FIRE AND SAFETY PLAN</i>	
LAMPIRAN F MODEL 3 DIMENSI	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Persebaran Wisata di Kabupaten Pacitan	2
Gambar 2.1 Rute Pelayaran Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar	7
Gambar 2.2 Kondisi Gelombang di Pantai Pacitan	7
Gambar 2.3 Ship Design Spiral	7
Gambar 2.4 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan Monohull	7
Gambar 2.5 Bentuk Lambung Simetris	11
Gambar 2.6 Bentuk Lambung Tidak Simetris	15
Gambar 2.7 Struktur Sel Surya.....	15
Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	17
Gambar 4.1 Hasil Kuesioner Adanya Kapal Wisata di Pantai Pacitan	21
Gambar 4.2 Kapal Wisata Catamaran Tipe JC-1450	22
Gambar 4.3 Rute Pelayaran Kapal	24
Gambar 4.4 Mesin SUZUKI DF175	27
Gambar 4.5 Solar Panel HENGDA	28
Gambar 5.1 Konfigurasi Panel Surya.....	37
Gambar 5.2 Desain Rencana Garis (Lines Plan) Sightseeing Catamaran Boat.....	38
Gambar 5.3 Desain Rencana Umum Sightseeing Catamaran Boat.....	39
Gambar 5.4 Desain Fire and Safety Plan.....	44
Gambar 5.5 Model 3D Tampak Perspektif.....	44
Gambar 5.6 Model 3D Tampak Depan	45
Gambar 5.7 Model 3D Tampak Samping.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Wisatawan Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar 2015-2019	21
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rata-Rata Jumlah pengunjung Pantai Pacitan	22
Tabel 4.3 Pengecekan Ratio Ukuran Utama Parent Ship	23
Tabel 4.4 Pengecekan Ratio Ukuran Utama Setelah Dilakukan Perubahan	24
Tabel 4.5 Detail Perjalanan	25
Tabel 4.6 Perhitungan Kecepatan kapal	25
Tabel 4.7 Koefisien Bentuk Kapal	26
Tabel 4.8 Perhitungan Kelistrikan Kapal	27
Tabel 4.9 Spesifikasi Solar Panel HENGDA	30
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pelat	30
Tabel 4.11 Rekapitulasi Berat dan Titik Berat Kapal.....	31
Tabel 4.12 Pemeriksaan Lambung Timbul	33
Tabel 4.13 Loadcase Kapal Wisata Catamaran	33
Tabel 4.14 Analisis Kriteria Stabilitas.....	34
Tabel 4.15 Pengecekan Trim	35
Tabel 4.16 Ukuran Utama Akhir Kapal.....	35
Tabel 5.1 Karakteristik Lambung Katamaran	38
Tabel 5.2 Ketentuan Jumlah Life Buoy	40
Tabel 5.3 Kriteria Ukuran Life Jacket	40
Tabel 6.1 Perhitungan Biaya Pelat dan Elektroda	48
Tabel 6.2 Perhitungan Biaya Fasilitas Umum	48
Tabel 6.3 Perhitungan Biaya Sistem dan Kelistrikan	48
Tabel 6.4 Perhitungan Biaya Peralatan Navigasi dan Komunikasi	49
Tabel 6.5 Perhitungan Biaya Equipment dan Outfitting	50
Tabel 6.6 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal.....	51
Tabel 6.7 Koreksi Keadaan Ekonomi pada Biaya Pembangunan Awal.....	51
Tabel 6.8 Rekapitulasi Biaya Operasional Sightseeing Catamaran Boat	52
Tabel 6.9 Perencanaan Harga Tiket Wisata Sightseeing Catamaran Boat	53
Tabel 6.10 Rekapitulasi Payback Period	54

Tabel 6.11 Rekapitulasi Nilai NPV	54
Tabel 6.12 Rekapitulasi Perhitungan IRR	55
Tabel 6.13 Harga Tiket Akhir.....	55

DAFTAR SIMBOL

B = Breadth (lebar kapal)	(m)
BHP = Break Horse Power	(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 = Waterplane area coefficient	
DHP = Delivery Horse Power	(HP)
EHP = Effective Horse Power	(HP)
Fb = Lambung timbul (freeboard)	(m)
Fn = Froude number based on displacement volume	
g = Percepatan gravitasi	(m/s ²)
GT = Gross Tonnage	(GT)
GZ = Lengan dinamis	
H = Height (tinggi kapal)	(m)
KG = Center of gravity	(m)
LCB = Longitudinal position of the centre of buoyancy	(m)
LCG = Longitudinal position of the centre of gravity	(m)
LPP = Length between Perpendicular	(m)
LOA = Length Overall	(m)
LWL = Length of Waterline	(m)
LR = Panjang bagian kapal yang mengalami tahanan langsung	(m)
MCR = Maximum Continuous Rating	(HP)
MDO = Marine Diesel Oil	
S = Wetted surface area	(m ²)
T = Sarat kapal	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia. Wilayah perairan Indonesia jauh lebih luas dari pada daratannya. Dengan lebih dari 17.000 pulau yang dimiliki Indonesia wisata bahari menjadi salah satu hal yang sangat potensial. Banyak sekali pantai yang dapat dijadikan tempat wisata bahari yang baik dari segi keindahan pantai maupun keindahan terumbu karangnya (Indonesia Negara Maritim dengan Kepulauan Terbesar di Dunia, 2017).

Sekian banyaknya pulau yang ada di Indonesia, salah satu di Kabupaten Pacitan, kondisi geografis Kabupaten Pacitan 80 % lebih wilayahnya merupakan gunung kapur yang sulit air. Namun di balik itu tersimpan pemandangan alam yang eksotik yang tidak pernah atau jarang dijumpai di daerah lain. Banyak wisata alam yang terdapat di Kabupaten Pacitan, di antaranya terdapat beberapa pantai- pantai yang indah seperti Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar. Sayangnya di Pacitan sendiri belum ada kapal wisata untuk menikmati daerah lepas pantai, di sana hanya ada perahu kecil yang beroperasi menyusuri sungai (Disparpora satukan tekad memaksimalkan pariwisata pacitan, 2019).

Pacitan dikenal dengan nama Kota Pariwisata atau Kota Seribu Gua. Hal ini dikarenakan kekayaan alam dan estetika Pacitan yang sungguh luar biasa dan sangat memikat para pengunjung. Pariwisata di Pacitan terdiri dari Wisata Gua, Wisata Pantai, Wisata Pegunungan (*Hiking*), Wisata Sejarah, Wisata Pemandian Alam dan Saat ini sedang dalam tahap penyelesaian kawasan Olahraga yang nantinya bisa menjadi salah satu alternatif tempat yang bisa dikunjungi di Pacitan.

Pembangunan wilayah Pantai Pacitan harus dikembangkan dengan disediakannya sarana/prasarana kapal sebagai alat transportasi. Potensi wisata utama yang terdapat di Pacitan ini adalah keindahan lautnya. Jumlah wisatawan di Pacitan semakin meningkat setiap tahunnya. Tercatat dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Pacitan, jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pantai Teleng Ria – Pantai Srau – Pantai Klayar Pacitan selalu meningkat setiap tahunnya, yaitu sebanyak 268707 orang pada tahun 2015, kemudian meningkat menjadi 305769 orang pada tahun 2016, sebanyak 350690 pada tahun 2017, sebanyak 401394 pada tahun 2018, dan terakhir tercatat pada tahun 2019 sebanyak 420506 orang. Hal ini membuktikan bahwa kebutuhan kapal

wisata sebagai sarana transportasi di wilayah Pantai Pacitan dibutuhkan seiring dengan kawasannya yang menjadi destinasi wisata bagi para wisatawan

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 surya. Sel surya nantinya disimpan di baterai lewat inverter kemudian dialirkan untuk memenuhi kebutuhan kelistrikan kapal tersebut. Dengan sistem ini dapat mengurangi emisi bahan bakar dari penggunaan penuh pada mesin (Solar Power: Energi Surya, Sumber Energi Alternatif Masa Depan, 2013).



Gambar 1. 1 Persebaran Wisata di Kabupaten Pacitan

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

Berdasarkan penjelasan di atas maka pada Tugas Akhir ini akan membuat desain awal kapal *Solar Powered Assisted Sightseeing Catamaran Boat* untuk Wisata Pantai Teleng Ria - Pantai Srau - Pantai Klayar di Kabupaten Pacitan dengan tetap memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan efisiensi bahan bakar dan ramah lingkungan, kecepatan kapal, serta sesuai dengan *owner requirement*.

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 menentukan jumlah kebutuhan *solar cell*?
5. Bagaimana membuat desain Rencana Garis, Rencana Umum dan Model 3D dari kapal?
6. Bagaimana melakukan analisis ekonomis kapal

1.3 Tujuan

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

1. Menentukan *payload* kapal.
2. Menentukan ukuran utama kapal.
3. Melakukan analisis teknis kapal.
4. Menentukan jumlah kebutuhan *solar cell*.
5. Mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety plan*, Model 3D kapal.
6. 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. Sistem penggerak yang digunakan adalah kombinasi *solar cell* dan *diesel*.

1.5 Manfaat

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

1. Bagi akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan dunia pendidikan di Indonesia.
2. Bagi Praktisi, diharapkan memberikan inovasi dalam industri perkapalan untuk menunjang pariwisata laut di Indonesia, khususnya wisata pantai di Pacitan.

1.6 Hipotesis

Desain *Seightseeing Catamaran Boat* dengan menggunakan *solar cell* ini diharapkan mendapat jumlah penumpang dan kapal yang sesuai dengan perairan Pantai Pacitan dan dapat menambah daya tarik wisata di Pacitan yang ramah lingkungan dalam pariwisata di Pantai Kabupaten Pacitan, Jawa Timur.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1 Dasar Teori

Dasar teori berisi uraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini

2.1.1 Potensi Pariwisata di Pacitan

Pacitan merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang memiliki banyak tempat wisata potensial. di beberapa lokasi wisata tersebut menyimpan berjuta keindahan di kota yang berada di balik pegunungan, setiap hari libur banyak sekali pengunjung dari luar Pacitan yang datang ketempat-tempat pariwisata tersebut, bahkan hari-hari biasa juga banyak yang datang ke tempat pariwisata di pacitan. Seperti tujuan objek wisata makanan laut (*seafood*), wisata pantai, wisata goa, wisata pemandian air hangat. Menjadi salah satu tujuan objek wisata yang sering dikunjungi, tidak terlepas dari permasalahan yang ada. Permasalahan yang dapat dilihat pada lokasi ialah terjadinya kemacetan karena kurangnya lahan parkir yang disediakan (Potensi wisata andalan Pacitan, 2009).

2.1.2 Pemanfaatan dan Pengolahan Potensi Pesisir Indonesia

Dari pengalaman-pengalaman yang sudah berjalan sampai sekarang, Daerah pesisir di Indonesia yang kebanyakan ditinggali oleh para nelayan, merupakan daerah yang belum sepenuhnya digali potensinya, hal ini berkakitan dengan para nelayan itu sendiri sekedar memanfaatkan hasil dari laut berupa ikan, terumbu karang dan sebagainya hanya untuk memenuhi kebutuhan harian mereka, sehingga secara garis besar, potensi pesisir yang diberdayakan oleh para masyarakat sekitar hanya terbatas untuk memenuhi kebutuhan harian untuk hidup mereka (Potensi kawasan pesisir hanya untuk kebutuhan sehari-hari, 2015).

Pemanfaatan daerah pesisir perlu dibarengi juga dengan edukasi kepada masyarakat di daerah tersebut agar mampu memanfaatkan segala potensi yang ada, potensi pariwisata di daerah pesisir yang memiliki keindahan alam pasti sangat besar mengingat kewenangan daerah untuk melakukan pengolahan bidang kelautan yang termasuk juga daerah pesisir masih merupakan kewenangan baru bagi daerah maka pemanfaatan potensi daerah pesisir belum sepenuhnya dilaksanakan oleh Daerah Kabupaten atau Kota yang berada di pesisir, jadi belum

semua Kabupaten dan Kota yang memanfaatkan potensi daerah pesisir (save-our-sea-membangun-ekowisata-bahari-berbasis-masyarakat, 2020).

2.2 Tinjauan Umum Daerah Operasi

Pacitan adalah sebuah kabupaten yang terletak di penghujung barat daya Provinsi Jawa Timur yang berjarak 270 km dari Kota Surabaya atau 100 km dari Solo yang terletak pada garis lintang selatan : 8' 3 – 8' 17 bujur timur 11' 2 – 11' 28. Pacitan banyak wisata alam yang terdapat di Kabupaten Pacitan. Dalam hal ini diperlukan pembuatan kapal yang memenuhi syarat keselamatan agar daya tarik wisata bahari di Kabupaten Pacitan meningkat. kondisi geografis Kabupaten Pacitan 80 % lebih wilayahnya merupakan gunung kapur yang sulit air. Namun di balik itu tersimpan pemandangan alam yang eksotik yang tidak pernah atau jarang dijumpai di daerah lain. Banyak wisata alam yang terdapat di Kabupaten Pacitan, di antaranya terdapat beberapa pantai- pantai yang indah seperti Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar.

Pacitan memiliki pesona sumber daya alam yang menawan, pantainya yang indah dengan pasir pantai yang lembut dan putih, meski memiliki pesona menarik sayangnya di pacitan belum dikelola secara maksimal. Pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan destinasi pariwisata di Pacitan diharapkan mampu meningkatkan perekonomian masyarakat tersebut, meningkatkan pengetahuan, pengalaman, wawasan dan keterampilan masyarakat Pacitan. Rute pelayaran dapat dilihat seperti gambar 2.1 dengan waktu pelayaran efektif selama 4 jam.



Gambar 2.1 Rute Pelayaran Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar
(Sumber : <https://gambardaerah.blogspot.com/2016/09/desnantara-tamasya-peta>)

2.2.1 Kondisi Gelombang Pantai Pacitan

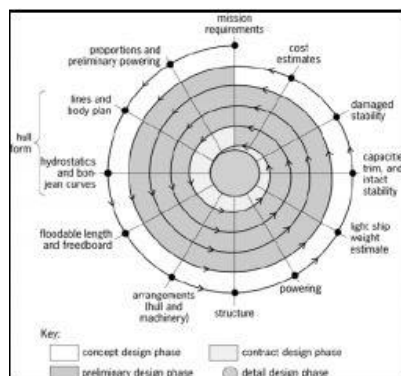
Kondisi Gelombang di Pantai Pacitan tergolong cukup tinggi, yaitu antara 1,5 – 2 m. Hal ini dapat dilihat dari pengecekan ketinggian gelombang yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika. Adapun kondisi gelombang di Pantai Pacitan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kondisi Gelombang di Pantai Pacitan
(Sumber: Badan meteorologi dan Geofisika, Maret 2020)

2.3 Tahap Desain Kapal

Dalam Tugas Akhir ini tahapan desain yang dilakukan mengikuti proses *spiral design* yang merupakan prinsip umum dalam mendesain kapal. Pada Gambar 2.3 merupakan alur dalam proses *spiral design*.



Gambar 2.3 Ship Design Spiral
(Sumber: Eyres, 2001)

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*. (Eyres, 2001).

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 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 dibanding 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.

2.4 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*.

2.4.1 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.

2.4.2 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:

$$RT=2 \times (1/2) \times \rho \times V^2 \times WSA \times CT_{cat}$$

$$CT_{cat}=(1+\beta k) \times CF+ \tau CW \dots\dots\dots(2. 1)$$

Di mana :

B = *Catamaran Viscous Resistance Interference Factor*

(1 +k) = *Form Factor for Demihull in Isolation*

CF = *Viscous Resistance*

τ = *Catamaran Wave Resistance Interference Factor*

C = *Wave Resistance*

2.4.3 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 = Hambatan total kapal (N)

VS = Kecepatan dinas kapal (m/s)

- *Delivery Horse Power(DHP)*

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

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

η_H = Efisiensi badan kapal

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

η_{RR} = *Efisiensi relatif rotative*

- *Break Horse Power (BHP)*

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

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

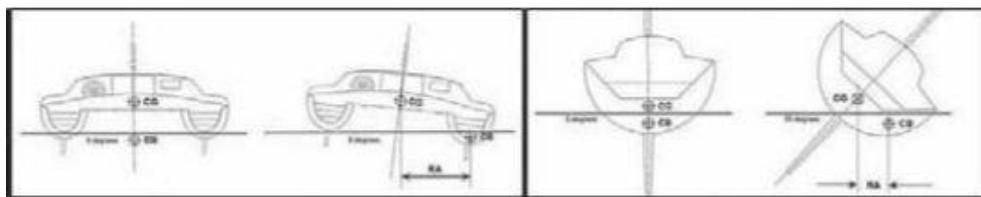
2.4.4 Perhitungan Berat

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* (Ahmad Nasirudin, 2019).

2.4.5 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 :

- a. Titik G (*gravity*) yaitu titik berat kapal.
- b. Titik B (*buoyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- c. 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 2.4 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan Monohull

(Sumber: Barnhart dan Thewlis, 1956)

Pada Gambar 2.4 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:

1. $GZ_{30^\circ} \geq 0.2$ m

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

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

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

3. 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.

2.4.6 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 $\pm 0.5\% * LWL$.

2.5 Analisis Ekonomis

Cost estimating (perkiraan biaya) yang mungkin dilakukan dalam tahap *preliminary design* dari proses desain kapal berada pada level yang tinggi atau hanya seperti membuat asumsi tentang biaya dari desain kapal berdasarkan detail informasi yang didapatkan yaitu struktur lambung, perlengkapan kapal, dan sistem *outfit*. Selama proses *preliminary design*, perkiraan biaya dapat diintegrasikan dengan proses *design-engineering* untuk menghasilkan produk yang baik dan berguna dalam penelitian serta menentukan arah yang benar dalam proses desain kapal. Pada tahap desain level ini perkiraan biaya digunakan untuk menentukan kelayakan ekonomis dari desain kapal yang dibuat dan juga menentukan parameter dari basic design untuk memenuhi *mission requirements* dalam *general cost* dan batasan waktu pembangunan. Level selanjutnya yaitu setelah tahap *preliminary design* selesai dan berat sistem kapal telah ditentukan serta sering digunakan sebagai salah satu pertimbangan apakah kapal layak dibangun atau tidak (Lamb, T., 2003).

Analisis biaya pembangunan dilakukan dengan membagi komponen biaya pembangunan kapal menjadi beberapa faktor ekonomis. Faktor-faktor ekonomis yang harus diperhitungkan sehingga dapat diperoleh biaya pembangunan yang dibutuhkan dari desain

kapal dan didapatkan berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan dari perhitungan faktor teknis kapal. Dalam rincian biaya pembangunan kapal pada umumnya menurut buku *Ship Design and Construction Volume 1* terdiri dari:

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

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

2. Biaya permesinan (*machinery cost*)

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

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

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

4. Biaya Galangan (*shipyard support servise*)

Biaya galangan sebagai pihak yang membangun kapal yang termasuk biaya engineering, project management dan dukungan usaha produksi lainnya (material handling, temporary service, dll.) biasanya diestimasi sebagai persentase dari semua biaya *man-hour*, dan juga dipertimbangkan tambahan biaya dampak dari durasi kontrak, tingkat kesulitan teknis, dan faktor lain yang mungkin mempengaruhi. (Lamb, T., 2003).

Untuk mengetahui nilai ekonomis sebuah kapal dan kelayakannya untuk dibangun atau tidak, perhitungannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu biaya investasi dan biaya operasional kapal. Biaya investasi yaitu biaya pembangunan kapal itu sendiri yang terdiri dari biaya faktor ekonomis pembangunan kapal seperti yang disebutkan di atas. Sedangkan biaya operasional kapal terbagi menjadi dua, yaitu biaya tetap (biaya penyusutan kapal, biaya bunga modal, biaya asuransi kapal, biaya ABK) dan biaya tidaktetap (biaya bahan bakar, biaya

pelumas, biaya perbekalan dan perlengkapan, biaya air tawar, biaya repair, maintenance, and supplies (Fakhira, N. A., 2020)

2.6 Katamaran

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.

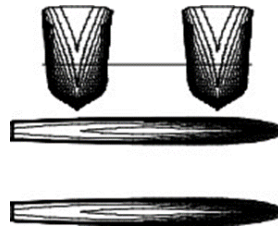
Keuntungan lain katamaran selain stabil adalah kapal jenis ini memiliki badan yang sangat lebar karena jembatan (*bridge*) antara satu lambung dengan lambung yang lainnya digunakan sebagai tempat muatan. Pada kapal Ro-Ro, muatan mobil dan penumpang akan lebih banyak dibanding dengan kapal berjenis lain 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.

2.6.1 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

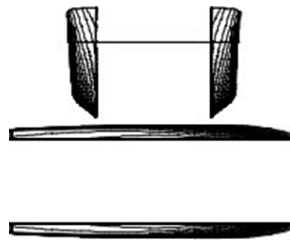
volume yang tercelup dan luas permukaan basah kapal menjadi relatif lebih kecil. Jika dilihat dari karakteristik hambatan di air tenang, katamaran memiliki hambatan lebih kecil daripada kapal monohull (Wijnolst, 1996). Kapal dengan lambung katamaran juga memiliki karakteristik sudut oleng yang relatif 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 2.6.



Gambar 2.5 Bentuk Lambung Simetris

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

Adapun bentuk lambung simetris dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.6 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).

2.7 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*

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*

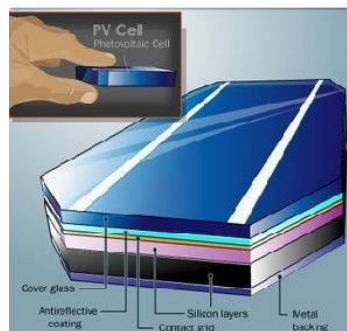
Selain *substrat* sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

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 2.7 Struktur Sel Surya

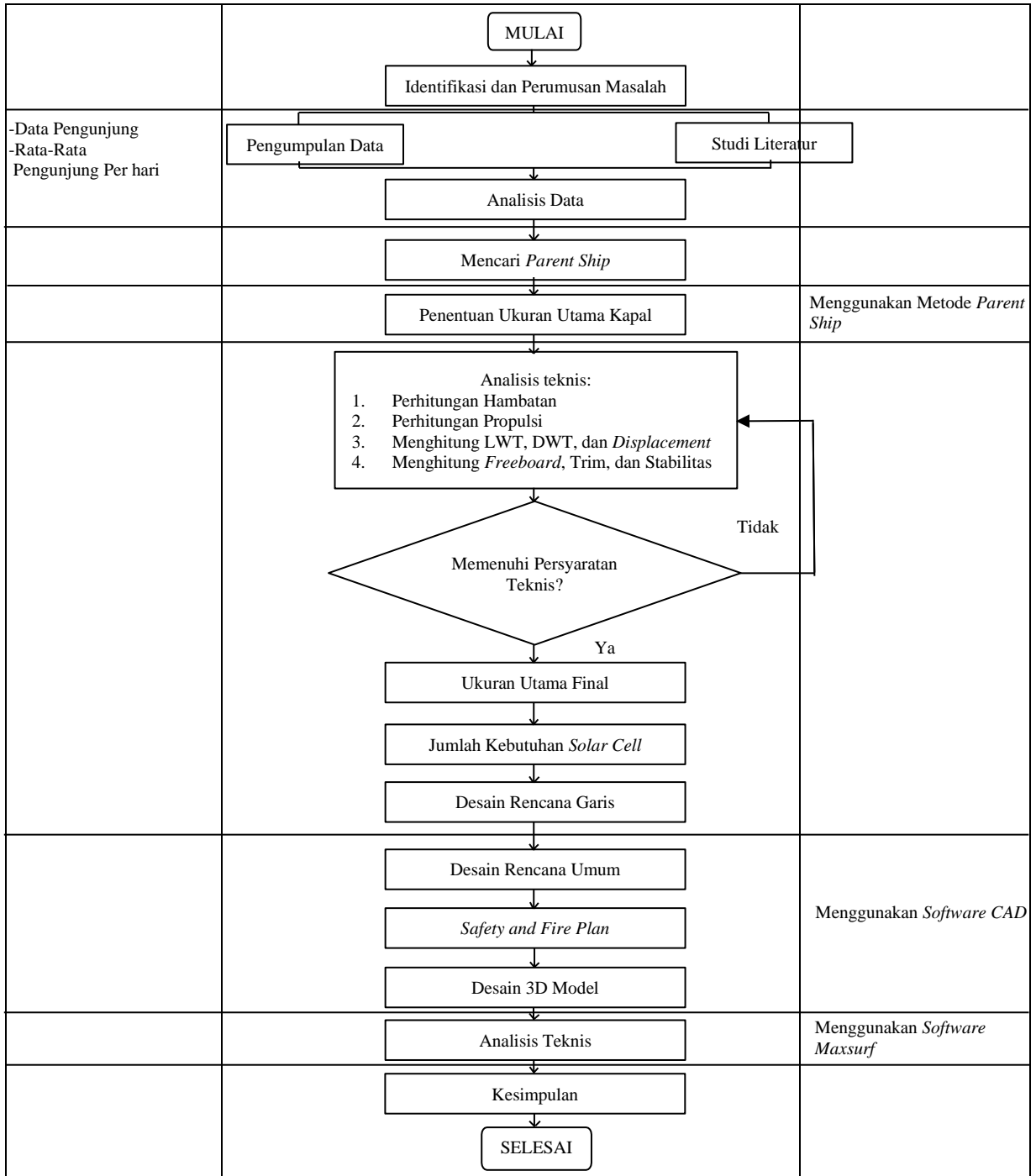
(Sumber : <https://howstuffworks.com>)

Pada Gambar 2.8 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.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Bagan Alir

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



Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

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 tidak terdapat kapal wisata di wilayah Pacitan dan tidak dapat memfasilitasi wisatawan untuk menikmati keindahan pantai Pacitan, sedangkan pemerintah Pacitan sendiri ingin meningkatkan wisata pantainya.

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. *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 instansiinstansi terkait. Adapun data-data yang diperlukan, yaitu:

- Kondisi perairan Pacitan.
- Rata-rata jumlah pengunjung Pantai Pacitan setiap tahun.

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 Maxsurf*.

3.2.6 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.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 ANALISIS TEKNIS

4.1 Penentuan *payload*

Penentuan *payload* dilakukan dengan menentukan jumlah penumpang sesuai dengan kapal yang dijadikan acuan sebagai *Parent Ship* yaitu kapal wisata tipe JC 1450. Penentuan jumlah penumpang dilakukan dengan cara mencari data wisatawan di pantai Pacitan dan mencari data kuesioner tentang adanya fasilitas kapal wisata di pantai Pacitan. Hasil data wisata di pantai Pacitan dan hasil kuesioner tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Wisatawan Pantai Teleng Ria, Pantai Srau, Pantai Klayar 2015-2019

Tahun	Tempat Wisata			Per Tahun
	Pantai Teleng Ria	Pantai Srau	Pantai Klayar	
2015	27262	29493	162139	218894
2016	32788	38297	175900	246985
2017	50680	50980	196300	297960
2018	64150	65234	188010	317394
2019	82498	75071	199429	356998



Gambar 4.1 Hasil Kuesioner Adanya Kapal Wisata di Pantai Pacitan

Setelah didapatkan total jumlah wisatawan Pantai Pacitan, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata per hari jumlah wisatawan. Berikut adalah hasil analisis perhitungan rata-rata jumlah wisatawan Pantai Pacitan :

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rata-Rata Jumlah pengunjung Pantai Pacitan

Tahun	Per Tahun	Per Hari
2015	218894	600
2016	246985	677
2017	297960	816
2018	317394	870
2019	356998	978
rata-rata		788
10% (Hasil Kuesioner)		78,8
1x trip		39,4

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah wisatawan Pantai Pacitan dari tahun 2015-2019 dihitung pertahun kemudian dibagi 365, diasumsikan dalam satu tahun ada 365 hari dan dikali 10% dari hasil kuesioner. Pada tabel didapatkan rata-rata sebanyak 78,8 wisatawan dalam satu hari untuk melakukan perjalanan wisata. Dikarenakan kapal melakukan pelayaran sebanyak 2 kali dalam sehari maka jumlah wisatawan dibagi menjadi 2 *trip*. Jadi didapatkan sebanyak 40 penumpang yang dapat diangkut satu kapal dalam satu kali perjalanan.

4.2 Penentuan Ukuran Utama

Ukuran utama kapal ditentukan dengan metode *Parent Ship Design*, yaitu dengan menggunakan ukuran utama kapal pembanding dengan jenis kapal yang memiliki muatan dan jenis yang serupa dengan kapal yang akan di desain. Pada Tugas akhir ini menggunakan kapal pembanding tipe JC 1450 yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Kapal Wisata Catamaran Tipe JC-1450

Sumber : <http://www.javaneseboat.com/catamaran-jc-series/catamaran/>

Lpp : 14 m
 B : 5 m
 H : 1,4 m
 T : 0,8 m
 S : 2 m
 B1 : 1,5 m
 Payload : 40 Orang

4.2.1 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

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

Tabel 4.3 Pengecekan Ratio Ukuran Utama *Parent Ship*

Batasan Perbandingan Ukuran Utama							
L/B ₁	=	9,33	;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$6 < L/B_1 < 11$	memenuhi
L/H	=	10,00	;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$6 < L/B_1 < 11$	memenuhi
B/H	=	3,571	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.7 < B/H < 4.1$	memenuhi
S/L	=	0,143	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.19 < L/B_1 < 0.51$	Tidak memenuhi
S/B ₁	=	2,000	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < S/B < 4.1$	memenuhi
B ₁ /T	=	2,500	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < B/T < 3.1$	memenuhi
B ₁ /B	=	0,250	;	Multi Hull Ships, hal. 61	→	$0.15 < B_1/B < 0.3$	memenuhi

Pada tabel 4.3 terlihat bahwa perbandingan antara ukuran utama kapal tidak memenuhi, maka dilakukan perubahan pada ukuran utama kapal sebagai berikut:

Lpp : 16 m
 B : 7.60 m
 H : 2.08 m
 T : 1.28 m
 S : 3.20 m
 B1 : 2.20 m

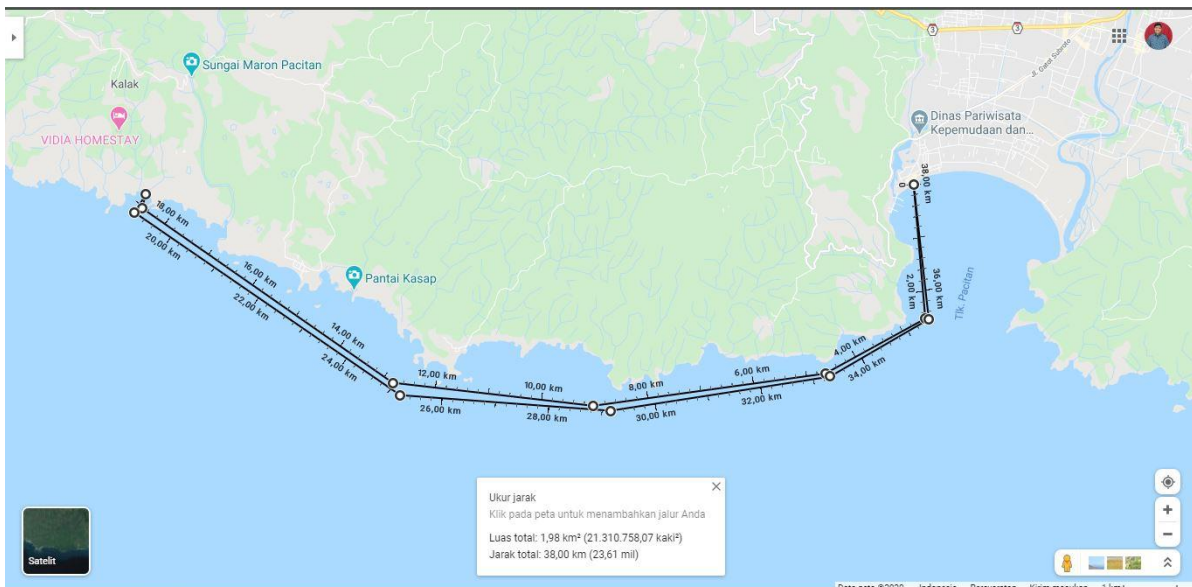
Setelah dilakukan pengecekan ratio ukuran utama kapal yang telah dilakukan perubahan, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengecekan Ratio Ukuran Utama Setelah Dilakukan Perubahan

Batasan Perbandingan Ukuran Utama							
L/B_1	=	7,27	;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$6 < L/B_1 < 11$	memenuhi
L/H	=	7,69	;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$6 < L/H < 11$	memenuhi
B/H	=	3,654	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.7 < B/H < 4.1$	memenuhi
S/L	=	0,200	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.19 < S/L < 0.51$	memenuhi
S/B_1	=	1,455	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < S/B < 4.1$	memenuhi
B_1/T	=	1,719	;	Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < B/T < 3.1$	memenuhi
B_1/B	=	0,289	;	Multi Hull Ships, hal. 61	→	$0.15 < B_1/B < 0.3$	memenuhi

4.3 Penentuan Rute Pelayaran

Setelah melakukan penentuan ukuran utama maka langkah selanjutnya adalah menghitung menentukan rute kapal. Rute perjalanan yang dipilih pada tugas akhir ini adalah destinasi wisata di Pacitan. Kapal mengitari beberapa pantai yaitu, Pantai Teleng Ria, Pantai Srau dan Pantai Klayar dengan ketinggian gelombang 1,5 – 2 m. Pelayaran kapal dimulai dari Pantai Teleng Ria kemudian dilanjutkan menuju Pantai Srau kemudian ke Pantai Klayar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rute Pelayaran Kapal

(sumber:Google Maps)

Dalam satu hari, kapal melakukan pelayaran sebanyak 2 perjalanan (trip) dimulai dari Pantai Teleng Ria, kemudian menuju ke Pantai Srau dan ke Pantai Klayar. Setelah itu perjalanan kembali menuju Teleng Ria. Rincian perjalanan kapal dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Detail Perjalanan

no.	Lokasi	Jarak	Waktu	Waktu
1	Pantai Teleng Ria - Pantai Srau	12 km	08:00 - 08:50	12:00 - 12:50
2	Pantai Srau - Pantai Klayar	7 km	09:30 - 10:05	13:30 - 14:05
3	Pantai Klayar - Pantai Teleng Ria	19 km	10:40 - 12:00	14:40 - 16:00

4.4 Perhitungan Kecepatan

Pada umumnya kapal wisata memiliki kecepatan yang relative rendah agar wisatawan dapat menikmati perjalanan dengan nyaman sesuai dengan tujuan kapal wisata ini, wisatawan diharapkan dapat menikmati keindahan laut di sekitar Pacitan. Adapun perhitungan kecepatan kapal dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan Kecepatan kapal

No.	Lokasi	Waktu	Jarak	Durasi Wisata	Kecepatan(knot)
1	Pantai Teleng Ria	-	-	-	
2	Pantai Srau	±50 menit	12 km	40 menit	7,8
3	Pantai Klayar	±35 menit	7 km	35 menit	6,5
4	Pantai Teleng Ria	±80 menit	19 km	40 menit	7,7

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. Pada tabel dapat dilihat bahwa kapal memiliki jarak tempuh sekitar 38 km dengan waktu kurang lebih sekitar 4 jam dalam 1 kali perjalanan. Berdasarkan jarak tempuh dan lama perjalanan juga didapatkan kecepatan maksimal kapal adalah 8 knot.

4.5 Perhitungan Koefisien

Penentuan koefisien bentuk kapal awal didapatkan dari perbandingan L/B1 dari *Southampton Catamaran Series*. Setelah didapatkan nilai perbandingannya, dapat dibuat model berdasarkan station yang tersedia sesuai dengan nilai L/B1. 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 4.7.

Tabel 4.4 Koefisien Bentuk Kapal

Nama	Nilai	Keterangan
<i>Koefisien Block (Cb)</i>	0,390	
<i>Koefisien Midship (Cm)</i>	0,486	
<i>Koefisien Prismatik (Cp)</i>	0,801	
<i>Koefisien Waterplan (Cwp)</i>	0,554	
<i>Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)</i>	-1,1	meter dari <i>midship</i>
Volume Lambung Kapal	60,703	m ³
<i>Displacement</i>	62,22	ton

4.6 Perhitungan Hambatan dan Propulsi

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan menggunakan rumus yang ada pada paper Insel, A.F. Molland, Perhitungan hambatan total dengan menggunakan persamaan 4.1 adalah sebagai berikut:

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times C_{tot} \quad N \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan komponen sebagai berikut:

- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $WSA = 188,3493 \text{ m}^2$
- $V^2 = 64 \text{ m/s}$
- $C_{tot} = 0,0057$

Maka diperoleh hambatan total berdasarkan rumus diatas yakni (R_T) sebesar 34,5 kN. Setelah didapatkan hambatan total kapal maka selanjutnya dilakukan perhitungan propulsi/daya mesin yang dibutuhkan, yaitu BHP, ditentukan dengan persamaan 4.2.

$$BHP = SHP / (\eta_T) \dots\dots\dots(4.2)$$

Maka diperoleh nilai BHP sebesar 190,863 kW diberikan koreksi MCR sebesar 15% dari BHP maka daya akhir penggerak kapal 219,492 kW atau setara dengan 294,339 HP. Berdasarkan perhitungan propulsi yang didapatkan maka dipilih mesin penggerak SUZUKI DF140 dengan spesifikasi power 175 HP atau setara 130,5 kW dikarenakan penulis memakai 2 mesin sebagai penggerak kapal.



Gambar 4.4 Mesin SUZUKI DF175
(sumber: <https://www.suzuki.com>)

4.7 Perhitungan Kelistrikan

Perhitungan kelistrikan pada kapal dilakukan dengan mendata kebutuhan listrik yang dibutuhkan pada kapal. Perhitungan kelistrikan pada kapal dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.5 Perhitungan Kelistrikan Kapal

Kebutuhan Listrik			
Nama	Jumlah	Kapasitas (w)	Kapasitas (kw)
Lampu LED	36	20	0,72
AC	3	325	0,975
Kulkas	1	100	0,1
Peralatan Navigasi			25,572
		Total kW	27,367

4.8 Perhitungan Sistem Hibrida

Setelah melakukan perhitungan kelistrikan pada kapal, didapat kapal membutuhkan daya sebesar 27,367 kW, dilakukan pencarian Panel Surya dan didapat merk HENGDA dengan dimensi 1956 x 1310 mm, perhitungan jumlah kebutuhan panel surya untuk menyuplai kebutuhan listrik pada kapal. Besar daya yang diberikan panel surya ditentukan berdasarkan luasan atap dan banyaknya panel surya tersebut dipasang, telah dilakukan pengukuran luasan

kapal yang sebelumnya dilakukan di *Maxsurf Modeller*, dan didapatkan luasan atap sebesar 43.8 m².



Gambar 4.5 Solar Panel HENGDA

Tabel 4.9 Spesifikasi Solar Panel HENGDA

Solar Panel			
Type	=	HENGDA	
Number of Cells	=	54	
Dimension	=	1956 x 1310	mm
Power	=	500	W
	=	4,5	kWh
Depth	=	45	mm
Weight	=	26	Kg
	=	0,026	ton

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, luasan atap yang telah diketahui dibandingkan dengan luasan Panel Surya yang ada, yaitu dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luasan Atap} &= 43.8 \text{ m}^2 \\
 \text{Luasan Panel Surya} &= 2.562 \text{ m}^2 \\
 &= 4.5 \text{ kW} / 9 \text{ jam} \\
 \text{Kebutuhan Listrik} &= 27.367 \text{ kW} \\
 \text{Jadi, Kebutuhan Sel Surya Kapal} &= 27.367 / 4.5 \\
 &= 6.082 \\
 &= 7 \text{ Buah}
 \end{aligned}$$

Jadi Panel Surya dalam satu kapal memerlukan 7 buah Panel Surya dengan luasan Total 17.934 m², jadi luasan atap yang ada pada kapal memenuhi untuk dipasang Panel Surya sesuai kebutuhan kelistrikan kapal.

4.9 Perhitungan Tebal Pelat

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:

$$t = 1.62 \times a \times FVS \times \sqrt{PdSM} \times k \text{ (mm)} \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana :

- K = koefisien material
- F_{VS} = Faktor koreksi = 0.120
- A = Jarak gading = 350+L = 370 mm
- P_{dSM} = 1.88 L + 1.76 (daerah ≥ 0.4 L + fore)
 = 39.36 N/mm²
 = 2.16 L + 2.63 (daerah < 0.4 L + aft)
 = 45.83 N/mm²
- t_{min} = 0.9 x √L x k
 = 4.1898 mm
 = 5 mm

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:

$$t = 1.62 \times a \times F_{VB} \times \sqrt{P_{dBM} \times k} \quad (\text{mm}) \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana :

F_{VB} = Faktor koreksi
= 2.284

A = Jarak gading
= 370 mm

K = Faktor tambahan
= 1

P_{dBM} = $2.7 L + 3.29$ (daerah $\geq 0.4 L + \text{fore}$)
= 57.29 N/mm²
= 20.501 kN/m² (daerah $< 0.4 L + \text{aft}$)
= 45.83 N/mm²

t_{\min} = $0.9 \times \sqrt{L} \times k$
= 4.1898 mm
= 5 mm

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.

$$t_{\min} = 0.75 \times \sqrt{L} \times \sqrt{k} \dots\dots\dots(4.5)$$

= 3.492 mm

Berdasarkan persamaan tersebut, dilakukan pembulatan ketebalan minimal sebesar 4 mm.

Kemudian, rekapitulasi perhitungan tebal pelat dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pelat

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

4.10 Perhitungan Berat Kapal dan Pengecekan *Displacement*

Komponen berat kapal yang akan di desain terdiri dari dua kelompok yaitu LWT dan DWT. Komponen LWT terdiri dari berat kapal, berat permesinan, berat *hybrid* (solar panel, baterai dan inverter) serta berat *outfitting*. Komponen DWT terdiri dari *payload*, jumlah *crew*, dan *consumables*. Adapaun rekapitulasi dari perhitungan berat dan titik berat dari masing-masing komponen kapal dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Berat dan Titik Berat Kapal

Komponen	Berat (ton)	LCG (m dari Ap)	KG (m)
LWT			
Berat Lambung	47,459	6,5	2,688
Berat Permesinan	0,548	0,251	1,217
Berat <i>Outfitting</i>	0,927	8	2,08
Berat <i>Hybrid</i>	0,775	7,734	4,818
DWT			
<i>Fuel Oil</i>	0,408	0,75	0,403
<i>Fresh Water</i>	2,39	5,998	0,769
<i>Provision</i>	0,84	8,889	3,014
<i>Payload</i>	3	8,889	3,014
<i>Crew</i>	0,32	9,561	4,699
Total	56,666		

4.11.1 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:

$$\begin{aligned}
 \text{Displacement Kapal} &= 62.22 \text{ ton} \\
 \text{Berat total Kapal} &= 56,666 \\
 \text{Selisih Displacement} &= \text{Displacement} - (\text{LWT} + \text{DWT}) \\
 \text{Margin} &= 8,93 \% \\
 \text{Status} &= \text{Memenuhi}
 \end{aligned}$$

4.11 Perhitungan Freeboard

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

$$\begin{aligned}
L &= 16.00 && \text{m} \\
B &= 7.6 && \text{m} \\
H &= 2.08 && \text{m} \\
T &= 1.28 && \text{m} \\
d &= 0.85 \times H \\
&= 1.768 && \text{m} \\
C_b &= 0.390 && \text{m} \\
\text{Tipe Kapal} &= \textit{Type B}
\end{aligned}$$

Perhitungan :

- *Initial Freeboard (fb) for Type B vessels*

$$\begin{aligned}
Fb_1 &= 0.8L && \text{cm} && \text{Untuk kapal dengan } L < 50 \text{ m} \\
&= 12.8 && \text{cm} \\
&= 0.1280 && \text{m}
\end{aligned}$$

- Koreksi

1. Koreksi C_b

Kapal tidak membutuhkan koreksi C_b karena $C_b \leq 0.68$

2. Koreksi *Depth/Height of Vessel*

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

Apabila $D \leq L/15$, maka *Freeboard* harus ditambahkan :

Depth (D) :

$$\begin{aligned}
L/15 &= 1.066667 && \text{m} \\
D &= 2.08 && \text{m}
\end{aligned}$$

Jika, $D \leq L/15$; tidak ada koreksi

Jika, $D \geq L/15$; lambung timbul standart ditambah dengan $20 (D - L/15)$ cm

$$\begin{aligned}
D &> L/15 \text{ maka,} \\
\text{Koreksi} &= 20 (D - L/15) \\
&= 20 (2.08 - 1.066667) \\
&= 20.26667 && \text{cm} \\
&= 0.202667 && \text{m} \\
Fb_2 &= Fb_1 + 0.202667 \\
&= 0.331 && \text{m}
\end{aligned}$$

3. Koreksi Bangunan Atas

$$= 4.5375 \quad \text{cm}$$

$$= 0.045375 \quad \text{m}$$

Maka didapatkan:

- Total Lambung Timbul (Fb) = Fb₂ – Pengurangan
= 0.285 m

- Lambung Timbul Sebenarnya

$$Fb = H - T$$

$$= 0.8 \quad \text{m}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar dari lambung timbul total, maka dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Pemeriksaan Lambung Timbul

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yg disyaratkan	0,285	m
Lambung Timbul Sebenarnya	0,8	m
Kondisi	DITERIMA	

4.12 Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas dilakukan di *Maxsurf Stability Advanced* dengan menggunakan model yang sebelumnya telah dibuat pada *Maxsurf Modeler Advanced*. Pada *Maxsurf Stability Advanced* 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 (11) loadcase yang telah ditentukan berdasarkan bahan bakar dan payload. Pembagian loadcase dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Loadcase Kapal Wisata Catamaran

Loadcase	LWT	Passenger	Fresh Water	Diesel Oil
Berangkat 1	100%	100%	100%	100%
Perjalanan 1	100%	100%	50%	50%
Pulang 1	100%	100%	10%	10%
Berangkat 2	100%	50%	100%	100%
Perjalanan 2	100%	50%	50%	50%
Pulang 2	100%	50%	10%	10%
Berangkat 3	100%	25%	100%	100%
Perjalanan 3	100%	25%	50%	50%
Pulang 3	100%	25%	10%	10%
Kapal Kosong 1	100%	0%	100%	100%
Kapal Kosong 2	100%	0%	0%	0%

Berdasarkan Tabel 4.12, 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 untuk melakukan analisis stabilitas kapal pada *Maxsurf Stability* adalah merujuk pada *Non Conventtion Vessel Standart Chapter II* sesuai dengan IMO N. A 749 (18).

Setelah didapatkan *loadcase* seperti Tabel 4.13, kemudian dilakukan analisis stabilitas dengan bantuan *software maxsurf stability* dan hasil dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Analisis Kriteria Stabilitas

<i>Loadcase</i>	Kriteria				
	Area 0-30 (m.deg)	Area 0-40 (m.deg)	<i>Max GZ at 30 or Greater</i> (m.deg)	<i>Angle of Max GZ</i> (deg)	<i>Passenger Crowding Angle of Equilibrium</i> (deg)
	≥3,15 (m.deg)	≥5,15 (m.deg)	≥0,2 (m.deg)	≥10 (deg)	≤10 (deg)
Berangkat 1	47,65	64,067	1,82	20,0	1,00
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Perjalanan 1	48,53	64,61	1,79	19,1	1,00
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pulang 1	48,54	64,57	1,78	19,1	1,00
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Berangkat 2	48,30	64,69	1,82	20,0	0,50
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Perjalanan 2	48,53	64,61	1,79	19,1	0,50
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pulang 2	48,54	64,57	1,78	19,1	0,50
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Berangkat 3	48,30	64,69	1,82	20,0	0,20
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Perjalanan 3	48,53	64,61	1,79	19,1	0,20
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pulang 3	48,54	64,57	1,78	19,1	0,20
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Kapal Kosong 1	48,3	64,7	1,8	20,0	0
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Kapal Kosong 2	48,6	63,2	1,7	16,4	0
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

4.13 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 $\pm 0.5\% \cdot \text{LWL}$. Kemudian perhitungan *trim* kapal didapatkan dari *Software Stability Analysis* lambung kapal. Berikut adalah rekapitulasi kondisi *trim* kapal wisata catamaran yang dihitung menggunakan *software Maxsurf Stability* seperti yang terlihat pada Tabel 4.15, di mana nilai *trim* harus lebih kecil dari *trim* yang disyaratkan yaitu $0.5\% \text{LWL} = 0.8 \text{ m}$.

Tabel 4.15 Pengecekan *Trim*

<i>Loadcase</i>	Nilai <i>Trim</i> (m)	<i>Trim</i>	Syarat
Berangkat 1	0,055	Buritan	Diterima
Perjalanan 1	0,078	Buritan	Diterima
Pulang 1	0,063	Buritan	Diterima
Berangkat 2	0,028	Buritan	Diterima
Perjalanan 2	0,078	Buritan	Diterima
Pulang 2	0,063	Buritan	Diterima
Berangkat 3	0,028	Buritan	Diterima
Perjalanan 3	0,078	Buritan	Diterima
Pulang 3	-0,157	Haluan	Diterima
Kapal Kosong 1	-0,261	Haluan	Diterima
Kapal Kosong 2	-0,190	Haluan	Diterima

Sehingga, *trim* pada kapal telah memenuhi kriteria *trim* berdasarkan regulasi yang telah diatur oleh SOLAS Reg. II-1/5-1 Part B-1. Setelah dilakukan analisis teknis dan seluruh persyaratan teknis kapal telah memenuhi maka didapatkan ukuran utama akhir kapal yaitu:

Tabel 4.16 Ukuran Utama Akhir Kapal

Ukuran Utama			
Lpp	=	16,0	m
B	=	7,60	m
B ₁	=	2,20	m
H	=	2,08	m
T	=	1,28	m
S	=	3,200	m

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

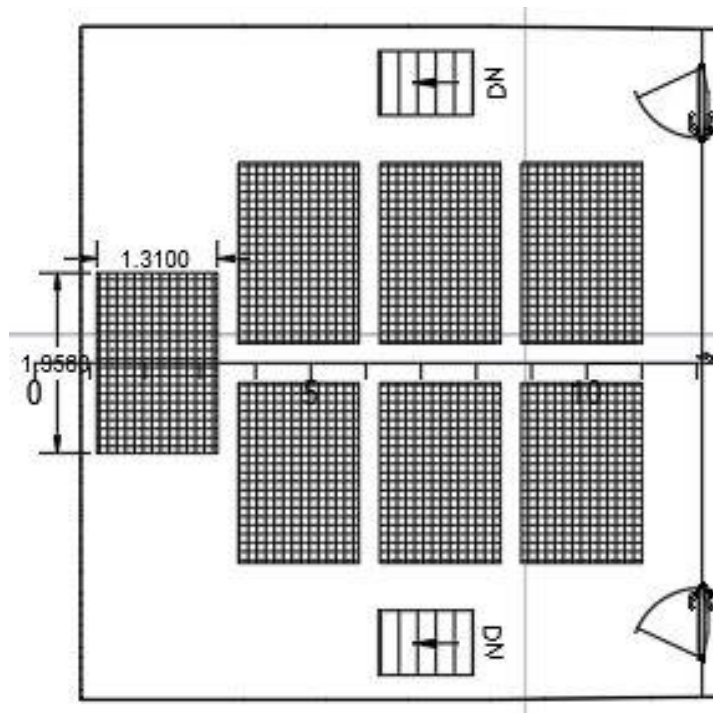
DESAIN *SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT*

5.1 Umum

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

5.2 Konfigurasi Panel Surya

Jumlah kebutuhan panel surya dihitung berdasarkan konsumsi kelistrikan yang ada pada kapal. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, didapatkan jumlah panel surya yang akan digunakan yaitu sebanyak 7 buah. Kemudian, dilakukan plotting berdasarkan ukuran panel surya dan atap panel surya yang dapat dilihat pada Gambar 5. 1.



Gambar 5.1 Konfigurasi Panel Surya

5.3 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

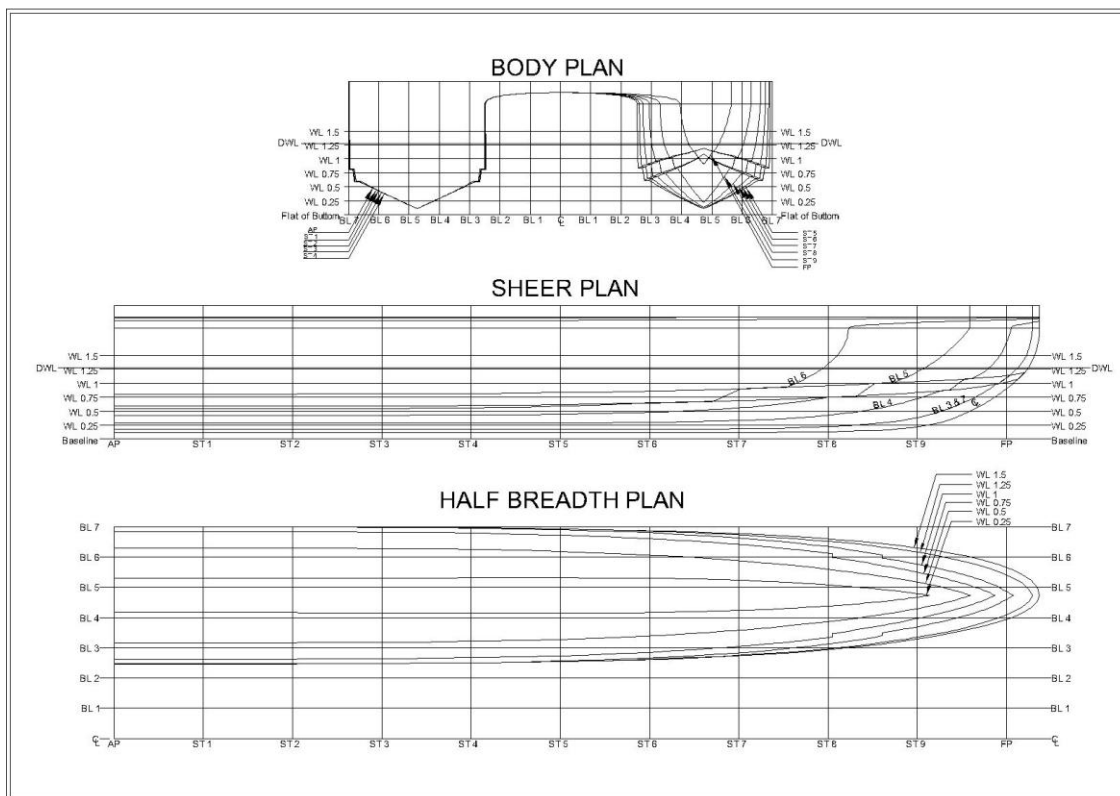
mengadopsi karakteristik bentuk lambung kapal katamaran oleh Molland, dengan pertimbangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Karakteristik Lambung Katamaran

(Sumber : (Ship Resistance and Propulsion, 2011))

Model	L(m)	L/B	B/T	$L/V^{1/3}$	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

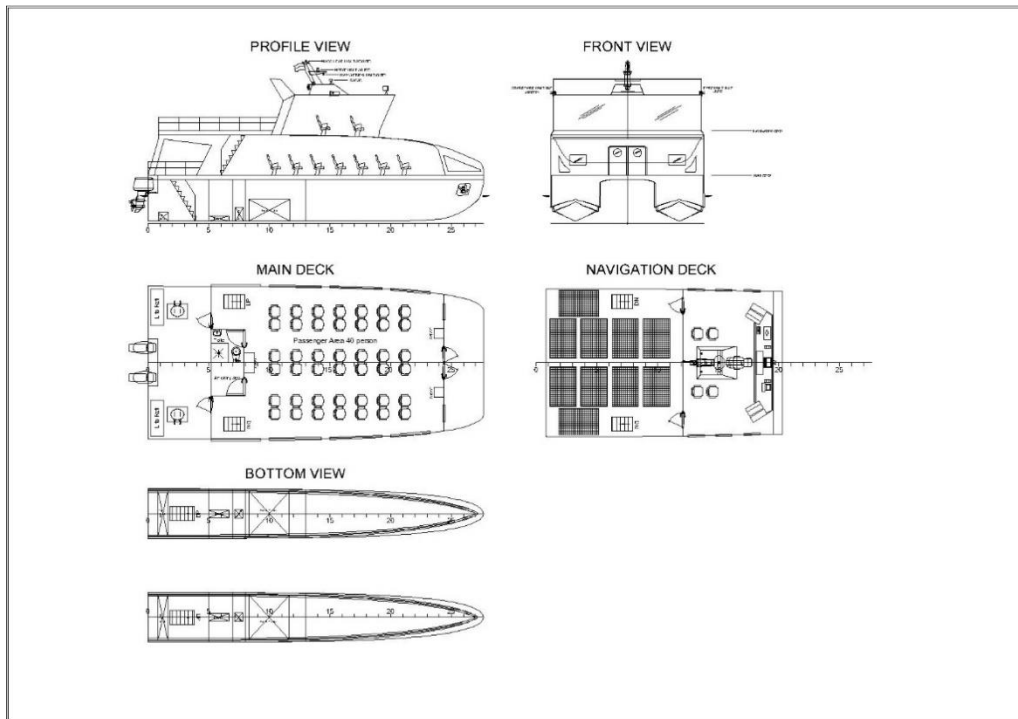
Kemudian, digunakan lambung dengan model 3a, sehingga didapatkan bentuk *Lines Plan* dari model yang telah dibuat pada *Maxsurf Modeler Advanced* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5.2 Desain Rencana Garis (*Lines Plan*) *Sightseeing Catamaran Boat*

5.4 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.



Gambar 5.3 Desain Rencana Umum *Sightseeing Catamaran Boat*

Pada bagian main deck terdapat *passenger area*. Pada bagian *navigation deck* terdapat *wheelhouse* dan panel surya. Pada bagian top deck hanya terdapat *navigation light*. Pada *bottom deck* terdapat tangki *fresh water*, *oil tank*, baterai dan inverter. Adapun jumlah kursi yang tersedia pada main deck sebanyak 42 dari jumlah penumpang ditambah 2 crew.

5.5 Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (*Fire and Safety Plan*)

Kapal *Sightseeing Catamaran Boat* 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 5. 2.

Tabel 5.2 Ketentuan Jumlah *Life Buoy*

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

Kapal *sightseeing catamaran boat* memiliki panjang (Lpp) 16 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 5.3 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 life boat*, kecuali *free fall life boats*, 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 40 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, *life raft* dipasang di setiap sisi kapal. Perencanaan letak *inflatable life raft* adalah pada geladak di atas *passenger deck*.

5. *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*.

6. *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 *life raft*.

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 *life boat* atau *life raft* 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*

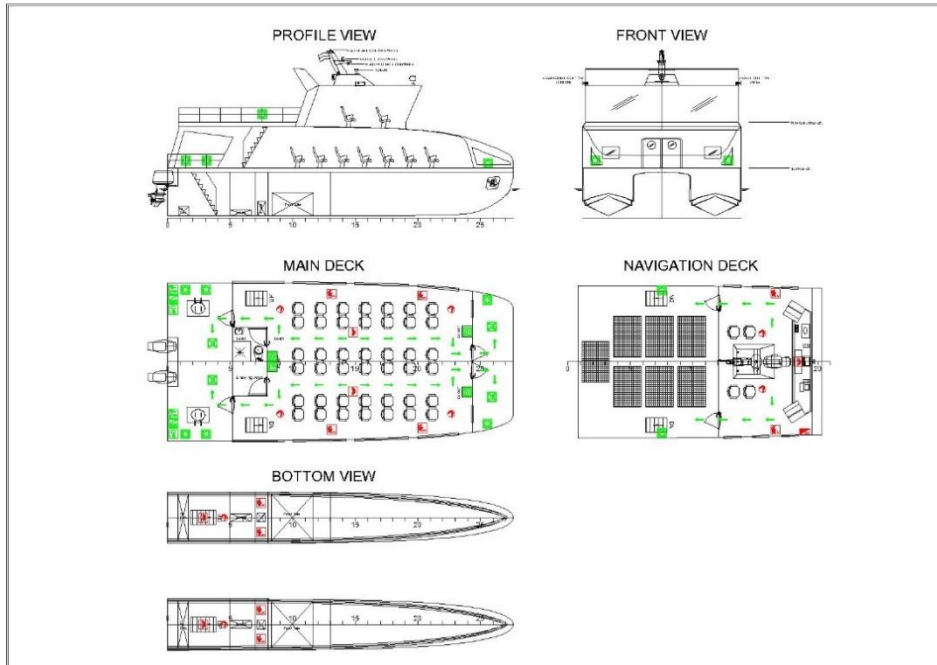
Digunakan untuk memadamkan kebakaran di area yang terdapat banyak sistem kelistrikan atau mengandung minyak dan bahan bakar lainnya.

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 *sightseeing catamaran boat* dapat dilihat pada Gambar 5. 4.



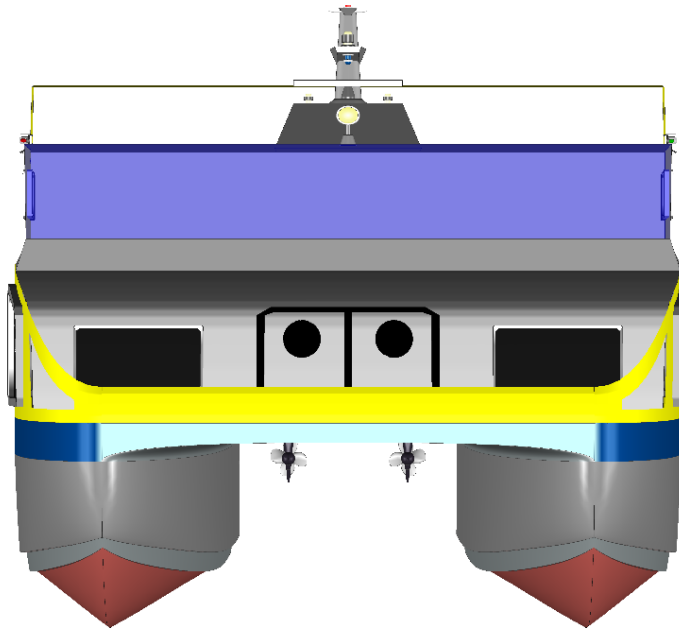
Gambar 5.4 Desain *Fire and Safety Plan*

5.6 Pembuatan Model Desain 3 Dimensi (3D Modelling)

Setelah dilakukan pemodelan Rencana Umum, selanjutnya pemodelan 3D dapat dilakukan dengan proyeksi dari Rencana Umum. Pengerjaan permodelan 3D dibantu dengan *software* yaitu *Maxsurf Modeler Advanced*. Model 3D kapal dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Model 3D Tampak Perspektif



Gambar 5.6 Model 3D Tampak Depan



Gambar 5.7 Model 3D Tampak Samping

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6 ANALISIS EKONOMIS

6.1 Umum

Setelah melakukan analisis teknis berdasarkan standart/regulasi yang berlaku pada bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dibahas mengenai analisis ekonomis dari kapal yang akan didesain berupa perhitungan total biaya pembangunan kapal.

6.2 Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya baja kapal, biaya peralatan dan perlengkapan kapal, biaya mesin kapal, biaya komponen kelistrikan, serta biaya komponen fasilitas umum. Pada Tabel 6. 1 hingga Tabel 6. 5 akan dijabarkan secara rinci perhitungan biaya pembangunan *Sightseeing catamaran boat*.

Tabel 6.1 Perhitungan Biaya Pelat dan Elektroda

No	Item	Nilai	Satuan
1	Lambung Kapal (hull)		
	Harga	459,72	USD/ton
	Berat hull	17,948	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	8251,16	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	Harga	458,38	USD/ton
	Berat geladak	15,223	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	6977,79	USD
3	Konstruksi		
	Harga	458,38	USD/ton
	Berat konstruksi	6,634	ton
	Harga Konstruksi Lambung	3040,98	USD
4	Bangunan Atas		
	Harga	458,38	USD/ton
	Berat konstruksi	7,654	ton
	Harga Konstruksi	3508,47	USD
5	Elektroda		
	(Diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)		
	<i>Sumber: Nekko Steel - AnekaMaju.com</i>		
	Harga	39,09	USD/ton
	Berat total elektroda	1,077	ton
	Harga Elektroda	42,10	USD
Total harga pelat dan elektroda		21820,50	USD
		Rp 313.146.022	IDR

Berdasarkan perhitungan biaya pelat dan elektroda yang terdapat pada Tabel 7. 1, biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 313.146.022. Diketahui bahwa kurs yang didapat dari Bank Indonesia per 28 Juni 2020 adalah 1 USD = Rp. 14.351.00. Kemudian dapat dilihat pada Tabel 6. 2 biaya untuk fasilitas umum.

Tabel 6.2 Perhitungan Biaya Fasilitas Umum

Fasilitas Umum			
No	Item	Nilai	Satuan
1	AC		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	3	unit
	Harga per unit	256,65	USD/unit
	Harga Kursi	769,95	USD
2	Kamar mandi		
	Sumber: www.alibaba.com		
	a. Shower		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	5,97	USD/unit
	Harga Kursi	5,97	USD
	b. Urinoir		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	54,12	USD/unit
	Harga Kursi	54,12	USD
	c. WC		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	82,22	USD/unit
Harga Kursi	82,22	USD	
3	Kursi (main deck & navigation deck)		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	44	unit
	Harga per unit	82,65	USD/ton
	Harga Kursi	3636,60	USD
	Total	4548,86	USD
		Rp 65.280.690	IDR

Berdasarkan Tabel 6.2 dapat diketahui bahwa total harga perabotan fasilitas umum sebesar Rp 65.280.690.

Tabel 6.3 Perhitungan Biaya Sistem dan Kelistrikan

Sistem dan Kelistrikan			
No	Item	Nilai	Satuan
1	Mesin		
	(2 unit mesin -Suzuki DF 175 HP)		
	Sumber: www.elcomotoryachts.com		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	11.420	USD
	Harga Main Engine	22840	USD

2	Inverter		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per set	8.513	USD
	Harga Total	8513,00	USD
3	Solar Panel		
	Jumlah	7	Unit
	Harga per set	640	USD
	Harga Total	4480,00	USD
4	Baterai		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per set	5.485	USD
	Harga Total	10970,00	USD
Total		46803,00	USD
		Rp 671.669.853,00	IDR

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 6.3 dapat diketahui biaya pembangunan yang dibutuhkan untuk sistem dan kelistrikan sebesar Rp 671.669.853. Adapun sistem dan kelistrikan yang diperhitungkan sudah termasuk penggunaan sistem hybrid.

Tabel 6.4 Perhitungan Biaya Peralatan Navigasi dan Komunikasi

Peralatan Navigasi dan Komunikasi			
Sumber: www.alibaba.com			
a. Peralatan Navigasi			
Radar		5.000	USD
Kompas		55	USD
GPS		4.000	USD
Lampu Navigasi			
- Masthead Light		9,8	USD
- Anchor Light		8,9	USD
- Starboard Light		12	USD
- Portside Light		12	USD
Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)		13.500	USD
Automatic Identification System (AIS)		1.400	USD
Telescope Binocular		60	USD
Harga Peralatan Navigasi		24057,70	USD
b. Peralatan Komunikasi			
Radiotelephone			
Jumlah		1	Set
Harga per set		200	USD
Harga Total		200,00	USD
Digital Selective Calling (DSC)			
Jumlah		1	Set
Harga per set		186	USD
Harga Total		186,00	USD
Navigational Telex (Navtex)			
Jumlah		1	Set

Harga per set	11250	USD
Harga Total	11250,00	USD
EPIRB		
Jumlah	1	Set
Harga per set	110	USD
Harga Total	110,00	USD
SART		
Jumlah	2	Set
Harga per set	450	USD
Harga Total	900,00	USD
Portable 2-Way VHF Radiotelephone		
Jumlah	2	Unit
Harga per unit	87	USD
Harga Total	174,00	USD
Total	36877,70	USD
	Rp 529.231.872,70	IDR

Tabel 6.4 menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk peralatan navigasi dan komunikasi, yaitu sebesar Rp 529.231.872.

Tabel 6.5 Perhitungan Biaya *Equipment* dan *Outfitting*

Peralatan dan Peralatan				
No.	Item	Jumlah	USD	Satuan (IDR)
1	<i>Life Jacket</i>	44	45	Rp 28.566.526,56
2	<i>Life Bouy</i>	8	16	Rp 1.889.739,68
3	<i>Life Raft</i>	2	900	Rp 25.831.800,00
4	Jangkar	2	1000	Rp 28.702.000,00
5	<i>Main Alarm System</i>	5	79,5	Rp 5.704.522,50
6	<i>Rocket Parachute Flares</i>	25	5	Rp 1.793.875,00
7	<i>Hand Flares</i>	10	4	Rp 574.040,00
8	<i>Bouyant Smoke signal</i>	8	5	Rp 574.040,00
10	<i>Portable Fire Extinguisher</i>	10	12	Rp 1.664.716,00
11	<i>Fire Fighter's Outfit</i>	4	70	Rp 4.000.484,76
Total Biaya Safety Appliances				Rp 99.301.744,50
				6.919,50

Berdasarkan Tabel 6.5 dapat diketahui bahwa biaya yang dibutuhkan untuk peralatan dan perlengkapan kapal sebesar Rp 99.301.744. Adapun rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal dapat dilihat pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Nilai	Satuan
1	Pelat dan Konstruksi	21821	USD
2	Fasilitas Umum	4549	USD
3	Perlengkapan dan Peralatan	6920	USD
4	Peralatan Navigasi & Komunikasi	36878	USD

5	Sistem & Kelistrikan	46803	USD
6	Biaya Konstruksi	14033	USD
7	Biaya Tenaga Kerja	7017	USD
Total Harga (USD)		138020	USD
Total Harga (Rupiah)		1.980.718.281	IDR

Maka, diketahui dari Tabel 6.6 bahwa biaya pembangunan kapal sebesar Rp 1.880.022.248. 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 6.7

Tabel 6.7 Koreksi Keadaan Ekonomi pada Biaya Pembangunan Awal

	No	Item	Nilai	Satuan	
Koreksi Ekonomi	1	Keuntungan Galangan			
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>			
		Keuntungan Galangan	198.071.828	IDR	
	2	Biaya Untuk Inflasi			
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>			
		Biaya Inflasi	99.035.914	IDR	
	3	Biaya Pajak Pemerintah			
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>			
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>			
		Biaya Pajak Pemerintah	495.179.570	IDR	
	Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi			792.287.313	IDR

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 6. 7, diketahui total biaya koreksi keadaan ekonomi sebesar Rp 752.088.899. Maka, didapatkan harga setiap komponen sebagai berikut:

Harga jual = Biaya Pembangunan Kapal + Biaya Koreksi

= Rp 2.773.005.593,80

Jadi, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan harga pembangunan kapal sebesar Rp 2.773.005.593,80

6.3 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:

- a. Mempunyai *Feasibility Study*
- b. Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP dan lain-lain

c. Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (*Grace Period*) maksimum 4 tahun

d. 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 *Sightseeing Catamaran Boat*, yakni seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Rekapitulasi Biaya *Operasional Sightseeing Catamaran Boat*

Operational Cost		
Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	2.773.005.594	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	1.802.453.636	Rp
Bunga Bank	9,6%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 173.035.549	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	Rp 353.280.913	Rp
Nilai Investasi	Rp 3.126.286.506	Rp
Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>		
Biaya Perawatan	Nilai	Unit
Total Maintenance Cost	Rp 277.300.559	per tahun
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost (Watson, 1998)</i>		
Asuransi	Nilai	Unit
Biaya Asuransi	Rp 55.460.112	per tahun
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost (Watson, 1998)</i>		
Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah <i>crew</i> kapal	4	orang
Gaji <i>crew</i> kapal per bulan	Rp 5.000.000	per orang
Gaji <i>crew</i> kapal per tahun	Rp 60.000.000	per orang
Total Gaji Crew	Rp 240.000.000	per tahun
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost (Watson, 1998)</i>		
Bahan Bakar Diesel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Diesel Oil</i>	4,8	jam/hari

Kebutuhan Bahan Bakar	62,4	liter/jam
Harga bahan bakar Jatim	Rp 9.500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 2.845.440	per hari
Harga bahan bakar	Rp 85.363.200	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 1.024.358.400	per tahun
Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Nilai	Satuan
Harga air bersih jatim	18	per liter
Jumlah Pemakaian	2389,50	liter/hari
Biaya Pemakaian	Rp 43.011	per hari
Total Biaya Pemakaian	Rp 15.483.973	per tahun
TOTAL OPERATIONAL COST	Rp 1.965.883.957	IDR

Maka dari perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa biaya operasional kapal yang dikeluarkan sebesar Rp 1.965.883.957

6.4 Harga Ticket

Pada penentuan harga tiket wisata diklasifikasikan menjadi dua jenis tiket, yakni tiket *weekdays* (Senin – Jumat) dan *weekend* (Sabtu dan Minggu). Masing-masing jenis tiket tersebut diklasifikasikan lagi menjadi dua, yaitu tiket dewasa dan tiket anak-anak. Harga tiket yang direncanakan untuk wisata di Pantai Pacitan (Pantai Teleng Ria – Pantai Srau – Pantai Klayar) dapat dilihat pada Tabel 6. 9.

Tabel 6.9 Perencanaan Harga Tiket Wisata *Sightseeing Catamaran Boat*

Klasifikasi Tiket	<i>Low Season</i>		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 150.000	Rp 125.000	Rp 100.000
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 175.000	Rp 150.000	Rp 125.000
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 100.000	Rp 75.000	Rp 50.000
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 125.000	Rp 100.000	Rp 75.000
Klasifikasi Tiket	<i>Peak Season</i>		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 225.000	Rp 187.500	Rp 150.000
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 262.500	Rp 225.000	Rp 187.500
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 150.000	Rp 112.500	Rp 75.000
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 187.500	Rp 150.000	Rp 112.500

6.5 Payback Period

Dalam analisis ekonomis dilakukan perhitungan terhadap modal awal dalam jangka waktu pengembalian modal awal. Detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran Tugas Akhir ini dan rekapitulasi dari *payback period* dapat dilihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10 Rekapitulasi *Payback Period*

Harga Tiket	Penumpang	Payback Period
Versi 1	100%	2 Tahun 1 Bulan 28 Hari
	80%	4 Tahun 2 Bulan 28 Hari
Versi 2	100%	2 Tahun 7 Bulan 12 Hari
	80%	5 Tahun 7 Bulan 8 Hari
Versi 3	100%	3 Tahun 3 Bulan 18 Hari
	80%	8 Tahun 4 Bulan 8 Hari

6.6 Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah selisih antara nilai pemasukan dan nilai pengeluaran hasil diskon dari *social opportunity cost of capital* sebagai diskon factor. Digunakan untuk penganggaran modal untuk menganalisis probabilitas investasi yang bertujuan untuk mencari investasi dengan nilai NPV positif (Ross, 2005). Nilai NPV negatif akan berstatus tidak layak, sedangkan NPV dengan nilai positif akan berstatus layak. Perhitungan NPV dilakukan dalam rencana investasi selama 20 tahun. Analisis yang dilakukan berdasarkan variasi harga tiket yang dibagi menjadi 3 variasi dan dengan variasi jumlah penumpang yaitu 100% dan 80%. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan rekapitulasi nilai NPV seperti pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Rekapitulasi Nilai NPV

Harga Tiket	Penumpang	NPV (Juta)	Status
Versi 1	100%	Rp 12.566,49	Layak
	80%	Rp 6.908,00	Layak
Versi 2	100%	Rp 7.775,17	Layak
	80%	Rp 3.074,95	Layak
Versi 3	100%	Rp 2.983,85	Layak
	80%	Rp (758,11)	Layak

6.7 Internal rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) adalah tingkat bunga dimana nilai NPV dari semua *cash flow* (positif ataupun negatif) dari suatu proyek atau investasi bernilai nol. IRR digunakan untuk

mengevaluasi daya tarik dari suatu proyek atau investasi (Ross, 2005). Apabila nilai IRR lebih besar dari tingkat diskonto atau bunga pinjaman, maka investasi dapat diterima atau dikatakan layak, begitupun sebaliknya. Pada perhitungan ekonomis Tugas Akhir ini nilai tingkat diskonto adalah 13,58%, maka rekapitulasi perhitungan IRR dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Rekapitulasi Nilai IRR

Harga Tiket	Penumpang	IRR	Status
Versi 1	100%	57%	Layak
	80%	37%	Layak
Versi 2	100%	40%	Layak
	80%	22%	Layak
Versi 3	100%	22%	Layak
	80%	6%	Layak

6.8 Pemilihan Harga Tiket

Berdasarkan hasil dari analisis ekonomis yang telah dilakukan, dengan mempertimbangkan nilai investasi pada NPV dan IRR maka dapat diketahui bahwa investasi dianggap layak untuk dilaksanakan. Oleh sebab itu, pemilihan harga tiket yang diambil adalah versi 2 dimana hasil analisis investasi layak untuk dilakukan dengan *payback period* paling lama yaitu 5 tahun 7 bulan 8 hari. Sedangkan *payback period* paling cepat yang diasumsikan penumpang selalu penuh 100% adalah dalam jangka waktu 2 tahun 7 bulan 12 hari. Harga tiket dilihat pada Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Harga Tiket Akhir

Klasifikasi Tiket	<i>Low Season</i>	<i>Peak Season</i>
	Versi 1	Versi 1
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 125.000	Rp 187.500
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 150.000	Rp 225.000
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 75.000	Rp 112.500
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 100.000	Rp 150.000

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil analisis teknis, berupa data wisatawan Pantai Teleng Ria – Pantai Srau – Pantai Klayar dan hasil kuesioner, didapatkan payload sebanyak 40 orang.
2. Ukuran utama *Sightseeing Catamaran Boat* yang didapatkan adalah:
 - *Length Between Perpendicular (Lpp)* = 16 meter
 - *Breadth (B)* = 7.60 meter
 - *Height (H)* = 2.08 meter
 - *Draught (T)* = 1.28 meter
 - *Block Coefficient (CB)* = 0.390
 - *Service Speed (Vs)* = 8 knot
3. Berdasarkan analisis teknis yang dilakukan, didapatkan hambatan kapal sebesar 34,5 kN yang didapatkan dari metode dari paper M.Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D., C.Eng. Sehingga daya yang dibutuhkan mesin sebesar 219,492 kW yang menggunakan dua mesin tempel SUZUKI DF 175. Didapatkan *Light Weight Tonnage (LWT)* sebesar 49,70918 ton dan *Dead Weight Tonnage (DWT)* sebesar 3,64 ton, di mana displacement kapal yaitu sebesar 62,22 ton, maka didapatkan margin displacement yaitu sebesar 8,93%. *Freeboard* minimum kapal sebesar 0.285 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.
4. *Solar cell* yang dibutuhkan kapal yaitu 7 buah dan menghasilkan 31.5 Kwh dari 27.367 Kwh kebutuhan listrik kapal.
5. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), Rencana Keselamatan (*Safety Plan*), dan Model 3 Dimensi *Sightseeing Catamaran Boat* dapat dilihat pada Lampiran C, D, E, F pada Tugas Akhir ini.

6. Besar biaya total pembangunan untuk *Sightseeing Catamaran Boat* adalah sebesar Rp 2.773.005.593,80 dengan pemilihan klasifikasi harga tiket Versi 2 dan estimasi terjadinya *Payback Period* adalah pada waktu 2 tahun 7 bulan 12 hari, *Net Present Value* (NPV) yaitu sebesar Rp 7.775.170 dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 40%.

7.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan analisis lebih mendalam mengenai kelistrikan antar komponen dan peralatan sumber energi Solar cell yang digunakan.
2. Perlunya dilakukan analisis konstruksi kekuatan memanjang yang lebih mendetail termasuk perhitungan berat baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Nasirudin, D. U. (2019). *Desain Glass Bottom Catamaran Boat dengan Hybrid Propulsion System Sebagai Sarana Wisata di Kepulauan Karimun Jawa, Jawa Tengah*. 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*. 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.
- Danu Utama, A. N. (2020). *Design of River Boat's Hull For Taman Nasional Tanjung Puting, Central Borneo*.
- Disparpora satukan tekad memaksimalkan pariwisata pacitan*. (2019, 12 5). Diambil kembali dari pacitankab.go.id: <https://pacitankab.go.id/tag/disparpora-pacitan/page/2/>
- Fakhira, N. A. (2020). *Desain Glass Bottom Catamaran Boat Dengan Hybrid Propulsion System Sebagai Sarana Wisata Di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hamdani, M.A., Jamaluddin, A., Utama, I.K.A.P. (2010). *Kajian Interferensi Koefisien Hambatan pada Lambung Katamaran melalui Komputasi 'Slender Body Method'*. Surabaya: Kajian Interferensi Koefisien Hambatan pada Lambung Katamaran melalui Komputasi 'Slender Body Method'.
- IMO. (t.thn.). *Intact Stability Code, Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments*. London: UK : IMO.
- indahnyapesona-pantai-srau-dari-pasir-putih-hingga-lembayung-senja*. (2019, 10 2). Diambil kembali dari pacitanku.com: <https://pacitanku.com/2019/10/02/indahnyapesona-pantai-srau-dari-pasir-putih-hingga-lembayung-senja/>
- Indonesia Negara Maritim dengan Kepulauan Terbesar di Dunia*. (2017, 11 3). Diambil kembali dari jabarprov.go.id: <https://jabarprov.go.id/index.php/news/25632/2017/11/03/Indonesia-Negara-Maritim-dengan-Kepulauan-Terbesar-di-Dunia>
- Insel, M., Molland, A.F. (1992). *An Investigation into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. Trans RINA, 134.
- Kabupaten Pacitan*. (2020). Diambil kembali dari id.wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Pacitan

- Kurniawati, H. A. (2017). *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lamb, T. (2003). *Ship Design and Construction*. Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Molland, A.F., Wellicome, J.F., Couser, P.R. (1996). *Resistance Experiments on a Systematic Series of High-speed Displacement Catamaran Forms: Variations of Length-Displacement Ratio and Breadth-Draught Ratio*. RINA, 138A.
- 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.
- Potensi kawasan pesisir hanya untuk kebutuhan sehari-hari*. (2015, 6 30). Diambil kembali dari sumenepkab.go.id: <http://sumenepkab.go.id/berita/baca/potensi-kawasan-pesisir-hanya-untuk-kebutuhan-sehari-hari>
- Potensi wisata andalan Pacitan*. (2009, 11 16). Diambil kembali dari bisnisukm.com: <https://bisnisukm.com/potensi-wisata-andalan-kabupaten-pacitan.html>
- Satriawansyah, M.H. (2016). *Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa*.
- save-our-sea-membangun-ekowisata-bahari-berbasis-masyarakat*. (2020, 2 10). Diambil kembali dari warta ekonomi.co.id: <https://www.wartaekonomi.co.id/read271149/save-our-sea-membangun-ekowisata-bahari-berbasis-masyarakat/4>
- Setiawan, F., Sholihin, Wahyudi. (2005). *Pengaruh Spektrum Gelombang terhadap Stabilitas Batu Pecah pada Permukaan Cellular Cofferdam Akibat Gelombang Overtopping*. Surabaya: Jurusan Teknik Kelautan ITS.
- Solar Power: Energi Surya, Sumber Energi Alternatif Masa Depan*. (2013). Diambil kembali dari Solar Surya Indotama (SSI): [https://solarsuryaindotama.co.id/solution-description/solar-power-energi-surya-sumber-energi-alternatif-utama-di-masa-depan/#:~:text=Pembangkit%20listrik%20tenaga%20surya%20\(PLTS,energi%20alternatif%20yang%20ramah%20lingkungan](https://solarsuryaindotama.co.id/solution-description/solar-power-energi-surya-sumber-energi-alternatif-utama-di-masa-depan/#:~:text=Pembangkit%20listrik%20tenaga%20surya%20(PLTS,energi%20alternatif%20yang%20ramah%20lingkungan).
- Utama, I.K.A.P. (2012). *Studi Awal Pengembangan Kapal Ikan Katamaran dengan Penggerak Hybrid*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan ITS.

LAMPIRAN

- Lampiran A Perhitungan Analisis Teknis
- Lampiran B Perhitungan Analisis Ekonomis
- Lampiran C Desain Rencana (*Lines plan*)
- Lampiran D Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)
- Lampiran E Desain *Fire and Safety Plan*
- Lampiran F Model 3 Dimensi

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS

Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

Ukuran Utama

Loa	=	16,6	m		
Lpp	=	16,0	m		
B	=	7,60	m		
B ₁	=	2,20	m		
H	=	2,08	m		
T	=	1,28	m		
S	=	3,20	m		
V _{max}	=	8,0	knot	=	4,1 m/s
V _s	=	6,2	knot	=	3,2 m/s
g	=	9,81	m/s ²		
payload	=	3	ton		

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/B₁	=	7,27	;Insel & Molland (1992)	→	5.9< L/B ₁ <11.1
L/H	=	7,69	;Insel & Molland (1992)	→	5.9<L/H<11.1
B/H	=	3,65	;Insel & Molland (1992)	→	0.7<B/H<4.1
S/L	=	0,20	;Insel & Molland (1992)	→	0.19<<S/L<0.51
S/B₁	=	1,45	;Insel & Molland (1992)	→	0.9<S/B<4.1
B₁/T	=	1,72	;Insel & Molland (1992)	→	0.9<B ₁ /T<3.1
B₁/B	=	0,289	Multi Hull Ships, hal.61	→	0.15<B ₁ /B<0.3

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displacement

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Harme, diperoleh total Displacement kapal katamaran:

Δ	=	62,22	ton
----------	---	-------	-----

2. Volume Displasemen

∇_t	=	L.B.T.Cb	
	=	60,70	m ³
<i>volume displacement untuk 1 hull adalah</i>			
∇	=	30,351	m ³

3. Koefisien Blok

Ref: (Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1)

C _B	=	$-4.22 + 27.8 \Phi_v - 39.1 \Phi_v + 46.6 \Phi_v^3$	
	=	0,4	(maxsurf)

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

	Fr	=	$V_s/v(g.Lwl)$	
		=		0,495

5. Koefisien Luas Midship				
<i>Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html</i>				
C_M	=	$0.977 + 0.085 (C_B - 0.60)$		
C_M	=	0,5	(maxsurf)	

6. Koefisien Prismatic				
<i>Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html</i>				
C_P	=	$\nabla / (A_S.L_{WL})$		
(luas station terluas setinggi sarat)				
	=	0,801	(maxsurf)	

7. Koefisien Bidang Garis Air				
<i>Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html</i>				
C_{WP}	=	$A_{WP}/(B_{WL}.L_{WL})$		
C_{WP}	=	0,6	(maxsurf)	

8. Panjang Garis Air				
$L_{pp} = L_{wl}$	=	16,000	m	

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

L_{wl}	=	16,000	m
L_{pp}	=	16,000	m
B	=	7,6	m
B_l	=	2,200	m
H	=	2,080	m
T	=	1,280	m
S	=	3,200	m
C_B	=	0,390	
C_M	=	0,486	
C_P	=	0,801	
C_{WP}	=	0,554	
Fr	=	0,495	
V_{max}	=	8,0	m/s
V_s	=	3,2	m/s

Dari Paper M. Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D.,C.Eng. Didapat rumus tahanan total untuk katamaran adalah sbb :

	R_t	=	$0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times C_{tot}$		N
Dimana					
	ρ	=	massa jenis fluida	=	1000 kg/m ³
	WSA	=	luas permukaan basah		
	V	=	kecepatan kapal	=	8 m/s
	C_{tot}	=	koefisien hambatan total		
	C_{tot}	=	$(1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$		
Dimana					
	$(1+\beta k)$	=	Catamaran Viscous Resistance Interference		
	C_f	=	Viscous Resistance		
	τ	=	Catamaran Wave Resistance Interference		
	C_w	=	Wave Resistance		

Perhitungan

1. Viscous Resistance (ITTC 1957)

● C_F

$$R_n = \frac{L_{wl} \cdot V_s}{v} = \frac{(L_{wl} \cdot V_s)}{(1.18831 \cdot [10]^{(-6)})}$$

$$= 42942060,57$$

$$v = \frac{0.075}{(([\log R_n - 2])^2)}$$

$$C_F = 0,002364$$

● $1+\beta k_1$ (*Catamaran Viscous Resistance Interference*)

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga $(1+\beta k)$ dapat ditentukan dari interpolasi harga β dan $(1+k)$ dari model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

S/B1 = 2,0

L/B1 = 8,4

(*variation of viscous interference factor with S/B1 from insel - molland*)

		S/B1					
		1	2	3	4	5	L/B1
β	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	7
	1,6	1,57	1,54	1,52	1,5	1,5	9
	2,35	2,32	2,29	2,27	2,25	2,25	11

		S/B1			
		2	3	2,0	
β	1,32	1,32	1,32	1,32	untuk harga L/B1 = 7
	1,57	1,54	1,57	1,57	untuk harga L/B1 = 9

		L/B1		
		7	9	8,4
β		1,32	1,57	1,497632

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 1,343

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

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

Model	C4	C5	
L/B1	7	9	8,4
$(1+k)$	1,45	1,3	1,343421

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil adalah = 1,343

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

$(1+\beta k) = 1,514$

2. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

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

S/L	=	0,24
L/B1	=	8,4
Fr	=	0,495

(wave resistance interference factor)

	(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3		L/B1
	Fr		Fr		
	0,4	0,5	0,4	0,5	
τ	0,85	1,18	1,25	1,4	7
	0,68	1	0,85	1	9

	(S/L) ₁ = 0.2			(S/L) ₂ = 0.3		
	Fn			Fn		
	0,4	0,5	0,495	0,4	0,5	0,495
τ	0,85	1,18	1,163	1,25	1,4	1,392
	0,68	1	0,984	0,85	1	0,992

Fn	0,495	0,495	0,495
S/L	0,2	0,3	0,238
τ	1,163	1,392	1,249
	0,984	0,992	0,987

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

Fn	0,495	0,495	0,495
S/L	0,238	0,238	0,238
L/B1	7	9	8,421
τ	1,249	0,987	1,063

Sehingga nilai τ yang diambil adalah = 1,063

3. Wave Resistance (C_w)

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

L/B1	=	8,421
Fn	=	0,495

(wave resistance factor)

Fn		L/B1
0,4	0,5	

C _w	0,0012	0,0023	7
	0,0008	0,0020	9

Fn			
0,4 0,5 0,495			
C _w	0,0012	0,0023	0,0022
	0,0008	0,0020	0,0019

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

Fn	0,495	0,495	0,495
L/B1	7	9	8,4211
C _w	0,0022	0,0019	0,0020

Sehingga nilai C_w yang diambil adalah = 0,0020

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

$$C_{tot} = 0,0057$$

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

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

Wetted Surface Area:

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

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

$$WSA = 94,174669 \text{ m}^2 \text{ untuk satu lambung}$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

$$WSA_{total} = 188,3493 \text{ m}^2$$

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

$$R_t = 34458,9 \text{ N}$$

$$R_t = 34,5 \text{ KN}$$

Air Resistance

$$C_2 = 1,00 \quad ; \text{ tanpa bulb}$$

C_A

$$T/LWL = 0,08 \quad ; \text{ untuk } T/LWL > 0,04$$

$$C_A = 0,006 (LWL + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 (LWL / 7.5)^{0,5} C_B^4 C_2 (0,04 - T / LWL)$$

$$= 0,00075033 \quad \text{(PNA vol 2 hal 93)}$$

PERHITUNGAN MESIN

Required Value		
Rt	=	34458,937 N
Vs	=	3,189 m/s
Cb	=	0,390
(1+βk)	=	1,583
Cf	=	0,002
Ca	=	0,000750

For twin-screw ships the following equations were derived,

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

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_{ge}	= 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	=	$Rt \times v/1000$
	=	109,899 KW
	=	147,375 HP

(parametric design hal 11-27)

Thrust Horse Power		
THP	=	TVA / 1000
T	=	$Rt/(1 - t)$
	=	36249,34

(parametric design hal 11-27)

V_A	=	$V (1 - w)$		<i>(parametric design hal 11-27)</i>
	=	2,699698		
C_v	=	$(1 + k) C_F + C_A$		<i>(PNA vol 2 hal 162)</i>
C_v	=	0,00433		
w	=	$0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$		<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
	=	0,153509		<i>; twin screw</i>
t	=	0,049391		<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_h	=	$(1 - t)/(1 - w)$		<i>(parametric design hal 11-29)</i>
	=	1,122999		
THP	=	97,862	KW	

Delivery Horse Power				
DHP	=	PT / η_p		<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_o	=	0,56	asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya	<i>(propeller B-series = 0.5 - 0.6)</i>
η_r	=	0,95		<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_p	=	$\eta_o \eta_r$		<i>(parametric design hal 11-27)</i>
η_p	=	0,533878		
DHP	=	183,305	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	=	187,046	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	=	190,863	KW	

Maximum Continues Rates				
MCR	=	BHP + service margin 15 %		<i>(parametric design hal 11-30)</i>

MCR	=	219,492	KW
	=	294,339	HP

Engine Power Requirement					
Main Engine Power	=	219,492	KW	=	294,3392 HP
Generator Power	=	24% Main Engine Power			
	=	52,678	KW	=	70,6414 Hp

PEMILIHAN MESIN

Engine Requirement

Engine Power	=	219,49 kW	=	294,34 HP
Requirement	=	109,75 kW; untuk 1 mesin	=	147,17 HP

Engine Type

Engine Type	=	SUZUKI DF 175 HP	
max.Power	=	130,50	kW
	=	175	HP
n(rpm)	=	5500,00	r/min
Cylinder number	=	4,00	
Fuel Oil Consumption	=	62,4	l/h
Lube Oil Consumption	=	25,90	g/kWh
Dimension			
Length	=	932,00	mm
Width	=	564,00	mm
Height	=	1889,00	mm
Weight	=	0,27	ton
	=	0,55	ton

Total berat Permesinan

W Mesin	=	0,55 ton
	=	0,55 ton

titik berat

LCG	=	0,251 m	(dari maxsurf)
VCG	=	1,217 m	



Suzuki DF 25 hp (V-twin)	4 stroke	538 cc - 33 cid	8.40 LPH
Suzuki DF 60 hp	4 stroke	941 cc - 57 cid	20.8 LPH
Suzuki DF 90 hp	4 stroke	1.5 L - 92 cid	32.9 LPH
Suzuki DF 115 hp	4 stroke	2.0 L - 125 cid	39.7 LPH
Suzuki DF 140 hp	4 stroke	2.0 L - 125 cid	43.9 LPH
Suzuki DF 175 hp	4 stroke	2.9 L - 175 cid	62.4 LPH
Suzuki DF 225 hp	4 stroke	3.6 L - 221 cid	75.9 LPH
Suzuki DF 250 hp	4 stroke	4.0 L - 246 cid	86.2 LPH
Suzuki DF 300 hp	4 stroke	4.0 L - 246 cid	91.0 LPH

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
<i>Anchor Light</i>	0,9	KVA	=	Maximum Total Leg Amps. x System Voltage/1000	
<i>Anchor windlass</i>	15		=	25,572	
<i>Autopilot</i>	4	Power	=	20,4576	KW
<i>Bilge Pump</i>	5	Efficiency Factor	=	25%	
<i>Cabin Lights</i>	1,8	Power	=	25,572	KW
<i>Chart Plotter/GPS</i>	0,8				
<i>Chart Table Light</i>	0,3				
<i>Cockpit Instruments</i>	0,3				
<i>Cockpit Light</i>	1				
<i>Compass Light</i>	0,2				
<i>Deck Light</i>	1,7				
<i>Distribution Panel & DCM</i>	0,1				
<i>Fresh Water Pump</i>	4				
<i>Fridge</i>	4				
<i>Masthead Light</i>	0,9				
<i>Navigation Lights</i>	3,7				
<i>Navtex</i>	0,4				
<i>Radar (Standby)</i>	1				
<i>Radar (Transmit)</i>	2,5				
<i>SSB (Standby)</i>	1				
<i>SSB (Transmit)</i>	25				
<i>Stereo</i>	1				
<i>Ventilation Fans</i>	1				
<i>VHF (Standby)</i>	0,3				
<i>VHF (Transmit)</i>	1,2				
<i>Marine Air Conditioning</i>	26				
<i>Fire Fighting Pump</i>	50				
<i>Electric Winch</i>	60				
Total	213,1				

Penentuan jumlah titik lampu dalam ruangan

N	=	Jumlah titik lampu
E	=	Kuat penerangan/ target penerangan yang dicapai (lux)
L	=	Panjang ruangan (m)
W	=	Lebar ruangan (m)
∅	=	Total lumen lampu (<i>lamp luminous flux</i>)
LLF	=	<i>light loss factor</i> (faktor cahaya rugi)
CU	=	<i>Coefficient of utilization</i> (Faktor pemanfaatan (50%-65%))
n	=	Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

Ruang Penumpang			
menggunakan lampu LED			20 Watt
E	=	200	Lux
L	=	11,3	m
W	=	7,6	m
∅	=	3000	
LLF	=	0,8	(0,7-0,8)
CU	=	65%	(50%-65%)
n	=	1	
Jumlah Ruangan	=	1	
N	=	$E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$	
	=	11,01025641	titik lampu
	=	11	titik lampu
Jumlah Lampu	=	11	Lampu

Ruang Navigasi			
menggunakan lampu LED			20 Watt
E	=	250	Lux
L	=	5	m
W	=	7	m
∅	=	1500	
LLF	=	0,8	(0,7-0,8)
CU	=	65%	(50%-65%)
n	=	1	
Jumlah Ruangan	=	1	
N	=	$E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$	
	=	11,21795	titik lampu
	=	11	titik lampu
Jumlah Lampu	=	11	Lampu

Ruang Penyimpanan			
menggunakan lampu LED			20 Watt
E	=	150	Lux
L	=	16	m
W	=	2,3	m
∅	=	1500	
LLF	=	0,8	(0,7-0,8)
CU	=	65%	(50%-65%)
n	=	1	
Jumlah Ruangan	=	2	
N	=	$E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$	
	=	7,076923	titik lampu (1 Lambung)
	=	14	titik lampu (2 Lambung)
Jumlah Lampu	=	14	Lampu

Ac		
Jumlah	=	3
Watt	=	325

Kulkas		
Jumlah	=	1
Watt	=	100

Kebutuhan Listrik			
Nama	Jumlah	Kapasitas (w)	Kapasitas (kw)
Lampu LED	36	20	0,72
AC	3	325	0,975
Kulkas	1	100	0,1
		Total kW	1,795

Kebutuhan Listrik	=	27,367	kW
	=	36,699147	HP
	=	34,20875	kva

PERHITUNGAN HYBRID

Power	=	27,367 kWh
	=	34,20875 kVa

Solar Panel

Type	=	HENGDA	
Number of Cells	=	54	
Dimension	=	1956 x 1310	mm
Power	=	500	W
	=	4,5	kWh
Depth	=	45	mm
Weight	=	26	kg
	=	0,026	ton
LCG	=	4,234	m
VCG	=	4,05	m (dari maxsurf)

Jumlah Kebutuhan Solar Panel

Power	=	27,367	kWh
Solar Panel Power	=	4,5	kWh
n minimum	=	6,0816	pcs
n	=	7	pcs
W solar panel	=	0,182	ton

Skema Penggunaan Solar Panel

	Trip 1	Trip 2	
Berangkat	2	2	jam
Pulang	2	2	jam

Inverter

Type	=	Solis-50K	
Output Power	=	50	kW
Width	=	630	mm
Height	=	700	mm
Length	=	375	mm
Weight	=	63	kg
	=	0,063	ton

Battery

		Lithium-Polymer Battery	
Type	=	Pack	
Current Hour	=	300	Ah
Max. Current Charge	=	50	A

Voltage	=	72	V
Length	=	800	mm
Width	=	360	mm
Height	=	250	mm
Weight	=	265	kg
	=	0,265	ton
LCG	=	3,5	m
VCG	=	0,768	m (dari maxsurf)

Overview

Quick Details

Place of Origin: Jiangsu, China
 Model Number: HDM96
 Size: 1956*1310*45mm
 Certificate: ISO9001 ISO14001 CE/TUV/UL/MCS/CEC/PV CYCLE
 Application: Commercial
 Warranty: 25 Years Output Power Guarantee
 Frame: Anodized Aluminium Alloy
 Efficiency: 16.8%~20% High Efficiency

Brand Name: HENGDA
 Type: Standard Solar Panel
 Product name: Sole Panel
 Solar cell: Mono 156*156 Cell
 Junction Box: IP67 Rated
 Connector: MC4 Compatible Connector
 Weight: 26 Kg (49.6 Lb)



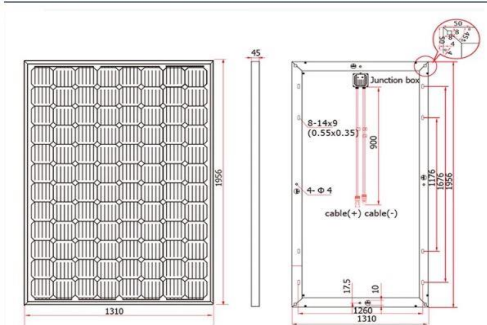
Model	HD400M-96	HD420M-96	HD440M-96	HD450M-96	HD460M-96	HD480M-96	HD500M-96
Rated Maximum Power at STC	400W	420W	440W	450W	460W	480W	500W
Maximum Power Voltage (Vmp)	47.22V	47.45V	47.71V	47.87V	48.01V	48.35V	48.60V
Maximum Power Current (Imp)	8.47A	8.85A	9.22A	9.40A	9.59A	9.93A	10.29A
Open Circuit Voltage (Voc)	56.05V	56.26V	56.42V	56.57V	56.75V	56.90V	59.12V
Short Circuit Current (Isc)	9.18A	9.40A	9.66A	9.73A	9.78A	10.04A	10.44A
Module Efficiency	15.61%	16.39%	17.17%	17.56%	17.95%	18.73%	19.46%
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%

STC: Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Mechanical Parameters

Cell Type	Mono-crystaline 156x156mm (6inch)
No. of Cells	96 (8x12)
Dimension	1956x1310x45mm
Glass	3.2mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Junction Box	IP65/IP67 Rated
Output Cable	Section Size: 4mm², Length: 900mm
Frame	Anodized Aluminium Alloy
No. of Bypass Diodes	6
Connector	MC4 Compatible
Working Conditions	
Maximum System Voltage	DC 1000V(IEC) / 1500V(IEC) / 1000V(UL)

Product Details



Solis Three PV Inverter

- ▶ Three phase output
- ▶ Max. efficiency 99%, EU efficiency 98.5%
- ▶ High precise, high speed MPPT algorithm
- ▶ Four MPPT input, each rated current is 28.5A, compatible with high power module
- ▶ Compact and light design for two-person easy installation
- ▶ IP65, visually pleasing for domestic environment
- ▶ THDi < 3%, low harmonic distortion against grid
- ▶ Anti-resonance, single transformer can connect 6M+ in parallel
- ▶ Perfect commercial site monitoring solution
- ▶ Intelligent redundant fan-cooling



Model:

Solis-50K

Datasheet

Model	Solis-50K
Energy Source	PV
Input Side(DC)	
Max. DC input power(kW)	55
Max. DC input voltage(V)	1100
Start-up voltage(V)	200
MPPT voltage range(V)	200-1000
Max. input current(A)	28.5A+28.5A+28.5A+28.5A
MPPT number/Max input strings number	4/12
Output Side (AC)	
Rated output power(kW)	50
Max. apparent output power(kVA)	55
Max. output power(kW)	55
Rated grid voltage(V)	400
Grid voltage range(V)	304-460
Rated grid frequency(Hz)	50/60
Operation phase	Three
Rated grid output current(A)	72.2
Max. output current(A)	83.3
Power Factor (at rated output power)	0.8...1...0.8
THDi (at rated output power)	<3%

72V 150Ah/300Ah Model No:PN72150/300



72v 150ah lithium battery
100kg
800*360*250 mm

Nominal voltage	72V
Nominal capacity	150Ah/300Ah @0.5C Discharge
Dimension	150Ah: 800*360*250 mm 300Ah: 550*620*750mm
Weight	150Ah: 100kg 300Ah: 265kg
Working voltage	60-84V
Discharge rate	Continuous:≤1c Max:3c/5s
Lifespan	≥1500 cycles
Charge rate	≤1c
Suggested discharge & charge rate	0.5c & 0.5c
Operating temperature	Charging: 0°C ~ 45°C Discharging: -20°C ~60°C

BERAT KAPAL

Input data

L_{pp}	=	16,00	m
L_{wl}	=	16,00	m
B	=	7,60	m
H	=	2,08	m
T	=	1,28	m
Δ	=	62,22	ton
∇_{tot}	=	60,703	m ³
C_B	=	0,39	

P ₀	=	2,1.(C _B + 0,7). C ₀ . C _L . f . C _{RW}	[kN/m ²]
C ₀	=	((L/25)+4.1)C _{rw}	; untuk L < 90
C ₀	=	3,555	
f	=	1,00	pelat
f	=	0,75	penegar
f	=	0,60	penumpu
C _L	=	(L/90) ²	L < 90 m
	=	0,422	
C _{rw}	=	0,75	; pelayaran lokal
P ₀₁	=	2.6(C _B +0.7).C ₀ .C _L	[kN/m ²]
P ₀	=	2,57	kN/m ² , Untuk pelat kulit, geladak cuaca
P ₀₁	=	4,247938	

Harga C_F dapat di cari dari tabel dibawah ini

Range	Factor C _D	Factor C _F
0 ≤ x/L < 0,2 A x/L = 0,19	1,2 - x/L C _D = 1,01	1,0 + 5/C _B [0,2 - x/L] C _F = 1,16
0,2 ≤ x/L < 0,7 M x/L = 0,49	1,00 C _D = 1,00	1,00 C _F = 1,00
0,7 ≤ x/L ≤ 1 F x/L = 0,75	1,0 + c/3 [x/L - 0,7] c = 0,15. L - 10 L _{min} = 100 m C _D = 0,873	1+ 20/C _B [x/L - 0,7] ² C _F = 1,128

Beban pada sisi kapal pada pelat dapat dihitung sebagai berikut:

daerah 0 ≤ x/L < 0.2

$$P_s = 10 (T - Z) + P_0 \times C_f \times (1 + Z / T)$$

$$P_{s1} = P_{01} \cdot (20 / (5 + Z - T))$$

$$Z = 1,195 \text{ m}$$

P_s	=	6,022498	kN/m ²
P_{s1}	=	17,28561	kN/m ²
daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$			
P_s	=	5,190661	kN/m ²
P_{s1}	=	17,28561	kN/m ²
daerah $0.7 \leq x/L < 1$			
P_s	=	5,85613	kN/m ²
P_{s1}	=	17,28561	kN/m ²

Beban Pada Dasar Kapal (PB)			
daerah $0 \leq x/L < 0.2$			
P_B	=	$10 \cdot T + P_o \cdot C_F$	
P_{B1}	=	$10 \cdot T + P_{o1} \cdot 2 \cdot y /B$	
y	=	2,20	m
P_B	=	15,78565	kN/m ²
P_{B1}	=	15,25933	kN/m ²
daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$			
P_B	=	15,37327	kN/m ²
P_{B1}	=	15,25933	kN/m ²
daerah $0.7 \leq x/L < 1$			
P_B	=	15,70318	kN/m ²
P_{B1}	=	15,25933	kN/m ²

Beban Pada Geladak Cuaca (Pd)			
daerah $0 \leq x/L < 0.2$			
P_d	=	$(P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$	
P_d	=	2,969158	kN/m ²
P_{dmin}	=	16 . f	atau $P_{dmin} = 0.7 \cdot P_0$
		16 kN/m ²	1,801289 kN/m ²
daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$			
P_d	=	2,932502	kN/m ²
daerah $0.7 \leq x/L < 1$			
P_d	=	2,561051	kN/m ²

Beban Pada Geladak Bangunan Atas

$$\begin{aligned} P_{DA} &= P_D n && \text{kN/m}^2 \\ n &= 1 - [(z - H)/10] ; && n_{\min} = 0,5 \\ P_{DA \min} &= 4 && \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Passenger Deck

$$\begin{aligned} h_{\text{ poop}} &= 2 && \text{m} \\ \# \quad z &= 3,18 && \text{m} \\ n &= 1 - ((z - H)/10) \\ &= 0,89 && n_{\min} = 0,5 \\ P_{DA} &= 14,24 \end{aligned}$$

Perhitungan Tebal Pelat

Tebal Pelat Sisi

daerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk \\ &= 6,23966 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk \\ &= 6,23966 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk \\ &= 4,258737 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal Pelat Bottom

daerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 7,029353 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 7,453204 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 6,517505 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal Pelat Geladak

daerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$\begin{aligned} t &= 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk \\ &= 4,904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (P_d \cdot K)^{0.5} + t_k = 4,904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (P_d \cdot K)^{0.5} + t_k = 4,904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Bangunan Atas Passenger Deck

$$\begin{aligned} t &= 0.9 \cdot a \cdot x \cdot (P \cdot k)^{0.5} + t_k \\ &= 2,04 + t_k \\ &= t_k = 1,5 \text{ mm} \quad \text{untuk } t' < 10 \text{ mm} \\ &= 3,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= C \cdot a \cdot \sqrt{P \cdot k} + t_k \\ &= 4,239628 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &\text{ atau} \\ &= (5,5 + 0,02L) \cdot \sqrt{k} \\ &= 5,7848 \approx 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan Berat

Perhitungan luasan, dihitung menggunakan *software Maxsurf*

1. Lambung

Luas	=	228,640	m ²
Tebal	=	0,010	m
p Material Baja	=	7,85	ton/m ³
Berat	=	17,948	ton
	=	17,948	

2. Geladak

Luas	=	121,200	m ²
Tebal	=	0,008	m
p Material Baja	=	7,85	ton/m ³
Berat	=	15,223	ton

4. Top Deck

Luas	=	60,940	m ²
Tebal	=	0,008	m
p Material Baja	=	7,85	ton/m ³
Berat	=	7,654	ton

4. Konstruksi

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

Sehingga,

Berat = 6,634 ton

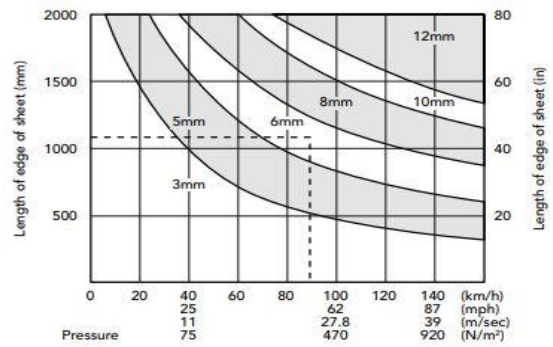
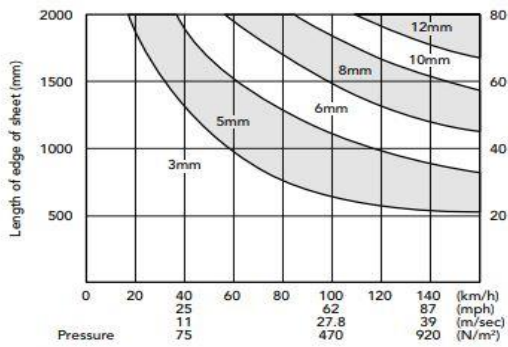
5. Total

Berat Total = 47,459 ton

VCG = 2,688 m

LCG = 7,300 m

(dari maxsurf)



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	=	44	orang
Life jacket yang dibutuhkan	=	44	buah
Berat 1 unit <i>life jacket</i>	=	0,740	kg
Berat total	=	32,560	kg
	=	0,033	ton
• Life Buoy			
Life buoy yang dibutuhkan	=	8	buah ; for ship with $L < 60 m$
Berat 1 unit <i>life buoy</i>	=	14,5	kg
Berat total	=	116	kg
	=	0,116	ton
• Life Raft			
Tipe	=	ATOB - 30	
Life raft yang dibutuhkan	=	2	buah 67,5
Berat 1 unit <i>life Raft</i>	=	205,0	kg
Berat total	=	410	kg
	=	0,410	ton

Penentuan Crew	
<i>Tour Guide</i>	= 1
<i>Captain</i>	= 1
<i>Radio Officer</i>	= 1
<i>Mech. Engineer</i>	= 1

2. Jangkar	
Pemilihan jangkar mengacu pada Z Number	
Z	= $\Delta^{(2/3)} + 2hB + 0.1A$
Dimana	
Z	= Z number
Δ	= Moulded Displacement = 62,22
h	= Freeboard = 1
B	= Lebar = 7,60
A	= Luasan diatas sarat = 73,3
Z	= 1312,985
	50 kg = 0,1 ton

3. Kursi (main deck)	
Jumlah kursi (crew dan penumpang)	= 44
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	= 268,4 kg
	= 0,2684 ton

Total Berat Outfitting	
$W_{outfitting}$	= 0,927 ton

titik berat	
LCG	= 8 m
VCG	= 2,08 m

(dari maxsurf)

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

Bouée couronne / Lifebuoy

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



REF. / CODE	Flottabilité / Floatability (kg)	Ø extérieur / Outer Ø (mm)	Ø intérieur / Inner Ø (mm)	Épaisseur / Width (mm)	Poids / Weight (kg)
201 775	14.5	740	430	80	2.7

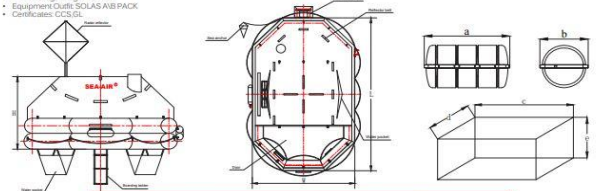
 **Solas 30 & 35**



ATOB - 30 & 35

Solas 30 & 35 Man Throw Overboard Life Raft

- Suitable for installing in all vessels sailing on international voyages
- Meets the China MSA - Regulations for the Statutory Surveys of Ships and offshore installations - Technical Regulations for the Statutory Surveys of Sea-going Ships Engaged in Domestic Voyages 2004, and its 2006 Amendments, Part 4, Ch. 3 and SOLAS, (74/96), LSA, MSC. 81(70), MSC. 226 (82), MSC. 218(82), MSC. 253 (87), ISO 15718 (2002)
- Max. Storage Height: 10-30m
- Equipment: Outh SOLAS A/B PACK
- Certificates: CCS/CL



SOLAS 30 & 35 MAN THROW OVERBOARD LIFE RAFT		
Type	ATOB - 30	ATOB - 35
Shape	Regular Octagon	Regular Octagon
Capacity (Persons)	30	35
Dimensions (L x W x H) mm	3384 x 3414 x 1700	3899 x 3548 x 1750
Cylinder (L)	9L x 2	10L x 2
Container Dimensions (mm)	Solas A Pack (a x b) Solas B Pack (c x d x e)	1700 x 0793 1470 x 0735
Packing Dimensions (mm)	Solas A Pack (c x d x e) Solas B Pack (c x d x e)	1780 x 855 x 880 1540 x 805 x 790
Required Rollard Puff (Kn)	For 2knof speed For 3knof speed	1.10 2.40
Weight (kg)	≤ 505	≤ 520

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



Youjiang 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 protects your Alibaba.com orders

Payments:    

Alibaba.com Logistics - Inspection Solutions



Berat LWT		
Berat Permesinan	=	0,55 ton
Berat Hybrid	=	0,775 ton
Berat Outfitting	=	0,92696 ton
Berat Lambung	=	47,45922 ton
Berat		
Total	=	49,70918 ton

DWT

Input data			
Lpp	=	16,00	m
Lwl	=	16,00	m
B	=	7,60	m
H	=	2,08	m
T	=	1,28	m
displacement	=	62,22	ton
volume	=	60,70	m ³
h_{DB}	=	0,76	m
crew	=	4	orang

1. Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (<i>Fuel Oil Consumption</i>)				
BHP	=	215	kW	
S	=	20,50	nm	(23,6121 mil)
V	=	6,20	knots =	3,20 m/s
Voyage data	=			
Voyage radius	=		20,50	nm
Voyage radius	=		37966,000	m
Voyage time	=		11864,375	s
Voyage time	=		3,296	hour
konsumsi	=	62,4	liter/jam	
V_{HFO}	=	215,931625	liter	
	=	0,215931625	m ³	konsumsi untuk 1 mesin
	=	0,43186325	m ³	konsumsi untuk 2 mesin
ρ_{F0}	=	0,9443	ton/m ³	
W_{HFO}	=	0,204	ton	konsumsi untuk 1 mesin
W_{HFO}	=	0,408	ton	konsumsi untuk 2 mesin
LCG	=	0,75	m	
VCG	=	0,403	m	(dari maxsurf)

2. Crew				
W_{C&E}	=	0,08	ton/person	
	=	0,320	ton	
LCG	=	9,561	m	
VCG	=	4,699	m	(dari maxsurf)

3. Fresh Water				
Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26				
		konsumsi air tawar		
W_{FW1}	=	passanger		
	=	0,06	t/(person • day)	(kebutuhan per hari)
	=	0,36	ton	asumsi kebutuhan 1 orang = 60L per trip 1 L = 1 kg
W_{FW} total	=	2,44	ton	
LCG	=	9,982	m	
VCG	=	0,779	m	(dari maxsurf)

4. Provision				
Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26				
W_{PR}	=	0,01	ton/person.day	
	=	0,84	ton	
LCG	=	8,889	m	
VCG	=	3,014	m	(dari maxsurf)

5. Payload				
Berat penumpang	=	75	kg/person	
	=	3	ton	
payload	=	3	ton	
LCG	=	8,889	m	
VCG	=	3,014	m	(dari maxsurf)

Total				
DWT	=	3,64	ton	

titik berat DWT				
LCG	=	19,621	m	
VCG	=	4,196	m	(dari maxsurf)

Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total

LWT (Light Weight Tonnage)				
●Berat Lambung				
W _{st}	=	47,459	ton	
KG _{st}	=	2,688	m	
LCG _{st}	=	7,300	m	(dr maxsurf)
●Equipment and Outfitting Weight				
W _{E&O}	=	0,927	ton	
KG _{E&O}	=	2,080	m	
LCG _{E&O}	=	8,000	m	(dr maxsurf)
●Machinery Weight				
W _M	=	0,548	ton	
KG _M	=	1,217	m	
LCG _M	=	0,251	m	(dr maxsurf) <i>; dari FP</i>
●Hybrid Weight				
W _M	=	0,775	ton	
KG _M	=	4,818	m	
LCG _M	=	7,734	m	(dr maxsurf) <i>; dari FP</i>

DWT(Dead Weight Tonnage)				
●Consumable Weight				
W _{cons}	=	3,64	ton	
KG _{cons}	=	4,196	m	
LCG _{cons}	=	19,621	m	(dr maxsurf) <i>; dari FP</i>
●Payload				
W _{payload}	=	3	ton	
KG _{payload}	=	$(H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$		
	=	3,014	m	
LCG _{payload}	=	$(0.5 \cdot L_{db}) + L_{CF} + L_{CH}$		
	=	8,889	m	(dr maxsurf) <i>; dari FP</i>
●Crew Weight				

W_{cons}	=	0,320 ton	
KG_{cons}	=	4,699 m	
LCG_{cons}	=	9,561 m	; dari FP (dr maxsurf)

Komponen	Berat (ton)
LWT	
●Berat Lambung	47,459
●Equipment and Outfitting Weight	0,927
●Machinery Weight	0,548
●Hybrid Weight	0,775
DWT	
●Consumable Weight	3,64
●Payload	3,00
●Crew Weight	0,320
Total LWT & DWT	56,666

Selisih Displacement dengan (LWT+DWT)			=	5,554 ton
Margin	=	8,93 %		(2-10%)
Margin		OK		

Perhitungan Tonase

(According to: International Convention Tonnage Measurement 1969)

Input Data						
H	=	2,1	m			
T	=	1,28	m			
V _{DH}	=	262,41	m ³			
∇	=	60,7027	m ³			
Zc	=	4	orang			
N ₁	=	44	orang	; asumsi jumlah penumpang dalam kabin		
N ₂	=	40	orang			

Gross Tonnage

$$V_U = \nabla \cdot \left(1.25 \cdot \frac{H}{T} - 0.115 \right) \quad ; \text{ volume geladak di bawah geladak cuaca}$$

$$= 123,1874 \text{ m}^3$$

$$V_H = V_{DH} \quad ; \text{ volume ruang tertutup di bawah geladak cuaca}$$

$$= 262,41 \text{ m}^3$$

$$V = V_U + V_H \quad ; \text{ total volume ruang tertutup}$$

$$= 385,60 \text{ m}^3$$

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V$$

$$= 0,717227$$

$$GT = V \cdot K_1$$

$$= 276,563 \text{ GT}$$

Net Tonnage

$$VR' = 216 \text{ m}^3 \quad ; \text{ total volume ruang muat}$$

$$K_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} VR'$$

$$= 0,246689075$$

$$K_3 = 1.25^{\frac{GT+10000}{10000}}$$

$$= 1,25773801$$

$$a = K_2 \cdot V_{R'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2$$

$$= 39\,81358,014 \quad (\text{taken})$$

$$\text{Jadi, } a \geq 0.25 \cdot GT \quad 0.25 \text{ GT} = 69,14076205$$

$$NT =$$

$$= 3981559,252 \text{ NT} \quad (\text{taken})$$

$$\text{Jadi, } NT \geq 0.30 \cdot GT \quad 0.30 \text{ NT} = 1194467,8$$

Perhitungan Lambung Timbul

Kapal wisata katamaran merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul *public catamaran boat* menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*.

Input Data

H	=	2,08	m	∇	=	60,70	m ³
		0.85 ·					
d	=	H		B ₁	=	2,20	m
						$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$	
	=	1,768	m	C _B	=		
L	=	Lwl					
	=	16	m		=	0,39	
L	=	16	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 catamaran termasuk kapal

Tipe B

2. Lambung Timbul Standar (Fb₁)

Fb ₁	=	0,8 L	cm	Untuk kapal dengan L < 50 m
Fb ₁	=	12,8	cm	
	=	0,1280	m	

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

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

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

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan C_B > 0.68

C _B	=	0,3900	Tidak ada koreksi
----------------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

L/15	=	1,066667	
D	=	2,08	m

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

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

$$\begin{aligned}
 D &> L/15 && \text{maka,} \\
 \text{Koreksi} &= 20 (D - 0,613) \\
 &= 20,26667 && \text{cm} \\
 &= 0,202667 && \text{m} \\
 F_{b_2} &= 0,331 && \text{m}
 \end{aligned}$$

3. Koreksi Bangunan Atas

$$\begin{aligned}
 &= 4,5375 \text{ cm} \\
 &= 0,045375 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Koreksi bangunan atas dan trunk

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

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

Catatan :

- L adalah panjang kapal dalam meter;
- l_s adalah jumlah panjang efektif bangunan atas dan trunk tertutup dalam meter;
- h_s adalah tinggi standar bangunan atas dan trunk tertutup dalam meter.

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned}
 F_b' &= F_{b_2} - \text{Pengurangan} \\
 &= 0,285 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})

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

Batasan

1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned}
 F_b &= H - T \\
 &= 0,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yg disyaratkan	0,285	m
Lambung Timbul Sebenarnya	0,8	m
Kondisi	DITERIMA	

STABILITAS

Diperoleh dari perhitungan *Maxsurf Stability*

Loadcase	LWT	Passenger	<i>Fresh Water</i>	<i>Diesel Oil</i>
Berangkat 1	100%	100%	100%	100%
Perjalanan 1	100%	100%	50%	50%
Pulang 1	100%	100%	10%	10%
Berangkat 2	100%	50%	100%	100%
Perjalanan 2	100%	50%	50%	50%
Pulang 2	100%	50%	10%	10%
Berangkat 3	100%	25%	100%	100%
Perjalanan 3	100%	25%	50%	50%
Pulang 3	100%	25%	10%	10%
Kapal Kosong 1	100%	0%	100%	100%
Kapal Kosong 2	100%	0%	0%	0%

Loadcase	Kriteria				
	Area 0-30 (m.deg)	Area 0-40 (m.deg)	<i>Max GZ at 30 or Greater (m.deg)</i>	<i>Angle of Max GZ (deg)</i>	<i>Passenger Crowding Angle of Equilibrium (deg)</i>
Berangkat 1	47,65	64,067	1,82	20,0	1,00
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Perjalanan 1	48,53	64,61	1,79	19,1	1,00
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pulang 1	48,54	64,57	1,78	19,1	1,00
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Berangkat 2	48,30	64,69	1,82	20,0	0,50
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Perjalanan 2	48,53	64,61	1,79	19,1	0,50
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pulang 2	48,54	64,57	1,78	19,1	0,50
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Berangkat 3	48,30	64,69	1,82	20,0	0,20
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Perjalanan 3	48,53	64,61	1,79	19,1	0,20
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pulang 3	48,54	64,57	1,78	19,1	0,20
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Kapal Kosong 1	48,3	64,7	1,8	20,0	0
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Kapal Kosong 2	48,6	63,2	1,7	16,4	0
	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

<i>Loadcase</i>	<i>Nilai Trim (m)</i>	<i>Trim</i>	<i>Syarat</i>
Berangkat 1	0,055	Buritan	Diterima
Perjalanan 1	0,078	Buritan	Diterima
Pulang 1	0,063	Buritan	Diterima
Berangkat 2	0,028	Buritan	Diterima
Perjalanan 2	0,078	Buritan	Diterima
Pulang 2	0,063	Buritan	Diterima
Berangkat 3	0,028	Buritan	Diterima
Perjalanan 3	0,078	Buritan	Diterima
Pulang 3	-0,157	Haluan	Diterima
Kapal Kosong 1	-0,261	Haluan	Diterima
Kapal Kosong 2	-0,190	Haluan	Diterima

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS

BUILDING COST

Kurs USD per 28 Juni 2020 (Bank Indonesia)

\$ 1,00 = Rp 14.351,00

No	Item	Nilai	Satuan
1	Lambung Kapal (hull)		
	Harga	459,72	USD/ton
	Berat hull	17,948	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	8251,16	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	Harga	458,38	USD/ton
	Berat geladak	15,223	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	6977,79	USD
3	Konstruksi		
	Harga	458,38	USD/ton
	Berat konstruksi	6,634	ton
	Harga Konstruksi Lambung	3040,98	USD
4	Bangunan Atas		
	Harga	458,38	USD/ton
	Berat konstruksi	7,654	ton
	Harga Konstruksi	3508,47	USD
5	Elektroda		
	(Diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)		
	<i>Sumber: Nekko Steel - AnekaMaju.com</i>		
	Harga	39,09	USD/ton
	Berat total elektroda	1,077	ton
Harga Elektroda		42,10	USD
Total harga pelat dan elektroda		21820,50	USD
		Rp 313.146.022	IDR

Fasilitas Umum			
No	Item	Nilai	Satuan
1	AC		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	3	unit
	Harga per unit	256,65	USD/unit
	Harga Kursi	769,95	USD
2	Kamar mandi		
	Sumber: www.alibaba.com		
	a. Shower		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	5,97	USD/unit
	Harga Kursi	5,97	USD
	b. Urinoir		

	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	54,12	USD/unit
	Harga Kursi	54,12	USD
	c. WC		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	82,22	USD/unit
	Harga Kursi	82,22	USD
3	Kursi (main deck & navigation deck)		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	44	unit
	Harga per unit	82,65	USD/ton
	Harga Kursi	3636,60	USD
	Total	4548,86	USD
		Rp 65.280.690	IDR

Equipment & Outfitting				
No.	Item	Jumlah	USD	IDR
1	Life Jacket	44	45	Rp 28.566.526,56
2	Life Bouy	8	16	Rp 1.889.739,68
3	Life Raft	2	900	Rp 25.831.800,00
4	Jangkar	2	1000	Rp 28.702.000,00
5	Main Alarm System	5	79,5	Rp 5.704.522,50
6	Rocket Parachute Flares	25	5	Rp 1.793.875,00
7	Hand Flares	10	4	Rp 574.040,00
8	Bouyant Smoke signal	8	5	Rp 574.040,00
10	Portable Fire Extinguisher	10	12	Rp 1.664.716,00
11	Fire Fighter's Outfit	4	70	Rp 4.000.484,76
Total Biaya Safety Appliances				Rp 99.301.744,50
				6920

Peralatan Navigasi dan Komunikasi		
Sumber: www.alibaba.com		
a. Peralatan Navigasi		
Radar		5.000 USD
Kompas		55 USD
GPS		4.000 USD
Lampu Navigasi		
- Masthead Light		9,8 USD
- Anchor Light		8,9 USD
- Starboard Light		12 USD
- Portside Light		12 USD
Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)		13.500 USD
Automatic Identification System (AIS)		1.400 USD
Telescope Binocular		60 USD
Harga Peralatan Navigasi		24057,70 USD

b. Peralatan Komunikasi		
Radiotelephone		
Jumlah	1	Set
Harga per set	200	USD
Harga Total	200,00	USD
Digital Selective Calling (DSC)		
Jumlah	1	Set
Harga per set	186	USD
Harga Total	186,00	USD
Navigational Telex (Navtex)		
Jumlah	1	Set
Harga per set	11250	USD
Harga Total	11250,00	USD
EPIRB		
Jumlah	1	Set
Harga per set	110	USD
Harga Total	110,00	USD
SART		
Jumlah	2	Set
Harga per set	450	USD
Harga Total	900,00	USD
Portable 2-Way VHF Radiotelephone		
Jumlah	2	Unit
Harga per unit	87	USD
Harga Total	174,00	USD
Total	36877,70	USD
	Rp 529.231.872,70	IDR

Sistem dan Kelistrikan			
No	Item	Nilai	Satuan
1	Main Engine		
	(2 unit main engine -Suzuki DF 175 HP)		
	Sumber: www.elcomotoryachts.com		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	11.420	USD
	Harga <i>Main Engine</i>	22840	USD
2	Inverter		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per set	8.513	USD
	Harga Total	8513,00	USD
3	Solar Panel		
	Jumlah	7	Unit

	Harga per set	640	USD
	Harga Total	4480,00	USD
4	Baterai		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per set	5.485	USD
	Harga Total	10970,00	USD
Total		46803,00	USD
		Rp 671.669.853,00	IDR

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Satuan
1	Pelat dan Konstruksi	21821	USD
2	Fasilitas Umum	4549	USD
3	Perlengkapan dan Peralatan	6920	USD
4	Peralatan Navigasi & Komunikasi	36878	USD
5	Sistem & Kelistrikan	46803	USD
Total Harga (USD)		70167	USD
Total Harga (Rupiah)		1.006.960.329	IDR

1	Item	Price (% of core cost)	Price
	Construction cost	20%	14033
	Total Construction Cost		Rp 201.392.065,89

1	Item	Price (% of core cost)	Price
	Labour Cost	10%	7017
	Total Labour Cost		Rp 125.936,63

Biaya Pembangunan			
No	Item	Nilai	Satuan
1	Pelat dan Konstruksi	21821	USD
2	Fasilitas Umum	4549	USD
3	Perlengkapan dan Peralatan	6920	USD
4	Peralatan Navigasi & Komunikasi	36878	USD
5	Sistem & Kelistrikan	46803	USD
6	Biaya Konstruksi	14033	USD
7	Biaya Tenaga Kerja	7017	USD
Total Harga (USD)		138020	USD
Total Harga (Rupiah)		1.980.718.281	IDR

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Watson, *Practical Ship Design*, 1998

Koreksi Ekonomi	No	Item	Nilai	Satuan	
	1	Keuntungan Galangan			
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>			
		Keuntungan Galangan		198.071.828	IDR
	2	Biaya Untuk Inflasi			
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>			
		Biaya Inflasi		99.035.914	IDR
	3	Biaya Pajak Pemerintah			
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>			
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>			
Biaya Pajak Pemerintah		495.179.570	IDR		
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi			792.287.313	IDR	

Jadi, harga pembangunan kapal adalah

Biaya Pembangunan	Rp 1.980.718.281,29	IDR
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	Rp 792.287.312,51	IDR
Total Harga Kapal	Rp 2.773.005.593,80	IDR

Operational Cost

Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	2.773.005.594	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	1.802.453.636	Rp
Bunga Bank	9,6%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 173.035.549	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	Rp 353.280.913	Rp
Nilai Investasi	Rp 3.126.286.506	Rp

Biaya Perawatan	Nilai	Unit
Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>		
Total Maintenance Cost	Rp 277.300.559	per tahun

Asuransi	Nilai	Unit
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost (Watson, 1998)</i>		
Biaya Asuransi	Rp 55.460.112	per tahun

Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	4	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 5.000.000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp 60.000.000	per orang
Total Gaji Crew	Rp 240.000.000	per tahun

Bahan Bakar <i>Diesel Oil</i>	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Diesel Oil</i>	4,8	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	62,4	liter/jam
Harga bahan bakar Jatim	Rp 9.500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 2.845.440	per hari
Harga bahan bakar	Rp 85.363.200	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 1.024.358.400	per tahun

Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Nilai	Satuan
Harga air bersih jatim	18	per liter
Jumlah Pemakaian	2389,50	liter/hari
Biaya Pemakaian	Rp 43.011	per hari
Total Biaya Pemakaian	Rp 15.483.973	per tahun

TOTAL OPERATIONAL COST	Rp 1.965.883.957	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 % *)

Ticket Price

Klasifikasi Tiket	Low Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 150.000	Rp 125.000	Rp 100.000
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 175.000	Rp 150.000	Rp 125.000
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 100.000	Rp 75.000	Rp 50.000
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 125.000	Rp 100.000	Rp 75.000
Klasifikasi Tiket	Peak Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 225.000	Rp 187.500	Rp 150.000
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 262.500	Rp 225.000	Rp 187.500
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 150.000	Rp 112.500	Rp 75.000
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 187.500	Rp 150.000	Rp 112.500

Asumsi:

Jumlah penumpang dewasa	=	32	pax	(80% x 40)
Jumlah penumpang anak-anak	=	8	pax	(20% x 40)

Pendapatan Penjualan Tiket	Low Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 4.860.000	Rp 4.050.000	Rp 3.240.000
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 5.670.000	Rp 4.860.000	Rp 4.050.000
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 760.000	Rp 570.000	Rp 380.000
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 950.000	Rp 760.000	Rp 570.000
Pendapatan Penjualan Tiket	Peak Season		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
Tiket - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 7.290.000	Rp 6.075.000	Rp 4.860.000
Tiket - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 8.505.000	Rp 7.290.000	Rp 6.075.000
Tiket - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 1.140.000	Rp 855.000	Rp 570.000
Tiket - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 1.425.000	Rp 1.140.000	Rp 855.000

Waktu	Pendapatan (Penumpang 100%)		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
<i>Weekdays</i>	Rp 5.620.000	Rp 4.620.000	Rp 3.620.000
<i>Weekend</i>	Rp 6.620.000	Rp 5.620.000	Rp 4.620.000
Total Pendapatan/tahun	Rp 4.310.600.000	Rp 3.580.600.000	Rp 2.850.600.000

Waktu	Pendapatan (Penumpang 80%)		
	Versi 1	Versi 2	Versi 3
<i>Weekdays</i>	Rp 4.496.000	Rp 3.696.000	Rp 2.896.000
<i>Weekend</i>	Rp 5.296.000	Rp 4.496.000	Rp 3.696.000
Total Pendapatan/tahun	Rp 3.448.480.000	Rp 2.864.480.000	Rp 2.280.480.000

Total
Weekdays 246 hari
Weekend 104 hari

Asumsi:
 1 tahun = 52 minggu
 1 tahun = 365 hari

menjadi

Asumsi:
 15 hari (docking)
 1 tahun = 350 hari

PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (DISCOUNT RATE)

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

Nilai Investasi	Rp	3.126.286.506,45
Umur Ekonomis (tahun)		20

Struktur Pendanaan

65%	Kredit investasi bank	Rp	2.032.086.229,19
	Jangka pinjaman (tahun)		10
	Bunga		9,60%
	Pajak		25%
35%	Shareholder	Rp	1.094.200.277,26
	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 = 11,68%

(Ridho,2019)

Payback Period

Harga Tiket	Penumpang	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 12.566,49	57%	2 Tahun 1 Bulan 28 Hari	Layak
	80%	Rp 6.908,00	37%	4 Tahun 2 Bulan 28 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 7.775,17	40%	2 Tahun 7 Bulan 12 Hari	Layak
	80%	Rp 3.074,95	22%	5 Tahun 7 Bulan 8 Hari	Layak
Versi 3	100%	Rp 2.983,85	22%	3 Tahun 3 Bulan 18 Hari	Layak
	80%	Rp (758,11)	6%	8 Tahun 4 Bulan 8 Hari	Layak

Versi 1				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp 3.126.286.506,45	Rp (3.126.286.506,45)	Rp (3.126.286.506,45)
1	2022	Rp 3.126.286.506,45	Rp 1.636.131.023,70	Rp (1.490.155.482,75)
2	2023	Rp 3.126.286.506,45	Rp 1.492.820.277,10	Rp 2.664.794,35
3	2024	Rp 3.126.286.506,45	Rp 1.362.062.296,62	Rp 1.364.727.090,97
4	2025	Rp 3.126.286.506,45	Rp 1.242.757.569,91	Rp 2.607.484.660,89
5	2026	Rp 3.126.286.506,45	Rp 1.133.902.892,26	Rp 3.741.387.553,14
6	2027	Rp 3.126.286.506,45	Rp 1.034.582.930,89	Rp 4.775.970.484,03
7	2028	Rp 3.126.286.506,45	Rp 943.962.528,18	Rp 5.719.933.012,22
8	2029	Rp 3.126.286.506,45	Rp 861.279.679,00	Rp 6.581.212.691,22
9	2030	Rp 3.126.286.506,45	Rp 785.839.123,18	Rp 7.367.051.814,39
10	2031	Rp 3.126.286.506,45	Rp 717.006.499,25	Rp 8.084.058.313,64
11	2032	Rp 3.126.286.506,45	Rp 654.203.010,26	Rp 8.738.261.323,90
12	2033	Rp 3.126.286.506,45	Rp 596.900.556,81	Rp 9.335.161.880,71
13	2034	Rp 3.126.286.506,45	Rp 544.617.296,36	Rp 9.879.779.177,07
14	2035	Rp 3.126.286.506,45	Rp 496.913.591,57	Rp 10.376.692.768,64

15	2036	Rp	3.126.286.506,45	Rp	453.388.313,47	Rp	10.830.081.082,11
16	2037	Rp	3.126.286.506,45	Rp	413.675.468,50	Rp	11.243.756.550,61
17	2038	Rp	3.126.286.506,45	Rp	377.441.120,89	Rp	11.621.197.671,50
18	2039	Rp	3.126.286.506,45	Rp	344.380.584,76	Rp	11.965.578.256,26
19	2040	Rp	3.126.286.506,45	Rp	314.215.862,00	Rp	12.279.794.118,26
20	2041	Rp	3.126.286.506,45	Rp	286.693.304,75	Rp	12.566.487.423,01
PAYBACK PERIOD		1,998					
		2 Tahun 1 Bulan 28 Hari					

Versi 1							
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)							
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas	
0	2021	Rp	3.126.286.506,45	Rp	(3.126.286.506,45)	Rp	(3.126.286.506,45)
1	2022	Rp	3.126.286.506,45	Rp	1.046.176.644,14	Rp	(2.080.109.862,31)
2	2023	Rp	3.126.286.506,45	Rp	954.540.733,70	Rp	(1.125.569.128,61)
3	2024	Rp	3.126.286.506,45	Rp	870.931.326,37	Rp	(254.637.802,24)
4	2025	Rp	3.126.286.506,45	Rp	794.645.370,78	Rp	540.007.568,54
5	2026	Rp	3.126.286.506,45	Rp	725.041.396,69	Rp	1.265.048.965,24
6	2027	Rp	3.126.286.506,45	Rp	661.534.121,07	Rp	1.926.583.086,31
7	2028	Rp	3.126.286.506,45	Rp	603.589.526,53	Rp	2.530.172.612,83
8	2029	Rp	3.126.286.506,45	Rp	550.720.370,92	Rp	3.080.892.983,75
9	2030	Rp	3.126.286.506,45	Rp	502.482.090,25	Rp	3.583.375.074,00
10	2031	Rp	3.126.286.506,45	Rp	458.469.060,45	Rp	4.041.844.134,45
11	2032	Rp	3.126.286.506,45	Rp	418.311.186,54	Rp	4.460.155.320,99
12	2033	Rp	3.126.286.506,45	Rp	381.670.790,64	Rp	4.841.826.111,63
13	2034	Rp	3.126.286.506,45	Rp	348.239.772,48	Rp	5.190.065.884,12
14	2035	Rp	3.126.286.506,45	Rp	317.737.018,69	Rp	5.507.802.902,80

15	2036	Rp	3.126.286.506,45	Rp	289.906.038,95	Rp	5.797.708.941,75
16	2037	Rp	3.126.286.506,45	Rp	264.512.809,26	Rp	6.062.221.751,01
17	2038	Rp	3.126.286.506,45	Rp	241.343.804,07	Rp	6.303.565.555,08
18	2039	Rp	3.126.286.506,45	Rp	220.204.200,79	Rp	6.523.769.755,87
19	2040	Rp	3.126.286.506,45	Rp	200.916.241,60	Rp	6.724.685.997,47
20	2041	Rp	3.126.286.506,45	Rp	183.317.738,69	Rp	6.908.003.736,16
PAYBACK PERIOD		3,255					
		4 Tahun 2 Bulan 28 Hari					

Versi 2							
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)							
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas	
0	2021	Rp	3.126.286.506,45	Rp	(3.126.286.506,45)	Rp	(3.126.286.506,45)
1	2022	Rp	3.126.286.506,45	Rp	1.136.587.228,08	Rp	(1.989.699.278,37)
2	2023	Rp	3.126.286.506,45	Rp	1.037.032.142,41	Rp	(952.667.135,96)
3	2024	Rp	3.126.286.506,45	Rp	946.197.210,23	Rp	(6.469.925,73)
4	2025	Rp	3.126.286.506,45	Rp	863.318.622,47	Rp	856.848.696,74
5	2026	Rp	3.126.286.506,45	Rp	787.699.473,06	Rp	1.644.548.169,79
6	2027	Rp	3.126.286.506,45	Rp	718.703.898,77	Rp	2.363.252.068,57
7	2028	Rp	3.126.286.506,45	Rp	655.751.732,46	Rp	3.019.003.801,03
8	2029	Rp	3.126.286.506,45	Rp	598.313.624,51	Rp	3.617.317.425,53
9	2030	Rp	3.126.286.506,45	Rp	545.906.591,70	Rp	4.163.224.017,24
10	2031	Rp	3.126.286.506,45	Rp	498.089.955,93	Rp	4.661.313.973,17
11	2032	Rp	3.126.286.506,45	Rp	454.461.638,62	Rp	5.115.775.611,79
12	2033	Rp	3.126.286.506,45	Rp	414.654.779,77	Rp	5.530.430.391,56
13	2034	Rp	3.126.286.506,45	Rp	378.334.653,07	Rp	5.908.765.044,63
14	2035	Rp	3.126.286.506,45	Rp	345.195.851,34	Rp	6.253.960.895,98

15	2036	Rp	3.126.286.506,45	Rp	314.959.718,38	Rp	6.568.920.614,36
16	2037	Rp	3.126.286.506,45	Rp	287.372.005,82	Rp	6.856.292.620,18
17	2038	Rp	3.126.286.506,45	Rp	262.200.735,24	Rp	7.118.493.355,41
18	2039	Rp	3.126.286.506,45	Rp	239.234.247,48	Rp	7.357.727.602,89
19	2040	Rp	3.126.286.506,45	Rp	218.279.422,88	Rp	7.576.007.025,78
20	2041	Rp	3.126.286.506,45	Rp	199.160.057,37	Rp	7.775.167.083,15
PAYBACK PERIOD		3,007					
		2 Tahun 7 Bulan 12 Hari					

Versi 2					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2021	Rp	3.126.286.506,45	Rp (3.126.286.506,45)	Rp (3.126.286.506,45)
1	2022	Rp	3.126.286.506,45	Rp 646.541.607,64	Rp (2.479.744.898,81)
2	2023	Rp	3.126.286.506,45	Rp 589.910.225,95	Rp (1.889.834.672,86)
3	2024	Rp	3.126.286.506,45	Rp 538.239.257,25	Rp (1.351.595.415,60)
4	2025	Rp	3.126.286.506,45	Rp 491.094.212,82	Rp (860.501.202,78)
5	2026	Rp	3.126.286.506,45	Rp 448.078.661,34	Rp (412.422.541,44)
6	2027	Rp	3.126.286.506,45	Rp 408.830.895,38	Rp (3.591.646,06)
7	2028	Rp	3.126.286.506,45	Rp 373.020.889,94	Rp 369.429.243,88
8	2029	Rp	3.126.286.506,45	Rp 340.347.527,32	Rp 709.776.771,20
9	2030	Rp	3.126.286.506,45	Rp 310.536.065,07	Rp 1.020.312.836,28
10	2031	Rp	3.126.286.506,45	Rp 283.335.825,80	Rp 1.303.648.662,08
11	2032	Rp	3.126.286.506,45	Rp 258.518.089,23	Rp 1.562.166.751,31
12	2033	Rp	3.126.286.506,45	Rp 235.874.169,01	Rp 1.798.040.920,31
13	2034	Rp	3.126.286.506,45	Rp 215.213.657,85	Rp 2.013.254.578,17
14	2035	Rp	3.126.286.506,45	Rp 196.362.826,51	Rp 2.209.617.404,68

15	2036	Rp	3.126.286.506,45	Rp	179.163.162,87	Rp	2.388.780.567,55
16	2037	Rp	3.126.286.506,45	Rp	163.470.039,12	Rp	2.552.250.606,67
17	2038	Rp	3.126.286.506,45	Rp	149.151.495,54	Rp	2.701.402.102,21
18	2039	Rp	3.126.286.506,45	Rp	136.087.130,97	Rp	2.837.489.233,18
19	2040	Rp	3.126.286.506,45	Rp	124.167.090,30	Rp	2.961.656.323,48
20	2041	Rp	3.126.286.506,45	Rp	113.291.140,79	Rp	3.074.947.464,27
PAYBACK PERIOD		6,009					
		5 Tahun 7 Bulan 8 Hari					

Versi 3							
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)							
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas	
0	2021	Rp	3.126.286.506,45	Rp	(3.126.286.506,45)	Rp	(3.126.286.506,45)
1	2022	Rp	3.126.286.506,45	Rp	637.043.432,46	Rp	(2.489.243.073,99)
2	2023	Rp	3.126.286.506,45	Rp	581.244.007,72	Rp	(1.907.999.066,27)
3	2024	Rp	3.126.286.506,45	Rp	530.332.123,83	Rp	(1.377.666.942,44)
4	2025	Rp	3.126.286.506,45	Rp	483.879.675,03	Rp	(893.787.267,41)
5	2026	Rp	3.126.286.506,45	Rp	441.496.053,86	Rp	(452.291.213,55)
6	2027	Rp	3.126.286.506,45	Rp	402.824.866,66	Rp	(49.466.346,89)
7	2028	Rp	3.126.286.506,45	Rp	367.540.936,73	Rp	318.074.589,84
8	2029	Rp	3.126.286.506,45	Rp	335.347.570,01	Rp	653.422.159,85
9	2030	Rp	3.126.286.506,45	Rp	305.974.060,23	Rp	959.396.220,08
10	2031	Rp	3.126.286.506,45	Rp	279.173.412,62	Rp	1.238.569.632,70
11	2032	Rp	3.126.286.506,45	Rp	254.720.266,99	Rp	1.493.289.899,68
12	2033	Rp	3.126.286.506,45	Rp	232.409.002,73	Rp	1.725.698.902,41
13	2034	Rp	3.126.286.506,45	Rp	212.052.009,79	Rp	1.937.750.912,20
14	2035	Rp	3.126.286.506,45	Rp	193.478.111,12	Rp	2.131.229.023,32

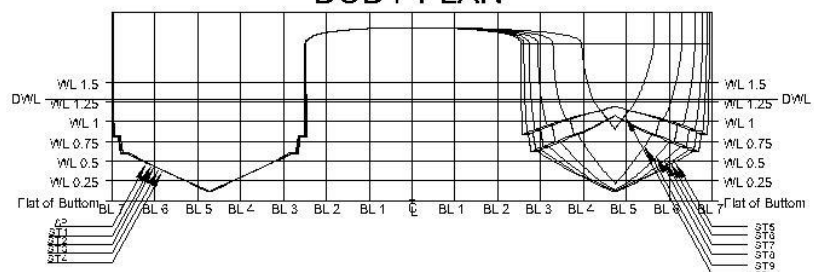
15	2036	Rp	3.126.286.506,45	Rp	176.531.123,28	Rp	2.307.760.146,60
16	2037	Rp	3.126.286.506,45	Rp	161.068.543,14	Rp	2.468.828.689,74
17	2038	Rp	3.126.286.506,45	Rp	146.960.349,58	Rp	2.615.789.039,32
18	2039	Rp	3.126.286.506,45	Rp	134.087.910,20	Rp	2.749.876.949,53
19	2040	Rp	3.126.286.506,45	Rp	122.342.983,76	Rp	2.872.219.933,29
20	2041	Rp	3.126.286.506,45	Rp	111.626.810,00	Rp	2.983.846.743,29
PAYBACK PERIOD		5,847					
		3 Tahun 3 Bulan 18 Hari					

Versi 3							
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 80%)							
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas		Kumulatif Arus Kas	
0	2021	Rp	3.126.286.506,45	Rp	(3.126.286.506,45)	Rp	(3.126.286.506,45)
1	2022	Rp	3.126.286.506,45	Rp	246.906.571,15	Rp	(2.879.379.935,30)
2	2023	Rp	3.126.286.506,45	Rp	225.279.718,20	Rp	(2.654.100.217,10)
3	2024	Rp	3.126.286.506,45	Rp	205.547.188,14	Rp	(2.448.553.028,97)
4	2025	Rp	3.126.286.506,45	Rp	187.543.054,87	Rp	(2.261.009.974,10)
5	2026	Rp	3.126.286.506,45	Rp	171.115.925,98	Rp	(2.089.894.048,12)
6	2027	Rp	3.126.286.506,45	Rp	156.127.669,69	Rp	(1.933.766.378,43)
7	2028	Rp	3.126.286.506,45	Rp	142.452.253,36	Rp	(1.791.314.125,07)
8	2029	Rp	3.126.286.506,45	Rp	129.974.683,73	Rp	(1.661.339.441,34)
9	2030	Rp	3.126.286.506,45	Rp	118.590.039,90	Rp	(1.542.749.401,45)
10	2031	Rp	3.126.286.506,45	Rp	108.202.591,15	Rp	(1.434.546.810,30)
11	2032	Rp	3.126.286.506,45	Rp	98.724.991,92	Rp	(1.335.821.818,38)
12	2033	Rp	3.126.286.506,45	Rp	90.077.547,37	Rp	(1.245.744.271,01)
13	2034	Rp	3.126.286.506,45	Rp	82.187.543,22	Rp	(1.163.556.727,78)
14	2035	Rp	3.126.286.506,45	Rp	74.988.634,33	Rp	(1.088.568.093,45)

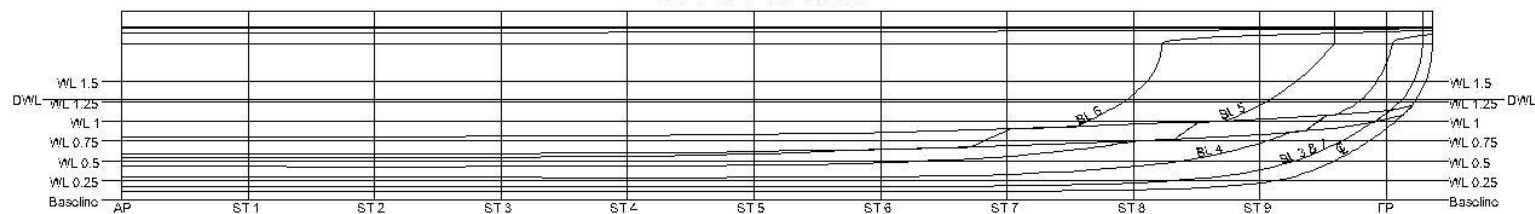
15	2036	Rp 3.126.286.506,45	Rp 68.420.286,80	Rp (1.020.147.806,66)
16	2037	Rp 3.126.286.506,45	Rp 62.427.268,97	Rp (957.720.537,68)
17	2038	Rp 3.126.286.506,45	Rp 56.959.187,02	Rp (900.761.350,66)
18	2039	Rp 3.126.286.506,45	Rp 51.970.061,15	Rp (848.791.289,51)
19	2040	Rp 3.126.286.506,45	Rp 47.417.939,01	Rp (801.373.350,51)
20	2041	Rp 3.126.286.506,45	Rp 43.264.542,89	Rp (758.108.807,62)
PAYBACK PERIOD		22,009		
		8 Tahun 4 Bulan 8 Hari		

LAMPIRAN C
DESAIN RENCANA GARIS (*LINES PLAN*)

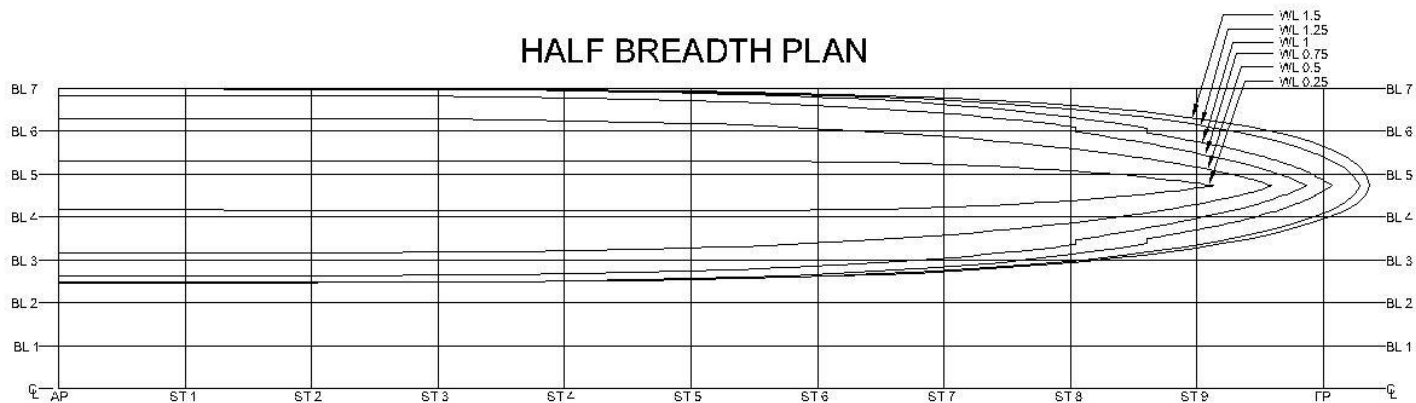
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSION

SHIP TYPE	Passenger Catamaran
LENGTH OVERALL (LOA)	16,6 M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	16 M
BREADTH (B)	7,6 M
HEIGHT (H)	2,08 M
DRAUGHT (T)	1,28 M
DESIGNED SEA SPEED (Vs)	8 KNOTS
PASSANGERS	40 PERSONS
CREW	5 PERSONS



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

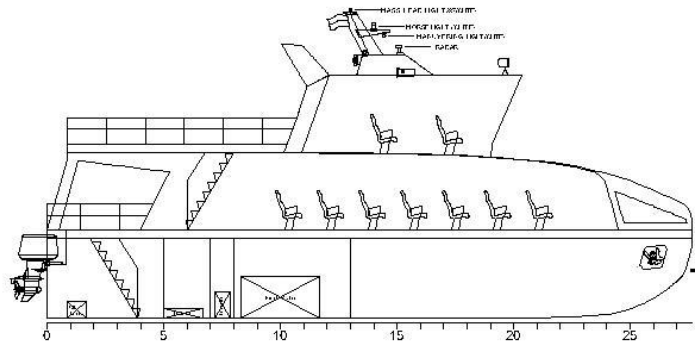
SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT

LINES PLAN

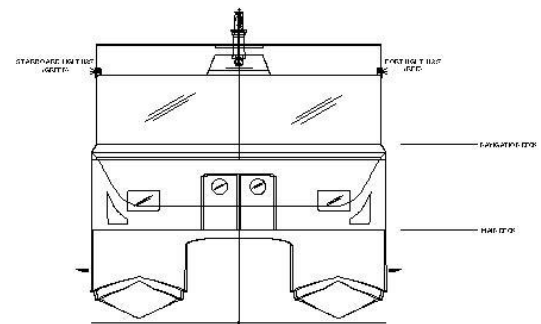
SCALE	1 : 40	Signature	Date	Remarks
DRAWN	Sandy Kurnia Rahma			0411164000057
APPROVED	Ir. Wasis Aryawan, M.Sc., Ph.D.			
	Danu Utama, S.T., M.T.			A1

LAMPIRAN D
DESAIN RENCANA UMUM (*GENERAL ARRANGEMENT*)

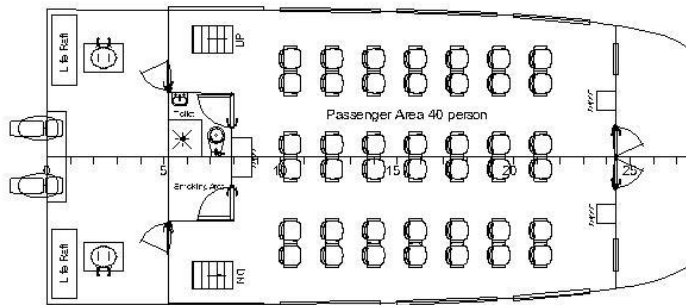
PROFILE VIEW



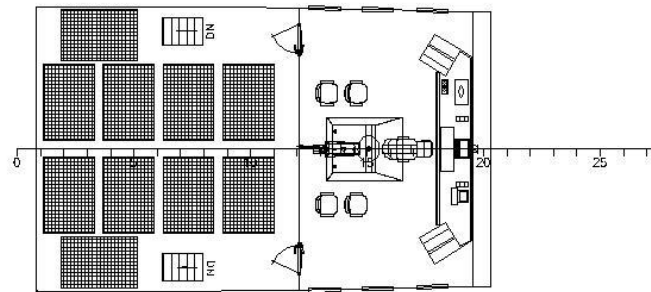
FRONT VIEW



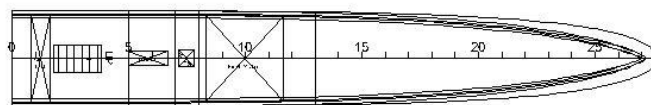
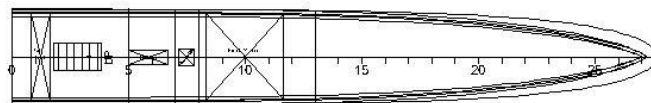
MAIN DECK



NAVIGATION DECK



BOTTOM VIEW



PRINCIPAL DIMENSION

SHIP TYPE	Passenger Catamaran
LENGTH OVERALL (LOA)	18.5 M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	15 M
BREADTH (B)	7.5 M
HEIGHT (H)	2.05 M
DRAUGHT (T)	1.25 M
DESIGNED SEA SPEED (V _s)	8 KNOTS
PASSANGERS	70 PERSONS
CREW	5 PERSONS



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

**SIGHTSEEING CATAMARAN BOAT
GENERAL ARRANGEMENT**

SCALE	1:60	Signature	Date	Remarks
DRAWN	Sandy Kurnia Halima			0411164000057
APPROVED	Ii. Wasis Ayanari, MSc, Ph.D.			
	Danu Utama, S.T., MT.			A1

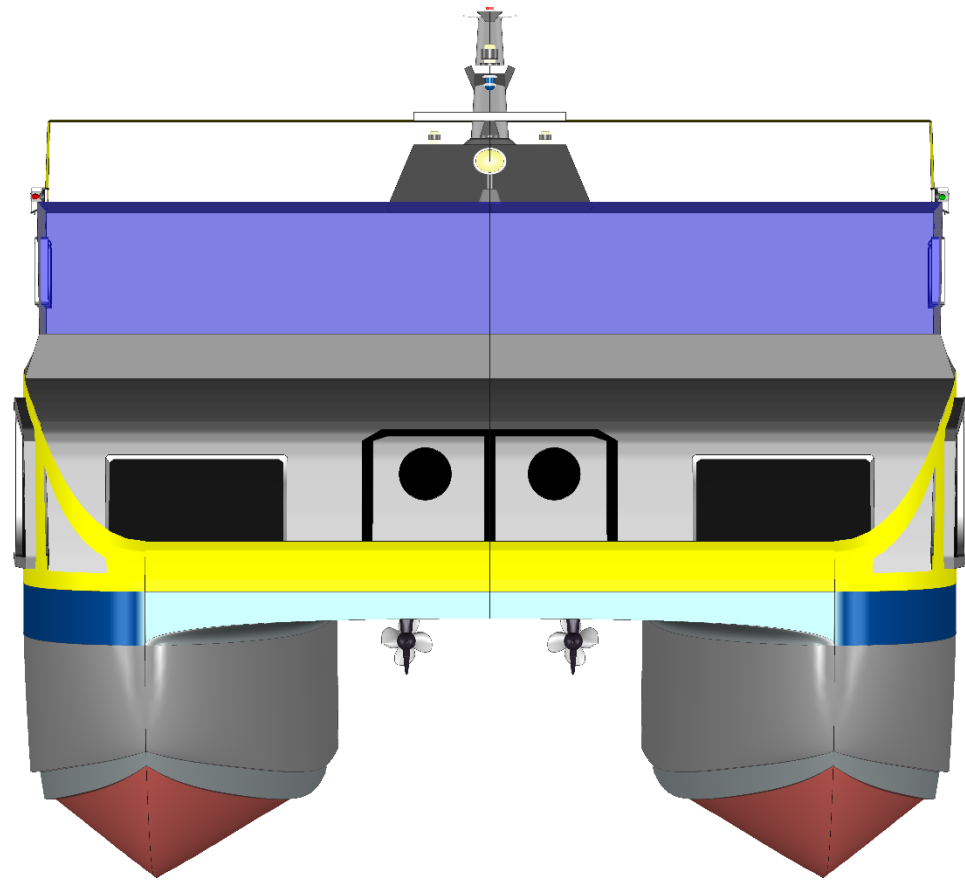
LAMPIRAN E
DESAIN *FIRE AND SAFTY PLAN*

LAMPIRAN F
DESAIN 3 DIMENSI









BIODATA PENULIS



Sandy Kurnia Rahma, merupakan nama lengkap penulis. Dilahirkan di Nganjuk 24 Maret 1998 silam, Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Muslimat, kemudian melanjutkan ke SDN Tambakrejo I sampai kelas 3 kemudian Penulis pindah ke nganjuk dan melanjutkan di SDN Rowoharjo III, SMPN 1 Prambon, dan SMAN 1 Prambon. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan - Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis pernah menjadi wakil ketua di tahun ke 2 dan ke 3 di UKM Pencak Silat PSHT ITS, dan tahun kedua juga Penulis pernah menjadi staff PSDM di HIMATEKPAL 2017/2018. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi delegasi dari ITS untuk pertukaran budaya dalam bidang pencak silat ke Thailand, di Suranaree University of Thechnology tahun 2018 silam.

Email : sandykurnia843@gmail.com