



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KAPAL PENUMPANG KATAMARAN UNTUK RUTE
DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI - PELABUHAN
BENOA**

**MOHAMMAD HAMZAH SATRIAWANSYAH
NRP. 4112 100 033**

**Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KAPAL PENUMPANG KATAMARAN UNTUK RUTE
DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI - PELABUHAN
BENOA**

**MOHAMMAD HAMZAH SATRIAWANSYAH
NRP. 4112 100 033**

**Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



FINAL PROJECT - MN141581

**DESIGN OF A CATAMARAN PASSENGER SHIP FOR
THE ROUTE OF BOOM MARINA, BANYUWANGI TO
BENOA PORT**

**MOHAMMAD HAMZAH SATRIAWANSYAH
NRP. 4112 100 033**

Supervisor
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING
ENGINEERING**
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL PENUMPANG KATAMARAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI – PELABUHAN BENOA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MOHAMMAD HAMZAH SATRIAWANSYAH
NRP. 4112 100 033

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Prof. Ir. Djaulha Mantaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 1987011 001

SURABAYA, JULI 2016

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL PENUMPANG KATAMARAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI – PELABUHAN BENOA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 18 Juli 2016

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MOHAMMAD HAMZAH SATRIAWANSYAH
NRP. 4112 100 033

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

Hasanudin, S.T., M.T.

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc

Teguh Putranto, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D.



SURABAYA, Juli 2016

*This final project is dedicated to Mom, Dad, my brothers, my big family,
my best friends, my close friends, and P-52 Forecastle,
thanks for everything.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, Tugas Akhir yang berjudul “**Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa**” ini dapat selesai dengan baik. Tidak lupa, pada kesempatan ini, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah berkenan meluangkan waktu, memotivasi dan membagikan ilmunya dalam membimbing pengerjaan Tugas Akhir;
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS;
3. Bapak Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc selaku Dosen Wali penulis yang selalu memotivasi penulis selama berkuliah di Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS;
4. Orang tua penulis: Ir. H. Mohammd Lukman Satriawansyah dan Rif'ah Setyawati, Dra;
5. Kawan penulis; Affan Hidayat dan Irma Mahardika Putri yang membantu penulis dalam pendaftaran Tugas Akhir ketika penulis sedang melaksanakan Kerja Praktek di Batam;
6. Fortunita Nindia Yustitia yang tidak henti-hentinya memberi semangat untuk penulis;
7. Rekan-rekan P52 FORCASTLE, HIMATEKPAL, dan rekan satu dosen wali yang telah memberikan pembelajaran berharga dalam hidup saya.
8. Rekan-rekan satu dosen bimbingan Tugas Akhir yang selalu menjadi *partner* terbaik untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini serta nama-nama lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini banyak bermanfaat untuk kedepannya.

Surabaya, 13 Juli 2016

Mohammad Hamzah Satriawansyah

DESAIN KAPAL PENUMPANG KATAMARAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWAGI – PELABUHAN BENOA

Nama Mahasiswa : Mohammad Hamzah Satriawansyah
NRP : 4112 100 033
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D

ABSTRAK

Banyuwangi merupakan Kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur. Banyuwangi juga memiliki julukan “Sunrise of Java” karena lokasinya yang berada di ujung timur dari Pulau Jawa dan berseberangan langsung dengan Pulau Bali. Pulau Bali sendiri banyak menjadi jujukan wisatawan lokal maupun mancanegara untuk berlibur karena keindahan alam dan kekayaan budayanya. Pada akhir tahun 2015, PT. Pelindo III (Persero) membangun Dermaga Boom Marina di Banyuwangi dan membuka rute pelayaran kapal Boom Marina Banyuwangi – Pelabuhan Benoa Bali. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mendesain sebuah kapal katamaran yang digunakan sebagai sarana penyeberangan dari Dermaga Boom Marina, Banyuwangi menuju Pelabuhan Benoa, Bali. Secara umum katamaran memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan kapal monohull. Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan kapal monohull. Stabilitas kapal katamaran lebih baik dibandingkan kapal monohull. Sudut oleng pada kapal katamaran relative rendah (0° - 8°) sehingga meningkatkan rasa nyaman dan tidak mudah terkena mabuk laut. Dalam prosesnya desain kapal ini menggunakan parent design approach dengan mengacu pada suatu desain kapal pembanding yang sudah berlayar dengan baik. Proses desain ini mengacu pada kapal “Austal 48” sebagai kapal pembanding. Desain kapal ini juga turut diperhitungkan secara teknis maupun ekonomis. Ukuran utama kapal yang didapat adalah $L_{wl} = 44$ m, $B = 11.8$ m, $T = 1.4$ m, $H = 3.8$ m, $B_1 = 3$ m, $C_B = 0.491$, dan $V_s = 28$ knots. Dari ukuran utama tersebut kemudian dibuat gambar rencana garis dan gambar rencana umum. Biaya pembangunan kapal sebesar Rp 24.422.508.434,58.

Kata Kunci : Banyuwangi, Benoa, Kapal Penumpang, Katamaran, Parent Design Approach

DESIGN OF A CATAMARAN PASSENGER SHIP FOR THE ROUTE OF BOOM MARINA, BANYUWANGI TO BENOA PORT

Author : Mohammad Hamzah Satriawansyah
ID No. : 4112 100 033
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisor : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D

ABSTRACT

Banyuwangi is located on East Java, which usually called as “Sunrise of Java” because of its location on the eastern end of Java Island and next to the Bali Island. The Bali island has many beautiful landscapes and unique cultures and that’s why many tourists have to choose Bali for vacation. At the end of 2015, PT. Pelindo III (Persero) have to build Boom Marina Port in Banyuwangi and open new route to Benoa Port in Bali. The goal of this final project is to design a catamaran vessel which is used to carry passengers from Boom Marina Port, Banyuwangi to Benoa Port, Bali. Generally catamarans have several advantages against the monohull vessels. Spacious deck of the catamarans wider than monohull vessels. Catamarans have better stability and no need to use ballast to stabilize the ship. The roll angle of catamarans relatively low (0° - 8°) so that increasing comfort and less susceptible to seasickness. In the process of ship design is use the Parent Design Approach method that use a design of ship that has good sailing performance as a reference to design. The design process refers to “Austal 48” passenger ship catamarans. This final project is also calculate the technically and economically things of the ship design. The main outcome of dimensions of the ship are $Lwl = 44.0$ m, $B = 11.8$ m, $H = 3.8$ m, $T = 1.4$ m, $Bl = 3.0$ m, $CB = 0.491$ and $Vs = 28$ knots. From the main dimensions is then created drawing the outline plan and general plan drawings. Vessel construction costs Rp 24.422.508.434,58.

Keywords : Banyuwangi, Benoa, Catamaran, Parent Design Approach, Passenger Ship

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
<i>ABSTRAK</i>	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah.....	3
I.3. Tujuan.....	3
I.4. Manfaat.....	4
I.5. Batasan Masalah.....	4
I.6. Hipotesis.....	4
I.7. Sistematika Laporan.....	4
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1. Gambaran Umum	7
II.2. Teori Desain Kapal.....	7
II.2.1. <i>Concept Design</i>	8
II.3. Metode Desain Kapal.....	8
II.3.1. <i>Parent Design Approach</i>	9
II.4. Katamaran	9
II.4.1. Jenis Lambung Katamaran	11
II.4.2. Bentuk Lambung Katamaran	12
II.5. Faktor Teknis Desain Kapal.....	13
II.5.1 Penentuan Ukuran Utama	13

II.5.2	Perhitungan Hambatan	13
II.5.3	Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak	14
II.5.4	Perhitungan Berat	14
II.5.5	Perhitungan Stabilitas	15
II.6.	Faktor Ekonomis Desain Kapal.....	16
II.6.1	Biaya Pembangunan	16
II.6.2	Biaya Operasional.....	16
II.7.	Pembuatan Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>).....	17
II.8.	Pembuatan Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	18
II.9.	Perencanaan <i>Safety Plan</i>	19
II.9.1.	<i>Life Saving Appliance</i>	19
II.9.2.	<i>Fire Control Equipment</i>	24
BAB III	.....	27
METODOLOGI PENELITIAN	.....	27
III.1.	Metode Pengerjaan.....	27
III.2.	Langkah Pengerjaan	27
III.2.1	Pengumpulan Data	28
III.2.2	Studi Literatur	28
III.2.3	Analisis Data Awal	29
III.2.4	Penentuan Ukuran Utama Awal.....	29
III.2.5	Pehitungan Teknis.....	29
III.2.6	Pembuatan Rencana Garis dan Rencana Umum.....	29
III.2.7	Kesimpulan dan Saran	29
BAB IV	.....	31
TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL	.....	31
IV.1.	Tinjauan Umum Daerah.....	31
IV.2.	Potensi Wisata Banyuwangi dan Bali	32
IV.2.1.	Ekosistem Flora dan Fauna Akuatik.....	34
IV.2.2.	Iklim.....	35
IV.3.	Pemilihan Rute Kapal dan Penentuan Payload	35
IV.3.1.	Rute Pelayaran	35
IV.3.2.	Analisis Jumlah Penumpang.....	37
BAB V	.....	41

ANALISIS TEKNIS DAN PEMBAHASAN.....	41
V.1. Penentuan <i>Design Requirement</i>	41
V.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	41
V.2.1. Komponen Metode <i>Parent Design Approach</i>	42
V.2.2. <i>Layout</i> Kapal Pembanding.....	45
V.2.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	46
V.2.4. Hasil Ukuran Utama Baru.....	47
V.3. Perhitungan Awal.....	48
V.3.1. Perhitungan <i>Froud Number</i>	48
V.3.2. Perhitungan <i>Displacement</i>	48
V.3.4. Perhitungan <i>Coefficient</i>	49
V.4. Perhitungan Hambatan Kapal Total (R_t)	50
V.4.1. <i>Catamaran Viscous Resistance Interference</i> ($1+\beta_k$)	51
V.4.2. <i>Viscous Resistance</i> (C_f)	52
V.4.3. <i>Catamaran Wave Resistance Interference</i> (τ)	52
V.4.4. <i>Wave Resistance</i> (C_w).....	53
V.5. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk.....	54
V.5.1. Perhitungan Power.....	54
V.5.2. Pemilihan Mesin Induk dan Genset.....	56
V.6. Perhitungan Tebal Pelat Kapal.....	58
V.6.1. Perhitungan Tebal Pelat Lambung.....	58
V.6.2. Perhitungan Tebal pelat geladak.....	59
V.6.3. Perhitungan Tebal pelat bangunan atas.....	59
V.7. Perhitungan Berat Kapal	60
V.7.1. Perhitungan Berat DWT.....	60
V.7.2. Perhitungan berat LWT.....	61
V.8. Perhitungan <i>Freeboard</i>	65
V.9. Perhitungan Trim	66
V.10. Perhitungan Stabilitas	66
V.10.1. Langkah Perhitungan Stabilitas Dengan Menggunakan <i>Hydromax</i>	66
V.10.2. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas.....	70
V.11. Pembuatan Rencana Garis	75
V.12. Pembuatan Rencana Umum	79

V.12.1 Data Utama Kapal.....	80
V.12.2. Penentuan Panjang Konstruksi.....	81
V.12.3. Penentuan Jarak Gading.....	81
V.12.4. Tinggi <i>Floor</i>	81
V.12.5. Perencanaan Sekat Kedap	81
V.12.6. Perencanaan Tangki	81
V.12.7. Perencanaan Lampu Navigasi.....	82
V.13. Pembuatan <i>Safety Plan Arrangement</i>	83
V.13.1. Perencanaan <i>Life Boat</i>	84
V.13.2. Perencanaan Rakit Penolong (<i>Life Raft</i>)	84
V.13.3. Perencanaan Pelampung (<i>Lifebuoys</i>)	85
V.13.4. Perencanaan Jaket Pelampung (<i>Lifejackets</i>)	85
V.13.5. Peralatan <i>Fire Protection</i>	86
BAB VI.....	91
ANALISIS EKONOMIS DAN PEMBAHASAN	91
VI.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal.....	91
VI.2. Perhitungan <i>Operational Cost</i>	96
VI.3. Perhitungan Biaya Investasi	96
VI.3.1. Perencanaan <i>Trip</i> Kapal.....	96
VI.3.2. Penentuan Harga Tiket	97
VI.3.3. Perhitungan <i>Net Present Value</i>	97
VI.3.4. Perhitungan Break Event Point.....	99
BAB VII.....	101
KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
VII.1. Kesimpulan.....	101
VII.2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Kapal Wisata Banyuwangi-Bali “Marina Srikandi 16”	2
Gambar II.1 <i>The Spiral Diagram</i>	8
Gambar II.2 Contoh kapal katamaran	10
Gambar II.3 Kondisi oleng katamaran dan monohull pada <i>wave slope</i> yang sama	10
Gambar II.4 Jenis Lambung Katamaran	11
Gambar II.5 Bentuk Lambung <i>Round Bilge</i> dan <i>Hard Chine</i>	12
Gambar II. 6 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan <i>Monohull</i>	15
Gambar II.7 Contoh gambar <i>lines plan</i>	18
Gambar II.8 Contoh gambar <i>General Arrangement</i> kapal katamaran.....	19
Gambar II.9 <i>Lifebuoy</i>	20
Gambar II.10 <i>Lifejackets</i>	21
Gambar II.11 <i>Davit-operated lifeboats</i>	22
Gambar II.12 <i>Freefall lifeboat</i>	22
Gambar II.13 <i>Liferaft</i>	23
Gambar II.14 <i>Assembly Station</i>	23
Gambar III.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	27
Gambar IV.1 Peta Kabupaten Banyuwangi dan Pulau Bali	32
Gambar IV.2 Beberapa tempat wisata Banyuwangi, Kawah Ijen & Pantai Plengkung	33
Gambar IV.3 Beberapa tempat wisata di Bali, Pantai Kuta dan <i>Snorkeling</i> di Benoa	34
Gambar IV.4 Rute pelayaran kapal penumpang katamaran	36
Gambar V.1 <i>Layout Seating Arrangement</i> kapal penumpang katamaran “Austal 48”	45
Gambar V.2 Gambar kapal penumpang katamaran “Austal 48”	46
Gambar V.3 Kotak <i>dialog section calculation options</i>	67
Gambar V.4 Peletakan tangki-tangki <i>consumable</i> pada <i>Maxsurf Hydromax</i>	68
Gambar V.5 Analisis <i>density</i> pada <i>Maxsurf Hydromax</i>	68
Gambar V.6 Kotak <i>dialog criteria</i>	71
Gambar V.7 Jendela awal <i>Maxsurf</i>	76
Gambar V.8 <i>Parent</i> kapal penumpang katamaran	77
Gambar V.9 Menentukan ukuran utama kapal pada <i>Size Surface</i>	77
Gambar V.10 Mengatur <i>Stations</i> , <i>Buttock Lines</i> dan <i>Waterlines</i>	78
Gambar V.11 <i>Lines Plan</i> kapal penumpang katamaran sebelum di <i>Export</i>	78

Gambar V.12 Rencana garis kapal penumpang katamaran	88
Gambar V.13 Gambar <i>General Arrangement</i> kapal penumpang katamaran.....	89
Gambar V.14 Gambar <i>Safety Plan Arrangement</i> kapal penumpang katamaran	90

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Data Jarak dan Waktu Tempuh Pelayaran	36
Tabel IV.2 Rencana jadwal pemberangkatan kapal	37
Tabel IV.3 Data Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk Tahun 2015	38
Tabel V.1 Data penyeberangan 2015 di Ketapang-Gilimanuk dari ASDP Ketapang.....	41
Tabel V.2 Data teknis kapal <i>Austal 48</i>	42
Tabel V.3 Batasan perbandingan ukuran utama kapal	43
Tabel V.4 Batasan kapasitas kapal sesuai Hukum Archimedes	43
Tabel V.5 Batasan-batasan stabilitas dan lambung timbul (<i>freeboard</i>) kapal.....	44
Tabel V.6 Konstanta yang dipakai dalam proses desain	44
Tabel V.7 Parameter yang dipakai	44
Tabel V.8 Batasan rasio ukuran utama kapal katamaran.....	46
Tabel V.9 Ukuran utama kapal penumpang katamaran “ <i>Austal 48</i> ”	47
Tabel V.10 Perbandingan ukuran utama baru kedalam batasan rasio kapal katamaran..	48
Tabel V.11 Harga β untuk tiga variasi S/B.....	51
Tabel V.12 Harga $(1+k)$ untuk tiga variasi L/B1	52
Tabel V.13 Harga τ untuk variasi L/B1, Fn, dan S/L	53
Tabel V.14 Harga C_w untuk variasi Fn dan L/B1	53
Tabel V.15 Data mesin utama yang digunakan.....	57
Tabel V.16 Data genset yang digunakan	57
Tabel V.17 Rekapitulasi hasil perhitungan tebal pelat	60
Tabel V.18 Perhitungan komponen berat DWT	60
Tabel V.19 Rekapitulasi hasil perhitungan DWT	61
Tabel V.20 Perhitungan komponen berat LWT	61
Tabel V.21 Rekapitulasi hasil perhitungan LWT	65
Tabel V.22 Total berat DWT dan LWT	65
Tabel V.23 <i>Freeboard</i> hasil dari perhitungan	66
Tabel V.24 Posisi peletakan tangki-tangki <i>consumable</i>	67
Tabel V.25 Data kondisi pemuatan (<i>Loadcase</i>) 100	69
Tabel VI.1 Perhitungan harga pelat aluminium kapal.....	91
Tabel VI.2 Perhitungan harga <i>Equipment & Outfitting</i>	92
Tabel VI.3 Perhitungan harga komponen kelistrikan.....	94

Tabel VI.4 Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal	94
Tabel VI.5 Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan kapal	95
Tabel VI.6 <i>Operational cost</i> kapal penumpang katamaran	96
Tabel VI.7 Jumlah trip kapal penumpang katamaran.....	97
Tabel VI.8 Perencanaan harga tiket kapal penumpang katamaran.....	97
Tabel VI.9 Arti perhitungan NPV terhadap keputusan investasi yang akan dilakukan ..	98
Tabel VI.10 Perhitungan <i>Net Present Value</i>	99

DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
Lpp	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	=	<i>Length of waterline</i> (m)
B ₁	=	Lebar satu <i>hullcatamaran</i> (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
H	=	Tinggi keseluruhan kapal (m)
S	=	Lebar <i>demihull</i> (m)
V _s	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
V _{max}	=	Kecepatan maksimal kapal (knot)
F _n	=	<i>Froud number</i>
R _n	=	<i>Reynolds number</i>
C _B	=	Koefisien blok
C _p	=	Koefisien prismatic
C _m	=	Koefisien midship
C _{wp}	=	Koefisien <i>water plane</i>
ρ	=	Massa jenis (kg/m ³)
g	=	Percepatan gravitasi (m/s ²)
Δ	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)
∇	=	<i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R _T	=	Hambatan total kapal (N)
WSA	=	Luasan permukaan basah (m ²)
ν	=	Koefisien viskositas kinematik (m ² /s)
β	=	Faktor interferensi hambatan gesek

τ	=	Faktor interferensi hambatan gelombang
$(1+\beta k)$	=	<i>Catamaran viscous resistance interference</i>
C_w	=	Koefisien hambatan gelombang
C_F	=	Koefisien hambatan gesek
C_T	=	Koefisien hambatan total
η	=	Koefisien dari efisiensi
EHP	=	<i>Effectif horse power (hp)</i>
THP	=	<i>Thrust horse power (hp)</i>
DHP	=	<i>Delivered horse power (hp)</i>
BHP	=	<i>Brake horse power (hp)</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki lebih dari 17.000 pulau. Oleh karena itu potensi wisata bahari Indonesia sangat besar. Dari sekian banyaknya kawasan wisata bahari yang ada di Indonesia, Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur dan Provinsi Bali merupakan wilayah yang memiliki banyak potensi wisata baik wisata alam maupun budayanya. Potensi wisata dari Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur antara lain Pantai Boom, Pulau Merah, Pantai Sukamade, Kawah Ijen, dll. Potensi wisata dari Provinsi Bali antara lain Pantai Kuta, Pantai Pandawa, Garuda Wisnu Kencana, Tanah Lot dan masih banyak lagi destinasi wisata menarik lainnya. Tidak salah jika destinasi wisata di Banyuwangi maupun Bali ini banyak didatangi turis lokal maupun mancanegara karena keindahan alam dan keunikan budayanya. Kebanyakan turis lokal yang ingin menghabiskan waktunya untuk berlibur mereka tujukan ke Bali. Tidak sedikit pula diantara mereka berasal dari Pulau Jawa yang membawa kendaraan pribadi untuk menyeberang dari Pelabuhan Ketapang (Banyuwangi) menuju Pelabuhan Gilimanuk (Bali) menggunakan kapal ferry ro-ro. Ketika musim libur tiba tentunya volume penyeberangan Banyuwangi-Bali akan meningkat, bahkan menimbulkan antrian yang panjang sehingga menghabiskan banyak waktu dijalan.

Penyeberangan kapal wisata dengan rute Banyuwangi-Bali via Pantai Boom Banyuwangi mulai beroperasi pada 15 November 2015 silam dengan hanya satu armada kapal cepat *monohull* “Marina Srikandi 16” bermuatan hingga 70 orang, dengan memiliki panjang 18 meter, lebar 3,6 meter dan kecepatan maksimum hingga 40 knots (Sugito, 2015). Rute penyeberangan ini tergolong baru. Dengan menggunakan kapal cepat tersebut wisatawan hanya menempuh dua jam perjalanan dari Banyuwangi ke Bali.



Gambar I. 1. Kapal wisata Banyuwangi-Bali “Marina Srikandi 16”

(www.antaranews.com, 2016)

Pantai Boom merupakan pantai yang sering digunakan sebagai tempat dalam perhelatan besar yang diadakan oleh Pemerintah Kabupaten Banyuwangi. Pantai ini juga menjadi destinasi wisata yang menarik baik dari dalam maupun luar negeri. Sementara itu sejak 12 September 2015 lalu Pantai Boom sedang dalam proses pembangunan oleh pemerintah menjadi dermaga kapal pesiar dan berganti nama menjadi Dermaga Boom Marina Banyuwangi yang diharapkan menjadi bagian dari jaringan marina dunia sekaligus untuk mempromosikan wisata bahari Indonesia di dunia Internasional. Sebelumnya Menteri Pariwisata telah meresmikan program peluncuran rencana pengembangan marina atau dermaga kapal pesiar di Pantai Boom Banyuwangi pada 11 September 2015. Pembangunan marina di kawasan Pantai Boom dilakukan BUMN PT. Pelindo III melalui anak usahanya yaitu PT. Pelindo Properti Indonesia dan Pemerintah Kabupaten Banyuwangi. Peluncuran proyek tersebut berarti penataan kawasan Pantai Boom juga dimulai. Dermaga sandar kapal pesiar tersebut dibangun di lahan seluas 44,2 hektar dan direncanakan mampu menampung 150 kapal pesiar atau yacht. Proyek pengembangan marina tersebut akan dikoneksikan dengan Pantai Tanjung Benoa di Bali dan Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur.

Dermaga Boom Marina Banyuwangi direncanakan dapat beroperasi pada pertengahan 2017 ketika Indonesia menjadi tuan rumah kegiatan “Fremantle to Indonesia Yacht Race” sebagai agenda rutin rally layar dunia. Dengan adanya kegiatan tersebut Indonesia berkesempatan untuk mempromosikan keindahan wisata baharinya. Dengan begitu kapal wisata dengan rute Banyuwangi-Bali mutlak diperlukan untuk kedepannya.

Pelabuhan Benoa merupakan pelabuhan yang terletak di Kota Denpasar, Provinsi Bali dan merupakan pintu masuk ke Kota Denpasar melalui jalur laut. Pelabuhan Benoa mulai dibangun pada tahun 1924 seiring dengan keberadaan bangsa Belanda di Kota Denpasar. Pada

tahun 2010 Pelabuhan Benoa mendapat penghargaan dari Majalah *Dream World Cruise Desination* sebagai *Best Port Welcome*. Kini Pelabuhan Benoa Bali dikelola oleh PT. Pelindo III.

Berdasarkan penjelasan diatas maka pada Tugas Akhir ini saya akan membuat *concept design* (desain awal) kapal katamaran sebagai sarana penyeberangan di Banyuwangi-Bali dari Dermaga Boom Marina Banyuwangi dan Pelabuhan Benoa Bali dengan tetap memerhatikan faktor keamanan, kenyamanan, efisiensi bahan bakar, kecepatan kapal, dan jangkauan pelayaran, serta sesuai dengan *owner requirement*. Kapal jenis katamaran merupakan kapal memiliki dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak ditengahnya. Katamaran mempunyai geladak yang lebih luas dibandingkan dengan kapal *monohull*. Selain itu kapal katamaran juga mempunyai stabilitas yang lebih baik sehingga lebih nyaman digunakan dan juga memiliki hambatan gesek yang rendah sehingga dengan kekuatan dorong yang sama kecepatan yang dicapai dapat lebih tinggi.

I.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal katamaran untuk perairan di Selat Bali?
2. Bagaimana desain lambung kapal katamaran dengan stabilitas yang tinggi?
3. Berapakah kapasitas penumpang yang mampu diangkut oleh kapal katamaran?
4. Bagaimana analisa ekonomi dan kelayakan investasi dari proyek pembangunan kapal penumpang katamaran untuk rute Banyuwangi-Bali dari Dermaga Boom Marina Banyuwangi dan Pelabuhan Benoa Bali?

I.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh ukuran utama kapal katamaran yang sesuai dengan perairan di Selat Bali.
2. Memperoleh stabilitas kapal katamaran yang tinggi.
3. Mendapatkan kapasitas penumpang pada kapal katamaran yang direncanakan.
4. Memperoleh hasil analisa ekonomi dan kelayakan investasi pembangunan kapal penumpang katamaran untuk rute Banyuwangi-Bali dari Dermaga Boom Marina Banyuwangi dan Pelabuhan Benoa Bali.

I.4. Manfaat

Dari hasil penelitian ini dapat dihasilkan suatu desain kapal penumpang katamaran untuk sarana penyeberangan dengan rute Banyuwangi-Bali sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengembangan wisata di Banyuwangi dan Bali.

I.5. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Desain kapal katamaran hanya sebatas *concept design*.
2. Kapal hanya beroperasi di perairan Selat Bali.
3. Kapal penumpang katamaran ini digunakan disekitar pantai untuk mengantarkan penumpang dari Dermaga Boom Marina, Banyuwangi dan Pelabuhan Benoa, Bali.
4. Perhitungan dalam perencanaan kapal penumpang katamaran ini meliputi ukuran utama, hambatan, stabilitas, lambung timbul, kapasitas penumpang, analisis kenyamanan serta analisis biaya pembuatan dan operasional kapal.

I.6. Hipotesis

Pembuatan desain kapal katamaran ini akan menjadi pertimbangan dalam pengembangan wisata dengan rute Banyuwangi-Bali dan dapat meningkatkan kegiatan pariwisata yang ada di Banyuwangi dan Bali.

I.7. Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan yang disusun untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah, sebagai berikut :

LEMBAR JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
KATA PENGANTAR
ABSTRAK
ABSTRACT
DAFTAR ISI
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR TABEL
DAFTAR SIMBOL

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah serta batasan masalahnya, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini, manfaat yang diperoleh, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian Tugas Akhir. Dasar-dasar teori, informasi daerah pelayaran serta persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir tercantum dalam bab ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literatur, hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

BAB IV. TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL

Bab ini memberi gambaran terkait kondisi perairan Selat Bali. Gambaran tersebut menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam penentuan rute pada Tugas Akhir ini.

BAB V. ANALISIS TEKNIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi perhitungan teknis kapal, meliputi penentuan *design requirement*, perhitungan hambatan, tenaga penggerak, stabilitas, berat, pembuatan Rencana Garis dan pembuatan Rencana Umum.

BAB VI. ANALISIS EKONOMIS

Bab ini berisi tentang perhitungan biaya pembangunan kapal, biaya operasional, serta kelayakan investasi dari kapal.

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

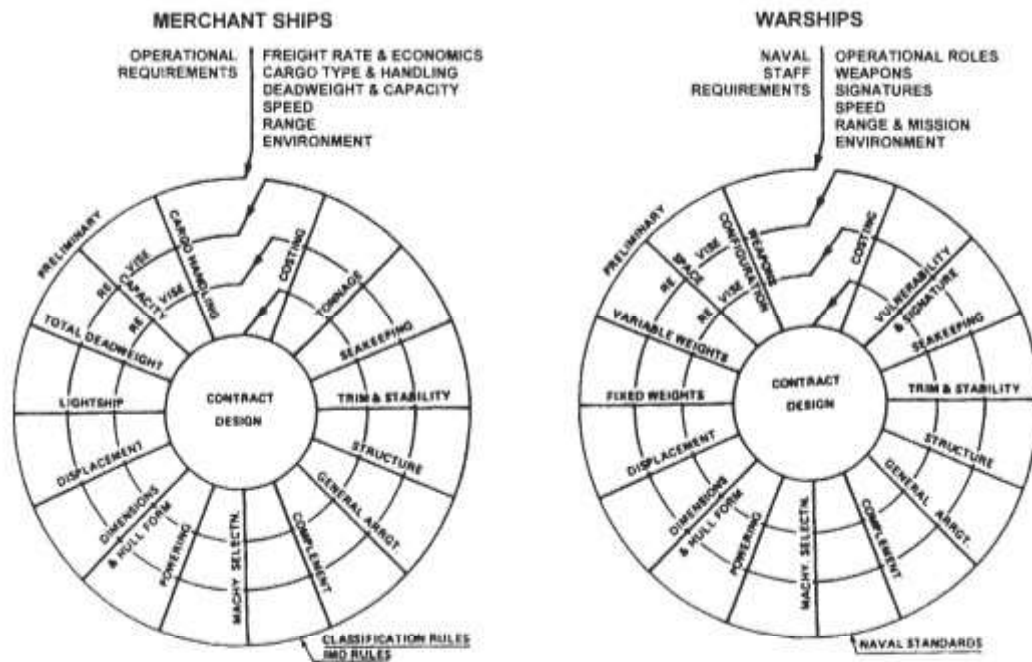
II.1. Gambaran Umum

Dalam bidang perkapalan, proses mendesain dan membangun kapal selalu berhubungan dengan dunia bisnis. Dimana dalam proses pembangunan kapal di dasarkan pada permintaan atau pemesanan. Sebelum di lakukan pembangunan kapal, terlebih dahulu seorang desainer membuat desain gambar kapal. Dalam mendesain gambar, dibutuhkan data spesifik permintaan pemilik kapal, yang nantinya akan diterjemahkan dalam bentuk gambar, spesifikasi dan data yang lebih mendetail. Proses desain kapal merupakan sebuah pekerjaan yang berulang-ulang dan saling berhubungan yang nantinya terbagi lagi ke dalam beberapa tahap detail.

Pada umumnya, permintaan dari pemilik kapal terdiri dari kapasitas daya angkut kapal (*payload*), kecepatan dinas, dan rute pelayaran. Berbagai hal tersebut dalam bidang perkapalan sering disebut *owner's requirement*. Peranan seorang desainer kapal adalah mampu menerjemahkan ketiga poin tersebut dan mampu melakukan proses desain kapal yang sesuai sehingga memberikan keuntungan pada saat pengoperasian kapal. Di sisi lain, dalam proses desain kapal terdapat batasan-batasan yang dibuat oleh pemilik kapal, diantaranya adalah biaya pembangunan kapal, biaya operasional, regulasi-regulasi yang berlaku, serta batasan wilayah operasional kapal seperti sarat di dermaga dan kondisi gelombang. Sehingga dengan adanya *owner's requirements* dan batasan-batasan tersebut, tugas utama seorang desainer kapal adalah mampu mendesain kapal yang dapat memenuhi kedua hal tersebut.

II.2. Teori Desain Kapal

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (*the spiral design*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.1 di bawah ini. Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Watson, 1998). Namun, karena pada Tugas Akhir ini proses desain yang akan dilakukan dibatasi hanya sampai *concept design* saja, sehingga proses desain yang akan dibahas juga hanya *concept design*.



Gambar II. 1. *The Spiral Diagram*

II.2.1. *Concept Design*

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

II.3. *Metode Desain Kapal*

Metode desain kapal yang selama ini telah dikembangkan berdasarkan teori dan pengalaman terdiri dari metode perbandingan kapal (*method of comparison ship*), metode statistic (*method of statistics*), metode iterasi (*trial and error*) dan metode penyelesaian kompleks (*method of complex solution*). Metode-metode tersebut dapat diterapkan dan dikombinasikan satu sama lainnya (Santosa, 1999).

Pada beberapa tahun yang lalu, metode perbandingan kapal adalah cara yang banyak dipakai. Selain itu pemakaian harga perbandingan dan grafik yang dibuat atau diperoleh dari statistic kapal-kapal yang sudah ada juga sering digunakan. Dari perbandingan kapal maupun

harga perbandingan tersebut akan diperoleh ukuran kapal. Ukuran tersebut diperiksa apakah memenuhi persyaratan stabilitas, freeboard, kemampuan mesin dan baling-baling, dan perhitungan lain yang diperlukan. Jika ada hal yang tidak memenuhi, maka akan dilakukan perubahan yang secepatnya sampai semua persyaratan tersebut terpenuhi. Pada umumnya, ada perbedaan yang cukup besar sehingga perlu merubah ukuran kapal tersebut secara signifikan.

II.3.1. Parent Design Approach

Metode *Parent Design Approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi dengan mengambil sebuah desain kapal pembanding sebagai acuan yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan didesain.

Langkah-langkah untuk menentukan ukuran utama kapal dengan metode *Parent Design Approach* sangat sederhana dan hal tersebut merupakan salah satu keuntungan dari metode ini yang dapat mempercepat proses mendesain. Dalam hal ini desainer sudah memiliki referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan didesain, sehingga proses mendesain dapat lebih cepat dan hanya menambahkan beberapa modifikasi sesuai dengan *owner requirements*.

Kapal pembanding yang digunakan sebagai acuan harus terbukti memiliki performa yang baik seperti stabilitas dan hambatannya. Daerah pelayaran kapal pembanding setidaknya memiliki kemiripan dengan daerah pelayaran kapal yang akan didesain. Dari ukuran utama kapal pembanding dapat didapatkan pula ukuran utama kapal yang akan didesain. Tidak lepas pula jika dibutuhkan untuk memodifikasi ukuran utama kapal harus memperhatikan batasan-batasan rasio ukuran utama kapal.

II.4. Katamaran

Katamaran merupakan kapal yang mempunyai dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak atau bridging platform ditengahnya. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air sehingga *slamming* dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Penentuan ketinggian struktur bagian atas dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk transportasi muatan antar kota maupun pariwisata (RINA, 2004).

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.

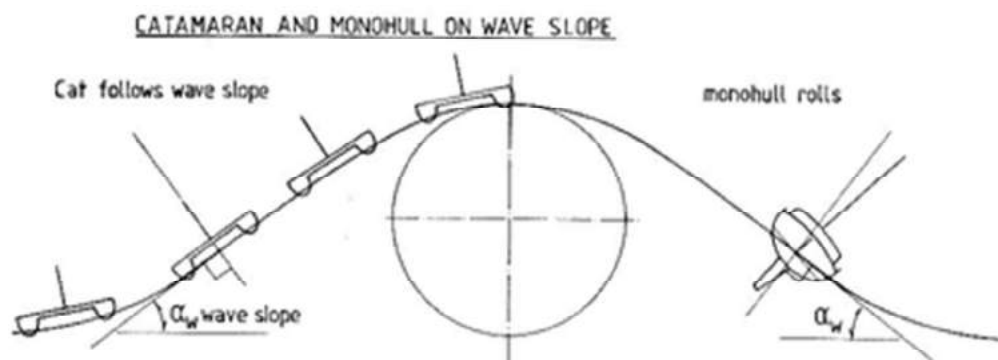
Kapal tipe ini dapat dioperasikan pada kecepatan relative tinggi dan masih mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis. Tahanan tambahan akibat gelombang pada kapal katamaran adalah kecil dan kualitas *seakeeping* relatif bagus untuk beroperasi pada kecepatan cepat antara 25-40 knots. (Wijnolst, 1996)



Gambar II. 2. Contoh kapal katamaran (Austal.com, 2016)

Katamaran memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan kapal *monohull*, meliputi :

1. Pada Kapal dengan lebar yang sama, tahanan gesek yang dihasilkan kapal katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama, kecepatan yang dihasilkan relatif lebih besar.
2. Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan luas geladak kapal *monohull*
3. Stabilitas kapal lebih baik sehingga tingkat keamanan lebih tinggi.
4. Sudut oleng yang relatif rendah (0° - 8°) sehingga meningkatkan rasa nyaman dan tidak mudah terkena mabuk laut (*seasickness*).
5. Dengan tahanan yang kecil, maka biaya operasional menjadi kecil.
6. Tidak perlu menggunakan *ballast* untuk menjaga stabilitas kapal.



Gambar II. 3. Kondisi oleng katamaran dan *monohull* pada *wave slope* yang sama (Tarjan, 2008)

Katamaran juga memiliki beberapa kekurangan, meliputi :

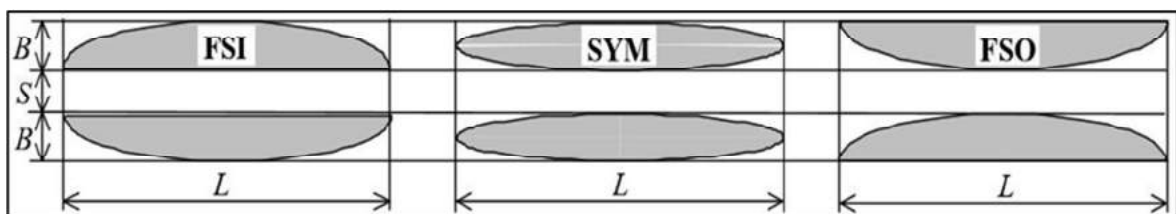
1. Teori dan standarisasi baik ukuran utama maupun perhitungan struktur masih minim karena merupakan teknologi baru.
2. Teknik pembuatan yang agak lebih rumit sehingga membutuhkan keterampilan yang khusus.
3. Dengan memiliki dua lambung, maka kemampuan *maneuver* kurang baik jika dibandingkan dengan kapal *monohull*.

Bentuk badan kapal harus dipilih berdasarkan metode yang tepat sehingga hasilnya akan didapatkan hasil yang memuaskan. Kapal katamaran dengan geladak yang lebih besar adalah salah satu contoh konsep rancangan yang berhasil dalam mengatasi efek gerakan oleng. Dimana gerakan oleng tersebut merupakan kelemahan utama kapal-kapal konvensional atau *monohull* (Boulton, 2002)

II.4.1. Jenis Lambung Katamaran

Terdapat banyak jenis untuk lambung katamaran, secara umum terdapat tiga bentuk dasar dari katamaran, yaitu:

- a. Asimetris dengan bagian dalam lurus
- b. Asimetris dengan bagian luar lurus
- c. Simetris



Gambar II. 4. Jenis Lambung Katamaran

Gambar II. 4. di atas menunjukkan beberapa macam jenis lambung katamaran. Mulai dari jenis asimetris dengan bagian dalam lurus yang tampak pada gambar paling kiri, jenis simetris pada gambar tengah, dan asimetris dengan bagian luar lurus yang tampak pada gambar paling kanan.

- Katamaran Asimetris

Pada bentuk badan kapal asimetris, lambung yang berbentuk lurus akan mengalami perubahan tekanan yang drastis berbeda dengan lambung yang berbentuk lengkung, maka tekanan aliran akan berkurang dengan terdistribusinya aliran air mengikuti kelengkungan bentuk ujung depan. Desain *demihull* yang asimetris bertujuan untuk mengurangi tahanan total dengan cara menghilangkan efek interferensi dan semburan gelombang air pada daerah diantara *demihull*.

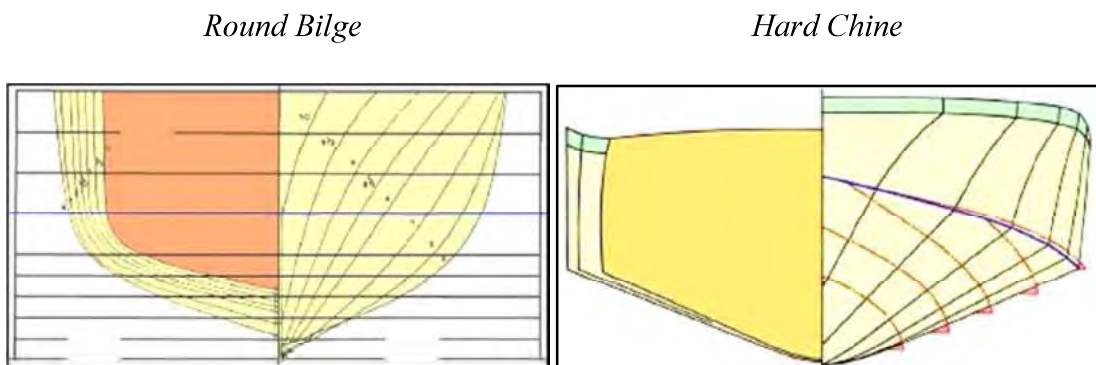
- Katamaran simetris

Dengan kedua lambung yang berbentuk lengkung, maka tekanan relatif lebih kecil apabila dibandingkan dengan katamaran asimetris sehingga tekanan pada penyangga relatif lebih kecil. Selain itu olah gerak kapal juga relatif lebih baik jika dibandingkan dengan katamaran asimetris. Keunggulan lain dari katamaran simetris adalah hambatan total yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan katamaran asimetris.

II.4.2. Bentuk Lambung Katamaran

Bentuk lambung katamaran dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu:

- Round bilge*
- Hard chine*
- Wave piercer*



Gambar II. 5. Bentuk Lambung *Round Bilge* dan *Hard Chine*

Seperti tampak pada Gambar II.6 di atas, bentuk lambung *round bilge* umumnya memiliki bentuk yang lebih *smooth* apabila dibandingkan dengan *hard chine*, akan tetapi membutuhkan waktu pengerjaan yang lebih lama. *Round bilge* akan menghasilkan gaya angkat yang lebih besar pada saat kecepatan tinggi. Akan tetapi, pada tahap desainnya lambung bentuk ini memerlukan ketelitian yang tinggi. Karena, apabila didesain dengan kurang baik, maka pada saat kecepatan tinggi akan menghasilkan trim dan akan menambah hambatan pada kapal. Sedangkan bentuk lambung *wave piercer* umumnya digunakan untuk kapal yang membutuhkan kecepatan tinggi dengan stabilitas yang baik. Kelebihan dari tipe ini adalah menghasilkan kondisi air dibawah permukaan air yang lebih stabil dan mempunyai kualitas hidrodinamika yang lebih baik.

II.5. Faktor Teknis Desain Kapal

II.5.1 Penentuan Ukuran Utama

Ukuran utama kapal katamaran didapatkan dari metode *Parent Design Approach* dengan mengacu pada kapal pembanding. Ukuran utama yang didapatkan sebagai berikut:

- a. LWL
- b. B
- c. S
- d. B1
- e. H
- f. T

II.5.2 Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh *owner (owner requirement)*. Komponen hambatan yang dialami oleh katamaran lebih kompleks dikarenakan adanya efek interferensi antar kedua lambungnya, yaitu:

1. *Viscous interference resistance* (interferensi viskositas)

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

2. *Wave making intererence resistance* (interferensi gelombang),

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

Hambatan total pada katamaran harus dikalikan dua, mengingat katamaran memiliki dua lambung yang identik. Adapun untuk rumus hambatan total (Insel and Molland, 1991) adalah sebagai berikut:

$$R_T = 2 \times (1/2) \times \rho \times V^2 \times WSA \times C_{Tcat} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$C_{Tcat} = (1 + \beta k) \times C_F + \tau C_W \dots\dots\dots(2.2)$$

II.5.3 Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak

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

- *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = R_T \times V_s \dots\dots\dots(2.3)$$

- *Delivery Horse Power* (DHP)

$$DHP = EHP / \eta_D \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_O \times \eta_{RR} \dots\dots\dots(2.5)$$

- *Break Horse Power* (BHP)

$$BHP = DHP + (X \% \times DHP) \dots\dots\dots(2.6)$$

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

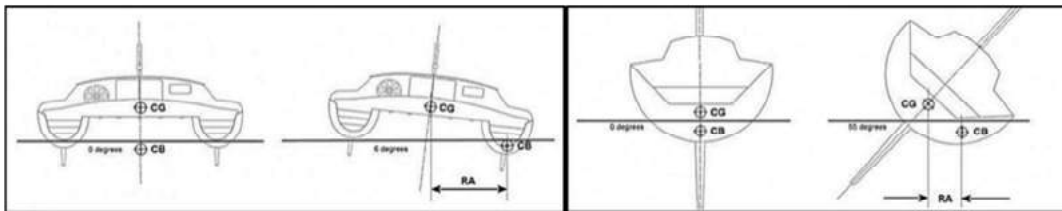
II.5.4 Perhitungan Berat

Perhitungan berat pada kapal pada umumnya terebagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat aluminium dan 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 *diesel oil*, berat orang (*crew* dan penumpang), dan berat barang bawaan. Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*.

II.5.5 Perhitungan Stabilitas

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

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



Gambar II. 6. Perbandingan Stabilitas Katamaran dan *Monohull*

Pada Gambar II. 6 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 hidrostatik yang bekerja di bawah permukaan air dan memberikan daya dukung dengan gaya angkat statis pada kapal.

Dalam perhitungan stabilitas, penulis menggunakan *IMO A.749 (18) Code On Intact Stability for All Types of Ships* dan *HSC 2000 Annex 7 International Code of Safety for High Speed Craft*. Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standart keselamatan Safety of Life at Sea (SOLAS) atau International Maritime Organization (IMO).

Batasan-batasan yang harus dipenuhi antara lain adalah :

1. Jarak titik G dan titik M pada kondisi oleng tidak boleh kurang dari 0.15 m.
2. Lengan stabilitas dinamis pada 30° tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad.
3. Lengan stabilitas dinamis pada 40° tidak boleh kurang dari 0.090 m.rad.
4. Lengan stabilitas dinamis pada 30°- 40° tidak boleh kurang dari 0.030 m.rad.
5. Lengan stabilitas statis pada 30° tidak boleh kurang dari 0.2 m.rad.
6. Lengan pengembali maksimum terjadi pada oleng tidak kurang dari 10°.

Untuk kapal katamaran khususnya *high speed catamaran* dengan lebar kapal yang besar dan sarat rendah, pada tahun 2007 IMO merevisi *Intact Srtability Code* yang pada awalnya mensyaratkan sudut pengembali maksimum GZ tidak kurang dari 25° untuk diubah menjadi 10° dengan mengacu pada *HSC 2000 Annex 7*. Revisi tersebut dilakukan karena ada banyaknya laporan *high speed catamaran* yang kesulitan untuk memenuhi kriteria stabilitas tersebut.

II.6. Faktor Ekonomis Desain Kapal

II.6.1 Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari :

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

II.6.2 Biaya Operasional

Secara umum, biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap. Kedua biaya tersebut di antaranya adalah:

a. Biaya Variabel

1. Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)
2. Biaya minyak pelumas (*lubricant oil cost*)
3. Biaya minyak diesel (*diesel oil cost*)
4. Biaya air tawar (*fresh water cost*)
5. Gaji kru kapal

b. Biaya Tetap

1. Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% dari biaya pembangunan kapal.
2. Biaya asuransi, biaya ini diambil sebesar 2% dari total biaya pembangunan kapal.

Perhitungan biaya operasional disesuaikan dengan jarak pelayaran, waktu pelayaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan.

II.7. Pembuatan Rencana Garis (*Lines Plan*)

Rencana garis adalah gambar potongan melintang, memanjang dan diagonal kapal yang dilihat dari samping, depan, atas dan digambarkan dalam bentuk garis. Ada beberapa metode dalam pembuatan rencana garis kapal, seperti metode NSP diagram, Form data, schelterna de here atau series 60. Beberapa gambar yang ada dalam rencana garis adalah :

1. Body Plan

Garis-garis yang menggambarkan bentuk potongan melintang badan kapal yang cukup digambar separuh, dimana pada bagian kiri merupakan bagian belakang dan kanan merupakan bagian depan. Body plan merupakan bagian terpenting dalam menggambar rencana garis. Karena gambar-gambar yang lain merupakan hasil dari proyeksi dari gambar ini.

2. Sheer Plan

Garis-garis yang menggambarkan bentuk potongan memanjang badan kapal pada bottom line.

3. Half Breadth Plan

Garis-garis yang menggambarkan bentuk potongan horizontal badan kapal pada garis air tertentu. Garis tersebut membentuk setengah lebar kapal terhadap centerline.

4. Garis Air (*Water Lines*)

Garis-garis yang memotong horizontal tiap suatu ketinggian garis air tertentu yang digambarkan bentuk badan kapal secara memanjang, dilihat dari pandangan atas.

5. Garis Dasar (*Base Lines*)

Garis air yang paling bawah. Dalam hal ini adalah garis air 0 m.

6. Garis Muat (*Load Water Lines*)

Garis air yang paling atas pada waktu kapal dengan muatan penuh. Dalam keadaan operasional garis muat ini dapat dilihat dengan adanya tanda lambung timbul (*freeboard mark*) disebelah kanan kiri lambung kapal.

7. Garis Geladak

Terdiri dari dua bagian yaitu garis geladak tepi dan garis geladak tengah. Untuk kapal yang memiliki chamber, jarak antara garis geladak tengah dan garis geladak tepi adalah 1/50 lebar setempat.

8. Garis Tegak Potongan Memanjang (*Buttock Lines*)

Garis tegak yang memotong kapal secara memanjang. Tujuannya untuk mengetahui keselarasan dan kebenaran dari bentuk station-station yang direncanakan kerah memanjang kapal.

9. Garis Sent (*Sent Lines*)

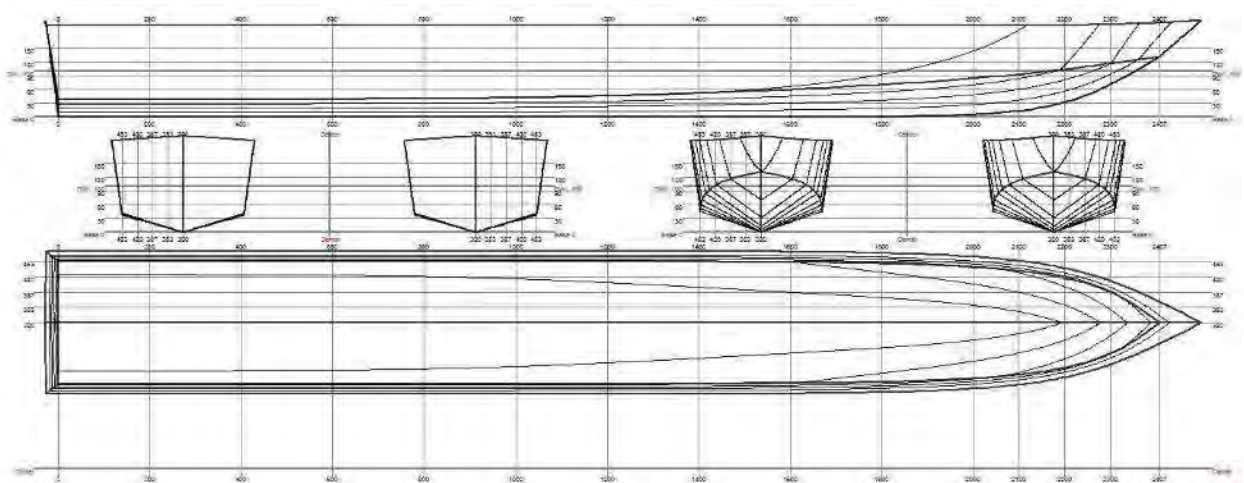
Garis yang ditarik pada salah satu atau beberapa titik pada garis (*centerline*) dan membuat sudut dengan garis tengah tersebut. Tujuannya untuk mengetahui keselarasan dan kebenaran dari bentuk *station-station* yang direncanakan kesarah diagonal.

10. Garis Geladak

Terdiri dari dua bagian yaitu garis geladak tepid an garis geladak tengah. Untuk kapal yang memiliki *chamber*, jarak antara garis geladak tengah dan garis geladak tepi adalah $\frac{1}{50}$ lebar setempat.

11. Pandangan Samping (*side view*)

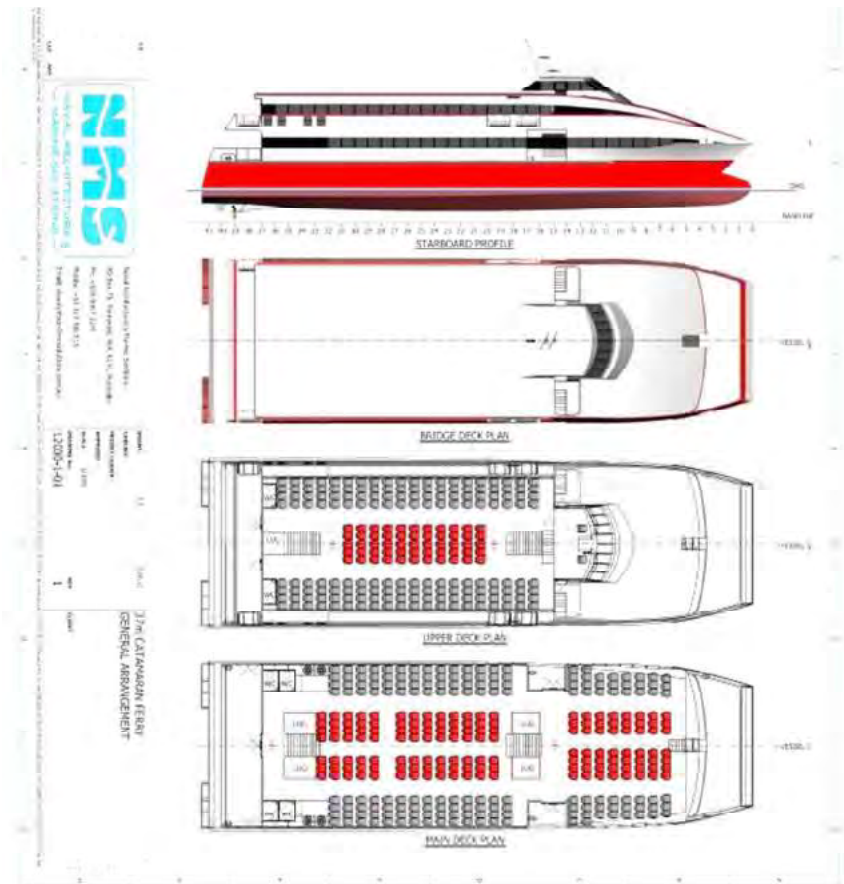
Garis yang dibentuk tepat pada garis tengah kapal (*center line*) dari pandangan samping (Kusna, 2008).



Gambar II.7. Contoh gambar *lines plan*

II.8. Pembuatan Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang sesuai dengan kebutuhan dengan fungsi dan perlengkapannya (Taggart, 1980). Pembuatan rencana umum kapal didasarkan pada letakkan kamar mesin, kenutuhan akomodasi, serta peletakan tangki-tangki yang dibutuhkan. Selain itu, perlu dipertimbangkan dimensi dan letak peralatan dan akomodasi diatas geladak. Aspek keselamatan dan efisiensi juga turut diperhatikan dalam perencanaan tangki maupun perlengkapan lain sehingga ikut berperan dalam menjaga stabilitas dan kondisi trim kapal.



Gambar II.8. Contoh gambar *General Arrangement* kapal katamaran

II.9. Perencanaan *Safety Plan*

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Life saving appliances* adalah standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal dan penumpang ketika terjadi bahaya. *Fire control equipment* adalah standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. *Regulasi life saving appliances* mengacu pada *LSA code*, sedangkan *fire control equipment* mengacu pada *FSS code*.

II.9.1. *Life Saving Appliance*

Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terlebih dulu. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

- a) *Lifebuoy*

Menurut LSA code Chapter II part 2.1, spesifikasi umum *lifebuoy* antara lain sebagai berikut:

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

Spesifikasi *lifebuoy self-igniting lights* pada *lifebuoy* adalah:

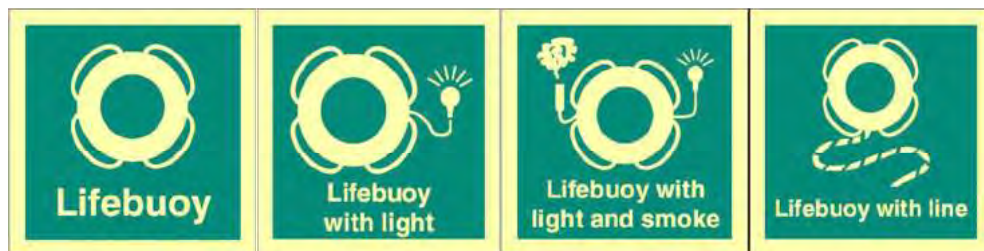
1. Memiliki lampu berwarna putih yang dapat meenyala dengan intensitas 2 cd pada semua arah dan memiliki sumber energi yang dapat bertahan hingga 2 jam

Spesifikasi *lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

1. Dapat memancarkan asap dengan warna yang mencolok dengan rating yang seragam dalam waktu tidak kurang dari 15 menit ketika mengapung di atas air tenang.
2. Tidak mudah meledak atau memancarkan api selama waktu pengisian emisi pada sinyal
3. Dapat tetap memancarkan asap ketika seluruh bagian tercelup ke dalam air tidak kurang dari 10 detik.

Spesifikasi *lifebuoy with line* pada *lifebuoy* adalah:

1. Tidak kaku
2. Mempunyai diameter tidak kurang dari 8mm
3. Mempunyai kekuatan patah tidak kurang dari 5 kN



Gambar II. 9. *Lifebuoy*

(Sumber: Romadhana, 2015)

b) *Lifejacket*

LSA Code Chapter II Part 2.2

o Persyaratan umum *lifejacket*

1. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik
2. *Lifejacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:

- Setidaknya 75% dari total penumpang yang belum terbiasa dapat dengan benar-benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
 - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan
 - Nyaman untuk digunakan
 - Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4.5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak *lifejacket* tersebut.
3. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang
 4. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
 5. Sebuah *lifejacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
 6. Sebuah *lifejacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.
- *Lifejacket lights*
 1. Setiap *lifejacket lights* harus:
 - Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas
 - Memiliki sumber energi yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
 - Berwarna putih
 2. Jika lampu yang dijelaskan di atas merupakan lampu berkedip, maka:
 - Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan
 - Tingkat berkedip tidak kurang dari 50 kedipan dan tidak lebih dari 70 kedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0.75 cd.



Gambar II. 10. *Lifejackets*

(Sumber: Romadhana, 2015)

c) *Lifeboat*

Lifeboats merupakan satu alat keselamatan yang paling penting di atas kapal, yang digunakan pada saat keadaan darurat untuk meninggalkan kapal. Ada 2 jenis *lifeboats* utama yang biasa digunakan, antara lain:

1. *Davit-operated lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboats* yang penurunannya dioperasikan dengan sistem *davit*, yaitu dengan menggunakan bantuan mekanik dan diturunkan dari bagian samping kapal. Dalam satu kapal wajib ada 2 *lifeboat* yang masing-masing diletakkan pada bagian *port side & starboard side*. Satu *lifeboat* yaitu *totally enclosed lifeboat*, *partially enclosed lifeboat*, dan *open lifeboat*



Gambar II. 11. *Davit-operated lifeboats*

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

2. *Free-fall lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboat* yang penurunannya diluncurkan dari kapal. Untuk semua kapal *bulk carrier* yang dibangun setelah tanggal 1 Juli 2006 wajib menggunakan *free-fall lifeboat* (SOLAS Reg. III/31). Pada satu kapal dipasang *free-fall lifeboat* di bagian belakang kapal. Sama dengan *davit-operated lifeboat*, minimal mampu menampung seluruh *crew* kapal.



Gambar II. 12. *Freefall lifeboat*

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

d) *Liferaft*

Liferaft adalah perahu penyelamat berbentuk kapsul yang ada di kapal yang digunakan sebagai alat menyelamatkan diri bagi semua penumpang kapal dalam keadaan bahaya yang mengharuskan semua penumpang untuk keluar dan menjauh dari kapal tersebut. Kapasitas *liferaft* tergantung dari besar kecilnya kapal dan banyaknya *crew*. *Liferaft* ini akan diletakkan menggantung di pinggir sebelah kanan kapal (*starboard side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).



Gambar II. 13. *Liferaft*

(Sumber: <https://en.wikipedia.org>)

e) *Muster / Assembly Station*

Menurut *MSC/Circular. 699 – Revised Guidelines for Passenger Safety Instructions – (adopted on July 17, 1995) – Annex – Guidelines for Passenger Safety Instructions – 2 signs*. Ketentuan *muster station* adalah:

1. *Muster station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
2. Simbol *muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan untuk mudah terlihat.



Gambar II. 14. *Assembly station*

(Sumber: Romadhana, 2015)

II.9.2. Fire Control Equipment

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal:

1. *Fire valve*
Adalah katup yang digunakan untuk kondisi kebakaran.
2. *Master valve*
Adalah katup utama yang digunakan untuk membantu fire valve dan valve yang lainnya.
3. *Emergency fire pump*
FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12
Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1
4. *Fire pump*
SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.2.2 Water Supply System
Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (*automatic*)
5. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*
Menurut *SOLAS Reg. II/10-2*, panjang *fire hose* 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.
6. *Portable CO₂ fire extinguisher*
SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3
Pemadam kebakaran jenis CO₂ tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi. Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran *portable*:
 - a. Berat pemadam kebakaran *portable* tidak boleh lebih dari 23 kg.
 - b. Untuk pemadam kebakaran jenis *powder* atau CO₂ harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9 L
7. *Portable foam extinguisher*
FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher
Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau CO₂ harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (*foam*) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.
8. *Portable dry powder extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part G Reg. 19 3.7

Alat pemadam kebakaran *portable* dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan para ruang muat. Pemadam ini harus ditambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.

9. *Bell fire alarm*

MCA Publication LY2 section 13.2.9 Life Saving Appliance

Untuk kapal kurang dari 500 GT, alarm ini dapat terdiri dari peluit atau sirine yang daapy didengar di seluruh bagian kapal. Untuk kapal 500 GT dan di atasnya, kebutuhannya berdasarkan 13.2.9.1 harus dilengkapi dengan bel dan dioperasikan secara elektrik atau sistem klakson, yang menggunakan energi utama dari kapal dan juga energi saat gawat darurat.

10. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan / ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

11. *Smoke Detector* dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi. Pertimbangan diberikan pemasangan *smoke detector* untuk tujuan tertentu dengan pipa ventilasi.

12. *CO₂ nozzle*

Adalah *nozzle* untuk memadamkan kebakaran dengan menggunakan karbon dioksida.

13. *Fire alarm panel*

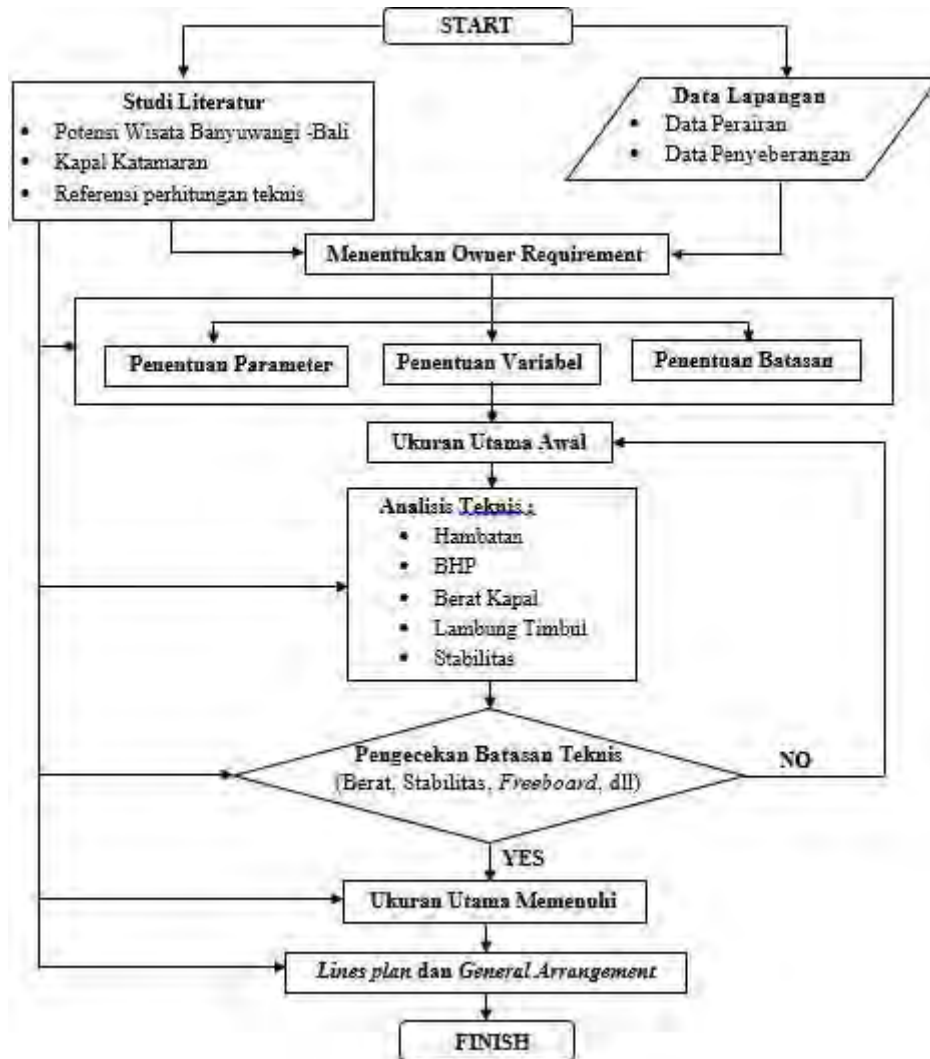
HSC Code – Chapter 7 – Fire Sfety – Part A – General – 7.7 Fire detection and extinguishing systems. Control panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Metode Pengerjaan



Gambar III. 1. Diagram Alir Metodologi Pengerjaan

Pada bab ini dijelaskan tentang langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Secara umum, langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan digambarkan seperti dalam diagram alir pada Gambar III.1 di atas.

III.2. Langkah Pengerjaan

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

III.2.1 Pengumpulan Data

Data yang dimaksud adalah segala sesuatu acuan yang digunakan untuk menunjang desain kapal katamaran. Data yang dibutuhkan anatara lain :

1. Data penyeberangan penumpang Banyuwangi - Bali

Data mengenai jumlah penyeberang dibutuhkan untuk menentukan payload kapal. Data yang diperoleh adalah data penyeberangan orang dari Ketapang Banyuwangi dan Gilimanuk Bali. Data-data ini diperoleh dari PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Ketapang, Banyuwangi.

2. Kondisi perairan Selat Bali

Data teknis yang diperlukan adalah data tentang kedalaman perairan, jarak rute pelayaran. Dari kedalaman perairan didapatkan batasan tentang sarat kapal yang nantinya dirancang sehingga dapat mengurangi resiko kapal kandas. Jarak rute pelayaran perlu diketahui untuk mengetahui waktu tempuh.

3. Data Kapal Pembanding

Data kapal pembanding diperlukan sebagai referensi untuk menentukan ukuran utama awal kapal. Selain itu, data kapal pembanding juga menjadi faktor utama dalam menentukan ukuran utama.

III.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan beserta teori-teori yang terkait dengan Tugas Akhir ini. Studi yang dilakukan antara lain mengenai :

1. Katamaran

Karakteristik bentuk lambung katamaran berbeda dengan *monohull*. Sehingga, perlu diketahui formula-formula yang digunakan untuk menghitung karakteristik bentuk lambung katamaran. Misalnya, hambatan kapal, stabilitas kapal, serta lambung timbul.

2. Referensi perhitungan teknis

Referensi perhitungan teknis didapatkan dari laporan Tugas Akhir tentang desain kapal tipe kataraman. Selain itu, pengerjaan perhitungan teknis juga merujuk pada jurnal-jurnal yang sudah ada serta buku-buku penunjang.

III.2.3 Analisis Data Awal

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

III.2.4 Penentuan Ukuran Utama Awal

Penentuan ukuran utama menggunakan *Parent Design Approach* dengan menggunakan satu desain kapal yang sudah berlayar dengan baik sebagai acuan utama.

III.2.5 Pehitungan Teknis

Perhitungan teknis dilakukan sesuai dengan literatur yang dipelajari dan menyesuaikan dengan kondisi pelayaran kapal. Hal itu meliputi perhitungan hambatan kapal, perhitungan daya kapal, penentuan mesin, penentuan *genset*, perhitungan berat kapal, perhitungan stabilitas, perhitungan lambung timbul serta analisis ekonomi.

III.2.6 Pembuatan Rencana Garis dan Rencana Umum

Dalam pembuatan Rencana Garis kapal dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf Student Version*. Dari desain yang telah dibuat di *Maxsurf* dapat langsung diambil *Lines Plan*-nya. Kemudian untuk memperhalus *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software CAD*.

Sedangkan untuk pembuatan Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai. Sebab, *Outline* dari Rencana Umum diambil dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software CAD*. Pembuatan *seating arrangement* mengacu pada *seating arrangement* kapal-kapal pariwisata yang sudah ada.

III.2.7 Kesimpulan dan Saran

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

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL

IV.1. Tinjauan Umum Daerah

Secara geografis Provinsi Bali terletak pada $8^{\circ}3'40''$ - $8^{\circ}50'48''$ Lintang Selatan dan $114^{\circ}25'53''$ - $115^{\circ}42'40''$ Bujur Timur. Relief dan topografi Pulau Bali di tengah-tengah terbentang pegunungan yang memanjang dari barat ke timur. Provinsi Bali terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Lombok dengan batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah utara adalah Laut Bali
- Sebelah timur adalah Selat Lombok (NTB)
- Sebelah selatan adalah Samudera Indonesia
- Sebelah barat adalah Selat Bali (Jawa Timur)

Provinsi Bali sendiri memiliki luas wilayah sebesar $5.636,66 \text{ km}^2$ dengan garis pantai mencapai 529 km dan dibagi menjadi 8 Kabupaten yaitu Jembrana, Tabanan, Badung, Denpasar, Gianyar, Klungkung, Bangli, Karangasem dan Buleleng.

Berdasarkan website resmi pemerintah Kabupaten Banyuwangi (www.banyuwangikab.go.id), Kabupaten Banyuwangi memiliki luas wilayah sebesar $5.782,5 \text{ km}^2$ dengan panjang garis pantai sekitar 175,8 km. Kabupaten ini terletak di ujung timur selatan dari Provinsi Jawa Timur. Secara astronomis terletak pada $7^{\circ} 43'$ - $8^{\circ} 46'$ Lintang Selatan dan $113^{\circ} 53'$ - $114^{\circ} 38'$ Bujur Timur. Batas wilayah Kabupaten Banyuwangi antara lain sebagai berikut:

- Sebelah utara berbatasan dengan Kab. Situbondo
- Sebelah timur adalah Selat Bali
- Sebelah selatan adalah Samudera Hindia
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kab. Jember dan Kab. Bondowoso



Gambar IV. 1. Peta Kabupaten Banyuwangi dan Pulau Bali
(www.maps.google.co.id, 2016)

IV.2. Potensi Wisata Banyuwangi dan Bali

Tempat wisata di Banyuwangi dan Bali telah dikenal luas akan keindahan wisata alamnya yang menawan. Alam pegunungan dan pantai yang berkarakter membuat Banyuwangi menjadi salah satu destinasi wisata favorit di Jawa Timur. Beberapa diantaranya adalah Pantai Pulau Merah, Kawah Ijen, Pantai Plengkung dan Pantai Watudodol.

Pantai Pulau Merah diberi nama demikian karena tanahnya yang berwarna merah. Bentuknya menyerupai sebuah bukit kecil, terletak tak jauh dari bibir pantai yang memiliki pasir putih sepanjang 3 km. Anda dapat menginjakkan kaki di Pulau Merah ini tatkala air sedang surut, jaraknya hanya 100 meter dari bibir pantai. Pantai Pulau Merah berada di Desa Sumberagung, Kecamatan Pesanggaran. Berjarak sekitar 80 km dari pusat kota Banyuwangi.

Kawah Ijen adalah kawah danau terbesar di pulau Jawa, secara administratif terletak di 3 kabupaten, yaitu Bondowoso, Situbondo, dan Banyuwangi. Kawah ini berada pada ketinggian 2.443 m dpl, dengan kedalaman kawah 200 m. Kawah Ijen ini diselimuti asap belerang, ini membuatnya memiliki pesona luar biasa, yakni adanya danau belerang yang berwarna toska dan api biru (*blue fire*). Anda dapat menyaksikan panorama memikat ini pada saat malam hari hingga menjelang subuh.

Watudodol terletak di Desa Ketapang, lokasinya tidaklah jauh dari pelabuhan Ketapang dan dekat dengan jalan utama menuju Taman Nasional Baluran. Pemandangan di Watudodol sangat indah, Dari sana kita dapat menyaksikan pemandangan pantai yang indah di sepanjang jalan dengan bebukitan yang berada di seberangnya dan dari sana kita dapat melihat Pulau Bali.

Tempat wisata di Bali sangatlah banyak dan indah. Wisatawan yang datang mengunjunginya pun tidak hanya dari dalam negeri namun mancanegara, bahkan beberapa dari wisatawan mancanegara tidak mengetahui jika Bali adalah sebuah provinsi dari Indonesia. Mayoritas dari tempat wisata di Bali yang populer adalah Pantai seperti Pantai Kuta, Pantai Dreamland dan Pantai Sanur. Selain itu ada beberapa tempat wisata lain seperti Tanjung Benoa dan Garuda Wisnu Kencana yang juga layak untuk dikunjungi.

Sejak dahulu Pantai Kuta merupakan salah satu tempat wisata yang paling terkenal dan banyak dikunjungi oleh wisatawan. Pantai ini terkenal indah dan sangat cocok untuk menjadi lokasi melihat matahari tenggelam/*sunset*. Pantai Sanur dengan karakter ombaknya yang cukup tinggi menjadi surga para peselancar (*surfing*). Sehingga tidak heran jika para wisatawan asing menyukai tempat ini.

Tanjung Benoa merupakan sebuah pusat dari kegiatan olahraga serta permainan air yang ada di Bali. Lokasinya berbatasan langsung dengan Nusa Dua. Pantai Tanjung Benoa ini berada di Kecamatan Tanjung Benoa. Kabupaten Badung. Jenis permainan air yang dapat dinikmati disini seperti *snorkeling*, *sea walker*, *banana boat*, *parasailing*, *wakeboard*, *waterski*, *jetski*, *scuba diving*, *donut boat*, *flying fish* dan masih banyak lagi.



Gambar IV. 2. Beberapa tempat wisata di Banyuwangi, Kawah Ijen & Pantai Plengkung (www.initempatwisata.com, 2016)



Gambar IV. 3. Beberapa tempat wisata di Bali, Pantai Kuta dan Snorkeling di Benoa
(www.yoshiwafa.com dan www.bali6corner.com , 2016)

IV.2.1. Ekosistem Flora dan Fauna Akuatik

Flora dan fauna akuatik (lautan) Banyuwangi dan Bali cukup kaya. Kabupaten Banyuwangi memiliki sebuah tempat bernama Dusun Krajan, Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo yang memiliki terumbu karang yang masih asli dan terawat dengan baik. Terumbu karang yang ada di Bangsring ini memiliki 2 jenis yaitu *soft coral* (karang lunak) dan *hard coral* (karang keras) yang menghasilkan batu kapur. Luasan terumbu karang disini sekitar 15 hektar dan termasuk zona perlindungan bersama dari masyarakat dan pemerintah. Selain itu disini juga menjadi tempat perkembangbiakan ikan hias, lobster dan kerapu.

Lokasi lain yaitu Sukamade yang memiliki hutan lindung dan penangkaran penyu di Banyuwangi. Terdapat empat spesies penyu yang bertelur di Pantai Sukamade, yaitu Penyu Hijau (*Chelonia mydas*), Penyu Sisik (*Eretmochelys imbricata*), Penyu Slengkrah (*Lepidochelys olivacea*) dan Penyu Belimbing (*Dermochelys coriacea*). Pada awalnya habitat penyu di daerah Sukamade terancam karena diburu oleh masyarakat. Oleh karena itu sekarang daerah Sukamade dibangun tempat penangkaran penyu baik secara alami maupun semi alami.

Bali memiliki taman bawah laut dengan pemandangan yang indah dan penuh warna sekaligus kaya akan biota laut dimana dikelilingi terumbu karang dan formasi batuan yang kompleks. Formasi batuan tersebut membentuk sejumlah gua-gua besar dan kecil yang kemudian menjadi habitat bagi terumbu karang, karang lunak, ikan kerapu (famili *Serranidae*) dan Belut Moray (famili *Muraenidae*). Pada gua-gua kecil menjadi habitat Ikan Kakap dan *Batfish* (famili *Ogcocephalidae*). Pada dasar lautnya kaya akan *Barrel Sponge* (*Xestospongia testudinaria*) dan *Sea Fan* (dari Ordo *Gorgonacea*) yang berukuran sangat besar.

Kedalaman laut dan aliran arus yang tenang menjadikan taman bawah laut di Pulau Menjangan, Provinsi Bali adalah tempat hidup yang baik bagi ikan tuna, *Jackfish* (famili *Carangidae*), *Angelfish* (famili *Pomacanthidae*) dan beragam jenis penyu dan ikan hiu.

IV.2.2. Iklim

Wilayah Banyuwangi dan Bali terletak di selatan equator yang dikelilingi oleh Laut Jawa, Selat Bali dan Samudera Hindia dengan iklim tropis yang terbagi menjadi 2 musim:

1. Musim penghujan antara bulan Oktober-April
2. Musim kemarau antara bulan April-Oktober

Diantara kedua musim tersebut terdapat musim peralihan atau pancaroba yaitu sekitar bulan April/Mei dan Oktober/November. Rata-rata curah hujannya sebesar 7,644 mm perbulan dengan bulan kering yaitu bulan April, September dan Oktober.

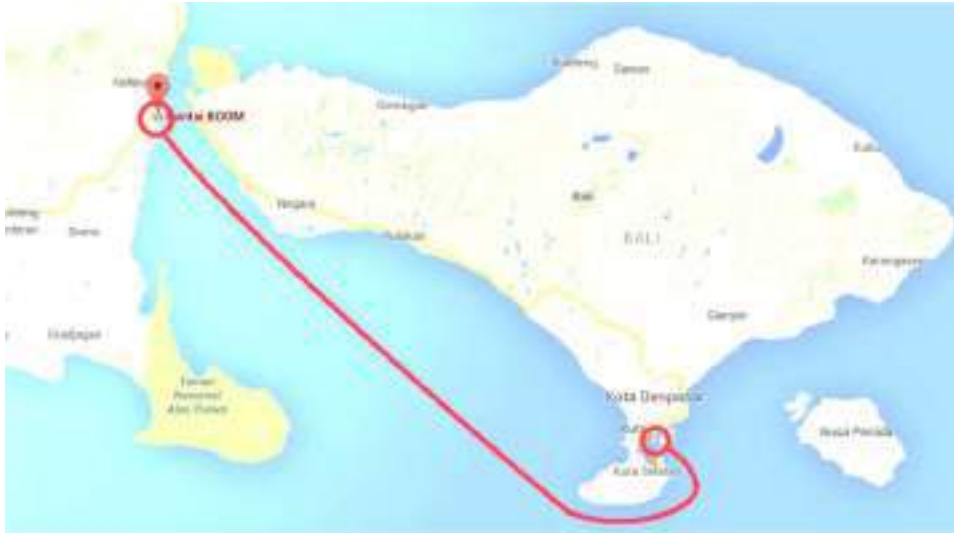
Temperatur udaranya bervariasi antara 24,0° Celcius dan 30,8° Celcius. Curah hujan dalam 5 tahun terakhir (2009-2013) bervariasi antara terendah 893,4 mm dan tertinggi 2.702,6 mm untuk rata-rata tahunan. dengan kelembaban udara rata-rata 79%.

IV.3. Pemilihan Rute Kapal dan Penentuan Payload

Penentuan jumlah penumpang dan pemilihan rute perjalanan akan di jelaskan pada sub-bab di bawah ini. Hal ini akan memberikan gambaran *owner requirements* kepada *designer* mengenai *payload* dan panjangnya lintasan perjalanan kapal wisata katamaran.

IV.3.1. Rute Pelayaran

Berdasarkan potensi wisata yang ada di Banyuwangi dan Bali maka akan dipilih rute pelayaran dari Dermaga Boom Marina, Banyuwangi menuju Pelabuhan Benoa di Bali.



Gambar IV. 4. Rute pelayaran kapal penumpang katamaran
(www.maps.google.com, 2016)

Gambar IV.4 di atas menunjukkan rute pelayaran dari kapal penumpang katamaran. Jalur pelayaran yang direncanakan diawali dari titik pemberangkatan di Dermaga Boom Marina di Banyuwangi, kemudian melanjutkan perjalanan melalui Selat Bali dan mengitari Pulau Bali bagian selatan hingga sampai di Pelabuhan Benoa. Pada Tabel IV.1 akan disajikan data mengenai jarak antara Dermaga Boom Marina Banyuwangi menuju Pelabuhan Benoa melalui Selat Bali beserta waktu tempuh untuk mencapai ke Pelabuhan Benoa dengan kecepatan dinas kapal 28 knot. Jarak pelayaran didapatkan dengan menghitung jarak pada peta untuk mendapat jarak sesungguhnya.

Tabel IV. 1. Data Jarak dan Waktu Tempuh Pelayaran

Berangkat	Tujuan	Jarak (km)	Kecepatan (knot)	Waktu Tempuh (menit)
Dermaga Boom Marina	Pelabuhan Benoa	145	28	167
Pelabuhan Benoa	Dermaga Boom Marina	145	28	167

Jarak tempuh = 80 nm = 145 km (google earth)

Dengan kecepatan kapal 28 Knot = 32.2 nm/jam = 51.9 km/jam

Waktu tempuh = 167 menit = 2 jam 47 menit

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa dengan kecepatan 28 knot kapal dapat berlayar dari Dermaga Boom Marina, Banyuwangi menuju Pelabuhan Benoa, Bali selama 2 jam 47 menit. Untuk rute sebaliknya dari Pelabuhan Benoa, Bali menuju Dermaga Boom Marina,

Banyuwangi dianggap sama karena memiliki jarak yang sama dengan kecepatan yang sama. Jadi total lama perjalanan kapal untuk satu kali trip (Pulang Pergi) selama 334 menit atau 5 jam 34 menit.

Rencana jadwal pemberangkatan direncanakan 1 kali trip pulang pergi (Boom-Benoa-Boom) dalam satu hari. Hal tersebut berdasarkan dari pertimbangan lama perjalanan dan waktu untuk menurunkan dan menaikkan penumpang. Dalam perencanaan tidak dilakukan perjalanan pada petang hari karena pertimbangan keselamatan dan visibilitas yang kurang. Lama satu kali perjalanan (Boom-Benoa) selama 2 jam 47 menit dibulatkan keatas menjadi 3 jam perjalanan.

Tabel IV. 2. Rencana jadwal pemberangkatan kapal

07.00-08.00	Menaikkan penumpang di Dermaga Boom Marina
08.00-11.00	Perjalanan dari Dermaga Boom Marina – Pelabuhan Benoa
11.00-13.00	Menurunkan penumpang dan menaikkan penumpang di Pelabuhan Benoa
13.00-16.00	Perjalanan dari Pelabuhan Benoa – Dermaga Boom Marina
16.00-17.00	Menurunkan penumpang di Dermaga Boom Marina

IV.3.2. Analisis Jumlah Penumpang

Dermaga Boom Marina Banyuwangi merupakan dermaga baru yang mulai dibangun pada akhir tahun 2015 dan diharapkan dapat mulai beroperasi pada pertengahan tahun 2017. Pembangunan tersebut dipegang oleh anak perusahaan dari PT. Pelindo III (Persero) yaitu PT. Pelindo Properti Indonesia. Dengan dibangunnya dermaga baru tersebut, PT. Pelindo III (Persero) membuka rute pelayaran baru yaitu Banyuwangi-Benoa dan Banyuwangi-Mataram.

Hingga saat ini penyeberangan Banyuwangi-Bali yang paling besar ada di penyeberangan ASDP Ketapang-Gilimanuk. Dikarenakan rute pelayaran baru Banyuwangi-

Benoa belum beroperasi, maka diambil data penyeberangan Banyuwangi-Bali melalui ASDP Ketapang-Gilimanuk untuk analisis jumlah penumpang.

Tabel IV. 3. Data Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk Tahun 2015

Bulan	Trip	Jumlah Penumpang
Januari	7315	410796
Februari	6879	315680
Maret	6848	389628
April	7108	364372
Mei	7669	422292
Juni	6974	344647
Juli	7716	659223
Agustus	7532	429462
September	7238	348399
Oktober	6911	386304
November	5801	345670
Desember	6991	534895
Total	84982	4951368

Rata-rata trip tiap bulan =	7081.833	>>>>	7082	trip
Rata-rata trip tiap hari =	232.8274	>>>>	233	trip
Rata-rata trip tiap bulan tiap kapal =	202.3381	>>>>	203	trip
Rata-rata trip tiap hari tiap kapal =	6.652211	>>>>	7	trip
Rata-rata penumpang tiap bulan =	412614	>>>>	412614	orang
Rata-rata penumpang tiap hari =	13565.39	>>>>	13566	orang
Rata-rata penumpang tiap bulan tiap kapal =	11788.97	>>>>	11789	orang
Rata-rata penumpang tiap hari tiap kapal =	387.5826	>>>>	388	orang
Rata-rata penumpang tiap kapal sekali trip =	58.26373	>>>>	59	orang

Dari data yang didapat dari PT. ASDP Indonesia Ferry Ketapang (Persero) diambil data penyeberangan bulanan untuk tahun 2015 karena untuk penyeberangan Ketapang-Gilimanuk dibawah tahun 2015 armada kapal penyeberangan yang digunakan masih dibawah 35 kapal. Sehingga diambil data penyeberangan tahun 2015 agar perbandingan rata-rata penumpang tiap kapal tiap harinya sesuai dengan kondisi penyeberangan terkini. Melihat data diatas, nilai rata-rata penumpang tiap hari tiap kapal mengangkut 388 orang. Dalam desain yang peneliti lakukan diambil jumlah penumpang rata-rata tiap hari tiap kapal dan dilakukan pembulatan keatas sebesar 400 penumpang untuk satu kali perjalanan (Boom-Benoa). Jumlah penumpang dari Bali yang

menyeberang ke Banyuwangi jumlahnya hampir sama dan sedikit lebih banyak dari yang menyeberang dari Banyuwangi ke Bali (Cucuk, 2016). Sehingga dalam 1 kali trip pulang pergi (Boom-Benoa-Boom) kapal mengangkut 800 penumpang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

ANALISIS TEKNIS DAN PEMBAHASAN

V.1. Penentuan *Design Requirement*

Design requirement dalam Tugas Akhir ini adalah kapasitas penumpang, kecepatan kapal, dan rute pelayaran. Dari data penyeberangan PT. ASDP Ferry Indonesia (Persero) Ketapang Banyuwangi, mulai tahun 2015 jumlah armada kapal penyeberangan di Ketapang-Gilimanuk terhitung 35 kapal. Jumlah armada kapal tersebut semakin banyak jika dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya.

Tabel V. 1. Data penyeberangan 2015 Ketapang-Gilimanuk dari ASDP Ketapang

Bulan	Trip	Jumlah Penumpang
Januari	7315	410796
Februari	6879	315680
Maret	6848	389628
April	7108	364372
Mei	7669	422292
Juni	6974	344647
Juli	7716	659223
Agustus	7532	429462
September	7238	348399
Oktober	6911	386304
November	5801	345670
Desember	6991	534895
Total	84982	4951368

(Cucuk, 2016)

Dari data yang disajikan diatas, didapat nilai rata-rata penyeberangan per hari per kapal sebanyak 388 penumpang. Jumlah tersebut didapat dengan pembagian rata-rata penumpang tiap harinya untuk 35 armada kapal. Kemudian penulis membulatkan jumlah penumpang menjadi 400 penumpang sebagai payload kapal, dengan berat bagasi setiap penumpang sebesar 20 kilogram.

V.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Pada Tugas Akhir ini ukuran utama ditentukan berdasarkan metode *Parent Design Approach*. Metode ini menggunakan suatu desain kapal pembanding yang sudah berlayar

dengan baik sebagai acuan utama. Pemilihan kapal pembanding juga mempertimbangkan kondisi perairan rute pelayarannya, sehingga aspek kenyamanan juga tidak luput untuk dipertimbangkan. *Output* dari metode desain ini adalah mendapatkan suatu desain baru dari kapal pembanding (*sister ship*).

Pada Tugas Akhir ini, yang digunakan sebagai kapal pembanding adalah kapal katamaran “*Austal 48*” yang beroperasi di Hong Kong-Macau. “*Austal 48*” adalah kapal katamaran yang dibangun oleh perusahaan kapal Austal Corporation di Australia. Data teknis dari kapal pembanding dapat dilihat pada Tabel V.2. di bawah ini.

Tabel V. 2. Data teknis kapal Austal 48 (austal.com, 2016)

Lwl	44	m
B	11.8	m
H	3.8	m
T	1.4	m
Vs	44.1	Knots
Passengers	418	
Crew	8	
Rute	Hong Kong - Macau	

V.2.1. Komponen Metode *Parent Design Approach*

Metode *Parent Design Approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi dengan cara mengambil sebuah acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan didesain. Dari metode tersebut dibutuhkan beberapa komponen untuk mendesain. Komponen-komponen tersebut antara lain :

a. Batasan-batasan (*Constraints*)

Batasan-batasan (*constraints*) adalah nilai minimum maupun maksimum yang ditentukan berdasarkan kondisi dilapangan, perhitungan teknis, ataupun persyaratan-persyaratan yang dikeluarkan oleh pemegang regulasi baik nasional maupun internasional. Batasan-batasan terdiri dari beberapa bagian yaitu, batasan ukuran utama kapal, batasan ukuran rasio ukuran utama, batasan kapasitas kapal dan batasan stabilitas kapal. Batasan ukuran utama ditentukan berdasarkan data kapal pembanding yang sudah diperoleh. Batasan rasio ukuran utama kapal didapatkan dari studi literature dan kapal-kapal katamaran yang sudah ada sekarang. Batasan kapasitas ditentukan berdasarkan prosentase dari selisih

displacement kapal dengan jumlah LWT dan DWT agar bisa mengampung sesuai hukum Archimedes. Sedangkan batasan stabilitas ditentukan berdasarkan regulasi yang dikeluarkan oleh *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7*.

Adapun batasan-batasan (*constraints*) tersebut adalah sebagai berikut:

- Batasan perbandingan ukuran utama kapal didapatkan dari paper (Insel and Molland, 1992) dan (Sahoo, Browne and Salas, 2004) tentang persyaratan untuk perhitungan hambatan kapal katamaran.

Tabel V. 3. Batasan perbandingan ukuran utama kapal

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
L/B ₁	-	-	10		15
B/H	-	-	0.7		4.1
S/L	-	-	0.19		0.51
S/B ₁	-	-	0.9		4.1
B ₁ /T	-	-	0.9		3.1
B ₁ /B	-	-	0.17		0.3
CB	-	-	0.36		0.59

- Batasan hukum Archimedes antara *displacement* kapal dan berat total kapal (LWT + DWT).

Tabel V. 4. Batasan kapasitas kapal sesuai Hukum Archimedes

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
Displacement = 2*L*B*T*ρ	kg	Δ		190000	
DWT	kg			76204.8	
LWT	kg			113620.1	
Displacement = DWT + LWT	kg	Δ		189824.9	
Selisih Displacement	%		0	0.09	5

- Batasan stabilitas didapatkan dari *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7*.

Tabel V. 5. Batasan-batasan stabilitas dan lambung timbul (*freeboard*) kapal

Perhitungan stabilitas	Area 0 to 30	m.rad	0,055
	Area 0 to 40	m.rad	0,090
	Area 30 to 40	m.rad	0,030
	Max GZ at 30 or greater	m	0.200
	Angle of maximum GZ	deg	10.0
	Initial GMt	m	0.150
	Passenger crowding	deg	10.0
Freeboard	fs (Freeboard)	cm	165.6

b. Constant

Constant atau konstanta adalah suatu nilai yang besarnya tidak berubah selama dalam proses desain. Yang termasuk kedalam konstanta dalam perhitungan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Tabel V. 6. Konstanta yang dipakai dalam proses desain

	Unit	Symbol	Value
Massa Jenis Air	kg/m ³	ρ air tawar	1000
Massa Jenis Air Laut	kg/m ³	ρ air laut	1025
Gravitasi	m/s ²	g	9.81
Tekanan Atmosfer	kg/m ²	P	10100
Koefisien Viskositas Kinematik	m/s	u	1.19E-06

c. Parameter

Parameter merupakan nilai-nilai yang besarnya tidak berubah. *Parameter* dalam perhitungan ini adalah *owner requirement*. Berikut ini adalah komponen-komponen parameter yang dipakai, yaitu :

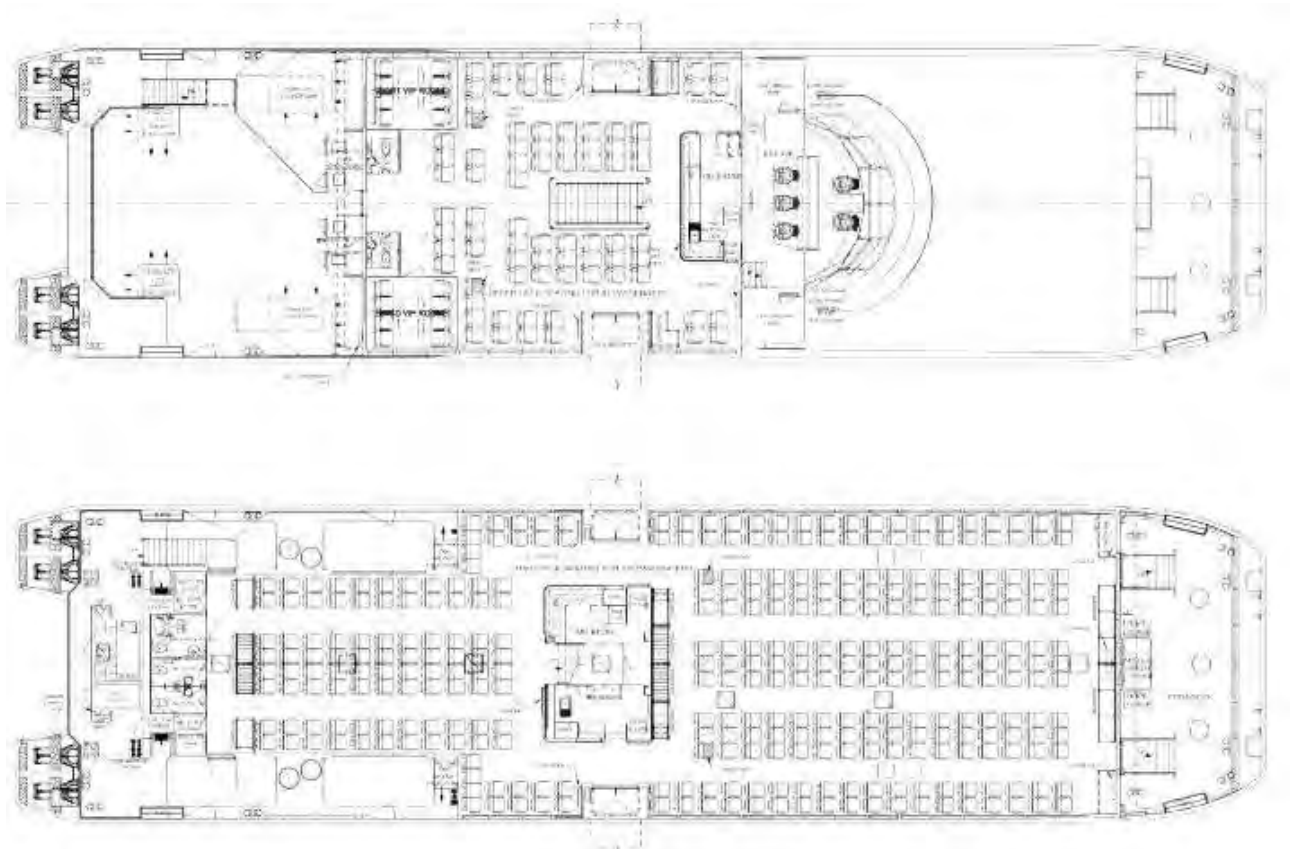
Tabel V. 7. *Parameter* yang dipakai

	Unit	Symbol	Value
Jumlah Crew	Orang		18
Berat Crew	kg		1350
Berat Bawaan Crew	kg		360

Kapasitas Penumpang	Orang		400
Berat Penumpang	kg		30000
Berat Bawaan Penumpang	kg		8000
Radius Pelayaran	Nm		160
Lama Pelayaran	jam		6
Kecepatan Dinas	knot	Vs	28

V.2.2. *Layout* Kapal Pembanding

Dalam proses mendesain kapal dengan *Parent Design Approach*, *layout* kapal pembanding digunakan sebagai acuan utama untuk mengetahui apakah ukuran utama kapal mampu menampung jumlah penumpang maksimum yang telah direncanakan. Kemudian dari *layout* kapal pembanding tersebut dilakukan *redrawing* atau penggambaran ulang sesuai dengan jumlah penumpang yang direncanakan. Di samping itu juga untuk melihat gambaran umum dari bentuk kapal sebelum dilakukan perhitungan teknis. Bentuk *layout* kapal penumpang katamaran “Austal 48” dapat dilihat pada Gambar V. 1 di bawah ini.



Gambar V. 1. *Layout Seating Arrangement* kapal penumpang katamaran “Austal 48”

V.2.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Langkah-langkah untuk menentukan ukuran utama kapal dengan metode *Parent Design Approach* sebenarnya sangat sederhana dan hal tersebut merupakan salah satu keuntungan dari metode ini yang dapat mempercepat proses mendesain. Dalam hal ini desainer sudah memiliki referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan didesain, sehingga proses mendesain dapat lebih cepat dan hanya menambahkan beberapa modifikasi sesuai dengan *owner requirements*.

Kapal pembanding yang digunakan sebagai acuan harus terbukti memiliki performa yang baik seperti stabilitas dan hambatannya. Daerah pelayaran kapal pembanding setidaknya memiliki kemiripan dengan daerah pelayaran kapal yang akan didesain. Dari ukuran utama kapal pembanding dapat didapatkan pula ukuran utama kapal yang akan didesain. Tidak lepas pula jika dibutuhkan untuk memodifikasi ukuran utama kapal harus memperhatikan batasan-batasan rasio ukuran utama kapal sebagai berikut:

Tabel V. 8. Batasan rasio ukuran utama kapal katamaran

L/B ₁	=	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	10 < L/B ₁ < 15
B/H	=	Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
S/B ₁	=	Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1
B ₁ /T	=	Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B/T < 3.1
B ₁ /B	=	Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3
CB	=	Insel & Molland (1992)	→	0.36 < CB < 0.59



Gambar V. 2. Gambar kapal penumpang katamaran “Austal 48”

Ukuran utama dari kapal penumpang katamaran “Austal 48” adalah sebagai berikut:

Tabel V. 9. Ukuran utama kapal penumpang katamaran “Austal 48”

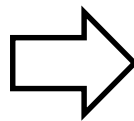
Lwl	44	m
B	11.8	m
H	3.8	m
T	1.4	m
Vs	44.1	knots

Dari ukuran utama kapal penumpang katamaran “Austal 48” diatas, tidak diberikan ukuran lebar satu lambung (B_1) dan lebar *demihull* (S). Untuk mendapatkan lebar satu lambung kapal katamaran (B_1) dan lebar *demihull* (S), nilai tersebut dapat didapatkan dengan cara memasukkan nilai B_1 dan S kedalam ukuran utama kapal katamaran, kemudian dilakukan pengecekan pada batasan rasio ukuran utama kapal katamaran pada Tabel V.8. Jika rasio batasannya memenuhi, maka nilai B_1 dan S dapat digunakan untuk ukuran utama kapal yang akan didesain.

V.2.4. Hasil Ukuran Utama Baru

Dengan mengacu pada Tabel V.8 yang berisi batas rasio ukuran utama kapal katamaran, didapatkan ukuran utama kapal katamaran baru yaitu sebagai berikut:

Austal 48 Main Dimensions			New Main Dimensions		
Lwl	=	44.0 m	Lwl	=	44.0 m
B	=	11.8 m	B	=	11.8 m
B_1	=	-	B_1	=	3.0 m
H	=	3.8 m	H	=	3.8 m
T	=	1.4 m	T	=	1.4 m
S	=	-	S	=	8.8 m
V	=	44.1 knots	V	=	28 knots



Tabel V. 10. Perbandingan ukuran utama baru kedalam batasan rasio kapal katamaran

		Min	Value	Max
L/B1	Sahoo, Browne & Salas (2004)	10	14.97	15
B/H	Insel & Molland (1992)	0.7	3.105	4.1
S/L	Insel & Molland (1992)	0.19	0.196	0.51
S/B1	Insel & Molland (1992)	0.9	2.933	4.1
B1/T	Insel & Molland (1992)	0.9	2.143	3.1
B1/B	Multi Hull Ships, hal. 61	0.15	0.254	0.3
CB	Insel & Molland (1992)	0.36	0.491	0.59

V.3. Perhitungan Awal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal serta desain *lines plan*, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan *froud number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p , dan C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*.

V.3.1. Perhitungan Froud Number

Froud Number dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}} \dots\dots\dots(5.1) \quad \text{Ref: (PNA vol.2 hal 54)}$$

Maka :

$$Fn = \frac{14.403}{\sqrt{9,81 \times 44}} \dots\dots\dots(5.2)$$

$$= 0,686$$

V.3.2. Perhitungan Displacement

Perhitungan *displacement* pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan mengambil dari artikel yang ditulis oleh Terho Halme, diperoleh harga koefisien DWT untuk Kapal Cruising Catamaran yaitu :

- a. *Displacement* (Δ)

Berat Muatan =	20%	Displacement	
Jumlah Penumpang =	400		
Berat Penumpang @	75	Kg	
Berat Barang Bawaan @	20	Kg	
Berat Muatan =	38000	Kg	; 20%

$$\begin{aligned}
 \text{Total Displacement} &= 5 \cdot \text{Berat Muatan} \\
 &= 190000 \text{ Kg} \\
 &= 190 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

b. *Volume Displacement* (∇)

$$\nabla_t = \Delta / \rho \dots\dots\dots(5.3)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka volume total, } \nabla_t &= 190000 / 1025 \\
 &= 185.366 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

V.3.4. Perhitungan *Coefficient*

a. Block Coefficient (C_b)

$$C_B = \nabla / (L \cdot B \cdot T) \dots\dots\dots(5.4)$$

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

C_b untuk satu *hull* :

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{185.366}{44.0 \times 3.0 \times 1.4} \\
 &= 0,491
 \end{aligned}$$

b. *Midship Coefficient* (C_m)

$$C_M = A_M / (T \cdot B_M) \dots\dots\dots(5.5)$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

$$C_m = \frac{3.113}{1.4 \times 3.0}$$

$$= 0,741$$

c. *Prismatic Coefficient (Cp)*

$$C_P = \frac{\nabla}{(A_{S,LWL})} \dots\dots\dots(5.6)$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

As = 6.227 m² (luas station setinggi sarat)

Maka, Cp = $\frac{185.366}{6.227 \times 44.0}$

$$= 0,338$$

d. *Waterplane Coefficient (Cwp)*

$$C_{WP} = \frac{A_{WP}}{(B_{WL,LWL})} \dots\dots\dots(5.7)$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

Awp = 96.142 m²

Bwl = 2.951 m

Maka, Cwp = $\frac{96.142}{2.951 \times 44.0}$

$$= 0,740$$

V.4. Perhitungan Hambatan Kapal Total (Rt)

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

$$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w \dots\dots\dots(5.8)$$

(M. Insel and A.F. Molland, hal 11-12)

Metode tersebut memasukkan faktor interferensi dikarenakan *catamaran* terdiri dari dua lambung yang berdekatan, yang dipisahkan oleh suatu struktur yang disebut *demihull*, sehingga

gelombang yang ditimbulkan oleh satu lambung dengan lambung yang lain akan mengalami interferensi dan saling mengurangi. Hal ini mengakibatkan nilai hambatan total akan lebih kecil.

Di dalam percobaanya menghitung hambatan total, (Insel-Molland, 1998) mengasumsikan kapal *catamaran* dengan kapal *demihull* yang ditambahkan dengan harga interferensi yang diakibatkan oleh lambung yang berjarak S dari *center line*-nya. Harga dari tahanan total ini tetap dikalikan 2 (dua) mengingat luas permukaan basah (WSA) ada pada tiap lambung. Hambatan total dapat dihitung dengan formula dibawah ini.

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot} \dots\dots\dots(5.9)$$

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

V.4.1. *Catamaran Viscous Resistance Interference (1+βk)*

Untuk model kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka harga $(1+\beta k)$ dapat ditentukan dengan dilakukan interpolasi harga β dari 3 model (model C4, C5, dan C6) yang diperoleh oleh m. Insel dan A.F. Molland. Interpolasi dilakukan dengan variasi S/B1 dari tiap model kapal. S adalah lebar *demihull*, B1 adalah lebar satu lambung, dan L adalah panjang kapal.

Tabel V. 11. Harga β untuk tiga variasi S/B

		S/B1					
		1	2	3	4	5	L/B1
β		1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7
		1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9
		2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11
		S/B1					
		2	3	2.933333			
β		1.57	1.54	1.542			
		2.32	2.29	2.292			
		L/B1					
		9	11	14.67			
β		1.542	2.292	3.667			

Dari ukuran utama didapatkan nilai :

$$S/B1 = 2.933$$

$$L/B1 = 14.97$$

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

$$\beta = 3.667$$

Tabel V. 12. Harga (1+k) untuk tiga variasi L/B1

Model	C4	C5	
L/B1	9	11	14.66667
(1+k)	1.3	1.17	0.931667

Nilai (1+k) yang didapatkan adalah : $(1+k) = 0.931667$

Formula untuk menghitung $(1+\beta k)$ adalah :

$$(1+\beta k) = (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \dots\dots\dots(5.10)$$

Dari formula tersebut, maka didapatkan nilai $(1+\beta k) = 0.7494217$

V.4.2. Viscous Resistance (Cf)

Perhitungan viscous resistance dilakukan dengan metode dari ITTC tahun 1957 dimana formula untuk menghitung Cf adalah sebagai berikut :

$$C_F = 0.075 / ((\log R_n - 2))^2 \dots\dots\dots(5.11)$$

Dengan: $V = 28$ knot
 $= 14.4$ m/s
 $L = 44.0$ m
 $\nu = 1,18831 \times 10^6$ m²/s

maka nilai $R_n = 533312687.8$

Setelah didapatkan nilai R_n , maka dapat dilakukan perhitungan Cf.

Didapatkan nilai Cf dengan formula diatas yaitu, $C_f = 0.001657$

V.4.3. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

Untuk model kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka untuk mendapatkan harga τ dapat dilakukan dengan cara beberapa penginterpolasian disesuaikan dengan S/L, F_n , dan L/B1 seperti terlihat pada Tabel V.12 dibawah ini.

Tabel V.13. Harga τ untuk variasi L/B1, Fn, dan S/L

		(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3		
		Fn		Fn		
		0.7	0.8	0.7	0.8	L/B1
τ	9	1.25	1.13	1.07	1.02	9
	11	1.2	1.19	1.2	1.23	11

Dari data ukuran utama didapatkan harga S/L, L/B, dan Fn untuk kecepatan kapal maksimum, antara lain :

$$S/L = 0.196$$

$$L/B1 = 14.97$$

$$Fn = 0,686$$

Dari nilai τ pada table di atas serta perbandingan ukuran utama dan Fn, maka didapatkan harga τ untuk kecepatan kapal maksimum dengan cara interpolasi. Harga yang didapatkan adalah:

$$\tau = 1,0807789$$

V.4.4. Wave Resistance (Cw)

Harga *wave resistance* Cw dapat ditentukan dengan cara interpolasi dari *wave resistance* ketiga model yang diperoleh M. Insel dan A.F. Molland. Harga Cw ini didapatkan dari pengujian tarik dari tiga model yang berbeda . Harga Cw dari M. Insel dan A.F. Molland ditampilkan pada table V.13 di bawah ini.

Tabel V. 14. Harga Cw untuk variasi Fn dan L/B1

		Fn		
		0.6	0.7	L/B1
Cw	9	0.003	0.0025	9
	11	0.0019	0.0017	11

Dari ukuran utama kapal didapat :

$$L/B1 = 14.67$$

$$Fn = 0,686$$

Setelah dilakukan interpolasi maka didapatkan harga Cw

$$Cw = 0,0020294$$

Harga tiap komponen di atas kemudian dimasukkan kedalam formula hambatan total di atas untuk mendapatkan nilai koefisien hambatan *catamaran* total (Ctot). Harga tiap komponen hambatan antara lain :

- $(1+\beta k) = 0.7494217$
- $C_f = 0.001657$
- $\tau = 0.741372$
- $C_w = 0,0020294$

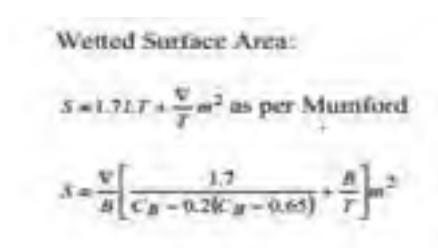
Maka,

$$C_{tot} = 2.7466 \times 10^{-3}$$

Harga Ctot tersebut kemudian di dalam rumus WSA

$$WSA = (\nabla / B_1) [(1.7 / (C_b - (0.2(C_b - 0.65)))) + (B_1 / T)] \text{ m}^2 \dots\dots\dots(5.12)$$

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



Didapatkan nilai WSA = 166.58835 m², untuk satu lambung

Karena katamaran mempunyai 2 lambung, maka WSA-nya adalah :

$$WSA_{total} = 333.1767 \text{ m}^2$$

Sehingga,

$$R_t = 97293.393 \text{ N}$$

$$R_t = 97.29 \text{ kN}$$

V.5. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk

V.5.1. Perhitungan Power

Setelah nilai hambatan total (R_T) diketahui langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan power yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Nilai dan formula untuk menghitung powering dapat dilihat dibawah ini.

$$EHP = R_t \times V \dots\dots\dots(5.13)$$

$$EHP = 97.29 \times 14.4$$

$$= 1401.336 \text{ kW}; \quad 1 \text{ HP} = 0,7355 \text{ kW}$$

$$= 1905.28374 \text{ HP}$$

Dari hitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai EHP (effective Horse Power) adalah sama dengan 1905.28374 HP.

Dari EHP ini kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai BHP yang akan digunakan untuk menentukan pemilihan motor induk.

$$P_c = \eta_{rr} \times \eta_p \times \eta_H \quad \dots\dots\dots(5.14)$$

Dimana:

η_p : efisiensi baling-baling kapal, besaran nilai diasumsikan berdasarkan nilai hasil percobaan open water test pada umumnya. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

η_{rr} : efisiensi rotative relative (Molland, 1992)

η_H : efisiensi bentuk badan kapal (Manen, 1988)

Untuk menentukan nilai efisiensi tersebut diatas, dilakukan interpolasi *langrange* sebagai berikut:

$$\eta_p, \eta_r, f(x) = f(x) = \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} * f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} * f(x_1) \quad \dots\dots\dots(5.15)$$

$$\eta_p = f(x_0) = 0.49$$

$$\eta_{rr} = f(x_0) = 0.95$$

Sedangkan η_H didapatkan dengan formula sebagai berikut:

$$\eta_H = \frac{(1-t)}{(1-w)} \quad \dots\dots\dots(5.16)$$

(Parametric Design, Chapter 11 hal 11-29)

Perhitungan daya delivery dari mesin induk adalah sebagai berikut:

$$DHP = EHP/PC \quad \dots\dots\dots(5.17)$$

$$DHP = 3049.6007 \text{ HP}$$

Setelah nilai DHP diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai BHP (*Break Horse Power*). Perhitungan BHP dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$BHP = DHP + x \% DHP \quad \dots\dots\dots(5.18)$$

Dimana:

$x\%$ = koreksi daerah pelayaran (15% - 20%)

$$= 15\%$$

Maka,

$$\text{BHP} = 3049.6007 + 15\% \times 3049.6007$$

$$\text{BHP} = 3507.041 \text{ kW}$$

$$\text{BHP} = 4768.24 \text{ HP} \quad ; 1 \text{ HP} = 0,7355 \text{ kW}$$

Karena Kapal Twin Screw, maka BHP dibagi 2:

$$\text{BHP} = 1753.52 \text{ kW}$$

$$\text{BHP} = 2384.12 \text{ HP}$$

V.5.2. Pemilihan Mesin Induk dan Genset

Setelah didapatkan nilai BHP, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan mesin induk sebagai penggerak utama kapal dan genset sebagai pembangkit listrik kapal. Mesin induk yang dipakai pada kapal katamaran ini adalah 2 unit mesin inboard. Pertimbangan mengapa memilih mesin inboard adalah karena ruang didalam lambung kapal yang cukup besar, sehingga dapat digunakan untuk meletakkan mesin induk dan genset.

Pemilihan mesin induk dilakukan dengan mempertimbangkan berat mesin, daya mesin, serta harga dan konsumsi bahan bakar mesin tersebut. Dari katalog yang sudah ada didapatkan mesin kapal beserta spesifikasinya. Mesin kapal tersebut seperti terlihat dalam Tabel V.15. dibawah ini.

Tabel V. 15. Data mesin utama yang digunakan
Daya

Tipe Mesin	rpm	Daya Mesin (ISO 3046-1)	
		kW	HP
6 DZC-720-181	720	1032	1402
6 DZC-750-179	750	1045	1447
6 DZC-900-166	900	1194	1622
6 DZC-900-188 *	900	1350	1834
6 DZC-1000-166	1000	1326	1802
6 DZC-1000-176	1000	1405	1910
6 DZC-1000-188 *	1000	1500	2038
8 DZC-720-181	720	1376	1870
8 DZC-750-179	750	1420	1929
8 DZC-900-166	900	1592	2163
8 DZC-900-188 *	900	1800	2446
8 DZC-1000-166	1000	1768	2402
8 DZC-1000-176	1000	1875	2545
8 DZC-1000-188 *	1000	2000	2717

Tabel V. 16. Data genset yang digunakan



RATINGS AND FUEL CONSUMPTION						
Gen Set						
	ekW @ Bpf	kV•A	asp.	rpm	U.S. gph	L/h
60 Hertz	400R	500	TA	1800	32.5	123.0
	425	531	TA	1800	32.5	123.0
	500	625	TA	1800	37.3	141.3
	550R	688	TA	1800	43.9	166.1
	590*	738	TA	1800	41.0	166.1
50 Hertz	350	438	TA	1500	28.3	99.7
	385R	481	TA	1500	30.0	113.1
	405	506	TA	1500	29.9	113.1
	480R	600	TA	1500	36.1	136.8
	500*	625	TA	1500	36.1	136.8

V.6.Perhitungan Tebal Pelat Kapal

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

Perhitungan tebal pelat untuk kapal penumpang katamaran aluminium menggunakan *Lloyd's Register Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft, Part 7 Hull Construction in Aluminium*.

V.6.1.Perhitungan Tebal Pelat Lambung

Pelat lambung kapal dihitung berdasarkan beban yang terjadi pada lambung kapal. Beban tersebut antara lain beban sisi, dan beban alas. Ketiga beban tersebut jika dibandingkan besar nilainya dan diambil yang terbesar untuk memudahkan perhitungan dan menyeragamkan tebal pelat lambung. Hal ini dikarenakan formula untuk menghitung tebal pelat sisi inboard, pelat sisi outboard dan pelat alas hampir sama dan yang membedakan hanya input beban saja.

$$P_{sp} = 105.193 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{bp} = 105.193 \text{ kN/m}^2$$

Maka yang diambil untuk perhitungan tebal pelat lambung adalah pada beban alas kapal (P_b).

Formula untuk menghitung tebal pelat sisi:

$$t_{sp} = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(5.19)$$

(LR, Classification of the Special Service Craft, Part 7, Ch. 4)

Formula untuk menghitung tebal pelat alas:

$$t_{bp} = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(5.20)$$

(LR, Classification of the Special Service Craft, Part 7, Ch. 4)

Dimana :

- f_σ : koefisien beban *bending*
- s = Jarak gading
= 0,6 m
- γ = faktor koreksi lengkungan
= 0.7
- β = faktor koreksi tambahan
= 1
- p = beban desain (kN/m²)

Dari perhitungan didapatkan hasil dibawah ini:

a. Tebal pelat alas

Untuk *bottom outboard plate* : $t_{B1} = 7,347 \text{ mm}$

Untuk *bottom inboard plate* : $t_{B1} = 7,347 \text{ mm}$

Untuk *inner bottom plate* : $t_{B1} = 8,377 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat alas dapat dibulatkan menjadi 9 mm.

b. Tebal pelat sisi

Untuk *side outboard plate* : $t_{S1} = 7,268 \text{ mm}$

Untuk *side inboard plate* : $t_{S1} = 7,347 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat sisi dapat dibulatkan menjadi 8 mm.

Maka dari perhitungan tebal pelat lambung yang sudah dilakukan, diambil tebal pelat lambung yang dipakai adalah pelat aluminium dengan tebal 9 mm.

V.6.2. Perhitungan Tebal pelat geladak

Perhitungan tebal pelat geladak dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \dots\dots\dots(5.21)$$

(LR, Classification of the Special Service Craft, Part 7, Ch. 4)

$p = P_{WDP}$

Dengan tebal pelat geladak minimal dihitung dengan formula:

$t_{min} = 4 \text{ mm}$

(LR, Classification of the Special Service Craft, Part 7, Ch. 4)

Dari persamaan dapat diketahui tebal pelat geladak, yaitu:

$t_p = 5.162 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat geladak dapat dibulatkan menjadi 6 mm.

V.6.3. Perhitungan Tebal pelat bangunan atas

Perhitungan tebal pelat bangunan atas dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \dots\dots\dots(5.22)$$

(LR, Classification of the Special Service Craft, Part 7, Ch. 4)

$p = P_{DHP}$

Dengan tebal pelat bangunan atas minimal dihitung dengan formula:

$t_{min} = 4 \text{ mm}$

(LR, Classification of the Special Service Craft, Part 7, Ch. 4)

Dari persamaan dapat diketahui tebal pelat bangunan atas, yaitu:

$$t_p = 5.514 \text{ mm}$$

Sehingga tebal pelat bangunan atas dapat dibulatkan menjadi 6 mm.

Tabel V. 17. Rekapitulasi hasil perhitungan tebal pelat

	Diambil	Unit
Pelat lambung	9	mm
Pelat geladak	6	mm
Pelat bangunan atas	6	mm

V.7. Perhitungan Berat Kapal

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

V.7.1. Perhitungan Berat DWT

Komponen berat kapal DWT dalam Tugas Akhir ini terdiri dari berat penumpang dan barang bawaannya, berat *crew* kapal dan bawaannya, berat *lubricating oil*, berat *diesel oil*, berat *fresh water* dan berat bahan bakar untuk mesin induk dan genset.

Komponen berat DWT dihitung secara langsung. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan berat DWT secara lebih detail pada Table V.17.

Tabel V. 18. Perhitungan komponen berat DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	400	persons
	Berat penumpang	75	kg/person
	Berat barang bawaan	20	kg/person
	Berat total penumpang	30000	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	8000	kg
	Berat total	38000	kg
		38.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	18	persons
	Berat crew kapal	75	kg/persons
	Berat barang bawaan	20	kg/persons

	Berat total crew kapal	1350	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	360	kg
	Berat total	1710	kg
		1.710	ton
3	Berat Diesel Oil	3.800	ton
4	Berat Lubricating Oil	2.700	ton
5	Berat Fresh Water	24.495	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	4.000	ton
7	Berat bahan bakar untuk Generator Set	1.500	ton

Tabel V. 19. Rekapitulasi hasil perhitungan DWT

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	38.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	1.710	ton
3	Berat Diesel Oil	3.800	ton
4	Berat Lubricating Oil	2.700	ton
5	Berat Fresh Water	24.495	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	4.000	ton
7	Berat Bahan Bakar untuk Genset	1.500	ton
Total		76.205	ton

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa berat kapal DWT kapal katamaran ini adalah 78.799 ton.

V.7.2. Perhitungan berat LWT

Berat LWT merupakan berat kapal kosong dan terdiri dari berat pelat kapal, berat konstruksi lambung kapal, berat permesinan, dan peralatan yang digunakan. Dibawah ini akan dibahas mengenai perhitungan berat LWT. Berat LWT selengkapnya dapat dilihat pada Tabel V.20. di bawah ini.

Tabel V. 20. Perhitungan komponen berat LWT

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & CAD, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas dua lambung	543814459.7	mm ²
		543.814	m ²

Luasan transom bagian belakang	15680931.64	mm ²
	15.681	m ²
Luas tunnel	483953833.500	mm ²
	483.954	m ²
Total luasan lambung kapal	1043.449	m ²
Tebal pelat lambung	9	mm
	0.009	m
Volume shell plate = luas x tebal	9.391	m ³
<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
	2700	kg/m ³
Berat Total	25355.816	kg
	25.356	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>	
Luasan main deck kapal	522230274.382	mm ²
Luasan upper deck kapal	396706761.817	mm ³
Total luasan geladak kapal	918.937	m ²
Tebal pelat geladak	6	mm
	0.006	m
Volume shell plate = luas x tebal	5.514	m ³
<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
	2700	kg/m ³
Berat Total	14886.780	kg
	14.887	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>	
Berat aluminium lambung + geladak kapal	40.243	ton
20% dari berat aluminium kapal	8.049	ton
Berat Konstruksi Total	8.049	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	
Luas permukaan dinding di Main Deck	351677894	mm ²
Luas permukaan dinding di Upper Deck	138886889.3	mm ²
Luas permukaan dinding di Navigation Deck	248347760	mm ²
Luasan permukaan total	738.9125433	m ²
Ketebalan pelat aluminium	6	mm

	Berat jenis aluminium	2700	kg/m ³
	Volume shell plate = luas x tebal	4.43347526	m ³
	Berat	11.9703832	ton
	<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat konstruksi bangunan atas	2.39407664	ton
	Berat Total	14.36445984	ton
5	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum</i>		
	<i>material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang Railing	56.000	m
	Diameter pipa	0.050	m
	Tebal pipa	3.000	mm
		0.003	m
	Luas permukaan railing	8.796	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.026	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	71.251	kg
		0.071	ton
6	Berat Tiang Penyangga		
	<i>Tiang Penyangga dipasang di setiap jarak gading besar</i>		
	<i>material tiang menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Tinggi Tiang	2.000	m
	Jumlah Tiang	30.000	
	Diameter Pipa	0.050	m
	Tebal pipa	0.003	m
	Luas permukaan tiang	9.425	m ²
	Volume Tiang	0.028	
	<i>r</i> aluminium	2700.000	kg/m ³
	Berat Total	76.341	kg
		0.076	ton
7	Equipment & Outfitting		
	Berat Kursi Penumpang	6.000	kg
	Jumlah kursi	409	
	Berat total kursi	2454.000	kg
	Jangkar	340.000	kg
	Peralatan Navigasi	300.000	kg
	Life Boat	8754.000	kg

	Life Raft	560.000	kg
	Berat Total	12408.000	kg
		12.408	ton
8	Berat Atap Kapal		
	<i>Material atap menggunakan pelat aluminium dengan tebal 6 mm</i>		
	<i>Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software CAD</i>		
	Luas atap kapal	73652887	mm ²
		73.653	m ²
	Tebal pelat	6.000	mm
		0.006	m
	Volume atap = luas x tebal	0.442	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	1193.177	kg
		1.193	ton
9	Berat Kaca		
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software CAD</i>		
	Luas kaca	58728978	mm ²
		58.729	m ²
	Tebal kaca	5.000	mm
		0.005	m
	Volume kaca = luas x tebal	0.294	m ³
	<i>r</i> kaca	2.56	gr/cm ³
		2560	kg/m ³
	Berat Total	751.731	kg
		0.752	ton
10	Genset		
	Berat	4327.000	kg
	jumlah	2.000	unit
	Berat Total	8654.000	kg
		8.654	ton
11	Berat Inboard Motor		
	<i>Diambil dari katalog Anglo Belgian Corporation</i>		
	Jumlah Inboard motor	2	unit
	Berat Inboard motor	13905.000	kg/unit
	Berat Total	27810.000	kg
		27.810	ton

Tabel V. 21. Rekapitulasi hasil perhitungan LWT

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	25.356	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	14.887	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	8.049	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	14.364	ton
5	Berat Railing	0.071	ton
6	Tiang Penyangga	0.076	ton
7	Equipment & Outfitting	12.408	ton
8	Berat Atap Kapal	1.193	ton
9	Berat Kaca	0.752	ton
10	Berat Intboard Motor	27.810	ton
11	Generator Set (Genset)	8.654	ton
Total		113.620	ton

Tabel V. 22. Total berat DWT dan LWT

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	76.205	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	113.620	ton
Total		189.825	ton

V.8. Perhitungan *Freeboard*

Untuk perhitungan *Freeboard*, semua rumus yang diberikan mengacu pada "International Convention of Load Lines 1966, Chapter 3". Hasil yang didapatkan adalah tinggi minimum *freeboard* yang diijinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan rute pelayaran international.

Berdasarkan load lines batasan *freeboard* adalah $actual\ freeboard \geq minimum\ freeboard$ dimana:

- *Actual freeboard* merupakan tinggi *freeboard* yang sebenarnya (H-T)
- Sedangkan *freeboard* minimum adalah hasil perhitungan menurut ICLL 1966 beserta koreksinya.

Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Actual Freeboard} &= H - T \\
 &= 3,8 - 1,4 \\
 &= 2,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 23. *Freeboard* hasil dari perhitungan

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	1.656	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.4	m
Kondisi	Diterima	

Karena *actual freeboard* lebih besar sama dengan dari *minimum freeboard*, maka *freeboard* kapal yang direncanakan memenuhi persyaratan ICLL 1966.

V.9. Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan berdasarkan *SOLAS Chapter II-1, Part B-1, Reg 5-1*. Dalam aturan tersebut, untuk melakukan pemeriksaan sarat dan trim kapal tidak boleh lebih dari $\pm 0.5\%$ · LWL. Kemudian perhitungan trim kapal didapatkan dari *Maxsurf Stability Enterprise*:

$$\begin{aligned} \text{Batasan trim} &= \pm 0.5\% \cdot \text{LWL} \\ &= 0.5\% \cdot 44,0 \\ &= \pm 0,220 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan trim berdasarkan Maxsurf Stability Enterprise} &= \\ &= + 0,051 \text{ m} \end{aligned}$$

Pengecekan kondisi dan kriteria trim

$$\text{Kondisi} = \text{Trim Buritan}$$

$$\begin{aligned} \text{Batasan} &= 0,5\% \times \text{Lwl} \\ &= \pm 0,220 \text{ m} \end{aligned}$$


$$\text{Trim kapal} = + 0,051 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai trim tidak melebihi syarat maksimal, maka trim memenuhi.

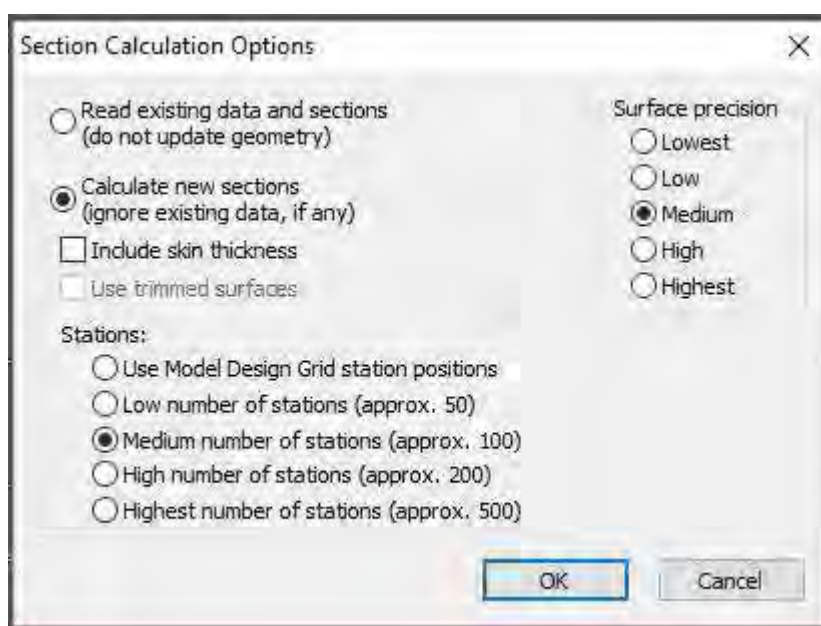
V.10. Perhitungan Stabilitas

V.10.1. Langkah Perhitungan Stabilitas Dengan Menggunakan *Hydromax*

Langkah-langkah pemeriksaan stabilitas menggunakan *software Hydromax Profesional* adalah sebagai berikut :


1. Buka *software Hydromax Profesional*, klik *file-open* atau klik ikon  dan buka file hasil pemodelan lambung kapal wisata katamaran. Pada kotak dialog *Section Calculation Options* pilih *Calculate mew sections (ignore existing data, if any)*, karena analisis pada file ini belum

pernah dilakukan sebelumnya. Pada pilihan stasion pilih 100 *medium number of stations* dan pilih *medium* pada jenis *surface precision*.



Gambar V. 3. Kotak dialog section calculation options

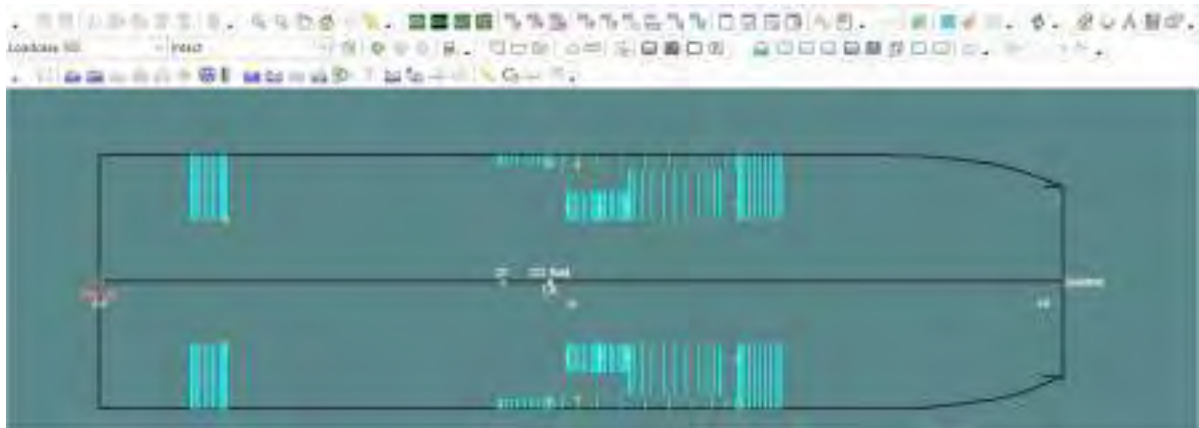
2. Perencanaan Letak Tangki-tangki *Consumable*

Tangki-tangki *consumable* meliputi tangki air tawar, tangki bahan bakar, tangki pelumas, tangki *diesel oil*, tangki *slop* dan tangki *ballast* sebagai penyeimbang kapal ketika tangki *consumable* yang lain dalam kondisi tidak terisi penuh. Penambahan tangki dilakukan dengan cara klik menu *window-input* dan pilih *compartement definition* atau klik ikon . Peletakan tangki-tangki *consumable* sesuai dengan posisi pada *general arrangement*.

Tabel V. 24. Posisi peletakan tangki-tangki *consumable*

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	Slop tk port	Tank	100	100	0,913	Waterpl. area	none	4,251	5,851	-5,9	-2,9	3,798	2,398
2	Slop tk stbd	Tank	100	100	0,913	Waterpl. area	none	4,251	5,851	2,9	5,9	3,798	2,398
3	Diesel tk port	Tank	100	100	0,84	Heel deg	none	18,573	20,973	-5,9	-5,47	2,4	0,4
4	Diesel tk stbd	Tank	100	100	0,84	Heel deg	none	18,573	20,973	5,47	5,9	2,4	0,4
5	Fuel tk port	Tank	100	100	0,9443	Draft at FP m	none	21,768	23,269	-4,2	-2,9	2,1	0,4
6	Fuel tk stbd	Tank	100	100	0,9443	Draft at FP m	none	21,768	23,269	2,9	4,2	2,1	0,4
7	Lub tk port	Tank	100	100	0,92	Draft at AP m	none	23,269	24,568	-4,2	-2,9	2,1	0,4
8	Lub tk stbd	Tank	100	100	0,92	Draft at AP m	none	23,269	24,568	2,9	4,2	2,1	0,4
9	FW tk port	Tank	100	100	1	Displacement	none	24,618	28,95	-5,2	-2,9	2,1	0,4
10	FW tk stbd	Tank	100	100	1	Displacement	none	24,618	28,95	2,9	5,2	2,1	0,4
11	Ballast port	Tank	100	100	1,025	Draft Amidshi	none	20,973	29,758	-5,9	-5,4	3,6	0,4
12	Ballast stbd	Tank	100	100	1,025	Draft Amidshi	none	20,973	29,758	5,4	5,9	3,6	0,4
13	Ballast port FP	Tank	100	100	1,025		none	29,759	31,758	-5,9	-2,9	3,6	0,4
14	Ballast stbd FP	Tank	100	100	1,025		none	29,758	31,758	2,9	5,9	3,6	0,4

Pada Gambar V. 4 dapat dilihat posisi tangki-tangki air tawar, bahan bakar, pelumas, dan sebagainya.



Gambar V. 4. Peletakan tangki-tangki consumable tampak atas pada Maxsurf Hydromax

3. Penentuan Massa Jenis Muatan

Pada *software maxsurf hydromax professional* terdapat analisis massa jenis (*density*) muatan yang dapat dilihat pada menu *analysis – density*. Tampilan kotak dialog *density* dapat dilihat pada Gambar V.5.

	Fluid	Code	Specific gravity	Density tonne/m ³	Density bbls/t	API Gravity	Co
1	Sea Water	S	1,0250	1,0250	6,1364		
2	Draft Amidships	1,	1,0250	1,0250	6,1364		
3	Displacement t	17	1,0000	1,0000	6,2898		
4	Heel deg	0,	0,8400	0,8400	7,4879	36,95	
5	Draft at FP m	F	0,9443	0,9443	6,6608	18,35	
6	Draft at AP m	L	0,9200	0,9200	6,8368	22,30	
7	Draft at LCF m	C	0,8883	0,8883	7,0807	27,79	
8	Trim (+ve by st	DMA	0,8900	0,8900	7,0672	27,49	
9	WL Length m	43	0,9000	0,9000	6,9887	25,72	
10	Beam max exten	11	0,9200	0,9200	6,8368	22,30	
11	Wetted Area m ²	32	0,7499	0,7499	8,3875	57,19	
12	Waterpl. Area m ²	20	0,7499	0,7499	8,3875	57,19	
13	Prismatic coeff	J	0,8203	0,8203	7,6677	41,00	
14	Block coeff. (C	M	0,7471	0,7471	8,4190	57,90	
15	Max Sect. area	GO	0,8524	0,8524	7,3789	34,50	
16	Waterpl. area c	SL	0,9130	0,9130	6,8892	23,48	
17	LCB from zero p	18	1,0000	1,0000	6,2898	10,00	
18	LCF from zero p	C2	1,0000	1,0000	6,2898	10,00	




Buttons: Default Densities, OK, Cancel

Gambar V.5. Analisis density pada Maxsurf Hydromax

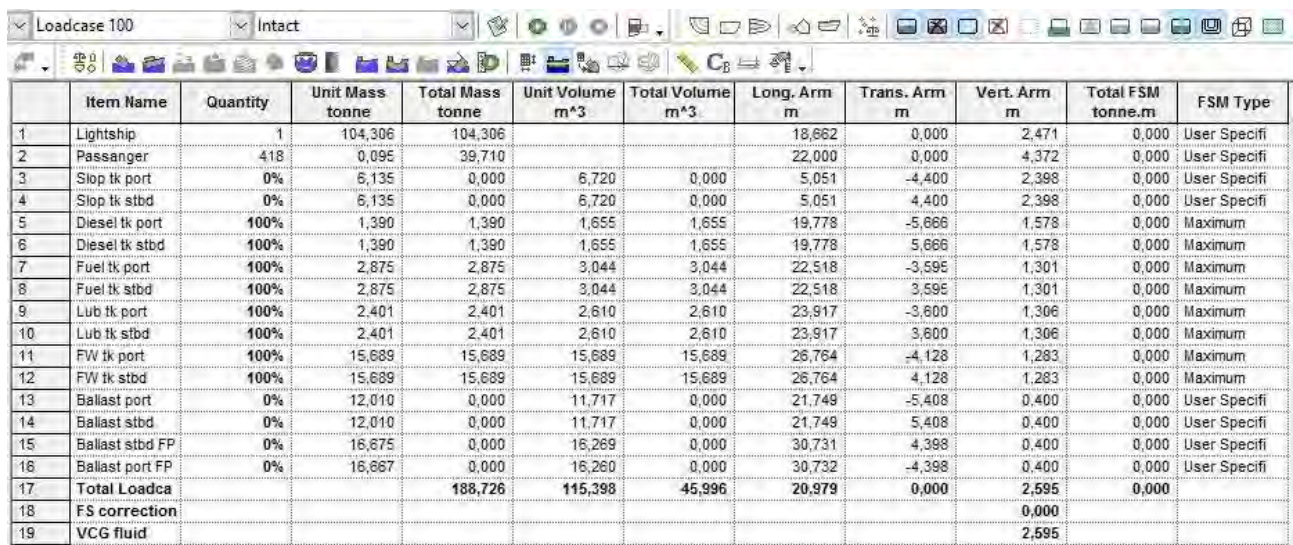
4. Tank Calibration

Setelah perencanaan tangki dan penentuan massa jenis tangki selanjutnya dilakukan analisis kapasitas dan titik berat tangki dengan cara analisis kalibrasi tangki (*tank calibration*). Kalibrasi tangki dilakukan dengan langkah klik menu *Analysis – Set Analysis Type*, pilih *Tank Calibration*, dan *Start Tank Calibration*.

5. Perencanaan Kondisi Pemuatan (*Loadcase*)

Kondisi pemuatan pada *maxsurf hydromax* dilakukan dengan langkah klik menu *window – loadcase* atau klik ikon . Untuk membuat loadcase lebih dari satu bisa ditambahkan dengan klik menu *file – new loadcase* atau klik ikon . Karena sebelumnya sudah dilakukan *tank calibration*, maka tangki-tangki yang telah direncanakan secara otomatis akan masuk pada data *loadcase*. Sedangkan untuk berat dan titik berat *lightship* dan muatan yang terdiri dari penumpang ditambahkan secara manual dengan cara klik ikon . Berat dan titik berat muatan dimasukkan berdasarkan hasil penyebaran berat pada perhitungan dan pemeriksaan berat dan titik berat kapal. Data kondisi *loadcase* 100 dapat dilihat pada Tabel V.23. Sedangkan untuk data *loadcase* selengkapnya dapat dilihat di lampiran.

Tabel V. 25. Data Kondisi Pemuatan (*Loadcase*) 100




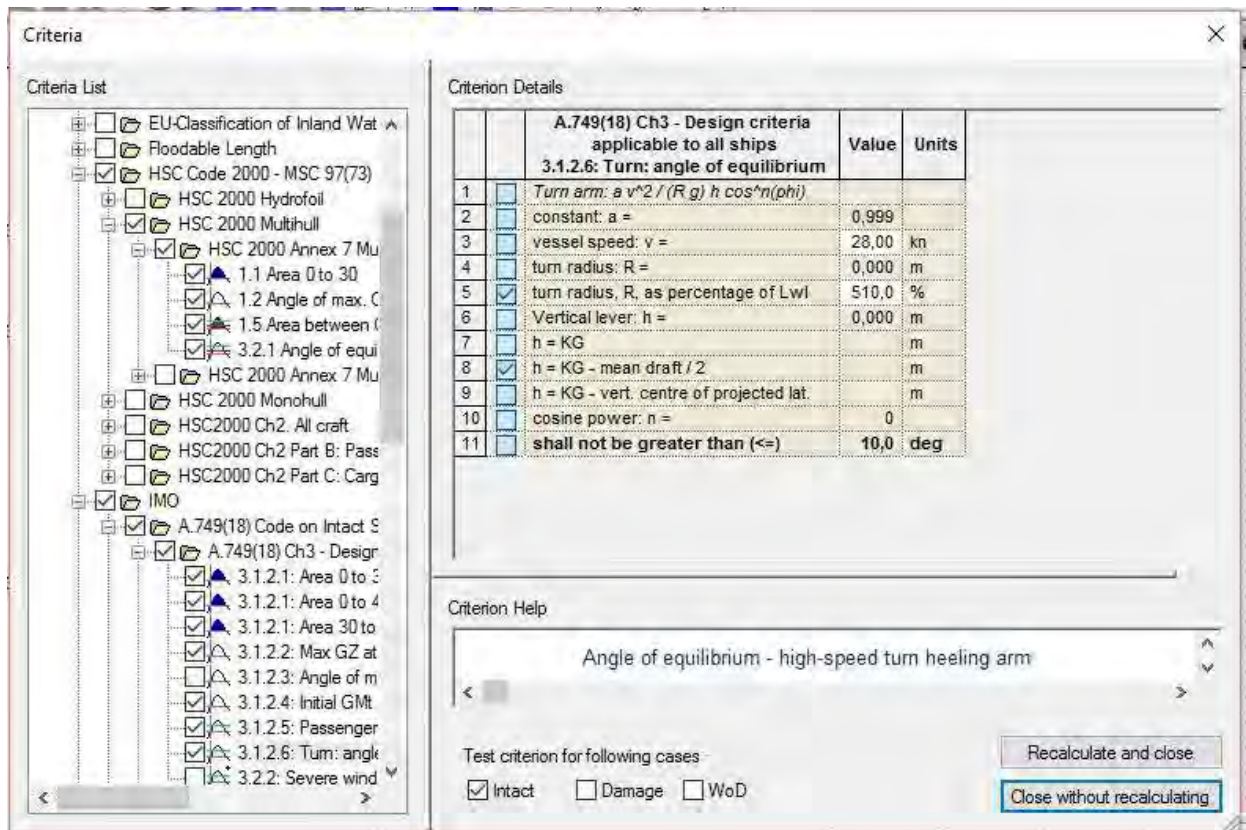
	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	104,306	104,306			18,662	0,000	2,471	0,000	User Specifi
2	Passanger	418	0,095	39,710			22,000	0,000	4,372	0,000	User Specifi
3	Slop tk port	0%	6,135	0,000	6,720	0,000	5,051	-4,400	2,398	0,000	User Specifi
4	Slop tk stbd	0%	6,135	0,000	6,720	0,000	5,051	4,400	2,398	0,000	User Specifi
5	Diesel tk port	100%	1,390	1,390	1,655	1,655	19,778	-5,666	1,578	0,000	Maximum
6	Diesel tk stbd	100%	1,390	1,390	1,655	1,655	19,778	5,666	1,578	0,000	Maximum
7	Fuel tk port	100%	2,875	2,875	3,044	3,044	22,518	-3,595	1,301	0,000	Maximum
8	Fuel tk stbd	100%	2,875	2,875	3,044	3,044	22,518	3,595	1,301	0,000	Maximum
9	Lub tk port	100%	2,401	2,401	2,610	2,610	23,917	-3,600	1,306	0,000	Maximum
10	Lub tk stbd	100%	2,401	2,401	2,610	2,610	23,917	3,600	1,306	0,000	Maximum
11	FW tk port	100%	15,689	15,689	15,689	15,689	26,764	-4,128	1,283	0,000	Maximum
12	FW tk stbd	100%	15,689	15,689	15,689	15,689	26,764	4,128	1,283	0,000	Maximum
13	Ballast port	0%	12,010	0,000	11,717	0,000	21,749	-5,408	0,400	0,000	User Specifi
14	Ballast stbd	0%	12,010	0,000	11,717	0,000	21,749	5,408	0,400	0,000	User Specifi
15	Ballast stbd FP	0%	16,675	0,000	16,269	0,000	30,731	4,398	0,400	0,000	User Specifi
16	Ballast port FP	0%	16,667	0,000	16,260	0,000	30,732	-4,398	0,400	0,000	User Specifi
17	Total Loadca			188,726	115,398	45,996	20,979	0,000	2,595	0,000	
18	FS correction								0,000		
19	VCG fluid								2,595		

V.10.2. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas


Stabilitas merupakan salah satu kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*Loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang katamaran yang mengacu pada *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut :

- a. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $0^{\circ} - 30^{\circ}$ tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad atau 3.151 m.deg.
- b. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $0^{\circ} - 40^{\circ}$ tidak boleh kurang dari 0.090 m.rad atau 5.157 m.deg.
- c. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $30^{\circ} - 40^{\circ}$ atau antara sudut *downflooding* (θ_f) dan 30° jika nilai GZ maksimum tidak mencapai 40° , tidak boleh kurang dari 0.030 m.rad atau 1.719 m.deg.
- d. Lengan pengembali GZ pada sudut oleh sama dengan atau lebih dari 30° minimal 0.200 m.
- e. Lengan pengembali maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya mencapai 30° atau lebih, tetapi tidak kurang dari 10° .
- f. Tinggi titik metacenter awal (GMo) tidak boleh kurang dari 0.15 m.
- g. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi penumpang berkelompok pada satu sisi kapal tidak boleh lebih dari 10° . Berat standar setiap penumpang adalah 75 kg, atau boleh kurang tetapi tidak boleh kurang dari 60 kg.
- h. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi kapal berbelok (*turning*) tidak boleh lebih dari 10° .

Pada *maxsurf hydromax* analisis kriteria stabilitas dapat diatur melalui menu *analysis – criteria*. Klik menu *analysis*, pilih submenu kriteria atau klik ikon . Pada kotak dialog *criteria* terdapat banyak pilihan kriteria untuk analisis stabilitas. Agar mempermudah dalam melakukan analisis maka dibuat folder baru khusus untuk perhitungan kapal ini. Pada folder tersebut berisikan kriteria-kriteria yang mengacu pada *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar V.6. Kotak dialog kriteria

Setelah dilakukan pengaturan kriteria stabilitas, hasil analisis stabilitas dapat langsung dilakukan dengan *carastart analysis*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *Analysis Type*, pilih *Large Angle Stability*, dan klik *start analysis* atau klik ikon . Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah dilakukan *start analysis* pada setiap kondisi *loadcase*. Berikut hasil dari tiap *loadcase* :

Kondisi muatan *consummable* 100%

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

A30 min	= 3.151	meter.deg
A30 sebenarnya	= 93.262	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

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

A40min	= 5.157	meter.deg
A40 sebenarnya	= 125.202	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 1.719 m.deg

A30-40 min	= 1.719	meter.deg
A30-40 sebenarnya	= 31.940	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min	= 0.200	meter
GZ 30° sebenarnya	= 3.442	meter
Kondisi	= Accepted	

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

GZ _{max} min	= 10	derajat
GZ _{max}	= 16	derajat
Kondisi	= Accepted	

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.150 meter

GM min	= 0.150	meter
GM	= 22.339	meter
Kondisi	= Accepted	

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max	= 10.00	derajat
Crowding arm	= 2.5	derajat
Kondisi	= Accepted	

8. Kondisi oleng kapal saat berbelok tidak boleh lebih dari 10°

Turn angle max	= 10.00	derajat
Turn angle	= 0.5	derajat

Kondisi muatan *consummable* 75%

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

A30 min	= 3.151	meter.deg
A30 sebenarnya	= 92.590	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

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

A40min	= 5.157	meter.deg
A40 sebenarnya	= 124.005	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 1.719 m.deg

A30-40 min	= 1.719	meter.deg
A30-40 sebenarnya	= 31.415	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min	= 0.200	meter
GZ 30° sebenarnya	= 3.396	meter
Kondisi	= Accepted	

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

GZ _{max} min	= 10	derajat
GZ _{max}	= 16	derajat
Kondisi	= Accepted	

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.150 meter

GM min	= 0.150	meter
GM	= 22.155	meter
Kondisi	= Accepted	

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max	= 10.00	derajat
Crowding arm	= 2.5	derajat
Kondisi	= Accepted	

8. Kondisi oleng kapal saat berbelok tidak boleh lebih dari 10°

Turn angle max	= 10.00	derajat
Turn angle	= 0.5	derajat

Kondisi muatan *consummable* 50%

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

A30 min	= 3.151	meter.deg
A30 sebenarnya	= 92.386	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

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

A40min	= 5.157	meter.deg
A40 sebenarnya	= 123.869	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 1.719 m.deg

A30-40 min	= 1.719	meter.deg
A30-40 sebenarnya	= 31.483	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min	= 0.200	meter
GZ 30° sebenarnya	= 3.402	meter
Kondisi	= Accepted	

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

GZ _{max} min	= 10	derajat
GZ _{max}	= 16	derajat
Kondisi	= Accepted	

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.150 meter

GM min	= 0.150	meter
GM	= 21.765	meter
Kondisi	= Accepted	

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max	= 10.00	derajat
Crowding arm	= 2.5	derajat
Kondisi	= Accepted	

8. Kondisi oleng kapal saat berbelok tidak boleh lebih dari 10°

Turn angle max	= 10.00	derajat
Turn angle	= 0.5	derajat

Kondisi muatan *consummable* 10%

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

A30 min	= 3.151	meter.deg
A30 sebenarnya	= 91.604	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

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

A40min	= 5.157	meter.deg
A40 sebenarnya	= 122.140	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 1.719 m.deg

A30-40 min	= 1.719	meter.deg
A30-40 sebenarnya	= 30.536	meter.deg
Kondisi	= Accepted	

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min	= 0.200	meter
GZ 30° sebenarnya	= 3.318	meter
Kondisi	= Accepted	

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

GZ _{max} min	= 10	derajat
GZ _{max}	= 15.5	derajat
Kondisi	= Accepted	

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.150 meter

GM min	= 0.150	meter
GM	= 21.827	meter
Kondisi	= Accepted	

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max	= 10.00	derajat
Crowding arm	= 2.6	derajat
Kondisi	= Accepted	

8. Kondisi oleng kapal saat berbelok tidak boleh lebih dari 10°

Turn angle max	= 10.00	derajat
Turn angle	= 0.5	derajat

V.11. Pembuatan Rencana Garis

Setelah semua perhitungan selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. *Lines Plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal

memanjang (*half breadth plan*). *Lines Plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang sesuai, terutama desain ruang muat.

Ada banyak cara membuat *Lines Plan*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode literasi *sample design* pada *software Maxsurf*. Langkah awal dalam membuat *Lines Plan* adalah mencari data kapal terdahulu (*parent ship*). Kemudian kapal tersebut karakteristiknya disesuaikan dengan kapal yang direncanakan. Setelah itu dilakukan penyempurnaan menggunakan *software CAD*. Dalam menggambar *half breadth plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut.

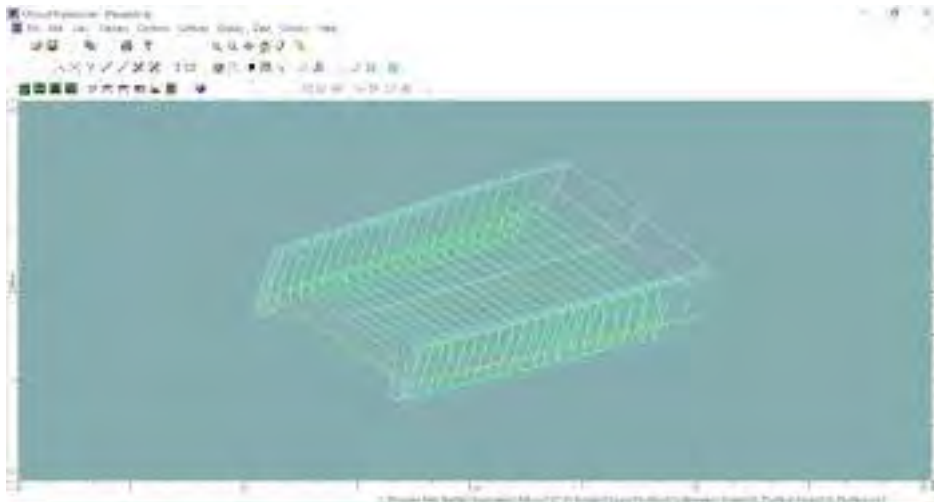
Langkah - langkah pengerjaan Rencana Garis kapal adalah sebagai berikut :

1. Membuka jendela awal *software maxsurf*



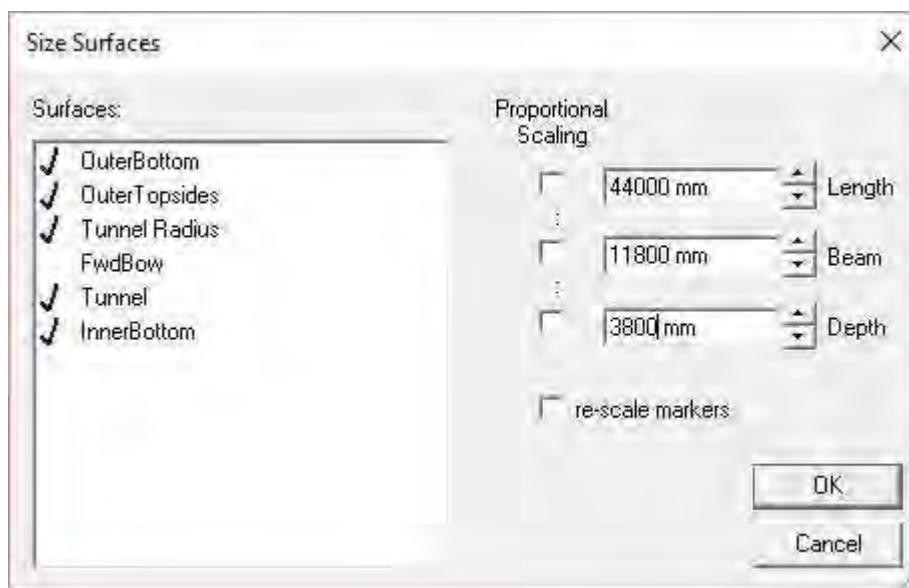
Gambar V.7. Jendela Awal *Maxsurf*

2. Menginput Parent Ship sesuai dengan jenis kapal yang akan dibuat



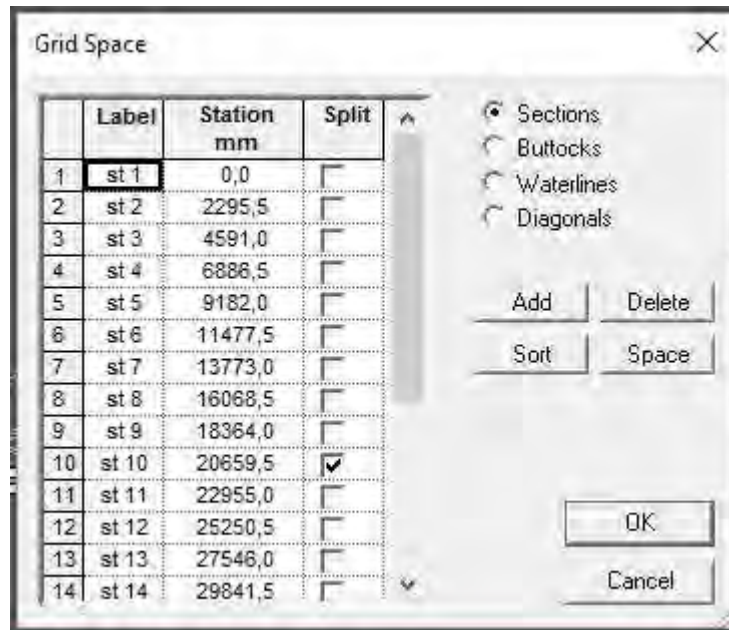
Gambar V.8. Parent kapal penumpang katamaran

3. Menentukan ukuran utama kapal pada *size surface*



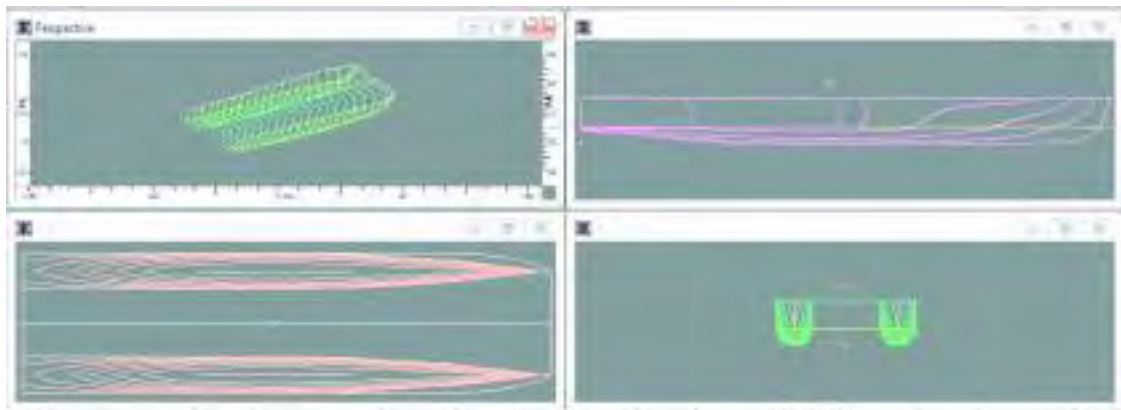
Gambar V.9. Menentukan Ukuran Utama Kapal Pada *Size Surface*

4. Membagi *stations*, *buttock lines* dan *water lines* pada *design grid*



Gambar V. 10. Mengatur *Stations*, *Buttock Lines* Dan *Waterlines*

5. Meng-*export Lines Plan* yang telah dibuat pada *CAD*



Gambar V.11. *Lines Plan* kapal penumpang katamaran sebelum di *Export*

Setelah bentuk *Lines Plan* sesuai dengan yang diinginkan, pembuatan Rencana Garis mendekati tahap akhir. Model dapat langsung di-*export* ke format *dxf* untuk diperhalus dengan *software CAD*. Untuk menyimpan Rencana Garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file>export> DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klikok dan *save file* baru tersebut.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *half-breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya dalam satu *file.dwg* yang merupakan *output* dari *software*

CAD. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada Rencana Garis yang telah didapat dan dapat dilihat pada Gambar V.12.

V.12. Pembuatan Rencana Umum

Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *General Arrangement* dari *public catamaran boat*. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software CAD*.

Menurut (Taggart, 1980), karakteristik rencana umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain:

- a. Penentuan lokasi ruang utama
- b. Penentuan batas-batas ruangan
- c. Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
- d. Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement* katamaran ini adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang leluasa untuk penumpang dan menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- a. Ruang penumpang
- b. Kamar mesin
- c. Tangki-tangki (bahan bakar, *ballast*, air tawar, dll)

Pada saat yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain yang harus diutamakan seperti:

- a. Sekat kedap masing-masing ruangan
- b. Stabilitas yang cukup
- c. Struktur / konstruksi
- d. Penyediaan akses yang cukup

Penyusunan rencana umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya bisa didapat dari data rencana umum kapal-kapal pembanding yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang sedang dirancang. Pendekatan penyelesaian permasalahan rencana umum harus didasarkan pada informasi minimum yang meliputi :

- Penentuan volume ruang muat berdasarkan jenis dan jumlah muatan yang dimuat.

- Metode penyimpanan dan bongkar muat muatan.
- Penentuan volume ruangan untuk kamar mesin berdasarkan jenis dan dimensi mesin.
- Penentuan volume ruangan akomodasi berdasarkan jumlah *crew*, penumpang dan standar akomodasi.
- Penentuan volume tangki-tangki terutama untuk bahan bakar dan ballast berdasarkan jenis mesin, jenis bahan bakar, dan radius pelayaran.
- Penentuan pembagian dan pembatasan jarak sekat melintang.
- Penentuan dimensi kapal (L, B, H, dan T).
- *Lines plan* yang telah dibuat sebelumnya.

Setelah semua langkah tersebut dipenuhi dan desain kapal sudah jadi maka diperlukan pengecekan kembali atas ukuran-ukuran utama apakah sudah sesuai dengan yang ditentukan atau belum.

Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal secara keseluruhan. Hal ini berfungsi sebagai daya tarik untuk penumpang. Semakin menarik desain kapal wisata maka semakin banyak pula penumpang yang akan menggunakannya. Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal. Hal ini berfungsi agar perhitungan teknis dengan gambar kapal tidak rancu.

Langkah pertama yang dilakukan untuk pembuatan *General Arrangement* katamaran adalah membuat sket peletakan peralatan yang terdapat pada *main deck*. Peralatan yang terdapat pada *main deck* terdiri dari kursi dan meja penumpang, ruang ruang kemudi, *bar*, serta toilet. Pembuatan sket dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan penumpang. Peletakan kursi dan meja harus diatur sedemikian rupa sehingga masih tetap memberikan ruang gerak yang luas untuk penumpang.

Kemudian setelah sket *main deck* selesai dibuat, langkah berikutnya adalah dengan menyempurnakan gambar tampak atas (*top view*) *General Arrangement* pada *main deck*. Dari gambar *top view* kemudian dibuat gambar *side view* kapal. Gambar *General Arrangement* katamaran dapat dilihat pada Gambar V.13.

V.12.1 Data Utama Kapal

Tabel V. 26. Data ukuran utama kapal

UKURAN UTAMA KAPAL	
Type Kapal	: Passenger Ship
Loa	: 44.9 m

Lwl	: 44.0 m
Sarat (T)	: 1.4 m
Lebar (B)	: 11.8 m
Tinggi (H)	: 3.8 m
Kecepatan dinas	: 28 knot
Block Coefficient	: 0.491

V.12.2. Penentuan Panjang Konstruksi

Adapun perhitungan L konstruksi sebagai berikut :

- $0.96 \text{ LWL} = 0.96 * 44.0$
= 42.24 m
- $0.97 \text{ LWL} = 0.97 * 44.0$
= 42.68 m
- $L_{pp} = 44 \text{ m}$

Sesuai dengan ketentuan, maka $L_{\text{Konstruksi}} = 42.68 \text{ m}$.

V.12.3. Penentuan Jarak Gading

Untuk jarak gading direncanakan sebesar 0.6 m. (LR, 2016)

V.12.4. Tinggi Floor

Tinggi minimal *floor* pada kapal penumpang katamaran berbahan aluminium didapatkan 322.3 mm dan direncanakan sebesar 400 mm. (LR, 2016)

V.12.5. Perencanaan Sekat Kedap

Dalam perencanaannya, sekat-sekat kedap yang akan digunakan antara lain :

- 1 sekat tubrukan (*collision bulkhead*)
- 2 sekat ruang muat
- 1 sekat depan kamar mesin
- 1 sekat ceruk buritan

V.12.6. Perencanaan Tangki

a. Tangki Bahan Bakar (*Fuel Oil Tank*)

Tangki fuel oil diletakkan didepan kamar mesin, sebelah tanki *diesel oil* sepanjang 2 jarak gading, tepatnya pada gading no.35 s/d no. 37. (6.088 m³)

b. Tangki Air Kotor (*Slop Tank*)

Tangki air kotor diletakkan pada belakang kamar mesin sepanjang 2 jarak gading, tepatnya gading no.5 s/d no. 7. (13.440 m³)

c. Tangki Air Tawar

Tangki air tawar diletakkan di depan kamar mesin yaitu dari gading no.40 s/d no. 48. (31.378 m³)

d. Tangki *Ballast*

Tangki ballast yang direncanakan terdiri dari 2 tangki *ballast* tengah kapal dan 2 tangki *ballast* haluan. Adapun peletakkannya adalah sebagai berikut:

- Tangki ballast tengah kapal : sepanjang 15 jarak gading, tepatnya pada gading no.33 s/d no. 48 pada masing-masing sisi *portside* dan *starboard* kapal. (23.434 m³)
- Tangki ballast haluan : sepanjang 4 jarak gading, tepatnya pada gading no. 48 s/d no. 52 pada masing-masing sisi *portside* dan *starboard* kapal. (32.538 m³)

e. Tangki *Diesel Oil*

Tangki *diesel oil* diletakkan didepan kamar mesin yaitu dari gading no.30 s/d no.33. (5.220 m³)

f. Tangki *Lubricating Oil*

Tangki *lubricating oil* diletakkan didepan kamar mesin yaitu dari gading no.38 s/d no.40. (3.310 m³)

V.12.7. Perencanaan Lampu Navigasi

a. Anchor Light (lampu jangkar)

- Jumlahnya 1 buah.
- Dipergunakan pada waktu kapal sedang lego jangkar agar kapal lain mengetahui bahwa suatu kapal sedang melego jangkar.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 360⁰.
- Tinggi dari geladak 6 m.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 3 mil
- Lampu jangkar buritan dipasang bila dilengkapi dengan jangkar buritan.

b. Mast Head Light

- Berfungsi agar tidak terjadi tubrukan pada saat kapal berlayar (untuk mengetahui arah gerakan kapal).

- Jumlahnya 2 buah. Lampu pertama berjarak terendah 6 m dari geladak utama dan tertinggi 12 m. Lampu kedua berjarak 4.5 m dari lampu pertama.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 225° .
- Dapat dilihat pada jarak minimal 5 mil.

c. Side Light (lampu samping)

- Berfungsi untuk untuk membedakan sisi kiri dan kanan kapal.
- Jumlahnya 2 buah diletakkan masing-masing di sisi kiri dan kanan geladak navigasi.
- Warna merah pada lambung sisi kiri dan warna hijau pada lambung sisi kanan.
- Sudut sinar $112,5^{\circ}$.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.
- Tinggi lampu dari geladak utama adalah $\frac{3}{4}$ tinggi mast *head light* depan.

d. Stern Light (lampu Belakang)

- Jumlah 1 buah.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 135° .
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.
- Diletakan dibelakang kapal dan tinggi 2 m dari geladak.

e. Red Light

- Red light berfungsi sebagai lampu rambu - rambu pada saat cuaca berkabut atau saat kapal kandas.
- Jumlah 2 buah dan diletakkan pada mast atau tiang muatan. Daya lampu masing masing 200 watt.
- Sudut penyinaran lampu 360° .
- Dapat dilihat sampai sejauh 2 mil.

V.13. Pembuatan *Safety Plan Arrangement*

Dari gambar *General Arrangement* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *Safety Plan Arrangement* dari *public catamaran boat*. *Safety Plan Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan keselamatan dengan fungsi dan perlengkapan pada kapal. Keselamatan di kapal merupakan isu yang sangat penting, pada kondisi di tengah laut akan sulit mencari bantuan

jika terjadi masalah. Oleh karena itu keselamatan di kapal termasuk peralatannya sangat diperhatikan, untuk itu aturan mengenai keselamatan di laut diatur dalam SOLAS (*Safety of Life at Sea*).

Life Saving Appliance merupakan sebuah standar keselamatan yang harus dipenuhi sebuah kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal bila terjadi bencana. Seluruh perlengkapan dan prosedur harus mendapat persetujuan dari kelas. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan tersebut harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik. Semua *life saving appliance* harus:

- Dikerjakan dengan material dan tenaga kerja yang tepat.
- Tidak rusak saat disimpan pada suhu udara -30°C hingga $+65^{\circ}\text{C}$
- Jika digunakan di dalam air, maka suhu yang diijinkan adalah -1°C hingga $+30^{\circ}\text{C}$.
- Dapat digunakan, tahan lapuk, tahan korosi, dan tidak terpengaruh dengan serangan air laut, minyak, dan jamur.
- Jika terpapar sinar matahari secara langsung, tetap tahan terhadap penurunan kondisi.
- Memiliki warna mencolok pada semua bagian untuk mempermudah pencarian.

V.13.1. Perencanaan *Life Boat*

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Life-saving appliances and arrangements, Part B, Section II, Regulation 21*” mengenai *survival craft and rescue boats*, jumlah *life boat* pada kapal penumpang dengan pelayaran internasional diwajibkan memiliki *life boat* yang dapat mengakomodasi tidak kurang dari 50% dari seluruh penumpang kapal di setiap sisi kapal (100% pada kedua sisi kapal). Sehingga dengan jumlah penumpang sebesar 400 orang, *life boat* di setiap sisi kapal harus dapat mengangkut setidaknya 200 orang.

Pada perencanaan *life boat*, digunakan 4 buah *life boat* dengan kapasitas 100 orang dengan peletakkannya sebagai berikut:

- 1 buah *life boat* di *portside upper deck*
- 1 buah *life boat* di *starboard side upper deck*
- 1 buah *life boat* di *portside main deck*
- 1 buah *life boat* di *starboard side main deck*

V.13.2. Perencanaan Rakit Penolong (*Life Raft*)

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Regulation 13*”, peletakan *liferaft* pada kapal adalah sebagai berikut:

- *Liferaft* diletakkan sehingga satu liferaft atau satu set *liferaft* dapat diluncurkan secara manual dari tempat pengamannya
- *David launched liferaft* diletakkan dalam jangkauan *lift hook*
- *Liferaft* siap digunakan untuk kedua sisi, kecuali jika telah memenuhi persyaratan kapasitas dapat diletakkan pada tiap sisi kapal.

Jumlah *liferaft* yang digunakan adalah 7 buah dengan kapasitas 25 orang. *Liferaft* ini akan diletakkan menggantung di pinggir sebelah kanan kapal (*starboard side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).

V.13.3. Perencanaan Pelampung (*Lifebuoys*)

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Regulation 7*”, ketentuan *lifebuoys* pada kapal adalah sebagai berikut:

- *Lifebuoys* harus tersedia dan terdistribusi di sepanjang kapal pada kedua sisinya. Setidaknya satu pelampung di diletakkan pada ujung buritan
- Diletakkan dan dapat diambil dengan cepat, tidak dipasang dengan kondisi permanen
- Setidaknya satu *lifebuoy* dipasang pada setiap sisi memiliki *bouyant lifeline*, memiliki panjang tidak kurang dari dua kali tinggi diletakkan diatas garis air atau 30 m, dipilih yang lebih besar.
- Tidak kurang dari setengah dari jumlah total *lifebuoys* harus dilengkapi dengan pelampung *self igniting lights*. Tidak kurang dari dua adalah *self igniting light* ini dilengkapi dengan *self activating smoke signal* yang dapat dengan cepat digunakan pada *navigation bridge*
- *Lifebuoys* dengan lampu dan mereka dengan lampu dan sinyal asap akan merata di kedua sisi kapal dan tidak diberi *lifeline*.

Untuk kapal dengan panjang dibawah 100 meter, ketentuan jumlah *lifebuoys* pada kapal minimal memiliki 8 buah *lifebuoys*.

V.13.4. Perencanaan Jaket Pelampung (*Lifejackets*)

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Regulation 7*” persyaratan *lifejackets* adalah sebagai berikut:

- *Lifejacket* harus disediakan untuk setiap orang yang berada di kapal
- Untuk petugas yang berjaga harus diletakkan pada *survival craft station* dengan jumlah yang cukup. Juga diletakkan pada *bridge, engine control room* pada tempat lain yang biasanya digunakan untuk tugas jaga.
- Penempatan *Lifejackets* di tempat-tempat yang mudah dijangkau dan posisinya ditandai agar mudah terlihat.

- *Lifejacket* untuk *lifeboat* tipe *free-fall*, harus tidak mengganggu pada saat memasuki *lifeboat* atau pada saat duduk.

Pada kapal yang didesain, *lifejackets* untuk penumpang tersedia dibawah kursi masing-masing kursi penumpang.

V.13.5. Peralatan *Fire Protection*

- **Alat pendeteksi (*detector*)**

Detektor asap dipasang di semua tangga, ruang kontrol, koridor dan jalur penyelamatan dalam ruang akomodasi sebagaimana diatur dalam “*SOLAS, Chapter II-2, Part C, Regulation 7*”. *Detector* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Smoke Detector*

Peletakan *smoke detector* diletakkan di semua tangga, koridor dan rute evakuasi.

2. *Infra-red flame Detector*

Flame detector dipasang pada lokasi dekat *fuel handling equipment*.

3. *Heat Detector*

Diterapkan pada lokasi yang jika *smoke detector* digunakan banyak terjadi *error*, semisal pada *galley*, dimana potensi timbulnya asap besar karena ada kegiatan memasak.

Pada perencanaan di kapal untuk *smoke detector* dipasang di semua bagian mulai dari *engine room, main deck, upper deck* dan *navigation deck*. Sedangkan untuk *heat detector* dipasang pada *main deck, upper deck* dan *engine room*.

- **Alat pemberi peringatan (*alarm*)**

1. Pendeteksi api tetap dan *fire alarm* dipasang pada *engine room*.

2. *Manually operated call points*:

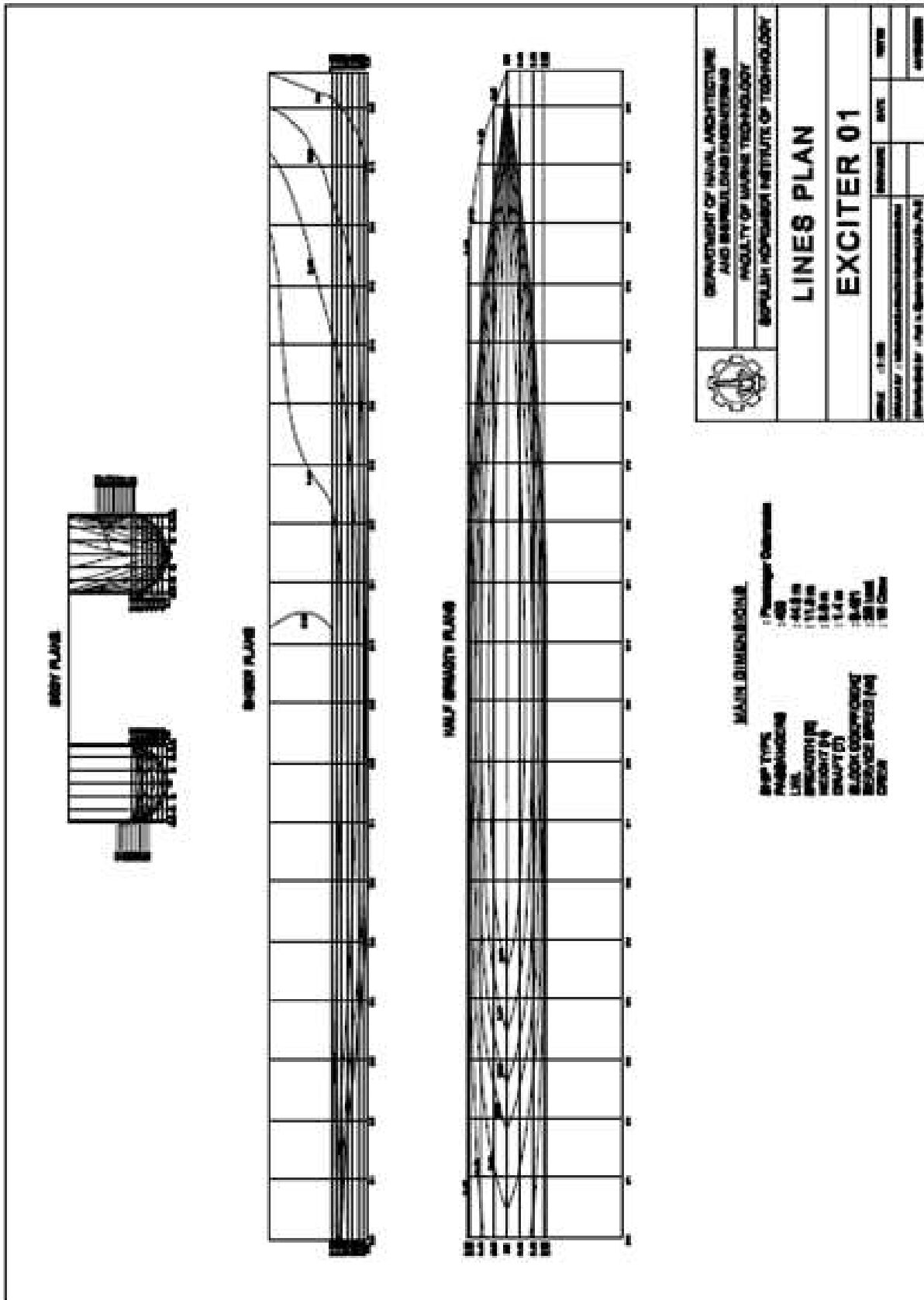
Manually operated call points dipasang pada ruang akomodasi, *service spaces* dan *control station*. Satu *manually operated call points* diletakkan pada setiap pintu keluar. Mudah diakses dari koridor, setaiap jarak 20 m harus tersedia *manually operated call points*.

- **Peralatan Pemadaman Kebakaran (*fire fighting*)**

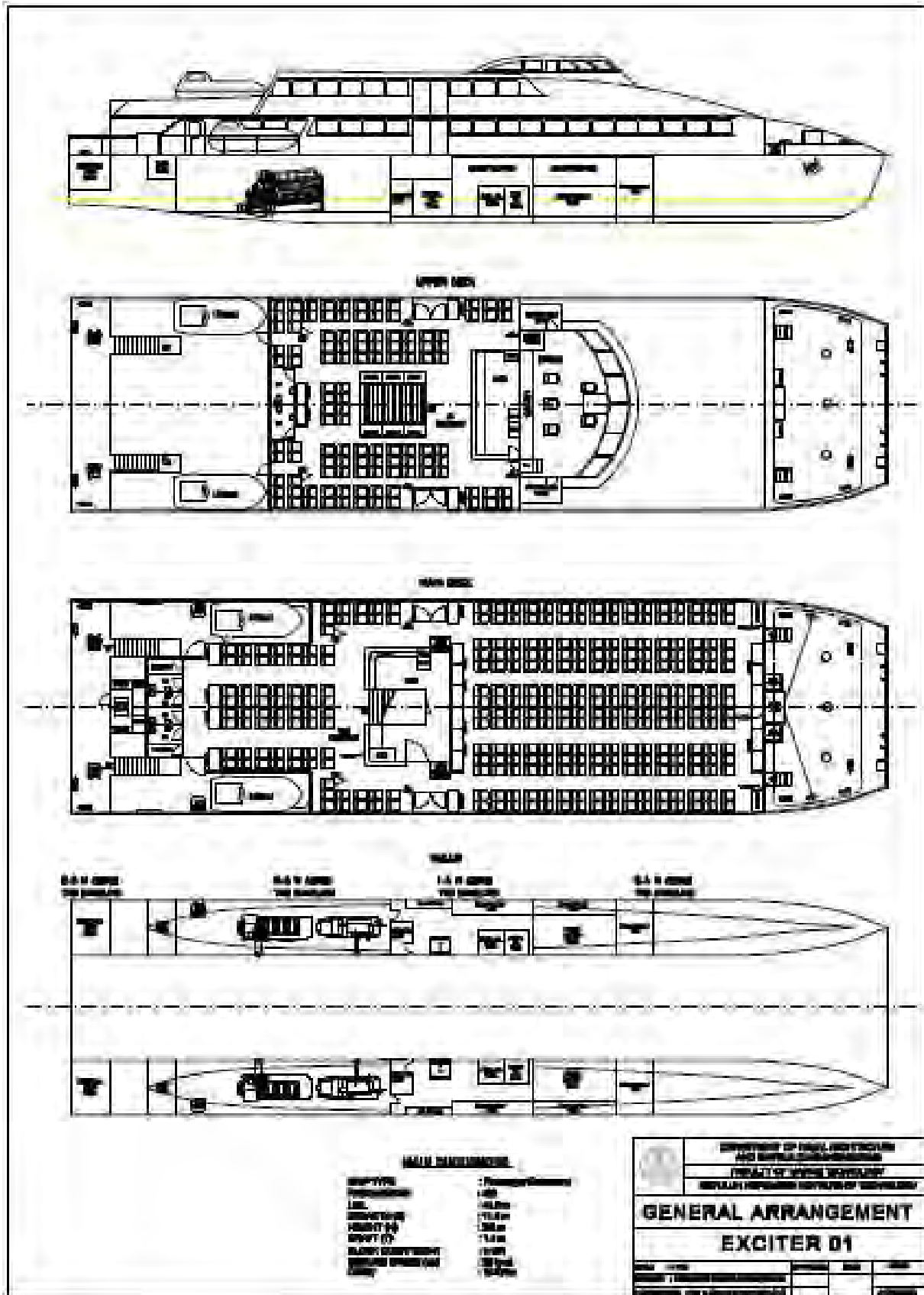
Ada dua jenis peralatan di kapal yang digunakan untuk mengontrol kebakaran, yaitu *portable extinguishers* dan instalasi pemadam kebakaran tetap. *Portable extringuisher* untuk kebakaran skala kecil, dimana segera didapatkan sumber api dan dapat dengan cepat dipadamkan. Instalasi pemadaman tetap digunakan ketika kebakaran tidak dapat diatasi oleh

portable fire extinguisher atau kemungkinan timbul bahaya yang lebih besar jika dikaitkan dengan luas area yang terbakar.

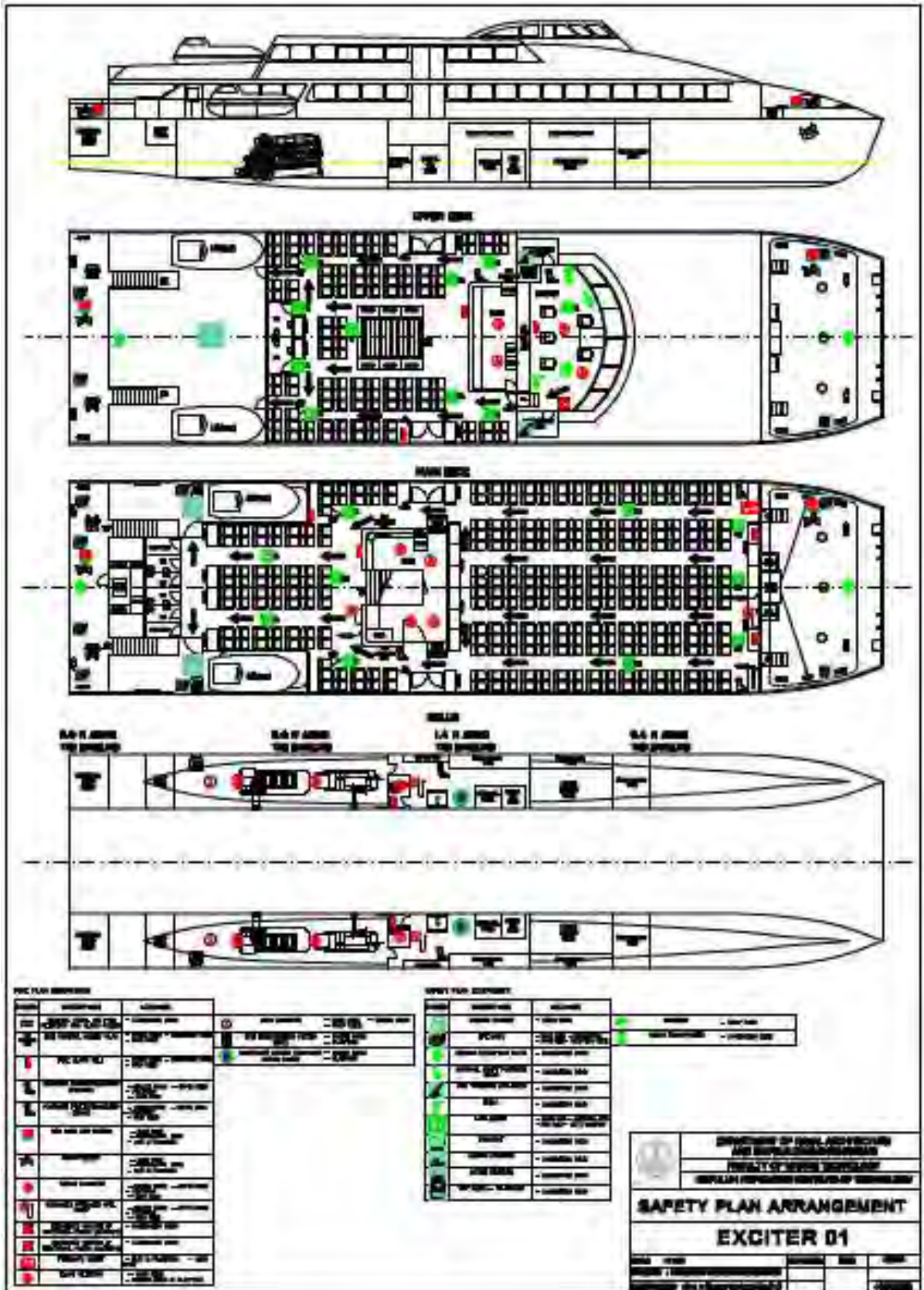
Pada kapal yang didesain menggunakan *portable fire extinguisher* berupa tabung APAR (alat pemadam api ringan) berisi *foam* dan *powder*. Sedangkan instalasi pemadaman tetap menggunakan CO₂ dan *fire hydrant*.



Gambar V.12. Rencana Garis kapal penumpang katamaran



Gambar V.13. Gambar *General Arrangement* kapal penumpang katamaran



Gambar V.14. Gambar *Safety Plan Arrangement* kapal penumpang katamaran

BAB VI

ANALISIS EKONOMIS DAN PEMBAHASAN

VI.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya pelat aluminium kapal, biaya peralatan yang digunakan, biaya motor kapal, dan sebagainya. Pada Tabel VI.1 dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel VI. 1. Perhitungan harga pelat aluminium kapal

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 9 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat hull	25.36	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	16481.28	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat geladak	14.89	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	9676.41	USD
3	Konstruksi Lambung		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat konstruksi	8.049	ton
	Harga Konstruksi Lambung	5231.5	USD
4	Bangunan Atas		
	<i>(tebal pelat = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat bangunan atas	14.36	ton
	Harga Bangunan Atas Kapal	9336.90	USD
5	Elektroda		
	<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i> <i>Sumber: Nekko Steel - Aneka Maju.com</i>		

Harga	2626	USD/ton
Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)	3.759	ton
Harga Elektroda	9872	USD
Total Harga Pelat Kapal	50598	USD

Tabel VI. 2. Perhitungan harga *Equipment & Outfitting*

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
	Harga	35.00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	116.00	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	4,060	USD
2	Atap Kapal		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.0	USD/m ²
	Luas atap kapal	918.94	m ²
	Harga Pelat	597,309	USD
3	Kaca		
	<i>(kaca, t = 5 mm)</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/18mm-Thick-Tempered-Glass-Clear-Tempered_60457896457.html?spm=a2700.7724838.0.0.gwh07k&s=p</i>		
	Harga	8.0	USD/m ²
	Luas kaca kapal	58.73	m ²
	Harga Kaca	470	USD
4	Kursi Penumpang		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	418	unit
	Harga per unit	50	USD
	Harga Kursi	20,900	USD
5	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1,000	USD
	Harga jangkar	2,000	USD
6	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,600	USD
	Kompas	60	USD
	GPS	850	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)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	25,613	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	172	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga total	186	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	12,500	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	110	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19,500	USD
	Harga total	19,500	USD
	Portable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	87	USD
	Harga total	174	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	33,542	
7	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Life Boat		

Jumlah	4	
Harga per unit	3,000	
Harga Total	12,000	
Life Raft		
Jumlah	7	
Harga per unit	1,500	
Harga Total	10,500	
Life Jacket		
Jumlah	418	
Harga per unit	10	
Harga Total	4,180	
Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	26,680	
Total Harga Equipment & Outfitting	710574	USD

Tabel VI. 3. Perhitungan harga komponen kelistrikan

c	Item	Value	Unit
1	Inboard Motor		
	<i>(dua unit Inboard motor ABC)</i>		
	Jumlah inboard motor	2	unit
	Harga per unit	300000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Inboard Motor	601000	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	3,000	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	3,000	USD
3	Genset		
	<i>(2 unit Genset merk Caterpillar Tipe 3412C)</i>		
	Jumlah Genset	2	unit
	Harga per unit	100000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Genset	201000	USD
	Total Harga tenaga penggerak	805000	USD

Tabel VI. 4. Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	50598	USD
2	Equipment & Outfitting	710574	USD
3	Tenaga Penggerak	805000	USD

Total Harga (USD)	1566172	USD
Kurs Rp - USD (per 16 Mei 2016, BI)	13328	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)	20,873,938,832.97	Rp

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar 1.566.172 USD atau Rp 20.873.938.832,97 dengan kurs yang didapat dari Bank Indonesia per 16 Mei 2016 adalah 1 USD = Rp 13.328,-

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi (*cost*). Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal (*price*) maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak, dan kondisi ekonomi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada Tabel VI.5.

Tabel VI. 5. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan kapal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	1,043,696,941.65	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	417,478,776.66	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	2,087,393,883.30	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		3,548,569,601.61	Rp

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

Keuntungan galangan = Rp 1.043.696.941,65

Inflasi = Rp 417.478.776,66

Pajak = Rp 2.087.393.883,30

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

Harga jual (*price*) = Harga pokok produksi + Inflasi + Keuntungan Galangan + Pajak

Biaya pembangunan = 20.873.938.833 + 417.478.777+ 1.043.696.942+ 2.087.393.883
= **Rp 24.422.508.434,58**

VI.2. Perhitungan *Operational Cost*

Operational cost merupakan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan *operational cost* ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya *operational cost* di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, biaya bahan bakar serta air bersih. Untuk lebih jelasnya, nominal *operational cost* kapal penumpang katamaran dapat dilihat pada Tabel VI.6. di bawah ini.

Tabel VI. 6. *Operational cost* kapal penumpang katamaran

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 3,730,538,163	per tahun
Gaji Crew	Rp 1,134,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 2,442,250,843	per tahun
Asuransi	Rp 488,450,169	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 14,520,758,824	per tahun
Air Bersih	Rp 365,000,000	per tahun
Total	Rp 22,680,997,999	per tahun

VI.3. Perhitungan Biaya Investasi

Perhitungan biaya investasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembangunan kapal ini layak untuk dilakukan sesuai dengan periode yang ditentukan. Setelah diketahui harga jual kapal (*price*), maka diasumsikan pemilik kapal melakukan pinjaman pada bank sebesar 65% dari harga jual kapal dengan bunga 13,5% per tahun. Hal itu sesuai dengan kebijakan Bank Mandiri per 5 Maret 2015. Selain harga jual kapal, dalam penghitungan biaya investasi juga melibatkan biaya operasional kapal.

VI.3.1. Perencanaan *Trip* Kapal

Kapal penumpang katamaran dengan rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa, Bali pada awalnya diperkirakan dapat menempuh 2 kali trip pulang-pergi dalam satu hari. Namun melihat kondisi perairan selat Bali yang cenderung memiliki ombak yang besar dan visibilitas yang kurang pada malam hari, untuk keamanan pelayaran dipilih satu kali trip pulang pergi dalam sehari, Boom – Benoa (08.00-11.00) dan Benoa – Boom (13.00-16.00).

Pada jalur pelayaran di Selat Bali, setiap tahunnya terjadi puncak musim penghujan pada akhir bulan Februari hingga pertengahan Maret. Dari data cuaca dan gelombang yang didapatkan dari BMKG Banyuwangi, didapatkan selama 12 hari cuaca buruk terjadi di Selat Bali pada

puncak musim penghujan. Dari 12 hari tersebut, dibulatkan keatas menjadi 15 hari dan dijadikan *margin* untuk kapal tidak melakukan pelayaran (*Day Off*) dalam satu tahun.

Untuk lebih jelasnya, jumlah trip kapal penumpang katamaran dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel VI. 7 di bawah ini.

Tabel VI. 7. Jumlah *trip* kapal penumpang katamaran

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	1	31	31
Februari	1	28	28
Maret	1	31	31
April	1	30	30
Mei	1	31	31
Juni	1	30	30
Juli	1	31	31
Agustus	1	31	31
September	1	30	30
Oktober	1	31	31
November	1	30	30
Desember	1	31	31
<i>Day Off</i>	0	15	-15
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			350

VI.3.2. Penentuan Harga Tiket

Penentuan harga tiket kapal mengacu pada biaya pembangunan dan biaya operasional kapal penumpang katamaran dengan rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Bena, Bali. Perencanaan harga tiket dapat dilihat pada Tabel VI.8.di bawah ini.

Tabel VI. 8. Perencanaan harga tiket kapal penumpang katamaran

Rute	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
Boom - Bena	400	Rp 105,000	Rp 42,000,000
Bena- Boom	400	Rp 105,000	Rp 42,000,000
Total Pendapatan 1 hari (1 kali trip)			Rp 84,000,000

VI.3.3. Perhitungan *Net Present Value*

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

investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/benefit dari proyek yang direncanakan.

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

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

Dimana : R_t = Arus kas bersih (*net cash flow*) dalam waktu t

i = suku bunga yang digunakan

t = waktu arus kas

Dari perhitungan biaya pembangunan kapal dan biaya operasional kapal kemudian dilakukan perhitungan NPV dengan formula di atas. Setelah itu dilakukan perhitungan, didapatkan nilai $NPV > 0$. Berdasarkan ketentuan pada Tabel VI.9., maka investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi pembuat kapal serta proyek bisa dijalankan. Tabel VI.10 ini menyajikan perhitungan NPV yang dilakukan.

Faktor konversi pada perhitungan ini adalah besarnya nilai $(1+i)^t$. Faktor konversi ini memasukan nilai bunga pinjaman dalam perhitungan NPV.

Tabel VI. 9. Arti perhitungan NPV terhadap keputusan investasi yang akan dilakukan
(en.wikipedia.org/NPV, 2016)

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

Tabel VI. 10. Perhitungan *Net Present Value*

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-24,422,508,434.58		-24,422,508,435	-24,422,508,435
1	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	-17,703,506,434
2	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	-10,984,504,433
3	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	-4,265,502,432
4	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	2,453,499,569
5	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	9,172,501,570
6	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	15,891,503,571
7	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	22,610,505,572
8	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	29,329,507,573
9	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	36,048,509,574
10	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	42,767,511,575

Bunga Bank = **13.5%**

NPV = Rp 5,173,955,505

IRR = 15%

Payback Period = 4.1 tahun

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

VI.3.4. Perhitungan Break Event Point

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

Untuk menghitung BEP dapat dilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu :

a. Berdasarkan Unit

$$X = \frac{TFC}{P - V}$$

$$= \frac{TFC}{P - V}$$

Dimana : X = Unit

TFC = *total fixed cost*, biaya tetap

P = *price*, harga per unit

V = biaya variable per unit

b. Berdasarkan Nilai

$$BEP = \frac{TFC}{1 - vc/p}$$

Dimana : BEP = *break event point*

TFC = *total fixed cost*, biaya tetap

P = *price*, harga per unit

VC = biaya variable per unit

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

$$\begin{aligned} \text{TFC} &= \text{biaya pembangunan kapal} + \text{bunga bank} \\ &= \text{Rp } 24.422.508.435 + \text{Rp } 3.730.538.163 \\ &= \text{Rp } 28.153.046.578 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P} &= \text{Pemasukan per tahun} \\ &= \text{Rp } 29.400.000.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{V} &= \text{biaya variabel per tahun} \\ &= \text{biaya perawatan} + \text{biaya asuransi} + \text{gaji crew} + \text{bahan bakar diesel} + \text{air bersih} \\ &= \text{Rp } 2.442.250.843,- + \text{Rp } 488.450.169,- + \text{Rp } 1.134.000.000,- + \text{Rp } \\ & \quad 14.520.758.824,- + \text{Rp } 365.000.000,- \\ &= \text{Rp } 22.680.997.999,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, X} &= \text{Rp } 28.153.046.578,- / (\text{Rp } 29.400.000.000 - \text{Rp } 22.680.997.999) \\ &= 4,1 \end{aligned}$$

Jadi, *Payback Period* terjadi ketika 4,1 tahun (4 tahun, 1 bulan) kapal untuk kembali modal.

LAMPIRAN

- Lampiran A : Perhitungan Teknis
Lampiran B : Analisis Ekonomis
Lampiran C : *Lines Plan, General Arrangement dan Safety Plan Arrangement*

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN TEKNIS

Data Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk
REALISASI ANGKUTAN PENYEBERANGAN PT. ASDP INDONESIA FERRY (PERSERO)
KETAPANG TAHUN 2015

Bulan	Trip	Jumlah Penumpang
Jan	7315	410796
Feb	6879	315680
Mar	6848	389628
Apr	7108	364372
Mei	7669	422292
Jun	6974	344647
Jul	7716	659223
Ags	7532	429462
Sep	7238	348399
Okt	6911	386304
Nov	5801	345670
Des	6991	534895
Total	84982	4951368

>>>> Data disamping didapatkan dari kantor ASDP Ketapang Banyuwangi untuk data penyeberangan Ketapang-Gilimanuk pada tahun 2015 dengan 35 armada kapal penyeberangan

Rata-rata trip tiap bulan =	7081.833	>>>>	7082	trip
Rata-rata trip tiap hari =	232.8274	>>>>	233	trip
Rata-rata trip tiap bulan tiap kapal =	202.3381	>>>>	203	trip
Rata-rata trip tiap hari tiap kapal =	6.652211	>>>>	7	trip
Rata-rata penumpang tiap bulan =	412614	>>>>	412614	orang
Rata-rata penumpang tiap hari =	13565.39	>>>>	13566	orang
Rata-rata penumpang tiap bulan tiap kapal =	11788.97	>>>>	11789	orang
Rata-rata penumpang tiap hari tiap kapal =	387.5826	>>>>	388	orang
Rata-rata penumpang tiap kapal sekali trip =	58.26373	>>>>	59	orang

Dalam desain yang akan peneliti lakukan hanya diambil jumlah penumpang (orang) saja dan dilakukan pembulatan keatas sebesar 400 orang.

Data Perairan Selat Bali dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Jawa Timur

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 02 Maret 2016, 08:09:49 WITA
berlaku mulai : Rabu, 02 Maret 2016, 20:00:00 WITA sampai Kamis, 03 Maret 2016,
08:00:00 WITA

Peringatan

NIL

Kondisi Sinoptik

Umumnya angin bertiup dari arah Tenggara - Barat Daya dengan kecepatan maks 20 knot.
Gelombang Laut mencapai 2 meter di Samudera Hindia Selatan Bali hingga NTB.

Prakiraan Wilayah Pelayaran

Laut Bali

Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots	Angin :
Hujan Ringan	Cuaca :
0.25 - 1 m	Gelombang :

Selat Bali bagian utara

Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots	Angin :
Hujan Ringan	Cuaca :
0.25 - 0.75 m	Gelombang :

Selat Bali bagian selatan

Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots	Angin :
Hujan Ringan	Cuaca :
0.25 - 1.5 m	Gelombang :

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 02 Maret 2016, 08:30:41 WITA
berlaku mulai : Kamis, 03 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Kamis, 03 Maret 2016,
20:00:00 WITA

Peringatan

NIL

Kondisi Sinoptik

Umumnya angin bertiup dari arah Tenggara - Barat Laut dengan kecepatan maks 15 knot.
Gelombang Laut mencapai 2 meter di Samudera Hindia Selatan Bali hingga NTB.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

Barat Daya - Barat, 4 - 15 knots

Hujan Ringan

0.25 - 0.75 m

Angin :

Cuaca :

Gelombang :

Selat Bali bagian utara

Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots

Hujan Ringan

0.25 - 0.5 m

Angin :

Cuaca :

Gelombang :

Selat Bali bagian selatan

Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots

Hujan Ringan

0.75 - 2 m

Angin :

Cuaca :

Gelombang :

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 04 Maret 2016, 07:48:47 WITA
berlaku mulai : Jum'at, 04 Maret 2016, 20:00:00 WITA sampai Sabtu, 05 Maret 2016,
08:00:00 WITA

Peringatan

Perlu diwaspadai tinggi gelombang laut mencapai lebih dari 2 meter di Selat Bali Bagian Selatan, Samudera Hindia Selatan Bali hingga Samudera Hindia Selatan NTB.

Kondisi Sinoptik

Cuaca pada umumnya Hujan dengan intensitas Ringan hingga Sedang diperkirakan terjadi di wilayah Laut Bali dan Laut Sumbawa.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

	Angin :
Barat Daya - Utara, 2 - 15 knots	
	Cuaca :
Hujan Sedang	
	Gelombang :
0.25 - 0.75 m	

Selat Bali bagian utara

	Angin :
Utara - Timur Laut, 2 - 15 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.25 - 1 m	

Selat Bali bagian selatan

	Angin :
Utara - Timur Laut, 2 - 15 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.5 - 2.5 m	

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 04 Maret 2016, 08:22:53 WITA
berlaku mulai : Sabtu, 05 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Sabtu, 05 Maret 2016,
20:00:00 WITA

Peringatan

Waspadai potensi gelombang tinggi mencapai 2 meter atau lebih diperkirakan terjadi di Selat Bali bagian Selatan, Samudera Hindia Selatan Bali hingga Samudera Hindia Selatan NTB.

Kondisi Sinoptik

Cuaca pada umumnya Hujan dengan intensitas Ringan hingga Sedang diperkirakan terjadi di wilayah Laut Bali, Selat Bali Bagian Utara, Selat Lombok bagian Utara dan Laut Sumbawa.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

Angin :
Barat Laut - Timur Laut, 2 - 15 knots
Cuaca :
Hujan Sedang
Gelombang :
0.25 - 0.75 m

Selat Bali bagian utara

Angin :
Utara - Timur Laut, 2 - 20 knots
Cuaca :
Hujan Sedang
Gelombang :
0.25 - 0.5 m

Selat Bali bagian selatan

Angin :
Utara - Tenggara, 2 - 20 knots
Cuaca :
Hujan Ringan
Gelombang :
0.5 - 2.5 m

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 05 Maret 2016, 08:02:39 WITA
berlaku mulai : Minggu, 06 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Minggu, 06 Maret 2016,
20:00:00 WITA

Peringatan
NIL

Kondisi Sinoptik

Secara umum cuaca berawan dengan potensin hujan ringan utamanya di perairan utara Bali hingga Lombok. Angin umumy abertiup dari arah Barat laut - Tenggara dengan kecepatan 2 - 20 Knot. Tinggi gelombang berkisar antara 0.1 - 2.0 meter.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

	Angin :
Barat Laut - Timur Laut, 2 - 8 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.1 - 0.5 m	

Selat Bali bagian utara

	Angin :
Barat Laut - Timur Laut, 4 - 15 knots	
	Cuaca :
Berawan	
	Gelombang :
0.1 - 0.5 m	

Selat Bali bagian selatan

	Angin :
Timur Laut - Tenggara, 2 - 12 knots	
	Cuaca :
Berawan	
	Gelombang :
0.25 - 2 m	

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 06 Maret 2016, 09:01:56 WITA
berlaku mulai : Senin, 07 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Senin, 07 Maret 2016,
20:00:00 WITA

Peringatan

NIL

Kondisi Sinoptik

Secara umum cuaca berawan dengan potensi hujan ringan di Laut Bali. Angin bervariasi namun secara umum bertiup dari Barat Laut - Tenggara dengan kecepatan 2 - 10 knot. Tinggi gelombang berkisar antara 0.1 - 2.5 meter.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

Angin :
Barat Laut - Timur Laut, 2 - 10 knots
Cuaca :
Hujan Ringan
Gelombang :
0.1 - 0.75 m

Selat Bali bagian utara

Angin :
Barat Laut - Timur Laut, 2 - 10 knots
Cuaca :
Berawan
Gelombang :
0.1 - 0.75 m

Selat Bali bagian selatan

Angin :
Barat Laut - Tenggara, 2 - 8 knots
Cuaca :
Berawan
Gelombang :
0.25 - 2 m

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 07 Maret 2016, 09:25:40 WITA
berlaku mulai : Selasa, 08 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Rabu, 09 Maret 2016,
20:00:00 WITA

Peringatan

Nil

Kondisi Sinoptik

Umumnya Berawan - berpeluang Hujan Ringan, arah angin dari Tenggara - Barat Daya dengan kecepatan maks 15 knot. Tinggi gelombang laut mencapai 2 m atau lebih di perairan Selatan Bali - NTB.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

Angin :
Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots
Cuaca :
Hujan Ringan
Gelombang :
0.25 - 0.75 m

Selat Bali bagian utara

Angin :
Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots
Cuaca :
Hujan Ringan
Gelombang :
0.25 - 0.75 m

Selat Bali bagian selatan

Angin :
Tenggara - Barat Daya, 4 - 15 knots
Cuaca :
Hujan Ringan
Gelombang :
0.5 - 2.5 m

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 08 Maret 2016, 07:47:06 WITA
berlaku mulai : Rabu, 09 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Rabu, 09 Maret 2016,
20:00:00 WITA

Peringatan
dsdsf

Kondisi Sinoptik

dfsds

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

Barat - Utara, 2 - 10 knots

Angin :

Berawan

Cuaca :

0.25 - 0.75 m

Gelombang :

Selat Bali bagian utara

Utara - Selatan, 2 - 8 knots

Angin :

Hujan Ringan

Cuaca :

0.25 - 0.75 m

Gelombang :

Selat Bali bagian selatan

Timur - Barat Daya, 2 - 8 knots

Angin :

Berawan

Cuaca :

0.5 - 3 m

Gelombang :

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 09 Maret 2016, 09:08:50 WIB
berlaku mulai : Kamis, 10 Maret 2016, 08:00:00 WIB sampai Kamis, 10 Maret 2016,
20:00:00 WIB

Peringatan
NIL

Kondisi Sinoptik

Berpeluang Hujan, Angin bertiup dari Baratdaya - Baratlaut dengan Kec. 15 Knot. Tinggi gelombang laut lebih dari 2 meter terjadi disekitar perairan selatan Bali hingga NTB.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

	Angin :
Barat - Barat Laut, 8 - 15 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.25 - 1 m	

Selat Bali bagian utara

	Angin :
Barat Daya - Barat Laut, 4 - 10 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.25 - 1 m	

Selat Bali bagian selatan

	Angin :
Barat Daya - Barat Laut, 6 - 10 knots	
	Cuaca :
Berawan	
	Gelombang :
0.25 - 2.5 m	

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 11 Maret 2016, 07:12:51 WIB
berlaku mulai : Jum'at, 11 Maret 2016, 20:00:00 WIB sampai Sabtu, 12 Maret 2016,
08:00:00 WIB

Peringatan
NIL

Kondisi Sinoptik

Berpeluang Hujan, Angin bertiup dari Baratdaya - Baratlaut dengan Kec. 12 Knot. Tinggi gelombang laut lebih 2 meter di sekitar Perairan selatan Bali hingga NTB.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

	Angin :
Barat Daya - Barat Laut, 4 - 10 knots	
	Cuaca :
Berawan	
	Gelombang :
0.25 - 1 m	

Selat Bali bagian utara

	Angin :
Barat Daya - Barat, 4 - 13 knots	
	Cuaca :
Cerah Berawan	
	Gelombang :
0.25 - 1.25 m	

Selat Bali bagian selatan

	Angin :
Barat Daya - Barat, 4 - 10 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.5 - 2 m	

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 11 Maret 2016, 07:31:35 WIB
berlaku mulai : Sabtu, 12 Maret 2016, 08:00:00 WIB sampai Sabtu, 12 Maret 2016,
20:00:00 WIB

Peringatan

NIL

Kondisi Sinoptik

Berpeluang Hujan, Angin bertiup dari Selatan - Baratlaut dengan Kec. 15 Knot. Tinggi gelombang laut 2 meter di sekitar perairan selatan Bali hingga NTB.

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

	Angin :
Barat Daya - Barat Laut, 8 - 15 knots	
	Cuaca :
Berawan	
	Gelombang :
0.25 - 1 m	

Selat Bali bagian utara

	Angin :
Selatan - Barat Laut, 6 - 12 knots	
	Cuaca :
Hujan Ringan	
	Gelombang :
0.25 - 1 m	

Selat Bali bagian selatan

	Angin :
Barat Daya - Barat, 4 - 10 knots	
	Cuaca :
Berawan	
	Gelombang :
0.5 - 2 m	

Prakiraan Cuaca Wilayah Pelayanan

Dikeluarkan oleh BMKG pada : 12 Maret 2016, 07:32:02 WITA

berlaku mulai : Minggu, 13 Maret 2016, 08:00:00 WITA sampai Minggu, 13 Maret 2016, 20:00:00 WITA

Peringatan

fdgdf

Kondisi Sinoptik

fdgdf

Prakiraan Wilayah Pelayanan

Laut Bali

Angin :

Selatan - Timur Laut, 2 - 15 knots

Cuaca :

Hujan Ringan

Gelombang :

0.25 - 0.75 m

Selat Bali bagian utara

Angin :

Selatan - Barat Daya, 2 - 15 knots

Cuaca :

Hujan Ringan

Gelombang :

0.25 - 0.75 m

Selat Bali bagian selatan

Angin :

Selatan - Barat Daya, 2 - 8 knots

Cuaca :

Berawan

Gelombang :

0.25 - 3 m

Perhitungan Ukuran Utama

Persyaratan

1 Payload	400 orang	A minimum weight of 75 kg shall be assumed for each passenger except that this value may be increased subject to the approval of the Administration. In addition, the mass and distribution of the luggage shall be approved by the Administration. (2008 IS Code part A Chapter 3)
	30000 kg	
2 Muatan	Manusia	
3 Jenis Kapal	Katamaran	

PERHITUNGAN DISPLACEMENT

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Halme, diperoleh harga koefisien DWT untuk Kapal Cruising Catamaran:

Berat Muatan =	20% Displacement	
Jumlah Penumpang =	400	
Berat Penumpang @	75 Kg	
Berat Barang Bawaan @	20 Kg	
Berat Muatan =	38000 Kg	; 20%

Total Displacement =	5*Berat Muatan
=	190000 Kg
=	190 Ton

Data Kapal Pembanding



Principal Dimension:	
Length (waterline)	44 m
Beam (moulded)	11.8 m
Hull depth (moulded)	3.8 m
Hull draft (maximum)	1.4 m
Service speed	44.1 knots
Passengers	418
Crew	8
Maximum deadweigh	55.7 tones
Fuel	20000 litres
Rute	Hong Kong - Macau

Dari data Principal Dimensions kapal Austal 48 diatas, didapat ukuran utama sebagai berikut:

Lwl	=	44	m
B	=	11.8	m
B₁	=	3	m
H	=	3.8	m
T	=	1.4	m
V_s	=	28	Knot
	=	32.222	Mph
S	=	8.8	m
Rute	=	Boom Marina, Banyuwangi - Benoa, Bali	
	=	80	nm

Output Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

Ukuran Utama

Loa	=	44.900 m	(didapatkan dari model di <i>maxsurf</i>)
Lwl	=	44.000 m	
B	=	11.800 m	Jarak pelayaran= 80 miles
B ₁	=	3.000 m	(Boom-Benoa)
H	=	3.800 m	
T	=	1.400 m	
S	=	8.800 m	
V _{max}	=	28.000 knot	= 14.403 m/s
V _S	=	28.000 knot	= 14.403 m/s
g	=	9.81 m/s ²	

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/B ₁	=	14.97	; Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	10 < L/B ₁ < 15
B/H	=	3.105	; Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	0.196	; Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
S/B ₁	=	2.933	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1
B ₁ /T	=	2.143	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B/T < 3.1
B ₁ /B	=	0.254	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3
CB	=	0.491	; Insel & Molland (1992)	→	0.36 < CB < 0.59

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displasement

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Harme,
Diperoleh total Displacement kapal katamaran:
 $\Delta = 190.000$ ton

2. Volume Displasemen

$$\begin{aligned} \nabla_t &= \frac{\Delta}{\rho} \\ &= 185.366 \text{ m}^3 \\ \text{volume displacement untuk 1 hull adalah} \\ \nabla &= 92.683 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Koefisien Blok

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

$$\begin{aligned} C_B &= \nabla / (L \cdot B_1 \cdot T) \\ &= 0.491 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

$$\begin{aligned} Fn &= V_s / \sqrt{g \cdot L} \\ Fn &= 0.68628 \end{aligned}$$

5. Koefisien Luas Midship

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$\begin{aligned} C_M &= A_M / (T \cdot B_M) \\ A_M &= 3.113 \text{ m}^2 \text{ (luas station midhip)} \\ B_M &= 3.000 \text{ m (lebar lambung di midship setinggi sarat)} \\ C_M &= 0.741 \end{aligned}$$

6. Koefisien Prismatic

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$\begin{aligned} C_p &= \nabla / (A_S \cdot L_{WL}) \\ A_S &= 6.227 \text{ m}^2 \text{ (luas station terluas setinggi sarat)} \\ &= 0.338 \end{aligned}$$

7. Koefisien Bidang Garis Air

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$\begin{aligned} C_{WP} &= A_{WP} / (B_{WL} \cdot L_{WL}) \\ A_{WP} &= 96.142 \text{ m}^2 \\ B_{WL} &= 2.951 \text{ m} \\ &= 0.740 \end{aligned}$$

8. Panjang Garis Air

$$\begin{aligned} L_{WL} &= \\ &\text{(didapat dari Maxsurf)} \\ &= 44.000 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

L_{wl}	=	44.000 m
L_{pp}	=	44.000 m
B	=	11.800 m
B_l	=	3.000 m
H	=	3.800 m
T	=	1.400 m
S	=	8.8 m
C_B	=	0.491
C_M	=	0.741
C_P	=	0.338
C_{WP}	=	0.740
F_n	=	0.686
V_{max}	=	14.40 m/s
V_s	=	14.40 m/s

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

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

Dimana

ρ	=	massa jenis fluida	=	1025	kg/m ³
WSA	=	luas permukaan basah			
V	=	kecepatan kapal	=	14.4032	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

$$R_n = \frac{L_{wl} \cdot V_s}{\nu} =$$

$$= 533312687.8$$

ν = Viskositas Kinematis

$$C_F = 0.075 / ((\log R_n - 2))^2$$

$$= 0.001657$$

● $1+\beta k_1$ (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 :

$$\begin{aligned} S/B1 &= 2.9333333 \\ L/B1 &= 14.667 \end{aligned}$$

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

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

		S/B1			
		2	3	2.933333	
β		1.57	1.54	1.542	untuk harga L/B1 = 9
		2.32	2.29	2.292	untuk harga L/B1 = 11

		L/B1		
		9	11	14.67
β		1.542	2.292	3.667

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 3.667

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	9	11	14.66667
$(1+k)$	1.3	1.17	0.931667

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil adalah = 0.9316667

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 0.7494217 \end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned} S/L &= 0.2 \\ L/B1 &= 14.667 \\ Fn &= 0.686 \end{aligned}$$

(wave resistance interference factor)

		(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3		
		Fn		Fn		
		0.6	0.7	0.6	0.7	L/B1
τ		1.6	1.25	1.2	1.05	9
		1.3	1.07	1.23	1.2	11

		(S/L) ₁ = 0.2			(S/L) ₂ = 0.3		
		Fn			Fn		
		0.6	0.7	0.686	0.6	0.7	0.686
τ		1.6	1.25	1.29802	1.2	1.05	1.070580061
		1.3	1.07	1.101556	1.23	1.2	1.204116012

Fn	0.686	0.686	0.686	
S/L	0.2	0.3	0.2	
τ	1.2980201	1.0705801	1.29802	untuk harga L/B1 = 9
	1.1015561	1.204116	1.101556	untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.686	0.686	0.686
S/L	0.2	0.2	0.2
L/B1	9	11	14.67
τ	1.2980201	1.1015561	0.741372

Sehingga nilai τ yang diambil adalah = 0.741372

2. 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 :

$$\begin{aligned} L/B1 &= 14.666667 \\ Fn &= 0.686 \end{aligned}$$

(wave resistance factor)

		Fn		
		0.6	0.7	L/B1
m17 m9	C _w	0.003	0.0025	9
		0.0019	0.0017	11

		Fn		
		0.6	0.7	0.686
C _w		0.003	0.0025	0.0025686
		0.0019	0.0017	0.0017274

untuk harga L/B1 = 9
untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.686	0.686	0.686
L/B1	13	15.6	14.666667

Cw	0.0025686	0.001727	0.0020294
----	-----------	----------	-----------

Sehingga nilai Cw yang diambil adalah = 0.0020294

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

$$C_{tot} = 0.0027466$$

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

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

Wetted Surface Area:

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

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

$$WSA = 166.58835 \text{ m}^2 \quad \text{untuk satu lambung}$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

$$WSA_{total} = 333.1767 \text{ m}^2$$

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

$$R_t = 97293.393 \quad N$$

$$R_t = 97.29 \quad KN$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	44.000	m	
T	=	1.400	m	
B	=	11.800		
C_B	=	0.491		
V_{max}	=	14.403	m/s	
V_s	=	14.403	m/s	
D	=	0.625 T		(asumsi) ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
	=	0.875	m	
P/D	=	1		(asumsi) ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4	blade	(asumsi) ; Jumlah Blade
A_E/A_0	=	0.4		(asumsi) ; Expanded Area Ratio
R_t	=	97.293	kN	
LCB	=	-0.972	m dari midship	(Didapatkan dari model di maxsurf)

Perhitungan Awal

$1+\beta k$	=	0.749421667		
C_F	=	$0.075/[(\log_{10} R_n - 2)]^2$		(ITTC 1957)
	=	0.001657375		
T/L_{wl}	=	0.031818182		
C_A	=	$0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$		untuk $T/L_{wl} > 0.04$ (ref: PNA vol.II, hal.93)
C_A	=	0.0007		
C_V	=	$(1+\beta k) \cdot C_F + C_A$		(ref: PNA vol.II, hal.162)
	=	0.001901099		
w	=	$0.30.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D/\sqrt{(BT)}$		untuk twin screw (ref: PNA vol.II, hal.163)
	=	0.107272568		
t	=	$0.325 C_b - 0.1885 D/\sqrt{(BT)}$		(ref: PNA vol.II, hal.163)
	=	0.119150141		
V_a	=	Speed of Advance		
	=	$V \cdot (1-w)$		(ref: PNA vol.II, hal.146)
	=	12.858		

Effective Horse Power (EHP)

EHP	=	$R_T \cdot V$		(ref: PNA vol.II, hal.153)
	=	1401.336	kW	1 HP = 0.7355 kW
	=	1905.28374	HP	

Propulsive Coefficient Calculation

η_H	=	Hull Efficiency		(ref: PNA vol.II, hal.152)
	=	$((1-t))/((1-w))$		
	=	0.986695186		

$$\begin{aligned}
\eta_p &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} && (\text{diasumsikan}) \\
&= 0.49 && (\text{asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya}) \\
\eta_{rr} &= \text{Rotative Efficiency} && (\text{ref: Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 180}) \\
&= 0.9737 + 0.111(\text{CP} - 0.0227 \text{LCB}) - 0.06327 \text{P/D} \\
&= 0.9504303 && 0.97 \leq \eta_r \leq 1.07 \\
\eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} && (\text{ref: PNA vol.II, hal.153}) \\
&= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r \\
&= 0.459514651
\end{aligned}$$

Delivery Horse Power (DHP)

$$\begin{aligned}
\text{DHP} &= \text{EHP} / \eta_D && (\text{ref: Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179}) \\
&= 3049.600681 \quad \text{kW}
\end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned}
\text{BHP} &= \text{DHP} + (\text{X}\% \text{DHP}) \\
\text{X}\% &= \text{Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15\%-20\% DHP} \\
\text{X}\% &= 15\% && (\text{Parametric Design Chapter 11, hal 11-29}) \\
\text{BHP} &= 3507.041 \quad \text{kW} \\
\text{BHP} &= 4768.24 \quad \text{HP} && 1 \text{ HP} = 0.7355 \quad \text{kW}
\end{aligned}$$

Karena Kapal Twin Screw, Power dibagi 2

$$\begin{aligned}
\text{BHP} &= 1753.520 \quad \text{kW} \\
\text{BHP} &= 2384.120 \quad \text{HP}
\end{aligned}$$

Pemilihan Mesin Induk

MCR MESIN
BHP = 1753.520391 kW
= 2384.120179 HP
Menggunakan 2 mesin induk



ANGLO BELGIAN CORPORATION

We power your future

Lembar Data



Lembar data Mesin Diesel ABC tipe DZC

Keadaan operasional sesuai kondisi ISO (ISO 3046-1).

ABC berhak untuk mengubah data teknis tanpa pemberitahuan sebelumnya.

Ketentuan

DZC: Mesin putaran menengah dilengkapi turbocharger & intercooler dapat berputar searah dan bertlawanan dengan jarum jam. Dapat dioperasikan dengan bahan bakar solar, minyak berat (MFO), dan bahan bakar alam, bahan bakar ganda (2 macam) dapat juga digunakan.

Data-data dasar

Cycle	4 Tak, Fungsi tunggal	
Silinder	Jatur 6-8	
Diameter	256 mm	
Langkahi	310 mm	
Silinder perpindahan	6 silinder	95,7 liter
	8 silinder	127,6 liter
Perbandingan kompresi	12,1 : 1	
Injection	Langsung, mekanik	
	1 pompa per silinder	
Pengatur tekanan efektif	18,8 bar (at 1000 rpm)	
Kecepatan Piston	10,3 dt/s (at 1000 rpm)	

Emisi

Memenuhi seluruh persyaratan kondisi lingkungan seperti pada IMO TIER-2, CCNR-2 DAN EU3A.

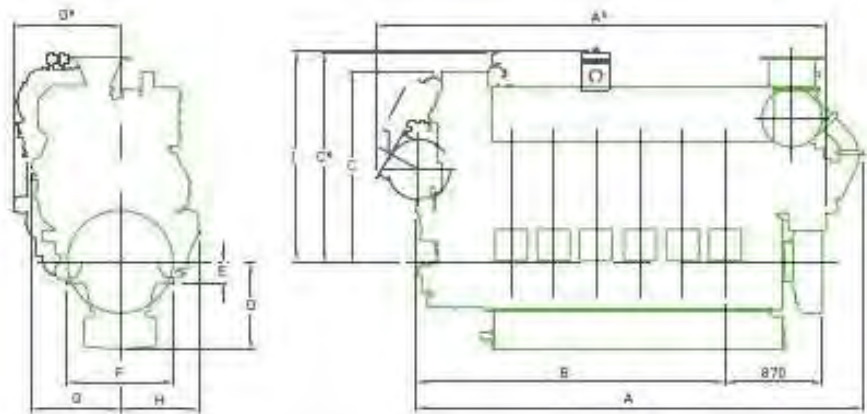
Daya

Tipe Mesin	rpm	Daya Mesin (ISO 3046-1)		Daya rata-rata Gemset tipe DZC			
		kW	HP	50 Hz electric - 3 phase		60 Hz electric - 3 phase	
				P _w (kW)	P _n (kVA)	P _w (kW)	P _n (kVA)
6 DZC-720-181	720	1032	1402	—	—	980	1225
6 DZC-750-179	750	1065	1447	1012	1265	—	—
6 DZC-900-166	900	1194	1622	—	—	1134	1418
6 DZC-900-188	* 900	1350	1834	—	—	1283	1603
6 DZC-1000-166	1000	1326	1802	1260	1575	—	—
6 DZC-1000-176	1000	1405	1910	1335	1668	—	—
6 DZC-1000-188	* 1000	1500	2038	1425	1781	—	—
8 DZC-720-181	720	1376	1870	—	—	1307	1634
8 DZC-750-179	750	1420	1929	1349	1686	—	—
8 DZC-900-166	900	1592	2163	—	—	1512	1890
8 DZC-900-188	* 900	1800	2446	—	—	1710	2138
8 DZC-1000-166	1000	1768	2402	1680	2100	—	—
8 DZC-1000-176	1000	1875	2545	1780	2225	—	—
8 DZC-1000-188	* 1000	2000	2717	1900	2375	—	—

* Untuk aplikasi khusus

Faktor konversi digunakan: 1 metric HP = 0,736 kW → Efisiensi pembangkit listrik: $\eta_{ls} = 0,95$ → Faktor daya: $\cos \Phi = 0,8$

Mesin 6/8DZC



	A (mm)	A* (mm)	B (mm)	C (mm)	C* (mm)	D (mm)		E (mm)	F (mm)	G (mm)	G* (mm)	H (mm)	I (mm)	Berat Bersih** (kg)
						(Dangkal)	(Dalam)							
6DZC	4007	4036	2771	1761	1931	508/650	710/810	200	958	793	957	710	1950	10620
8DZC	4767	4796	3531	1761	1931	508/650	710/810	200	958	793	957	710	1950	13905

* Turbocargen bebas pada bagian belakang

** Sudah termasuk roda gila, perahan getaran dan pendingin

Mesin Utama

Merek **Anglo Belgian Corporation (ABC)**

Type **8 DZC-1000-188**

Jumlah Silinder **8**

Konfigurasi **Linear**

Daya **2000 kW**

2717 HP

Putaran Mesin **1000 rpm**

Dimensi Mesin

L = **4796 mm**

B = **1503 mm**

H = **2600 mm**

Berat Mesin

1 mesin = **13905 kg**

2 mesin = **27810 kg**

c = **0.175 kg/kWh**

Power = **1765 kW**

ρ Solar = **0.85 ton/m³**

CI (fuel consumption) = **c * Power * 1/ρ Solar**

= **363.382 liter/jam**

= **0.363 m³/jam**

= **0.30888 ton/jam**

= **1.85325 ton/6 jam**

Berat = **4000 kg 2 mesin**

= **4 ton**

Penentuan Genset

Daya Genset = 25% daya mesin induk
 = 438.380 kW
 = 596.030 HP



RATINGS AND FUEL CONSUMPTION
Gen Set

	kW (HP)	kVA	amp	rpm	U.S. gal/h	L/h
60 Hertz	370	451	TA	1800	37.1	101.7
50 Hertz	350	430	TA	1500	31.4	80.4

Tolerance: ±0.5%.
Fuel consumption: 30% overload, 100% rated, 100% rated, 100% rated, 100% rated.
Generator: 100% rated, 100% rated, 100% rated, 100% rated.

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION
Gen Set

	kW (HP)	kVA	amp	rpm	U.S. gal/h	L/h
60 Hertz	600E	500	TA	1800	32.5	123.9
	425	531	TA	1800	32.5	123.9
	500	625	TA	1800	37.1	141.5
	250E	688	TA	1800	45.9	166.1
50 Hertz	590	738	TA	1800	45.9	166.1
	350	438	TA	1500	26.3	99.7
	357H	481	TA	1500	29.0	113.1
	400	506	TA	1500	29.0	113.1
400E	600	TA	1500	36.1	136.8	
	500	625	TA	1500	36.1	136.8

	LE in/mm	LG in/mm	H in/mm	WE in/mm	LE in/mm	LG in/mm	H in/mm	WE in/mm
min.	57.4/1458	130.9/3287	61.3/1556	48.8/1239	71.7/1821	130.9/3287	61.3/1556	48.9/1267
max.	57.4/1458	130.9/3287	61.3/1556	48.8/1239	71.7/1821	136.9/3477	61.3/1556	48.9/1267

V8, 4-Stroke-Cycle Diesel
 Bore x Stroke: 5.4 x 6.0 in
 Displacement: 700E cu in
 Rotation (from flywheel end): Counter-clockwise
 Generator set weight (approx): 7200 lb

V12, 4-Stroke-Cycle Diesel
 Bore x Stroke: 5.4 x 6.0 in
 Displacement: 1049 cu in
 Rotation (from flywheel end): Counter-clockwise
 Generator set weight (approx): 9400 lb

Genset	Merek	Caterpillar (CAT)			
	Type	3412C			
	Jumlah Silinder	12			
	Konfigurasi	V			
	Daya	500	kW		
		679.810	HP		
	Putaran Mesin	1500	rpm		
Dimensi Genset					
	L =	3477	mm	ρ Solar =	0.85 ton/m³
	B =	1267	mm		
	H =	1556	mm		
Berat Genset					
	1 genset =	4327	kg		
	2 genset =	8654	kg		
	Fuel Consumption =	136.8	liter/jam	>>>>	0.1368 m3/jam
	=	0.116	ton/jam	>>>>	0.70 ton/6 jam
	Berat =	1500	kg	>>>>	1.5 ton

Diesel Oil

$$\begin{aligned}c &= 0.000175 \text{ ton/kWh} \\ \text{Power} &= 2000 \text{ kW} \\ S &= 160 \text{ miles} >>>> 1 \text{ kali trip (Boom-Benoa-Boom)} \\ V &= 32.14794 \text{ mil/jam} \\ \text{Margin} &= 5\% (5\% \sim 10\%) \\ W_{LO'} &= c \cdot \text{Power} \cdot S / V \cdot S \cdot (1 + \text{Margin}) \\ &= 1.658997 \text{ ton} \\ W_{LO} &= (W_{LO'} + 2\% \cdot W_{LO'}) / \pi && ; \text{ Diktat IGM Santosa Penambahan } 2\% \text{ untuk} \\ & && \text{ konstruksi dan } 2\% \text{ untuk ekspansi panas} \\ &= 1.880196 \text{ ton} && \text{ dan } \pi = 0.9 \\ &= 1.9 \text{ ton} \\ &= 3.8 \text{ ton} \\ &= 2 \text{ mesin}\end{aligned}$$

Lubricating Oil

$$\begin{aligned}C_{DO} &= 0.2 && \text{Diktat IGM Santosa hal 38, (0.1 ~ 0.2)} \\ W_{DO'} &= W_{FO} \cdot C_{DO} \\ &= 1.1 \text{ ton} \\ W_{DO} &= (W_{DO'} + 2\% \cdot W_{DO'}) / \pi && ; \text{ Diktat IGM Santosa} \\ &= 1.32 \text{ ton} && \text{ Penambahan } 2\% \text{ untuk koreksi} \\ &= 2.7 \text{ ton} && \text{ dan } \pi = 0.85 \\ &= 2 \text{ mesin}\end{aligned}$$

Marine Fuel Oil

$$\begin{aligned}W_{FO1} &= 1.85 \text{ ton/6 jam} >>>> \text{konsumsi Fuel Oil utk 1 genset} \\ &= 4000 \text{ kg} >>>> \text{berat Fuel Oil yg dibutuhkan utk 2 genset} \\ &= 4 \text{ ton} \\ \\ W_{FO2} &= 0.70 \text{ ton/6 jam} >>>> \text{konsumsi Fuel Oil utk 1 main engine} \\ &= 1500 \text{ kg} >>>> \text{berat Fuel Oil yg dibutuhkan utk 2 main engine} \\ &= 1.5 \text{ ton} \\ \\ W_{FO \text{ Total}} &= 5.5\end{aligned}$$

Fresh Water

Kebutuhan air bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya
Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang diasumsikan sebanyak 15 liter / orang

15 liter/ orang

6270 liter untuk 418 orang (400 penumpang, 18 crew)

12540 liter untuk 1 kali trip (boom - benoa - boom)

Berat air tawar untuk pendingin mesin

Ref: (Paper Tugas Akhir Andy Wibowo, halaman 51)

$$W_{fw} = C_{fw2} \times BHP$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} C_{fw2} &= \text{Koefisien pemakaian air tawar untuk mesin (2-5 kg / HP)} \\ &= 2.000 \text{ kg / HP} \end{aligned}$$

Sehingga ;

$$\begin{aligned} W_{fw} &= 5.434 \text{ ton} \\ &= 10.868 \text{ ton} \quad \gggg \quad 2 \text{ mesin} \end{aligned}$$

Untuk cadangan air tawar, maka W_{fw} ditambah 10%

$$W_{fw} = 11.955 \text{ ton}$$

Beban Pada Lambung

Ukuran utama *public catamaran boat*

Lwl	=	44	m	L konstruksi	
L	=	44	m	Lpp	= 44 m
B	=	11.8	m	0.96 Lwl	= 42.24 m
T	=	1.4	m	0.97 Lwl	= 42.68 m
H	=	3.8	m	Yang diambil :	
C _B	=	0.491		L konstruksi =	42.68 m

X_{wl} = longitudinal distance, in metres, measured forwards from the aft end of the L_{WL} to the position or centre of gravity of the item being considered

z = vertical distance, in metres, from the baseline to the position of centre of gravity of the item being considered. z is positive above the baseline

z_k = vertical distance of the underside of the keel above the baseline local draught to operating waterline at longitudinal position under

T_x = consideration measured above the baseline is to be taken as the horizontal plane passing through the bottom of the moulded hull at midships

Pressure on the Shell Envelope

$$P_s = P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k$$

$$P_s = P_d \quad \text{at } z = T_x + z_k + H_w$$

$$P_s = 0.5P_d \quad \text{at } z \geq T_x + z_k + 1.5 H_w$$

Symbols

H_w is the nominal wave limit height

P_d is the weather deck pressure

P_h is the hydrostatic pressure

P_w is the hydrodynamic wave pressure

P_h and P_w are to be derived at the appropriate vertical position, z

$$T_x + Z_k = T$$

$$T_x + Z_k = 1.40 \quad \text{m}$$

$$T_x + z_k + H_w$$

$$H_w = 2H_{rm} \quad \text{m}$$

$$H_{rm} = C_{w,min} \left(1 + \frac{k_r}{(C_b + 0.2)} \left(\frac{x_{wl}}{L_{WL}} - x_m \right)^2 \right)$$

$$C_{w,min} = C_w / k_m$$

$$k_m = 1 + \frac{k_r (0.5 - x_m)^2}{C_b + 0.2}$$

$$x_m = 0,45 - 0,6Fn \text{ but not less than } 0,2$$

$$C_w = \text{wave head, in meters}$$

$$= 0.0771L_{WL}(C_b + 0.2)^{0.3}e^{(-0.0044L_{WL})}$$

$$C_w = 2.50 \text{ m}$$

$$x_m = 0.308826$$

$$k_m = 1.135 \quad ; k_r = 2.55$$

$$C_{w,\min} = 2.21$$

$$H_{rm} = 14.17 \quad ; x_{wl} = 22 \text{ m}$$

$$H_w = 28.34 \text{ m}$$

$$T_x + z_k + H_w = 29.74$$

$$T_x + z_k + 1.5H_w = 43.92$$

Hydrostatic Pressure

$$P_h = 10(T_x - (z - z_k)) \quad \text{kN/m}^2; \quad T_x = 1.4$$

$$= 13 \text{ kN/m}^2 \quad z_k = 0$$

$$z = 0.1$$

Hydrodynamic Wave Pressure

$$P_w = P_m \quad \text{or}$$

$$= P_p \quad \text{is to be taken as the greater}$$

$$P_m = 10f_z H_{rm} \quad \text{kN/m}^2 \quad ; \text{where}$$

$$P_m = 117.86338 \text{ kN/m}^2$$

f_z = The vertical distribution factor

$$= k_z + (1 - k_z) \left(\frac{z - z_k}{T_x} \right)$$

$$k_z = e^{-u}$$

$$u = \left(\frac{2\pi T_x}{L_{WL}} \right)$$

$$u = 0.20$$

$$k_z = 0.82$$

$$f_z = 0.83$$

$$P_p = 10H_{pm} \quad \text{kN/m}^2 \quad ; \text{where}$$

$$= 19.899749 \text{ kN/m}^2$$

$$f_L = 0.3 \text{ for } L_{WL} > 80$$

$$= 0.3$$

$$H_{pm} = 1.1 \left(\frac{2x_{wl}}{L_{WL}} - 1 \right) \sqrt{L_{WL}}$$

$$= 0 \text{ but not less than}$$

$$f_L \sqrt{L_{WL}} = 1.9899749$$

Jadi, $P_w = 117.86338 \text{ kN/m}^2$

Pressure on Weather and Interior Decks

$$P_d = P_{wh}$$
$$P_{wh} = f_L(6 + 0.01L_{WL})(1 + 0.05\Gamma) + E \quad \text{kN/m}^2$$

where

f_L = the location factor for weather decks
= 1.25
= 1 for interior decks

$$E = \frac{0.7 + 0.08L_{WL}}{D - T} \quad \text{kN/m}^2$$
$$= 1.758$$
$$P_{wh} = 11.50735 \text{ kN/m}^2 \quad \text{and}$$
$$P_{wh} = 9.5575465 \text{ kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$$

Pressure on the Shell Envelope

$$P_s = P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k$$
$$P_s = 130.86 \quad \text{kN/m}^2$$
$$P_s = P_d \quad \text{at } z = T_x + z_k + H_w$$
$$P_s = 11.507 \text{ kN/m}^2$$
$$P_s = 9.558 \text{ kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$$
$$P_s = 0.5P_d \quad \text{at } z \geq T_x + z_k + 1.5 H_w$$
$$P_s = 5.7536749 \text{ kN/m}^2$$
$$P_s = 4.7787732 \text{ kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$$

IMPACT LOADS

Impact Pressure for Displacement Mode

$$P_{dh} = \Phi_{dh} \left(19 - 2720 \left(\frac{T_x}{L_{WL}} \right)^2 \right) \sqrt{L_{WL} V} \quad \text{kN/m}^2$$
$$P_{dh} = 0 \quad V = 28$$
$$P_{dh} \geq P_m$$
$$P_{dh} = 117.86338 \text{ kN/m}^2$$

Freebody Impact Pressure for Displacement Mode

$$P_f = f_f L_{WL} (0.8 + 0.15\Gamma)^2 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP}$$
$$= P_{dh} \quad \text{at } 0.9L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$= P_m \quad \text{at } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$= 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$

$$P_f = 90.375437 \text{ kN/m}^2 \text{ at FP}$$
$$P_f = 117.863 \text{ kN/m}^2 \quad \text{at } 0.9L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$P_f = 117.86338 \text{ kN/m}^2 \quad \text{at } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$P_f = 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$

CROSS-DECK STRUCTURE FOR MULTI-HULL CRAFT

Impact Pressure

$$P_{pc} = V_{pc} K_{pc} V_R V \left(1 - \frac{G_A}{H_{03}} \right)$$

$$P_{pc} = 0$$

COMPONENT DESIGN LOADS

Deckhouses, Bulwarks and Superstructures

$$P_{dhp} = C_1 P_d$$

where

$$C_1 = 1.25$$

$$P_d = 11.507 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{dhp} = 57.536749 \text{ kN/m}^2$$

Deck Area Designed for Cargo, Stores and Equipment

$$P_{cd} = W_{CDP}(1+0.5a_x) \text{ kN/m}^2$$

where

$$W_{CDP} = 5$$

a_x is given in Pt 5, Ch 2, 3.2 Vertical acceleration 3.2.7 and is not to be taken as less than 1,0.

W_{CDP} is the pressure exerted by the cargo on deck specified by the designer in kN/m².

$$a_x = \left(0.86 - 0.32 \frac{x_a}{L_{WL}} + 1.76 \left(\frac{x_a}{L_{WL}} \right)^2 + \xi_a \right)$$

$$a_v = 0.2G + 34/L_{WL} ; G = 9.81$$

$$= 2.7347273$$

$$x_a = 22$$

$$x_{LCG} = 19.46$$

$$\xi_a = 0.14 + 0.32 \frac{x_{LCG}}{L_{WL}} - 1.76 \left(\frac{x_{LCG}}{L_{WL}} \right)^2$$

$$\xi_a = -0.062738$$

$$a_x = 2.95$$

$$P_{cd} = 51.933192 \text{ kN/m}^2$$

Nomenclature and Design Factors

P_S = shell envelope pressure

P_{dh} = impact pressure

P_{dhp} = deckhouse, bulwarks and superstructure pressure

P_{cd} = cargo

P_{wh} = pressure on weather deck

P_{pc} = impact pressure acting on the cross-deck structure

P_{WDP} = design pressure for weather deck plating

P_f = forebody impact pressure

H_f = Hull notation

$H_f = 1.05$

G_f = service area restriction notation factor

$G_f = 0.85$

S_f = service type factor notation

$S_f = 1$

HULL ENVELOPE DESIGN CRITERIA

Hull Structures

Bottom Shell

$$\begin{aligned} P_{BP} &= H_f S_f P_s \\ &= 6.0413586 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{or} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{BP} &= H_f S_f G_f P_{dh} \\ &= 105.19307 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{or} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{BP} &= H_f S_f G_f P_f \\ &= 105.19307 \end{aligned}$$

So,

$$P_{BP} = 105.19307 \text{ kN/m}^2$$

Outboard Side Shell

$$\begin{aligned} P_{SP} &= P_{BP} \\ &= 105.19307 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Inboard Side Shell

$$\begin{aligned} P_{SP} &= P_{BP} \\ &= 105.19307 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{or} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{SP} &= 1.6P_{WDP} \quad \text{at wet deck} \\ &= 83.093107 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

So,
 $P_{SP} = 105.19307$

Wet deck

$$P_{CP} = H_f S_f P_s$$

$$= 6.0413586$$

or

$$P_{CP} = H_f S_f P_{pc}$$

$$= 0$$

So,
 $P_{CP} = 6.0413586 \text{ kN/m}^2$

Weather Deck

$$P_{WDP} = H_f S_f G_f P_{wh}$$

$$= 10.27 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{WDP} = P_{cd}$$

$$= 51.933 \text{ kN/m}^2$$

So,
 $P_{WDP} = 51.933 \text{ kN/m}^2$

Interior Deck

$$P_{IDP} = H_f S_f P_{wh}$$

$$= 10.04 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{IDP} = P_{cd}$$

$$= 51.933 \text{ kN/m}^2$$

So,
 $P_{IDP} = 51.933 \text{ kN/m}^2$

Deckhouses, Bulwarks and Superstructure

$$P_{DHP} = H_f S_f G_f P_{dhp}$$

$$= 51.35 \text{ kN/m}^2$$

Inner Bottom

$$P_{IBP} = H_f S_f P_m + P_h$$

$$= 136.76 \text{ kN/m}^2$$

min. 10T= 14 kN/m²

Perhitungan Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat minimum berdasarkan **Lloyd's Register Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft, Part 7 Hull Construction in Aluminium, Chapter 4,**

MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS

Symbols

ω = service type factor as determined

$$\omega = 1 \quad \text{for passenger}$$

$$k_m = 385 / (\sigma_a + \sigma_u)$$

σ_a = specified minimum yield stress or 0,2% proof stress of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

$$= 230 \text{ N/mm}^2$$

σ_u = specified minimum ultimate tensile strength of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

$$= 315 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0.7301587$$

$$L_R = 44.00 \text{ m}$$

Shell Envelope

Bottom Shell Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.7\sqrt{L_R} + 1.0) \geq 4.0 \omega$$

$$4.82214 \geq 4$$

Side Shell Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.030324 \geq 3.5$$

Wet-deck Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.030324 \geq 3.5$$

Inner Bottom Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.7\sqrt{L_R} + 1.3) \geq 3.5 \omega$$

$$5.078488 \geq 3.5$$

Main Deck Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.030324 \geq 3.5$$

Lower Deck/Inside Deckhouse

$$\omega \sqrt{k_m}(0.3\sqrt{L_R} + 1.3) \geq 3.0\omega$$

$$2.811261 \geq 3$$

Superstructure Side Plating

$$\omega \sqrt{k_m}(0.4\sqrt{L_R} + 1.1) \geq 3.0\omega$$

$$3.207169 \geq 3$$

Deckhouse Front 1st Tier

$$\omega \sqrt{k_m}(0.62\sqrt{L_R} + 1.8) \geq 3.5\omega$$

$$5.052289 \geq 3.5$$

Deckhouse Front Upper Tiers

$$\omega \sqrt{k_m}(0.55\sqrt{L_R} + 1.5) \geq 3.0\omega$$

$$4.399177 \geq 3$$

Deckhouse Aft

$$\omega \sqrt{k_m}(0.25\sqrt{L_R} + 0.7) \geq 2.5\omega$$

$$2.015162 \geq 2.5$$

SHELL ENVELOPE PLATING

Symbols

$$L_R = 44.00 \text{ m}$$

K_s = Higher tensile steel factor

$$K_s = 1$$

Plating General

$$t_p = 22.4 s\gamma \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

limiting bending stress coefficient for the plating element under

f_σ = consideration given in Table 7.3.1 Limiting stress coefficient for local loading in Chapter 7

s = stiffener spacing, in mm

$$= 600 \text{ mm}$$

γ = convex curvature correction factor

$$= 0.7$$

β = panel aspect ratio correction factor

$$= 1$$

p = design pressure, in kN/m^2

Keel Plates

The breadth, b_k , and thickness, t_k , of plate keels are not to be taken as less than:

$$b_k = 5.0 L_R + 250 \text{ mm}$$

$$b_k = 470 \text{ mm}$$

$$t_k = \sqrt{k_s} 1.35 L_R^{0.45} \text{ mm}$$

$$t_k = 7.4111819 \text{ mm}$$

Bottom Outboard Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$p = P_{BP}$$

$$= 105.19307 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 7.3467678 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

Bottom Inboard Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$p = P_{BP}$$

$$= 105.19307 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 7.3467678 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

Side Outboard Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$p = P_{SP}$$

$$= 105.19307 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{\sigma} = 0.75$$

$$t_p = 7.2681905 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 8 \text{ mm}$$

Side Inboard Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$p = P_{SP}$$

$$= 105.19307 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{\sigma} = 0.75$$

$$t_p = 7.3467678 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 8 \text{ mm}$$

Wet-deck Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$p = P_{CP}$$

$$= 6.0413586 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{\sigma} = 0.75$$

$$t_p = 1.760638 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

$$t_p \leq t_{\min} \text{ rejected} \quad t = 4 \text{ mm}$$

Inner Bottom Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$p = P_{IBP}$$

$$= 136.76 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{\sigma} = 0.75$$

$$t_p = 8.3767745 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 9 \text{ mm}$$

Weather Deck Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$p = P_{\text{WDP}}$$

$$= 51.933192 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 5.1620864 \text{ mm}$$

$$t_{\text{min}} = 4 \text{ mm}$$

$$t_p \leq t_{\text{min}} \text{ accepted}$$

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

Superstructures, Deckhouses, and Bulwarks Plating

House Side Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$= 51.35 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.65$$

$$t_p = 5.5138314 \text{ mm}$$

$$t_{\text{min}} = 3 \text{ mm}$$

$$t_p \leq t_{\text{min}} \text{ accepted}$$

House Front Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$= 51.35 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.65$$

$$t_p = 5.5138314 \text{ mm}$$

$$t_{\text{min}} = 3 \text{ mm}$$

$$t_p \leq t_{\text{min}} \text{ accepted}$$

House End Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 51.35 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.5138314 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p &\leq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}$$

House Top Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 51.35 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.5138314 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p &\leq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}$$

Bulwark

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 51.35 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.5138314 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p &\leq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}$$

Interior Deck

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{IDP}} \\
 &= 51.933192 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.5449702 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p &\leq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}$$

Tinggi floor minimal

$$d_w = 6,2 L_R + 50 \text{ mm}$$

$$d_w = 322.8 \text{ mm}$$

$$d_w \text{ diambil} = 400 \text{ mm}$$

untuk mempermudah perhitungan berat, tebal pelat diambil sebagai berikut:

$$\text{pelat lambung} = 9 \text{ mm}$$

$$\text{pelat geladak} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{pelat bangunan atas} = 6 \text{ mm}$$

Equipment & Outfitting

1. Kursi Penumpang

Jumlah kursi	=	418 unit
Massa Jenis	=	600 kg/m ³
Panjang	=	1.13 m
Tebal	=	0.04 m
Lebar	=	0.45 m
Volume	=	0.02034 m ³
Berat kursi	=	6 kg
Berat Total	=	2508 kg



2. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada perhitungan Z number.

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

ref : Buku Ship Outfitting

Dimana :

Z	=	Z Number		
Δ	=	Moulded Displacement	=	190 ton
h	=	Freeboard	=	2.4 m
B	=	Lebar	=	6 m
A	=	Luasan di atas sarat		
		Luasan deck	=	918.93704 m ²
		Luasan atap	=	73.652887 m ²
		Luasan total	=	992.58992 m ²
Z	=	161.10881		

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar dengan Z number 161.10881 yakni :

Jumlah = 2 unit
 Berat min = 165 kg

Sementara itu dari website http://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-Steel-Carbon-Steel-Marine-Danforth_60253778742.html?spm=a2700.7724838.0.0.EGNsvr didapatkan jangkar dengan

The screenshot shows a product listing for a 'Stainless Steel/Carbon Steel Marine Danforth Anchor'. The main image displays a large, dark-colored anchor with a long shank. To the right of the image, the product title is followed by a price of 'US\$1,000' and a 'Get Latest Price' link. Below the price, technical specifications are listed: 'Material: Q235', 'Supply Ability: 1000 Tons per Month', 'Port: FOB Shanghai/Qingdao', and 'Payment Terms: L/C,D/A,T/T,Western Union,MoneyGram'. There are buttons for 'Contact Supplier', 'Start Order', 'Chat Now', and 'Request Sample'. At the bottom left, a 'Certificate' section lists 'Lloyd's, ABS, DNV, BV, NK, CCS'. The page also features a 'Trade Assurance' badge and a 'Pay with Alipay' option.

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah :

Berat = 170 kg
 jumlah = 2 unit
 Berat total = 340 kg

3. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga beratnya diasumsikan sebesar = 300 kg

3. Peralatan Keselamatan (Life boat, Life Raft, Life Jacket)



Partly Enclosed Life Boat

FOB Price: **US \$500 - 4,000 / Set** | [Get Latest Price](#)
 Min. Order Quantity: 1 Set/Sets partly enclosed life boat
 Supply Ability: 10 Set/Sets per Month
 Port: Shanghai
 Payment Terms: L/C,D/A,D/P,T/Western Union,MoneyGram,E-credit, paypal, cash

[Contact Supplier](#) [Chat Now!](#)

[See larger image](#)

Product Details | **Company Profile** | Transaction History

Product Description | Packaging & Shipping | Our Services

Quick Details

Place of Origin:	China (Mainland)	Brand Name:	BOCHI
Hull Material:	Fiberglass	Length (m):	7.58-10.05
persons:	55-120	speed:	≥6

Craft Weight = 4377 kg
 Daya angkut Life Boat = 55-120 orang
 Diasumsikan dapat mengangkut = 100 orang



Marine liferaft

FOB Price: **US \$600 - 5,000 / Piece** | [Get Latest Price](#)
 Min. Order Quantity: 1 Piece/Pieces for Marine liferaft
 Supply Ability: 500 Piece/Pieces per Month for Marine liferaft
 Port: Shanghai or Ningbo
 Payment Terms: L/C,T/T,Western Union

[Contact Supplier](#) [Chat Now!](#)

[See larger image](#)

Product Details

Company Profile

Transaction History

Quick Details

Place of Origin:	Zhejiang, China (Mainland)	Brand Name:	Dehuan
Capacity:	6/10/25/30/50/65.100	Equipment Outfit:	HSC PACK
Material:	Synthetic rubber,water-proof cloth ...	Temperature inflating range:	-30 to 65°c

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan awak kapal
Penumpang + awak kapal = 418 orang
Daya angkut life raft = 65 orang
Dibutuhkan setidaknya 7 buah life raft
Berat 1 unit = 80 kg



SOLAS marine Life jacket (RSCY-A4)

FOB Price:	US \$8 - 20 / Piece | Get Latest Price
Min. Order Quantity:	100 Piece/Pieces
Supply Ability:	8000 Piece/Pieces per Month
Port:	shanghai
Payment Terms:	L/C,D/P,T/T

Contact Supplier

Chat Now!

Life jackets setidaknya mampu memenuhi jumlah semua penumpang dan kru diatas kapal yang jumlahnya 418 orang

Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT)

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	400	persons
	Berat penumpang	75	kg/person
	Berat barang bawaan	20	kg/person
	Berat total penumpang	30000	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	8000	kg
	Berat total	38000	kg
		38.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	18	persons
	Berat crew kapal	75	kg/persons
	Berat barang bawaan	20	kg/persons
	Berat total crew kapal	1350	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	360	kg
	Berat total	1710	kg
		1.710	ton
3	Berat Diesel Oil	3.800	ton
4	Berat Lubricating Oil	2.700	ton
5	Berat Fresh Water	24.495	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	4.000	ton
7	Berat bahan bakar untuk Generator Set	1.500	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	38.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	1.710	ton
3	Berat Diesel Oil	3.800	ton
4	Berat Lubricating Oil	2.700	ton
5	Berat Fresh Water	24.495	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	4.000	ton
7	Berat Bahan Bakar untuk Genset	1.500	ton
Total		76.205	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas dua lambung	543814459.7	mm ²

Luas dua lambung	543.814	m ²
Luasan transom bagian belakang	15680931.64	mm ²
	15.681	m ²
Luas tunnel	483953833.500	mm ²
	483.954	m ²
Total luasan lambung kapal	1043.449	m ²
Tebal pelat lambung	9	mm
	0.009	m
Volume shell plate = luas x tebal	9.391	m ³
<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
	2700	kg/m ³
Berat Total	25355.816	kg
	25.356	ton
2 Berat Geladak (deck) Kapal		
<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
Luasan main deck kapal	522230274.382	mm ²
Luasan upper deck kapal	396706761.817	mm ³
Total luasan geladak kapal	918.937	m ²
Tebal pelat geladak	6	mm
	0.006	m
Volume shell plate = luas x tebal	5.514	m ³
<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
	2700	kg/m ³
Berat Total	14886.780	kg
	14.887	ton
3 Berat Konstruksi Lambung Kapal		
<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
Berat aluminium lambung + geladak kapal	40.243	ton
20% dari berat aluminium kapal	8.049	ton
Berat Konstruksi Total	8.049	ton
4 Berat Bangunan Atas Kapal		
Luas permukaan dinding di Main Deck	351677894	mm ²
Luas permukaan dinding di Upper Deck	138886889.3	mm ²
Luas permukaan dinding di Navigation Deck	248347760	mm ²
Luasan permukaan total	738.9125433	m ²
Ketebalan pelat aluminium	6	mm

	Berat jenis aluminium	2700	kg/m³
	Volume shell plate = luas x tebal	4.43347526	m³
	Berat	11.9703832	ton
	<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat konstruksi bangunan atas	2.39407664	ton
	Berat Total	14.36445984	ton
5	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang Railing	56.000	m
	Diameter pipa	0.050	m
	Tebal pipa	3.000	mm
		0.003	m
	Luas permukaan railing	8.796	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.026	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	71.251	kg
		0.071	ton
6	Berat Tiang Penyangga		
	<i>Tiang Penyangga dipasang di setiap jarak gading besar material tiang menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Tinggi Tiang	2.000	m
	Jumlah Tiang	30.000	
	Diameter Pipa	0.050	m
	Tebal pipa	0.003	m
	Luas permukaan tiang	9.425	m ²
	Volume Tiang	0.028	
	<i>r</i> aluminium	2700.000	kg/m ³
	Berat Total	76.341	kg
		0.076	ton
7	Equipment & Outfitting		
	Berat Kursi Penumpang	6.000	kg
	Jumlah kursi	409	
	Berat total kursi	2454.000	kg
	Jangkar	340.000	kg
	Peralatan Navigasi	300.000	kg
	Life Boat	8754.000	kg
	Life Raft	560.000	kg

	Berat Total	12408.000	kg
		12.408	ton
8	Berat Atap Kapal		
	<i>Material atap menggunakan pelat aluminium dengan tebal 6 mm</i>		
	<i>Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas atap kapal	73652887	mm ²
		73.653	m ²
	Tebal pelat	6.000	mm
		0.006	m
	Volume atap = luas x tebal	0.442	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	1193.177	kg
		1.193	ton
9	Berat Kaca		
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas kaca	58728978	mm ²
		58.729	m ²
	Tebal kaca	5.000	mm
		0.005	m
	Volume kaca = luas x tebal	0.294	m ³
	<i>r</i> kaca	2.56	gr/cm ³
		2560	kg/m ³
	Berat Total	751.731	kg
		0.752	ton
10	Genset		
	Berat	4327.000	kg
	jumlah	2.000	unit
	Berat Total	8654.000	kg
		8.654	ton
11	Berat Inboard Motor		
	<i>Diambil dari katalog Anglo Belgian Corporation</i>		
	Jumlah Inboard motor	2	unit
	Berat Inboard motor	13905.000	kg/unit
	Berat Total	27810.000	kg
		27.810	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit

1	Berat Lambung (hull) Kapal	25.356	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	14.887	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	8.049	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	14.364	ton
5	Berat Railing	0.071	ton
6	Tiang Penyangga	0.076	ton
7	Equipment & Outfitting	12.408	ton
8	Berat Atap Kapal	1.193	ton
9	Berat Kaca	0.752	ton
10	Berat Inboard Motor	27.810	ton
11	Generator Set (Genset)	8.654	ton
Total		113.620	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	76.205	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	113.620	ton
Total		189.825	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement = $2 \times L \times B \times T \times \rho$	190000	kg
2	DWT	76204.800	kg
3	LWT	113620.075	kg
4	Displacement = DWT + LWT	189824.875	kg
Selisih		175.125	kg
		0.09%	

Titik Berat kapal

Lwl	=	44	m	
Lpp	=	44	m	
B	=	11.8	m	
B1	=	3	m	
H	=	3.8	m	
T	=	1.4	m	
S	=	8.8	m	
Δ	=	190000.0	kg	
LCB	=	-1.216	m	dari Midship
C_B	=	0.491		

Titik Berat Hull

Ref : Parametric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan hal 11-22

Berat 1 lambung	=	6607.346	kg	
$LCG_{1 \text{ lambung}}$	=	-0.15 + LCB		
	=	-1.366	m	dari Midship
$VCG_{1 \text{ lambung}}$	=	$0.01D(46.6 + 0.135(0.81 - C_B) \cdot (L/D)^2) + 0.008D(L/B - 6.5)$		
	=	1.99931	m	dari baseline
Berat Tunel	=	11760.08	kg	
LCG_{Tunel}	=	0	m	dari Midship
VCG_{tunel}	=	3.8	m	dari baseline
LCG_{hull}	=	$\frac{2x(-1.385x1383.127)+(0x1699.197)}{(2x1383.127)+1699.197}$		
	=	-0.7228	m	dari Midship
VCG_{hull}	=	$\frac{2x(0.96957x1383.127)+(1.3x1699.197)}{(2x1383.127)+1699.197}$		
	=	2.84722	m	dari baseline

LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
25355.816	-0.723	2.847	14886.780	0.000	2.000	8048.519	-0.723	2.847

ATAP KAPAL			KACA			2 Generator		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
1193.177	0.000	7.800	751.731	0.000	7.800	8654.000	-6.177	0.600

Bangunan Atas			Equipment			Tiang Penyangga		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
14364.46	0.00	5.80	12408	0.00	3.80	76.340701	0.00	5.80

RAILING						2 Motor		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
71.251	-10.000	3.800	0.000	0.000	0.000	27810	-9.86	0.60

TOTAL LWT		
Berat	LCG	VCG
113620.07	-3.102	2.580

18.898

DWT						
Penumpang				Crew		
n	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
400	38000	0.000	4.372	1710	0.000	4.372

Marine Fuel Oil			Lub. Oil			Diesel Oil		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
5500	-0.252	1.200	3800	1.270	1.200	2700	-2.180	1.400

Fresh Water		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
24495	2.842	1.200

TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG
76205	0.881	2.860

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG [m]	VCG [m]	[kg]	LCB [m]	VCB [m]	[kg]	%	OK
189824.87	-1.503	2.692	190000.0	-1.216	0.8799	175.125	0.09%	

Perhitungan Trim

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

Ukuran Utama

L_{WL}	=	44.00 m
T	=	1.40 m
H	=	3.80 m
B	=	11.80 m
B1	=	3.00 m
∇	=	185.37 m ³
C_B	=	0.491
C_M	=	0.741
C_P	=	0.338
C_{WP}	=	0.740
KG	=	2.595 m
LCG	=	-1.503 m
LCB	=	-1.216 m

Batasan Trim

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

$$\pm 0.5\% \cdot L_{WL} = 0.220 \text{ m}$$

Perhitungan Trim Menurut *Maxsurf Stability Enterprise*

$$\text{Trim} = 0.051 \text{ m}$$

Kondisi Trir	=	Trim Buritan
Kesimpulan	=	<i>Accepted</i>

Perhitungan Lambung Timbul

Kapal penyeberangan katamaran merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966*.

Input Data

H	=	3.8	m	∇	=	92.68	m ³
d	=	0.85 · H		B ₁	=	3	m
		=	3.23	C _B	=	$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$	
L	=	L _{wl}					
		=	44		=	0.2174	
L	=	44	m				

1. Tipe Kapal

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* 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 permeabilitas rendah pada ruang muat

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal penyeberangan katamaran termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul (ICLL Chapter 3, Reg. 28, Freeboard Table for Type B Ships)

Fb ₁	=	374	mm	Untuk kapal dengan L = 44 m
Fb ₁	=	37.4	cm	
	=	0.3740	m	

Untuk kapal Tipe B dengan panjang dibawah 108 meter, tinggi freeboard ditambah 50 mm

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27*

Fb ₂	=	424	mm
		0.424	m

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan C_B > 0.68

C _B	=	0.2174	Tidak ada koreksi
----------------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

L/15	=	2.9333
------	---	--------

D	=	3.8	m
---	---	-----	---

jika, D < L/15 ; tidak ada koreksi

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

dimana R = (L/0.48)

D	>	L/15	maka,	R =	92
---	---	------	-------	-----	----

Koreksi	=	(3.8 - (44 / 15)) x R	mm
---------	---	-----------------------	----

	=	79.444	mm	=	0.0794	m
--	---	--------	----	---	--------	---

Fb ₃	=	0.4534	m
-----------------	---	--------	---

3. Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 meter

(ICLL Chapter 3, Reg. 29, Correction to the Freeboard for Ships under 100 metres (328 feet) in length)

$$\text{Koreksi} = 7.5(100-L)(0.35-(E / L)) \text{ millimetres}$$

$$= -120.27 \text{ mm}$$

E = panjang efektif bangunan atas

$$= -1.20 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas} = -1.203 \text{ m}$$

Total Lambung Timbul

$$F_b' = F_b - \text{Koreksi lambung timbul kapal dibawah 100 m}$$

$$= 1.656 \text{ m}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 2.4 \text{ m}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Disyaratkan

Kondisi = Diterima

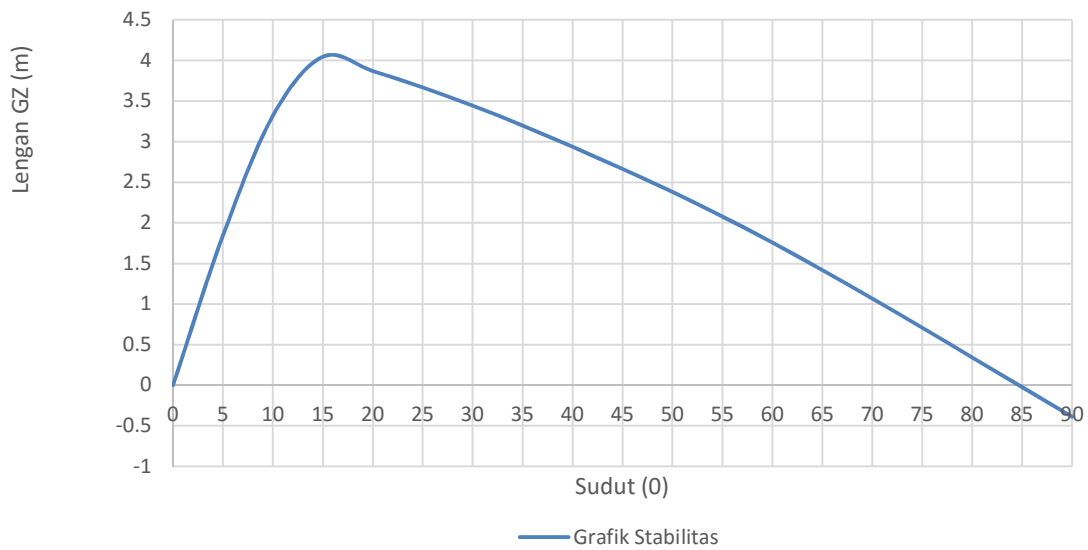
Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	1.656	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.4	m
Kondisi	Diterima	

STABILITAS

Lengan Statis (GZ)

Sudut (°)	Lengan Gz (m)
0	0
5	1.846
10	3.321
15	4.047
20	3.87
25	3.668
30	3.444
35	3.199
40	2.937
45	2.664
50	2.381
55	2.079
60	1.757
65	1.419
70	1.068
75	0.708
80	0.343
85	-0.023
90	-0.387

Grafik Stabilitas



$$h = 0.1 \text{ radian}$$

Lengan Dinamis (L_D)

$$L_{Dn} = 1/3 \cdot h \cdot (GZ_{n-10} + 4 \cdot GZ_{n-5} + GZ_n)$$

$$L_D (10^\circ) = 1/3 \times h (GZ (0^\circ) + 4GZ (5^\circ) + GZ (10^\circ))$$

$$L_D (10^\circ) = 0.311 \text{ meter radian}$$

$$L_D (20^\circ) = 0.680 \text{ meter radian}$$

$$L_D (30^\circ) = 0.640 \text{ meter radian}$$

$$L_D (40^\circ) = 0.558 \text{ meter radian}$$

Lengan Dinamis (L_D)

Sudut ($^\circ$)	meter.rad
$L_D (10^\circ)$	0.311
$L_D (20^\circ)$	0.680
$L_D (30^\circ)$	0.640
$L_D (40^\circ)$	0.558
L_D Total	2.189

Sudut Maksimum

$$GZ \text{ max} = 4.047 \text{ m} \quad ; \text{ nilai maksimum GZ dari semua sudut } (0^\circ \text{ s.d. } 90^\circ)$$

$$\text{Kolom Ke -} = 4 \quad ; \text{ nilai terbesar tersebut pada kolom ke berapa}$$

$$\text{Heel at GZ max} = 15^\circ \quad ; \text{ pada sudut heel berapa GZ maksimum}$$

Titik

$$\begin{array}{l} X_1 = 10 \\ X_2 = 15 \\ X_3 = 20 \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{ccc} 1 & 10 & 100 \\ 1 & 15 & 225 \\ 1 & 20 & 400 \end{array} \right\}$$

$$\begin{array}{l} Y_1 = 3.321 \\ Y_2 = 4.047 \\ Y_3 = 3.87 \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{ccc} 6 & -8 & 3 \\ -0.7 & 1.2 & -0.5 \\ 0.02 & -0.04 & 0.02 \end{array} \right\}$$

Hasil Perkalian Matrik

$$a = -0.84$$

$$b = 0.5967$$

$$c = -0.01806$$

$$\theta_{\text{max}} = 17^\circ \quad ; \text{ sudut maximum}$$

$$GM = 22.293 \text{ m} \quad (\text{dari Hidromax})$$

Untuk kapal katamaran, kriteria stabilitasnya menggunakan HSC Code 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Chapter 3

- 1 Luas (A) di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat tidak kurang dari 0,055 meter.rad

(IMO A.749 (18) Chapter 3 dan HSC Code 2000 Annex 7)

$$A = 0,055 \times 30^0 / \theta \text{ GZ max (meter radian)}$$

$$\theta \text{GZmax} = 17^\circ$$

maka

$$A \text{ minimal} = 0.055 \text{ meter.rad}$$

$$A \text{ sebenarnya} = 1.631 \text{ meter.rad}$$

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

- 2 Luas di bawah kurva GZ sampai sudut 40 ° atau sudut downflooding θ_f , jika sudut ini kurang dari 40 °, tidak boleh kurang dari 0,09 meter radian.

(IMO A.749 (18) Chapter 3)

$$A_{0-40} \text{ min} = 0.090 \text{ meter.rad}$$

$$A_{0-40} = 2.189 \text{ meter.rad}$$

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

- 3 Luas di bawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ atau antara $\theta = 30^\circ$ dan sudut downflooding θ_f , jika sudut ini kurang dari 40 °, tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian.

(IMO A.749 (18) Chapter 3)

$$A_{30-40} \text{ min} = 0.030 \text{ meter.rad}$$

$$A_{30-40} = 1.197 \text{ meter.rad}$$

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

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

(IMO A.749 (18) Chapter 3)

$$Gz \text{ } 30^\circ \text{ min} = 0.200 \text{ meter}$$

$$Gz \text{ } 30^\circ = 3.444 \text{ meter}$$

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

- 5 GZ maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

(IMO A.749 (18) Chapter 3 >>>> HSC CODE 2000 Annex 7)

Untuk kapal lambung ganda yang memiliki lebar kapal yang besar dan sarat rendah, pada tahun 2007 IMO merevisi Intact Stability Code yang mensyaratkan sudut GZ maksimum sebesar setidaknya 25 derajat, dan memberikan solusi dengan mengacu pada aturan HSC Code 2000

Annex 7 dengan sudut GZ maksimum setidaknya 10 derajat. Revisi tersebut dilakukan karena ada beberapa laporan kapal high speed catamarans mengalami kesulitan untuk memenuhi kriteria stabilitas tersebut.

$$\theta \text{Gz}_{\text{max}} \text{ min} = 10^\circ \text{ derajat}$$

$$\theta \text{Gz}_{\text{max}} = 17^\circ \text{ derajat}$$

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

- 6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0,15 meter.

(IMO A.749 (18) Chapter 3)

$$GM \text{ min} = 0.150 \text{ meter}$$

$$GM = 22.293 \text{ meter}$$

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

- 7 GZ maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

(HSC CODE 2000 Annex 7)

$$\theta \text{Gz}_{\text{max}} \text{ min} = 10^\circ \text{ derajat}$$

$$\theta \text{Gz}_{\text{max}} = 17^\circ \text{ derajat}$$

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

Rekapitulasi Kriteria Stabilitas Public Catamaran Boat

Kriteria	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
Area 0 to 30	1.631	meter.rad	Accepted
Area 0 to 40	2.189	meter.rad	Accepted
Area 30 to 40	1.197	meter.rad	Accepted
Max GZ at 30 or greater	3.444	meter	Accepted
$\theta_{GZ_{max}} \geq 10^\circ$	17°	derajat	Accepted
$GM \geq 0,15$	22.293	meter	Accepted
$\theta_{GZ_{max}} \geq 10^\circ$	17°	derajat	Accepted

1	Draft Amidships m	1,422
2	Displacement t	191,8
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	1,397
5	Draft at AP m	1,447
6	Draft at LCF m	1,426
7	Trim (+ve by stern) m	0,051
8	WL Length m	43,997
9	Beam max extents on	11,800
10	Wetted Area m ²	332,805
11	Waterpl. Area m ²	221,031
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,653
13	Block coeff. (Cb)	0,496
14	Max Sect. area coeff. (	0,762
15	Waterpl. area coeff. (C	0,837
16	LCB from zero pt. (+ve	20,784
17	LCF from zero pt. (+ve	18,765
18	KB m	0,900
19	KG fluid m	2,611
20	BMt m	23,652
21	BML m	147,805
22	GMt corrected m	21,942
23	GML m	146,095
24	KMt m	24,552
25	KML m	148,706
26	Immersion (TPc) tonne/	2,266
27	MTC tonne.m	6,367
28	RM at 1deg = GMt.Disp.	73,433
29	Max deck inclination de	0,0663
30	Trim angle (+ve by ster	0,0663

	Heel to Starboard deg	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0
1	GZ m	0,000	1,848	3,321	4,047	3,870	3,668	3,444	3,199	2,937
2	Area under GZ curve f	0,0000	4,8922	17,8355	36,6613	56,6485	75,4547	93,2589	109,867	125,213
3	Displacement t	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1
4	Draft at FP m	1,409	1,405	1,410	1,279	0,850	0,392	-0,109	-0,662	-1,290
5	Draft at AP m	1,418	1,382	1,198	0,855	0,434	-0,014	-0,501	-1,048	-1,673
6	WL Length m	44,003	44,147	44,297	44,401	44,398	44,395	44,390	44,385	44,378
7	Beam max extents on	11,800	11,707	11,441	10,129	6,029	6,011	5,976	5,927	5,872
8	Wetted Area m ²	331,122	318,200	296,083	242,453	242,671	242,942	243,534	244,700	246,522
9	Waterpl. Area m ²	221,113	201,102	174,180	121,826	125,261	129,713	134,169	139,457	146,115
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,850	0,856	0,887	0,726	0,727	0,728	0,730	0,734	0,738
11	Block coeff. (Cb)	0,494	0,404	0,374	0,587	0,588	0,582	0,585	0,551	0,538
12	LCB from zero pt. (+ve)	20,958	20,957	20,969	20,979	20,979	20,984	20,980	20,982	20,983
13	LCF from zero pt. (+ve)	18,773	19,847	20,806	19,910	19,916	19,958	20,137	20,343	20,565
14	Max deck inclination de	0,0112	5,0001	10,0037	15,0093	20,0062	25,0043	30,0030	35,0021	40,0015
15	Trim angle (+ve by ster)	0,0112	-0,0287	-0,2765	-0,5529	-0,5416	-0,5287	-0,5108	-0,5021	-0,4979

	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0
	2,664	2,381	2,079	1,757	1,419	1,068	0,708	0,343	-0,023	-0,387
	139,219	151,837	162,996	172,595	180,543	186,767	191,212	193,843	194,644	193,618
	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1	189,1
	-2,024	-2,895	-3,950	-5,294	-7,102	-9,729	-13,995	-22,375	-47,192	n/a
	-2,404	-3,291	-4,388	-5,787	-7,676	-10,427	-14,911	-23,728	-49,911	n/a
	44,368	44,357	44,351	44,348	44,350	44,359	44,383	44,439	44,737	44,904
	5,866	5,629	5,253	4,844	4,435	4,025	3,823	3,801	3,793	3,798
	249,244	252,072	253,956	255,312	256,264	256,954	257,407	257,605	257,320	256,598
	154,477	158,007	155,354	153,245	151,838	151,204	151,353	152,384	154,048	155,942
	0,744	0,750	0,759	0,767	0,776	0,785	0,793	0,800	0,802	0,806
	0,523	0,531	0,560	0,589	0,619	0,647	0,675	0,693	0,708	0,696
	20,978	20,980	20,982	20,984	20,984	20,983	20,985	20,983	20,985	20,985
	20,804	20,722	20,938	21,155	21,351	21,546	21,746	21,963	22,166	22,434
	45,0011	50,0008	55,0007	60,0005	65,0004	70,0003	75,0002	80,0001	85,0001	90,0000
	-0,4944	-0,5160	-0,5699	-0,6427	-0,7470	-0,9086	-1,1915	-1,7614	-3,5361	-90,000

LAMPIRAN B : ANALISIS EKONOMIS

Building Cost

No	Item	Value	Unit
Pelat Kapal & Elektroda	1 Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 9 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat hull	25.36	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	16481.28	USD
	2 Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat geladak	14.89	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	9676.41	USD
	3 Konstruksi Lambung		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat konstruksi	8.049	ton
	Harga Konstruksi Lambung	5231.5	USD
	4 Bangunan Atas		
	<i>(tebal pelat = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
Harga	650.00	USD/ton	
Berat bangunan atas	14.36	ton	
Harga Bangunan Atas Kapal	9336.90	USD	
5 Elektroda			
<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>			
<i>Sumber: Nekko Steel - Aneka Maju.com</i>			
Harga	2626	USD/ton	
Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)	3.759	ton	
Harga Elektroda	9872	USD	
Total Harga Pelat Kapal		50598	USD

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
	Harga	35.00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	116.00	m
Harga Railing dan Tiang Penyangga	4,060	USD	

2	Atap Kapal		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.0	USD/m ²
	Luas atap kapal	918.94	m ²
	Harga Pelat	597,309	USD
3	Kaca		
	<i>(kaca, t = 5 mm)</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/18mm-Thick-Tempered-Glass-Clear-Temp</i>		
	Harga	8.0	USD/m ²
	Luas kaca kapal	58.73	m ²
	Harga Kaca	470	USD
4	Kursi Penumpang		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	418	unit
	Harga per unit	50	USD
	Harga Kursi	20,900	USD
5	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1,000	USD
	Harga jangkar	2,000	USD
6	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,600	USD
	Kompas	60	USD
	GPS	850	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)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	25,613	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	172	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
Jumlah	1	Set	
Harga per set	186	USD	

	Harga total	186	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	12,500	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	110	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19,500	USD
	Harga total	19,500	USD
	Portable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	87	USD
	Harga total	174	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	33,542	
7	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Life Boat		
	Jumlah	4	
	Harga per unit	3,000	
	Harga Total	12,000	
	Life Raft		
	Jumlah	7	
	Harga per unit	1,500	
	Harga Total	10,500	
	Life Jacket		
	Jumlah	418	
	Harga per unit	10	
	Harga Total	4,180	
	Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	26,680	
	Total Harga Equipment & Outfitting	710574	USD

	c	Item	Value	Unit
rak	1	Inboard Motor		
		<i>(dua unit Inboard motor ABC)</i>		
		Jumlah inboard motor	2	unit
		Harga per unit	300000	USD/unit
		Shipping Cost	1,000	USD
		Harga Inboard Motor	601000	USD

Tenaga Penggerak	2	Komponen Kelistrikan		
		<i>saklar, kabel, dll</i>		
		Diasumsikan sebesar	3,000	USD
		Harga Komponen Kelistrikan	3,000	USD
	3	Genset		
		<i>(2 unit Genset merk Caterpillar Tipe 3412C)</i>		
		Jumlah Genset	2	unit
		Harga per unit	100000	USD/unit
		Shipping Cost	1,000	USD
		Harga Genset	201000	USD
Total Harga tenaga penggerak		805000	USD	

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	50598	USD
2	Equipment & Outfitting	710574	USD
3	Tenaga Penggerak	805000	USD
Total Harga (USD)		1566172	USD
Kurs Rp - USD (per 16 Mei 2016, BI)		13328	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		20,873,938,832.97	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

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

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	1,043,696,941.65	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	417,478,776.66	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	2,087,393,883.30	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		3,548,569,601.61	Rp

Jadi, total harga kapal adalah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} - \text{Bantuan Pemerintah} \\
 &= 20,873,938,833 + 1,043,696,942 + 417,478,777 + 2,087,393,883 \\
 &= \text{Rp} \quad \quad \quad \mathbf{24,422,508,434.58}
 \end{aligned}$$

Operasional Cost

Bank Mandiri

<p>Cash Loan</p> <p>Kredit Investasi</p> <p>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.</p> <p>Ketentuan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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%. <p>Bunga :</p> <p>Suku bunga kredit 13,5 % *)</p>
--

Pinjaman Bank

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	24,422,508,435	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	15,874,630,482	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	2,143,075,115.1	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	3,730,538,163	Rp

28,153,046,597.96

Biaya Perawatan

Diasumsikan 10% total dari building cost

Total maintenance cost Rp 2,442,250,843 per tahun

Asuransi

Diasumsikan 2% total dari building cost

Biaya asuransi Rp 488,450,169 per tahun

Gaji Crew Kapal

Jumlah crew kapal	18	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 3,500,000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp 63,000,000	per orang
Gaji Total Crew	Rp 1,134,000,000	

Bahan Bakar Diesel		
Asumsi Operasional Diesel	6	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	363.3823529	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 18,500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 40,335,441	per hari
Harga bahan bakar	Rp 1,210,063,235	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 14,520,758,824	per tahun

Air Bersih		
Harga air bersih	Rp 100,000	per 3000 liter / 3 ton
Harga air bersih per 30 ton	Rp 1,000,000	per hari per trip
Harga air bersih	Rp 365,000,000	per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 3,730,538,163	per tahun
Gaji Crew	Rp 1,134,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 2,442,250,843	per tahun
Asuransi	Rp 488,450,169	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 14,520,758,824	per tahun
Air Bersih	Rp 365,000,000	per tahun
Total	Rp 22,680,997,999	per tahun

Perhitungan Biaya Investasi

Building Cost	Rp	24,422,508,435	
Operational Cost	Rp	22,680,997,999	per tahun
	Rp	62,139,721	per hari

Revenue

Berdasarkan data penyeberangan Banyuwangi-Bali melalui pelabuhan Ketapang-Gilimanuk yang didapatkan, jumlah penyeberangan dari Banyuwangi-Bali maupun Bali-Banyuwangi memiliki jumlah yang cenderung sama. Oleh karena itu 1 kali trip pada perjalanan kapal ini terhitung dari Boom-Benoa-Boom, dimana 1 kali trip pulang pergi terhitung selama 6 jam (08.00-11.00 dan 13.00-16.00). Pada jalur pelayaran di Selat Bali, setiap tahunnya terjadi puncak musim penghujan pada akhir bulan Februari hingga pertengahan Maret. Dari data cuaca dan gelombang yang didapatkan dari BMKG Banyuwangi, didapatkan selama 12 hari cuaca buruk terjadi di Selat Bali pada puncak musim penghujan. Dari 12 hari tersebut, dibulatkan keatas menjadi 15 hari dan dijadikan margin untuk kapal tidak melakukan pelayaran (*Day Off*) dalam satu tahun.

Perencanaan Trip

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	1	31	31
Februari	1	28	28
Maret	1	31	31
April	1	30	30
Mei	1	31	31
Juni	1	30	30
Juli	1	31	31
Agustus	1	31	31
September	1	30	30
Oktober	1	31	31
November	1	30	30
Desember	1	31	31
<i>Day Off</i>	0	15	-15
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			350

Kapasitas maksimal kapal 400 Orang

Perencanaan Harga Tiket

Rute	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
Boom - Benoa	400	Rp 105,000	Rp 42,000,000
Benoa- Boom	400	Rp 105,000	Rp 42,000,000
Total Pendapatan 1 hari (1 kali trip)			Rp 84,000,000

Revenue per trip	Rp	84,000,000
Revenue per hari	Rp	84,000,000

Revenue per tahun Rp 29,400,000,000

Perhitungan NPV

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-24,422,508,434.58		-24,422,508,435	-24,422,508,435
1	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	-17,703,506,434
2	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	-10,984,504,433
3	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	-4,265,502,432
4	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	2,453,499,569
5	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	9,172,501,570
6	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	15,891,503,571
7	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	22,610,505,572
8	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	29,329,507,573
9	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	36,048,509,574
10	29,400,000,000.00	-22,680,997,999	6,719,002,001	42,767,511,575

Bunga Bank = **13.5%**

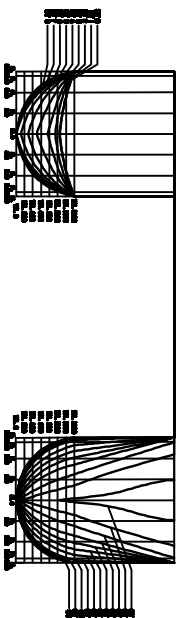
NPV = Rp 5,173,955,505

IRR = 15%

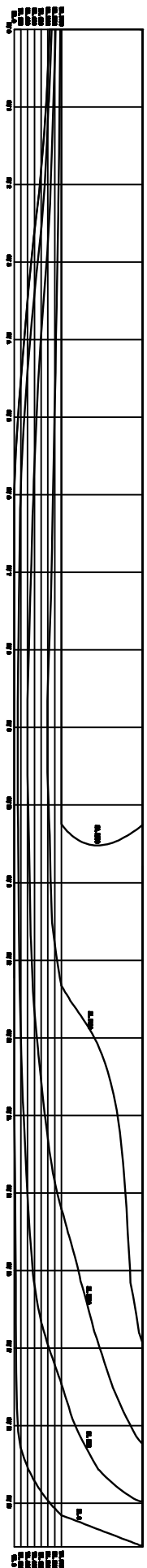
Payback Period = 4.1 tahun

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

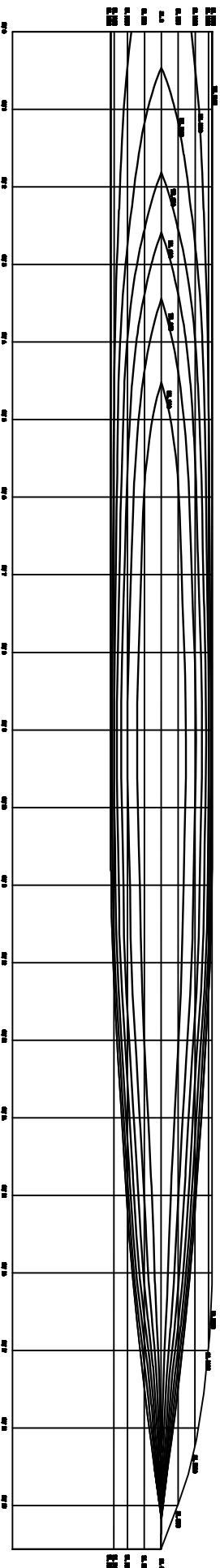
**LAMPIRAN C : LINES PLAN, GENERAL ARRANGEMENT
DAN SAFETY PLAN ARRANGEMENT**



BODY PLANS



SHEER PLANS



HALF BREADTH PLANS

MAIN DIMENSIONS

SHIP TYPE : Passenger Catamaran
 PASSANGERS : 400
 LWL : 44,0 m
 BREADTH (B) : 11,8 m
 HEIGHT (H) : 3,8 m
 DRAFT (T) : 1,4 m
 BLOCK COEFFICIENT : 0,491
 SERVICE SPEED (Vs) : 28 knot
 CREW : 18 Crew

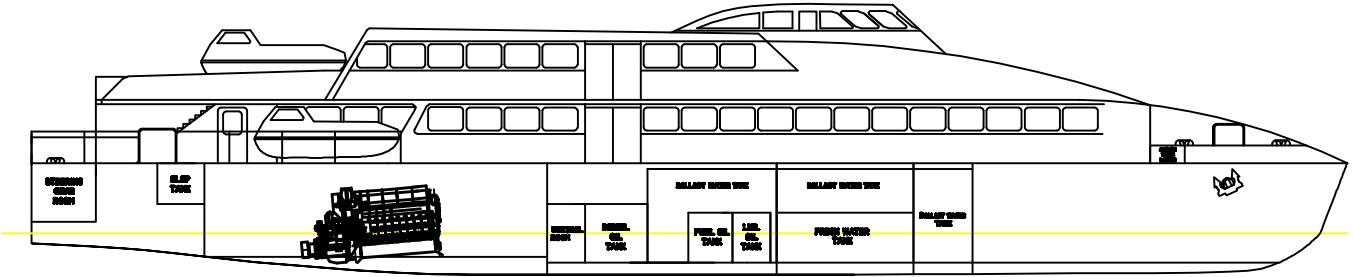


DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
 AND SHIPBUILDING ENGINEERING
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

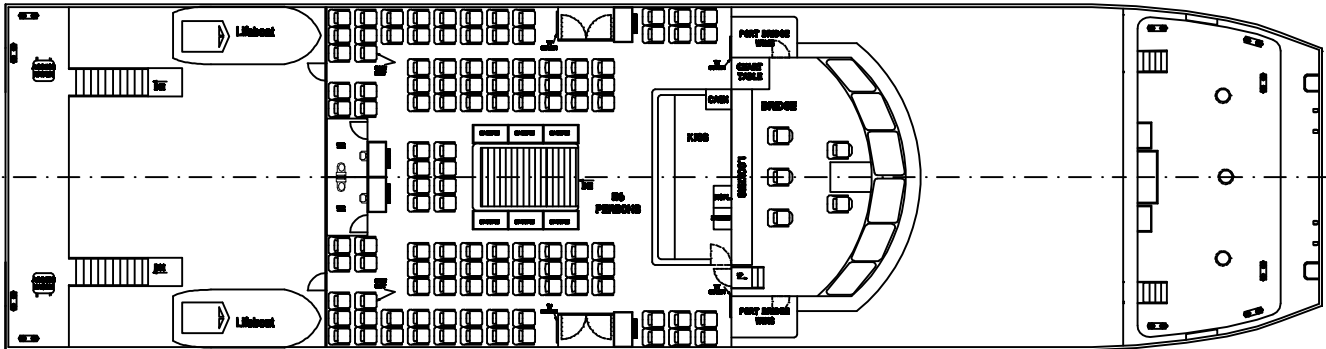
LINES PLAN

EXCITER 01

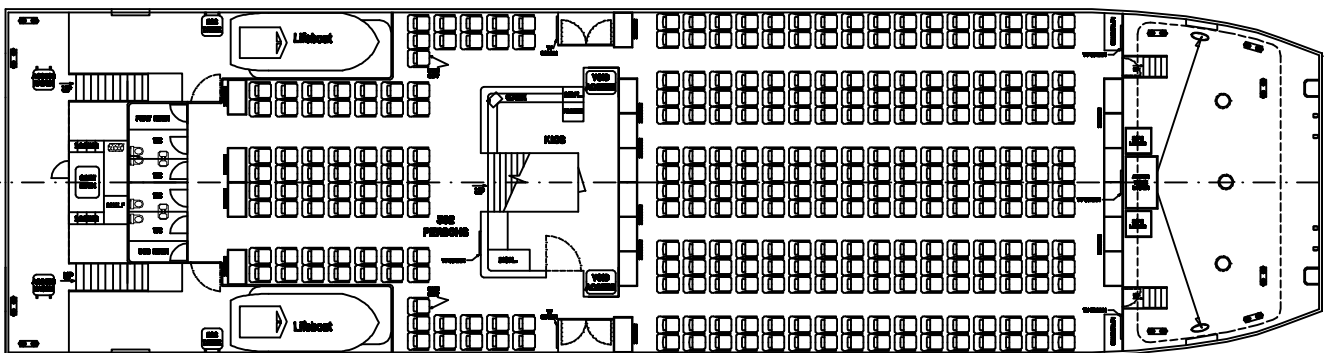
SCALE : 1 : 256	SIGNATURE	DATE	NOTES
DRAWN BY : MOHAMMAD HANZAH BATRIANUSRYAH			
SUPERVISED BY : Prof. Ir. Djumar Mandaula, Sc. Ph.D			
			412100038



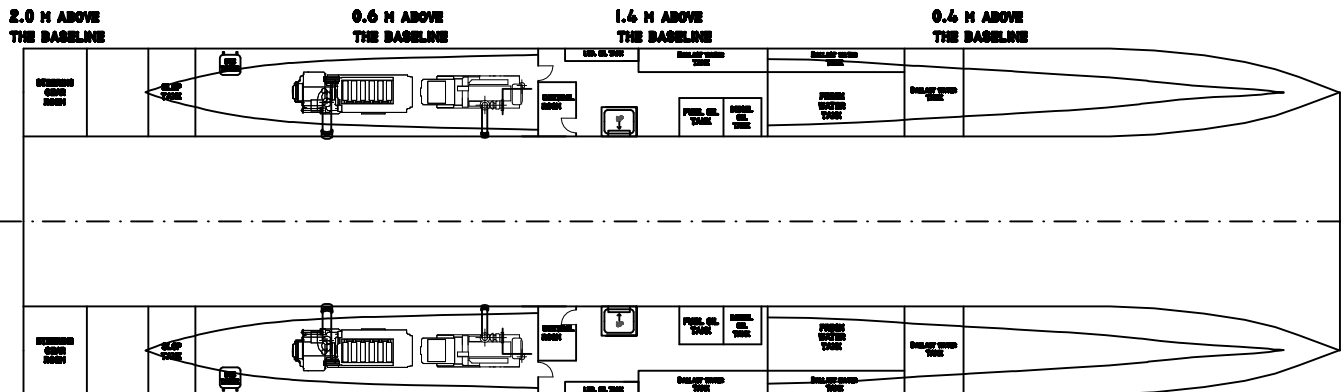
UPPER DECK



MAIN DECK



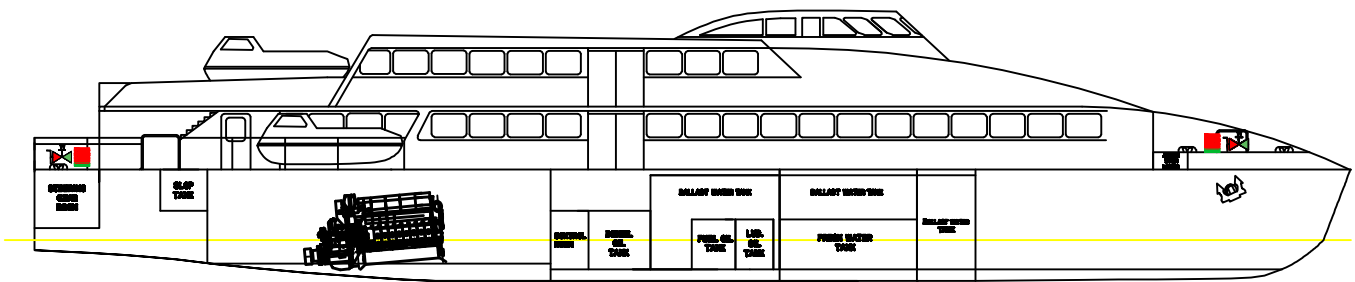
HULLS



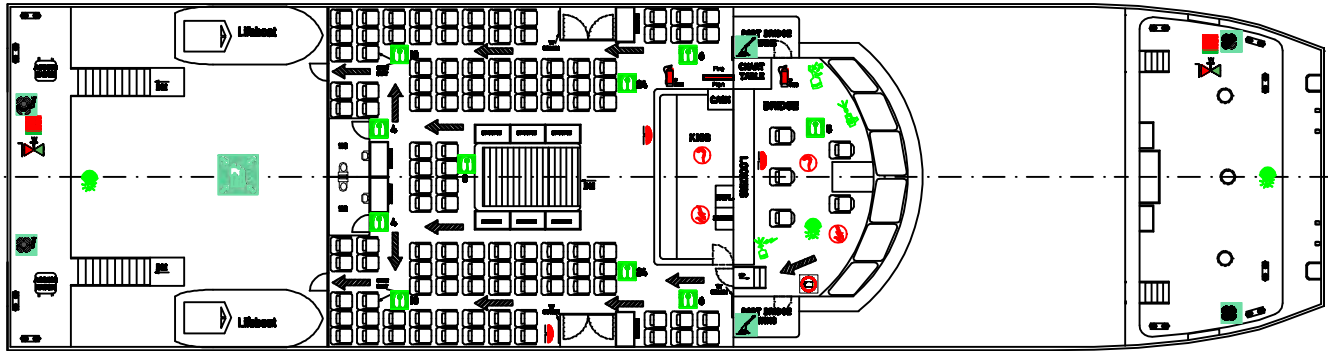
MAIN DIMENSIONS

SHIP TYPE	: Passenger Catamaran
PASSANGERS	: 400
LWL	: 44.0 m
BREADTH (B)	: 11.8 m
HEIGHT (H)	: 3.8 m
DRAFT (T)	: 1.4 m
BLOCK COEFFICIENT	: 0.481
SERVICE SPEED (Vs)	: 28 knot
CREW	: 18 Crew

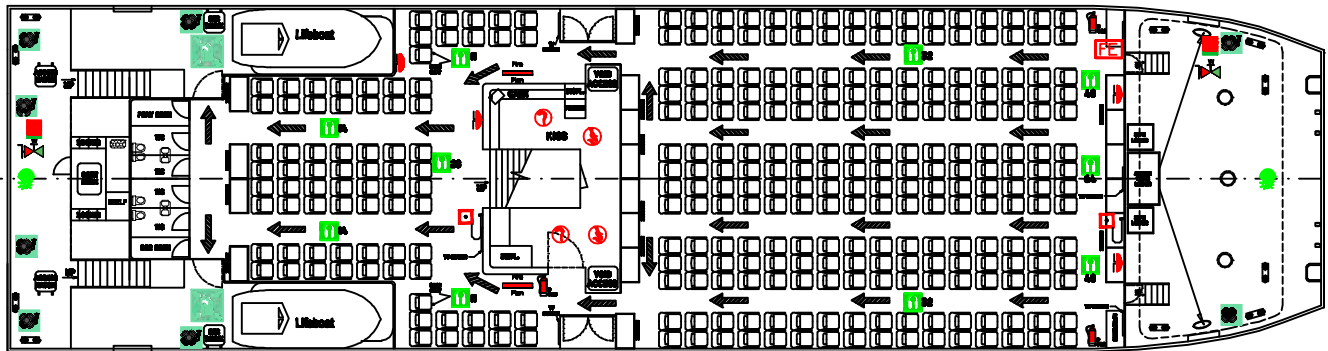
	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY		
	GENERAL ARRANGEMENT EXCITER 01		
	SCALE : 1 : 200	SIGNATURE	DATE
DRAWN BY : MOHAMMAD HANZAH BATIRMANIBYAH			
SUPERVISED BY : Prof. Ir. Djauhar Manhat, M.Sc. Ph.D			4112160288



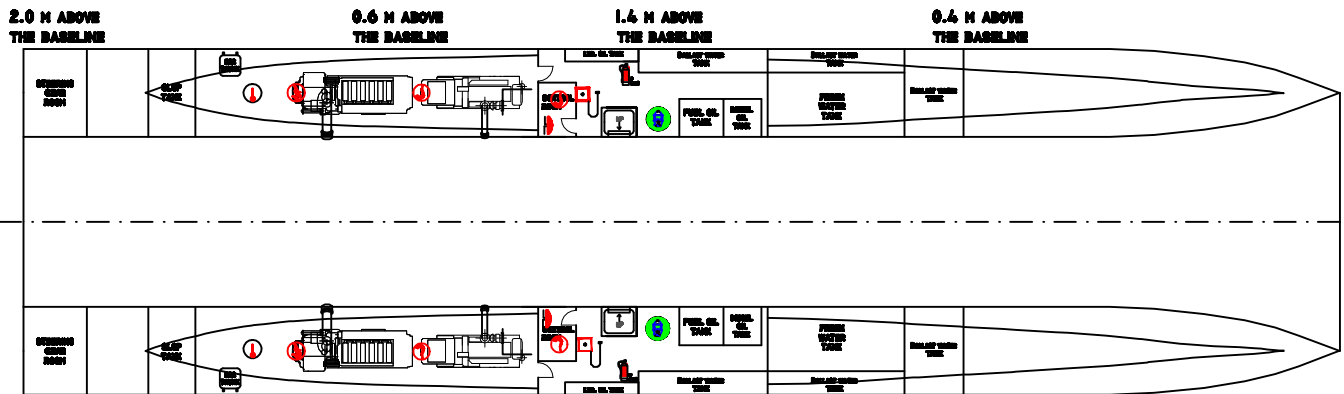
UPPER DECK



MAIN DECK



HULLS



FIRE PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM	- NAVIGATION DECK
	FIRE CONTROL SAFETY PLAN	- UPPER DECK - NAVIGATION DECK - MAIN DECK
	FIRE ALARM BELL	- UPPER DECK - NAVIGATION DECK - MAIN DECK
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (POWDER)	- ENGINE ROOM - UPPER DECK - PLATFORM - MAIN DECK
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM)	- ENGINE ROOM - UPPER DECK - PLATFORM - MAIN DECK
	FIRE HOSE AND NOZZLE	- MAIN DECK - FORECASTLE DECK - E/R & PLATFORM
	FIRE HYDRANT	- MAIN DECK - FORECASTLE DECK - E/R & PLATFORM
	SMOKE DETECTOR	- ENGINE ROOM - UPPER DECK - PLATFORM - MAIN DECK
	MANUALLY OPERATED CALL POINT	- ENGINE ROOM - UPPER DECK - PLATFORM - MAIN DECK
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (BATTERY)	- NAVIGATION DECK
	FIREMAN'S OUTFIT	- E/R & PLATFORM - MAIN DECK
	FLAME DETECTOR	- MAIN DECK - ENGINE ROOM & PLATFORM

	HEAT DETECTOR	- MAIN DECK - BRIDGE DECK - POOP DECK
	FIRE EXTINGUISHING SYSTEM (CO2)	- ENGINE ROOM - PLATFORM
	EMERGENCY ESCAPE BREATHING DEVICE (EEBD)	- ENGINE ROOM - PLATFORM

SAFETY PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	MASTER STATION	- BOAT DECK
	LIFE BUOY	- POOP DECK - BRIDGE DECK - BOAT DECK - NAVIGATION DECK
	ROCKET PARACHUTE FLARE	- NAVIGATION DECK
	SURVIVAL CRAFT PORTABLE RADIO	- NAVIGATION DECK
	LINE THROWING APPLIANCE	- NAVIGATION DECK
	EPIRB	- NAVIGATION DECK
	LIFE JACKET	- UPPER DECK - NAVIGATION DECK - MAIN DECK - E/R & PLATFORM
	INMARSAT	- NAVIGATION DECK
	NAVTEC RECEIVER	- NAVIGATION DECK
	WATCH RECEIVER	- NAVIGATION DECK
	VHF RADIO - TELEPHONE	- NAVIGATION DECK

	LIFEBOAT	- BOAT DECK
	RADAR TRANSPONDER	- NAVIGATION DECK

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SAFETY PLAN ARRANGEMENT
EXCITER 01

SCALE : 1 : 200	SIGNATURE	DATE	NOTES
DRAWN BY : MOHAMMAD HANZAH BATRAMANBYAH			
SUPERVISED BY : Prof. Ir. Djauhar Marhaen, M.Sc. Ph.D			412102008

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

VII.1. Kesimpulan

Dari analisis dan perhitungan teknis mengenai kapal penumpang katamaran yang beroperasi di Selat Bali (Dermaga Boom Marina – Pelabuhan Benoa) yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapatkan ukuran utama kapal, yaitu :

Loa	=	44,9	m
Lwl	=	44,0	m
B	=	11,8	m
B ₁	=	3,0	m
H	=	3,8	m
T	=	0,491	m
S	=	8,8	m
V _s	=	28	knot
Crew	=	18	person
Passengers	=	400	person

2. Rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*) dan *safety plan arrangement* kapal penumpang katamaran dapat dilihat dilampiran.

3. Dari analisis ekonomi yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil antara lain sebagai berikut :

- Harga pokok produksi = Rp 20.873.938.833,-
- Harga jual kapal = Rp 24.422.508.435,-
- Nilai NPV = Rp 5.173.955.505,-
- IRR = 15 %
- Angsuran per tahun = Rp 3.730.538.163
- Jumlah bunga total 10 tahun = Rp 21.430.751.151,-

VII.2. Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan estimasi dan pendekatan, maka untuk menyempurnakan Tugas Akhir “Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa” ini terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Perhitungan berat konstruksi kapal untuk diperinci agar mendekati dengan keadaan sesungguhnya.
2. Perlu adanya pendalaman materi mengenai desain kapal berbahan aluminium, karena didalam perkuliahan sebagian besar diajarkan desain kapal berbahan baja.
3. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal, terutama kapal berbahan aluminium.
4. Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya pekerja, material dan waktu pembangunan kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- 2000 HSC Code. 2008. *International Code of Safety for High-Speed Craft*.
- Antara News. 2016. *Kapal Wisata Banyuwangi-Bali "Marina Srikandi 16"*. Retrieved January 2016, from: www.antaraneews.com.
- Arianto, Wisnu. 2016. *Desain Kapal Wisata Katamaran Untuk Kepulauan Karimunjawa*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- ASDP Indonesia Ferry (Persero). 2016. *Realisasi Angkutan Penyeberangan PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Ketapang, Tahun 2015*. Banyuwangi: PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Ketapang.
- Austal. 2016. *Austal 48 401 & 402*. Diakses pada 2016, dari www.austal.com.
- Badan Meteorologi Dan Geofisika Wilayah III. 2016. *Arah Angin, Cuaca dan Karakteristik Gelombang Air Laut*.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2009. *Rule Construction of Hull for Sea Going Steel Ship Vol 2*. Jakarta: BKI.
- Google Maps. 2016. *Peta Kabupaten Banyuwangi dan Pulau Bali*. Retrieved April 2016, from: www.maps.google.co.id.
- Intact Stability (IS) Code. *Intact Stability for All Types of Ships Covered By IMO Instruments Resolution A.749 (18)*.
- International Maritime Organization (IMO). 2007. *Revision of the Intact Stability Code*.
- Kurniawati, Hesty Anita. 2013. *Ship Outfitting*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Latrash, F., Conner, B & Novak, D. 2011. *Advantages of Aluminum in Marine Applications*. American Bureau of Shipping.
- Lloyd's Register. 2016. *Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft*. London: Lloyd's Register.
- Molland, M., & Insel, A. F. 1992. *An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. RINA.
- Manen, J. D., & Oossanen, P. V. 1988. *Principles of Naval Architecture*. In E. V. Lewis, *Principles of Naval Architecture Second Revision (p. 153)*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

- Parsons, M. G. 1999. *Parametric Design*. Cambridge: SNAME.
- Pelabuhan Indonesia III Cabang Benoa. 2016. *Survey Bathimetri Pelabuhan Benoa*. Denpasar: PT. Pelindo III (Persero).
- Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Wangi. 2016. *Survey Bathimetri Pantai Boom*. Banyuwangi: PT. Pelindo III (Persero).
- Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974/1978.
- Sahoo, P.K, Salas, M. & Schwetz, A. 2007. *Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1*. Australia: Australia Maritime College.
- Santosa, I Gusti Made. 1999. *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- SOLAS Chapter III - Life-saving appliances and arrangements. (n.d.).
- Taggart, Robert. 1980. *Ship Design and Construction*. New York.
- Tarjan, Gregor. 2008. *Catamarans: The Complete Guide for Cruising Sailors*. Adlard Coles Nautical.
- Watson, D. 1998. *Practical Ship Design* (Vol.1). (R. Bhattacharyya, Ed). Oxford: Elsevier.
- Watson, D. G., & Gilfillan, A. W. 1977. *Parametric Design*. Oxford: Transaction RINA.
- Website Resmi Pemerintah Kabupaten Banyuwangi. 2016. *Data Geografi Kabupaten Banyuwangi*. Retrieved January 2016, from: www.banyuwangikab.go.id
- Wijnolst, Niko. 2008. *Shipping Innovation*. Amsterdam: Delft University Press.
- Wikipedia. 2016. *Catamaran*. Retrieved January 2016, from Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Catamaran>

LAMPIRAN

- Lampiran A : Perhitungan Teknis
- Lampiran B : Analisis Ekonomis
- Lampiran C : *Lines Plan, General Arrangement dan Safety Plan Arrangement*

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN TEKNIS

LAMPIRAN B : ANALISIS EKONOMIS

**LAMPIRAN C : LINES PLAN, GENERAL ARRANGEMENT
DAN SAFETY PLAN ARRANGEMENT**

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, 17 Maret 1994. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Mohammad Lukman Satriawansyah dan Rif'ah Setyawati. Penulis mulai mengenyam pendidikan selama 14 tahun di TK Al-Hikmah, SD Al-Hikmah, SMP Al-Hikmah dan SMA Al-Hikmah Surabaya. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan studinya ke tahap sarjana dan diterima di Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS Surabaya melalui jalur SNMPTN Tulis. Di Jurusan Teknik Perkapalan, penulis mengambil program studi Rekayasa Perkapalan yang menitik beratkan bidang keahlian pada proses desain kapal.

Selama empat tahun masa studi, penulis cukup banyak terlibat dalam kegiatan kampus yang menunjang pengembangan diri di luar kemampuan akademik. Penulis pernah menjabat sebagai Ketua Divisi English Club, Himatekpal ITS periode 2014-2015. Selain mengikuti organisasi kampus, penulis juga aktif dalam kepanitiaan kegiatan-kegiatan kampus berskala nasional. Seperti Semarak Mahasiswa Perkapalan (SAMPAN) 7 dan 8 ITS, dan beberapa kegiatan kampus lainnya. Penulis juga telah melaksanakan kerja praktik di galangan kapal PT. Dumas Tanjung Perak Shipyards, Surabaya selama satu bulan dan PT. Bureau Veritas Indonesia, Cabang Batam selama satu bulan.

Email : hamzah_satriawansyah@yahoo.com