



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KAPAL UNTUK WISATA RUTE BANGSRING -
PULAU MENJANGAN - PULAU TABUHAN**

KHUSNUL KHOTIMAH
NRP. 4112 100 013

Dosen Pembimbing
Hasanudin, ST., M.T.

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



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KAPAL UNTUK WISATA RUTE BANGSRING -
PULAU MENJANGAN - PULAU TABUHAN**

KHUSNUL KHOTIMAH
NRP. 4112 100 013

Dosen Pembimbing
Hasanudin, ST., M.T.

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



FINAL PROJECT - MN141581

**DESIGN OF ATOURISM BOAT TO BANGSRING -
MENJANGAN ISLAND - TABUHAN ISLAND**

KHUSNUL KHOTIMAH
NRP. 4112 100 013

Supervisor
Hasanudin, ST., M.T.

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL UNTUK WISATA RUTE BANGSRING – PULAU MENJANGAN – PULAU TABUHAN

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

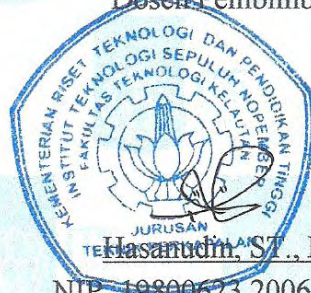
Oleh:

KHUSNUL KHOTIMAH

NRP. 4112 100 013

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing,



NIP. 19800623 200604 1 001

SURABAYA, JULI 2016

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL UNTUK WISATA RUTE BANGSRING – PULAU MENJANGAN – PULAU TABUHAN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 1 Juli 2016

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

Oleh:

KHUSNUL KHOTIMAH
NRP. 4112 100 013

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

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

Totok Yulianto, S.T., M.T

Imam Baihaqi, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Hasanudin, S.T., M.T.

SURABAYA, 1 JULI 2016

Tugas akhir ini saya dedikasikan untuk bapak hasan dan emak maryati, serta kakak – kakak perempuan dan adik. Serta sahabat karib seperjuangan kos 3c. Terimakasih banyak atas dukungan yang diberikan kepada penulis

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia – Nya, sehingga tugas Akhir yang berjudul “ **Desain Kapal untuk Wisata Rute Bangsring – Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan**” ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa, dalam kesempatan kali ini, penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Hasanudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah berkenan membagikan ilmu, memotivasi, menginspirasi, dan meluangkan waktu untuk bimbingan Tugas Akhir selama satu semester ini.
2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan FTK – ITS dan dosen penguji pada sidang P1 sampai P3 yang memberikan saran dan kritik demi kelancaraa pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Hesty Anita Kurniawati, Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D, Totok Yulianto, S.T., M.T., dan Imam Baihaqi, S.T., M.T. selaku dosen penguji selama proses sidang P1 sampai P3 yang memberikan saran dan kritik demi kelancaraa pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Orang tua dan saudara kandung penulis yang selalu memberikan dukungan semangat untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini serta memberikan dukungan materil
5. Teman – teman satu dosen pembimbing yang selalu memberikan semangat disaat jenuh mengerjakan Tugas Akhir, dan menjadi partner terbaik untuk mengatasi setiap permasalahan pada proses pengerjaan Tugas Akhir. Serta teman- teman angkatan P52 Teknik Perkapalan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
6. Teman – teman satu kos Keputih 3C yang selalu memberikan motivasi dan memberikan pengalaman dan pengetahuan mereka disaat penulis membutuhkan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

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

Surabaya, Juli 2016

Khusnul Khotimah

DESAIN KAPAL UNTUK WISATA RUTE BANGSRING – PULAU MENJANGAN – PULAU TABUHAN

Nama Mahasiswa : Khusnul Khotimah
NRP : 4112 100 013
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pantai Bangsring adalah salah satu objek wisata baru yang diresmikan oleh pemerintah Kabupaten Banyuwangi pada Agustus 2014. Terletak di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo. Berdasarkan data pengunjung wisata dari kantor pengolah wisata Bangsring, jumlah pengunjung mencapai 230,872 orang pada tahun 2015 sampai pada awal tahun 2016. Berdasarkan survey, wisata Bangsring membutuhkan kapal wisata yang mendukung sarana transportasi laut untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan penumpang. Tujuan penelitian ini adalah mendesain kapal wisata katamaran. Dalam proses desain kali ini dilakukan dengan survey untuk mendapatkan *Owner Requirement*, dan mencari data kapal pembanding. Setelah itu, melakukan analisa regresi dari data kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama awal sampai sesuai dengan batasan teknis, hasil ukuran kapal optimal adalah panjang (LOA) = 11.3 m, Lebar (B) = 6 m, tinggi kapal (H) = 1.85 m, lebar demihull (B1) = 1.2 m, sarat kapal (T) = 0.6 m, kecepatan kapal (Vs) = 10 knot dengan jumlah penumpang adalah 14 orang, dan jumlah crew kapal adalah 2 orang, dengan displacement = 6.4 ton. Hasil perhitungan hambatan kapal = 3.49 kN. Dari ukuran utama diperoleh desain rencana garis dan rencana umum. Hasil dari analisa ekonomi, untuk biaya pembangunan kapal sebesar Rp. 732.918.893,35, biaya operasional sebesar Rp. 492,656,35 per tahun, dengan kelayakan investasi memenuhi NPV > 0 sebesar Rp. 230,528,599.25, IRR > 11 % sebesar 15.28 %, estimasi BEP akan dicapai dalam 4 tahun, dan harga tiket kapal Rp. 310,000 per orang untuk sekali trip. Dari ukuran utama diperoleh desain rencana garis dan rencana umum.

Kata kunci : Katamaran, Fiberglass, Pantai Bangsring, Analisa Regresi.

DESIGN TOUR BOAT TO BANGSRING - MENJANGAN ISLAND - TABUHAN ISLAND

Author : Khusnul Khotimah
ID No. : 4112 100 013
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering/
Supervisor : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRACT

Bangsring beach is one of the new tourism object inaugurated by the government of Banyuwangi in August 2014. Located in the village of the District Bangsring Wongsorejo. Base on data of visitors from Bangsring tourism office, number of visitors reach 230, 872 people in 2015 untill up to early 2016. Based on survey, its needs tourist boat to support marine transportation for improve the safety and comfortable of passenger. In the design process do with survey to get Owner Requirement, and search the comparison ship's data. After that, it do a regression analysis of ship data comparison to acquiring main dimension of ship till adjust with technical restrictions, the results of ship main dimension length over all (LOA) = 11.3 m, width (B) = 6 m, tall ship (H) = 1.85 m, demihull width (B1) = 1.2 m, Draft (T) = 0.6 m, the ship's speed (Vs) = 10 knots, with the number of passengers is 14 person, and the number of crew aboard = 2 person, with displacement = 6.4 ton. The results of calculation resistance ship is 3.49 kN. From the main dimension acquire lines plan and general arrangement. The result of economical analysis, for cost of ship building is Rp. 732.918.893,35,- Operational costs is Rp. 492,656,35,- annually, with investment feasibility meet $NPV > 0$ is Rp. 230,528,599.25,- the percentage of IRR is 15.28 %, and BEP (Breakeven Point) estimation will be achieved in 4 years of tour boat's operation, and the boat ticket price of Rp. 310,000 per person for a trip.

Kata kunci : Katamaran, Fiberglass, Pantai Bangsring, Analisa Regresi.

DAFTAR ISI

LEMBAR Pengesahan.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Tujuan	3
I.4. Manfaat	3
I.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Kapal Wisata	5
II.2. Bentuk Kapal Katamaran	5
II.3. Metode Perancangan Kapal.....	7
II.4. Material <i>Fiberglass</i>	8
II.5. Faktor Teknis Desain Kapal	13
II.5.1. Penentuan Ukuran Utama.....	14
II.5.2. Perhitungan Koefisien Utama Kapal.....	14
II.5.3. Hambatan.....	15
II.5.4. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak.....	16
II.5.5. Perencanaan Beban dan Tebal Lapisan Lambung.....	17
II.5.6. Perencanaan Tangki <i>Consumable</i>	18
II.5.6. Perhitungan Berat	20
II.5.7. Perhitungan Stabilitas.....	20
II.5.8. Perhitunga Trim kapal	25

II.5.9. Perhitungan Freeboard	26
II.6. Faktor Ekonomis Desain Kapal	26
II.6.1. Biaya Pembangunan	26
II.6.2. Biaya Operasional	27
II.6.3. Analisa Investasi dan BEP	27
II.7. Pembuatan Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	29
II.8. Pembuatan Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
III.1 Metode Pengerjaan	33
BAB IV TINJAUAN DAERAH WISATA	37
IV.1. Tinjauan Umum Daerah Banyuwangi	37
IV.1.1 Jumlah Wisatawan Kabupaten Banyuwangi	38
IV.2. Informmasi Cuaca	39
IV.3. Tinjauan Daerah Wisata Pantai Bangsring	40
IV.4. Tinjauan Daerah Wisata Pulau Tabuhan	41
IV.5. Tinjauan Daerah Wisata Pulau Menjangan	42
IV.6. Penentuan Rute dan Kapasitas Penumpang Kapal	44
IV.6.1. Rute Pelayaran Kapal Wisata	44
IV.6.2. <i>Payload</i> Kapal	45
BAB V ANALISIS TEKNIS – EKONOMIS DAN HASIL	47
V.1. Tahap Desain Kapal	47
V.2. Penentuan <i>Design Requirement</i>	48
V.3. Perhitungan Koefisien Utama Kapal	52
V.4. Perhitungan Hambatan Kapal Total (R_t)	54
V.4.1. <i>Catamaran Viscous Resistance Interference</i> ($1+\beta_k$)	54
V.4.2. <i>Viscous Resistance</i> (C_f)	55
V.4.3. <i>Catamaran Wave Resistance Interference</i> (τ)	56
V.4.4. <i>Wave Resistance</i> (C_w)	56
V.5. Perhitungan <i>Power</i>	57
V.6. Pemilihan Mesin dan Genset Kapal	58
V.7. Perhitungan Tebal Lambung Fiber Kapal	60
V.8. Perencanaan Tangki	62
V.8.1. <i>Fresh Water Tank</i>	63
V.8.2. <i>Fuel Oil Tank</i>	63

V.9.Perhitungan Berat Kapal	64
V.10.Perhitungan <i>Freeboard</i>	67
V.11.Perhitungan <i>Trim</i>	68
V.12. Perhitungan Stabilitas.....	69
V.13. Pembuatan Rencana Garis.....	71
V.14. Pembuatan Rencana Umum	72
V.15. Perlengkapan dan Peralatan Kapal Katamaran	73
V.15.1 Kaca Akrilik	74
V.15.2 Sistem Pompa Hidrolik	74
V.16. Analisa Ekonomis Kapal Katamaran	77
V.16.1. Biaya pembangunan kapal	77
V.16.2. Biaya Operasional kapal	78
V.16.3. Analisis Kelayakan Investasi	80
<i>halaman sengaja dikosongkan</i>	86
BaB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
VI.1. Kesimpulan	87
VI.2. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN TEKNIS

LAMPIRAN B : ANALISIS EKONOMIS

LAMPIRAN C : *LINES PLAN, GENERAL ARRANGEMENT,*

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Kapal Wisata Katamaran.....	5
Gambar II. 2 Jenis Lambung Katamaran	6
Gambar II. 3 Kondisi Olong Katamaran dan <i>Monohull</i> pada <i>Wave Slope</i> yang sama	7
Gambar II. 4 Ilustrasi Konstruksi FRP.....	12
Gambar II. 5 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan <i>Monohull</i>	20
Gambar II. 6 Sketsa momen penegak atau pengembali	22
Gambar II. 7 Kondisi stabilitas positif.....	23
Gambar II. 8 Kondisi stabilitas netral	23
Gambar II. 9 Kondisi stabilitas negatif	24
Gambar III. 1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan.....	34
Gambar IV. 1 Peta Objek Wisata di Banyuwangi	37
Gambar IV. 2 Keindahan Bawah Laut Bangsring di kedalaman 2-3 meter	40
Gambar IV. 3 Penangkaran Hiu dan Rumah Apung Grand Watudodol.....	40
Gambar IV. 4 Pulau Tabuhan	41
Gambar IV. 5 Dermaga di Pulau Menjangan, Bali Barat	43
Gambar IV. 6 Taman Bawah Laut Pulau Menjangan Bali Barat.....	43
Gambar IV. 7 Rute Pelayaran Kapal Wisata Katamaran	44
Gambar IV. 8 Grafik Jumlah Pengunjung Wisata Bangsring.....	46
Gambar V. 1 Design Spiral	47
Gambar V. 2 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas- Panjang (L).....	50
Gambar V. 3 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas- Lebar (B)	51
Gambar V. 4 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas- Tinggi (H).....	51
Gambar V. 5 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas-Sarat (T)	52
Gambar V. 6 Mesin <i>Outboard</i> daya25 HP	59
Gambar V. 7 Generator set daya 6.4 HP	60
Gambar V. 8 Perencanaan Tangki Consumable	62
Gambar V. 9 <i>Lines Plan</i> Kapal Wisata Katamaran sebelum Di <i>Export</i>	71
Gambar V. 10 Rencana Garis Julia Sun Cat Boat.....	72
Gambar V. 11 Rencana Umum Julia Sun Cat Boat	73
Gambar V. 12 <i>Glass Bottom Boat</i>	74
Gambar V. 13 Sistem Pompa Hidrolik	76
Gambar V. 14 Diagram Rangkaian Hidrolik Lengkap	77

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbandingan Ketahanan Material Kapal	10
Tabel II. 2 Arti Dari Perhitungan NPV terhadap Keputusan Investasi	28
Tabel IV. 1 Data Pengunjung wisata di Banyuwangi tahun 2011-2013	38
Tabel IV. 2 Data Tinggi Gelombang dan Kecepatan Angin	39
Tabel IV. 3 Rute Pelayaran Wisata Bangsring- Menjangan- Tabuhan	45
Tabel V. 1 Hasil Kuisisioner	48
Tabel V. 2. Data Kapal Pembanding	49
Tabel V. 3. Harga B untuk tiga Variasi S/B	55
Tabel V. 4 <i>Derived from Factors for The Models in Monohull Configuration</i>)	55
Tabel V. 5. Harga τ untuk Variasi L/B1, Fn, dan S/L	56
Tabel V. 6. Harga Cw untuk variasi Fn dan L/B1	56
Tabel V. 7 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tebal Lapisan Fiber	62
Tabel V. 8 Berat Kapal bagian DWT	64
Tabel V. 9 Berat Konstruksi Kapal Fiber	65
Tabel V. 10 Berat LWT	66
Tabel V. 11. <i>Freeboard</i> Hasil dari Perhitungan	68
Tabel V. 12 Hasil Analisa Stabilitas pada Beberapa Kondisi Muatan	70
Tabel V. 13 Biaya Pembangunan Awal.....	78
Tabel V. 14 Total Biaya Pembangunan Kapal	78
Tabel V. 15 Kredit Investasasi di Bank Mandiri.....	79
Tabel V. 16 <i>Operational Cost</i> Kapal Wisata Katamaran	79
Tabel V. 17 Jumlah <i>Trip</i> Kapal Wisata Katamaran.....	81
Tabel V. 18 Perencanaan Harga Tiket.....	81
Tabel V. 19 Aliran Kas Investasi Kapal Wisata.....	83

DAFTAR SIMBOL

- L = Panjang kapal (m)
Loa = *Length overall* (m)
Lpp = *Length perpendicular* (m)
Lwl = *Length of waterline* (m)
B₁ = Lebar satu *hullcatamaran* (m)
T = Sarat kapal (m)
H = Tinggi lambung kapal (m)
B = Lebar keseluruhan kapal (m)
H = Tinggi keseluruhan kapal (m)
S = Lebar *demihull* (m)
g = kecepatan gravitasi = 9.81 m/s²
V_s = Kecepatan dinas kapal (knot)
V_{max} = Kecepatan maksimal kapal (knot)
F_n = *Froud number*
R_n = *Reynolds number*
C_B = Koefisien blok
C_p = Koefisien prismatic
C_m = Koefisien *midship*
C_{wp} = Koefisien *water plane*
ρ = massa jenis fluida (1025 kg/m³)
g = Percepatan gravitasi (m/s²)
Δ = *Displacement* kapal (ton)
∇ = *Volume displacement* (m³)
LCB = *Longitudinal center of bouyancy* (m)
VCG = *Vertical center of gravity* (m)
LCG = *Longitudinal center of gravity* (m)
LWT = *Light weight tonnage* (ton)
DWT = *Dead weight tonnage* (ton)
R_T = Hambatan total kapal (N)
WSA = Luasan permukaan basah (m²)
ν = Koefisien viskositas kinematik (m²/s)

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

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pariwisata di Baanyuwangi mengalami peningkatan pengunjung. Berdasarkan data Dinas Kebudayaan dan pariwisata Banyuwangi, peningkatan jumlah wisatawan pada pada tahun 2014 wisatawan yang berkunjung berjumlah 1.393.621. Jumlah tersebut terdiri atas 1.363.553 wisatawan domestik dan 30.068 wisatawan mancanegara. Sedangkan pada 2013 wisatawan berjumlah 1.068.414, terdiri atas 1.057.952 wisatawan domestik dan 10.462 wisatawan mancanegara. Menurut Dariharto (Kepala bidang Pariwisata Banyuwangi), terdapat peningkatan 30 persen dari tahun 2013 ke tahun 2014, terutama pada wisatawan mancanegara (Kusbiantoro 2014).

Perkembangan wisata Banyuwangi mengalami perubahan yang lebih baik. Diawal tahun 2016, pariwisata Banyuwangi meraih penghargaan pariwisata tingkat dunia (12th UNWTO *Award* 2016) yang mewakili Indonesia melalui proposal tentang pariwisata yang ditulis oleh Antariksawan, Banyuwangi terpilih menjadi finalis bersama dengan 3 proposal yang dikirimkan oleh Kementerian Pariwisata diajang bergengsi tingkat dunia UNWTO. UN-WTO (*United Nation World Tourism Organization*) atau lembaga PBB yang bergerak di bidang pariwisata . Banyuwangi terpilih sebagai *Awards for Excellence and Innovation in Tourism* untuk kategori 'Inovasi Kebijakan Publik dan Tata Kelola Pemerintahan selain itu, Garuda Indonesia dan yayasan Karang Lestari, Bali (Banyuwangitourism 2016).

Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu daerah tujuan wisata favorit di Jawa Timur, karena letak geografisnya yang bersebelahan dengan Pulau Bali,memiliki sumber daya alam yang sangat indah serta seni budaya serta adat istiadat yang khas, beragam dan terpelihara dengan baik.

Pantai Bangsring*Underwater*, adalah salah satu objek wisata di Banyuwangi. Tempat wisata ini terletak di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo. Terletak di utara Banyuwangi sekitar 27 km dari pusat kota. Menurut pendapat Abdullah Azwar Anas (Bupati Banyuwangi), Bangsring *Underwater* adalah wisata yang menarik, karena dulu dikenal sebagai tempat pengeboman ikan oleh penduduk setempat. Sejak tahun 2008 penduduk wisata Bangsring, yang sebagian besar bermata pencaharian sebagai nelayan tersadar untuk memperbaiki ekosistem terumbu karang tersebut, dan pada akhirnya memperoleh hasil. Pantai Bangsring banyak dikunjungi wisatawan.

Bangsring *Underwater* juga mempunyai objek wisata menarik seperti rumah apung, konservasi penyu, penangkaran hiu, *coral garden*, dan apartemen ikan. Wisata Bunder menawarkan juga bermacam-macam kegiatan wisata seperti *snorkeling*, *diving*, berenang dengan ikan hiu, *kitesurfing*, dan *windsurfing*. Ombak yang tenang dan arus bawah laut yang tidak terlalu besar sangat mendukung untuk belajar *snorkeling*, dan kedalaman 50 cm bisa melihat keindahan terumbu karang dan beragam jenis ikan hias. Wisata pantai Bangsring dan pulau Tabuhan juga terintegrasi dengan Bali karena terdapat paket wisata yang menggabungkannya, dan lokasi wisata Bangsring yang strategis, dekat dengan jalur penyebrangan Ketapang – Gilimanuk.

Pulau Tabuhan dan Pulau Menjangan merupakan salah satu contoh wisata pulau yang ditawarkan ketika berkunjung ke pantai Bangsring yang memberikan pesona tersendiri. Pulau Tabuhan dikenal dengan olahraga *kitesurfing* dan *windsurfing* karena kecepatan angin disini cukup konstan 20-25 knot, dan keindahan biota lautnya yang cocok untuk dijadikan tempat *diving* dan *snorkeling*. Pulau Menjangan yang merupakan salah satu wilayah Taman Nasional Bali Barat yang memiliki wisata bahari yang potensial dengan ekosistem darat dan laut beragam. Meskipun Pulau Tabuhan dan Menjangan merupakan pulau kecil, pulau ini tidak pernah sepi pengunjung. Alat transportasi yang digunakan untuk menuju ke pulau tersebut masih menggunakan perahu nelayan dengan kapasitas 10-15 orang. Pada musim liburan jumlah pengunjung wisata selalu meningkat di pantai Bangsring, lokasi *meet point* menuju Tabuhan dan Menjangan. Berdasarkan pantauan RRI, destinasi wisata yakni Bangsring *Underwater* pengunjungnya meningkat lebih dari 5 kali lipat. Kurang lebih terdapat 1000 pengunjung setiap libur panjang akhir pekan. Dan lonjakan pengunjung tersebut membuat para nelayan kewalahan mengantar wisatawan ke pulau wisata. Berdasarkan survey, dibutuhkan kapal wisata yang mendukung sarana transportasi wisata Bangsring untuk lebih meningkatkan kenyamanan penumpang saat berada di laut.

Berdasarkan penjelasan diatas, dalam tugas akhir ini akan dibuat konsep desain kapal wisata yang sesuai dengan kondisi perairan wisata Bangsring dengan tetap memperhatikan keamanan dan kenyamanan penumpang, 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.

I.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana desain kapal katamaran yang sesuai dengan karakteristik perairan objek wisata Bangsring, meliputi ukuran utama, hambatan, propulsi, perhitungan stabilitas, berat kapal, lambung timbul, Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*)?
2. Berapakah kapasitas penumpang yang mampu diangkut oleh kapal katamaran?
3. Bagaimana penentuan rute pelayaran kapal katamaran yang sesuai pada destinasi wisata Bangsring?
4. Bagaimana analisis ekonomi dan kelayakan investasi dari proyek pembangunan kapal wisata katamaran untuk wisata Bangsring?

I.3. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mendapatkan desain kapal katamaran yang sesuai dengan karakteristik perairan objek wisata Bangsring, meliputi ukuran utama, Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), hambatan, perhitungan stabilitas, berat kapal, lambung timbul.
2. Mendapatkan kapasitas penumpang pada kapal katamaran yang direncanakan.
3. Mendapatkan rute pelayaran kapal katamaran yang sesuai pada destinasi wisata Bangsring *Underwater*
4. Memperoleh hasil analisis ekonomi dan kelayakan investasi pembangunan kapal wisata katamaran untuk wisata Bangsring.

I.4. Manfaat

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

1. Memberikan ide dalam desain kapal wisata untuk pengembangan ilmu pengetahuan sesuai dengan kondisi perairan objek wisata,
2. Memberikan ide untuk melakukan modifikasi desain kapal wisata dengan tetap memperhatikan aturan yang berlaku.
3. Dapat dijadikan referensi desain kapal wisata dengan fitur yang berbeda dari kapal wisata pada umumnya.

I.5. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan Tugas Akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Desain kapal katamaran hanya sebatas *concept design* untuk wisata di Bangsring , Pulau Menjangan-Bali Barat, dan Pulau Tabuhan.
2. Perhitungan teknis dalam perencanaan kapal katamaran ini meliputi ukuran utama, hambatan, daya mesin, stabilitas, hidrostatis, lambung timbul, berat kapal.
3. Tidak dilakukan perhitungan konstruksi, dan kekuatan melintang kapal.
4. Perhitungan ekonomis dalam tugas akhir ini meliputi: analisis biaya pembangunan dan kelayakan investasi.
5. Analisa dan pengolahan data menggunakan *software Maxsurf , Auto Cad dan Microsoft Excel*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Kapal Wisata

Kapal wisata merupakan kapal yang dipergunakan untuk mendukung kegiatan pariwisata para wisatawan (Suudi 2013). Kapal wisata berbeda dengan kapal penyeberangan wisata. Bila kapal penyeberangan wisata hanya berfungsi sebagai kapal penyeberangan ke tempat tertentu yang dinamakan tempat wisata, berbeda dengan kapal wisata yang berfungsi sebagai kapal yang diatas *deck* kapalnya pun wisatawan bisa berwisata.

Kapal wisata juga bukan kapal penumpang. Kapal penumpang adalah kapal yang digunakan khusus untuk mengangkut penumpang sehingga efisiensi kapal ini lebih meningkat atau melayani keperluan yang lebih luas. Kapal penumpang dapat berupa kapal Ro-Ro, ataupun untuk perjalanan pendek terjadwal dalam bentuk kapal feri. Fungsinya lebih kepada mengantar penumpang sampai ke pulau yang dituju, sedangkan kapal wisata fungsinya lebih untuk jalan-jalan ke pulau wisata.

II.2. Bentuk Kapal Katamaran

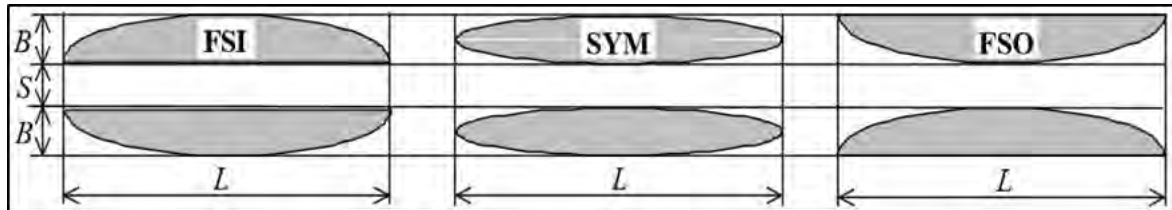
Katamaran merupakan kapal yang mempunyai dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak atau *bridging platform* ditengahnya. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air, sehingga *slamming* dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Penentuan ketinggian struktur bagian atas dari permukaan 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 (Arianto 2015).



Gambar II. 1 Kapal Wisata Katamaran
(sumber : Ocean Getaways, 2015)

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. 2 Jenis Lambung Katamaran
Sumber :(Arianto 2015)

Gambar II. 2 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.

o 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*.

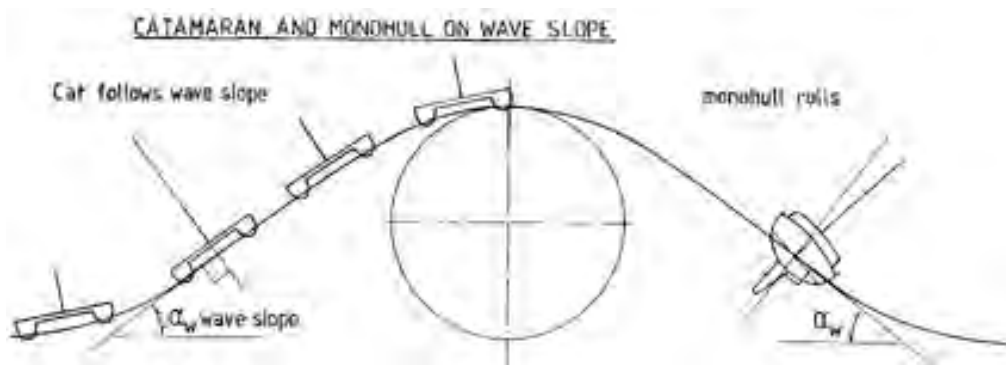
o Katamaran simetris

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.

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 relative lebih besar.
2. Luas geladak katamaran lebih luas dibanding monohull
3. Stabilitas lebih baik dibandingkan *monohull* (V.Dubrovsy 2001)
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.
7. Fleksibilitas sarat air

Sarat dari lambung katamaran berbeda. Hal ini terjadi karena stabilitas tidak tergantung dari bentuk lambung tetapi pada jarak diantara dua buah lambung.



Gambar II. 3 Kondisi Oleng Katamaran dan *Monohull* pada *Wave Slope* yang sama (Shuttleworth, 1985)

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*.

II.3. Metode Perancangan Kapal

Dalam proses perancangan kapal, salah satu faktor yang cukup signifikan untuk dipertimbangkan adalah penetapan metode rancangan sebagai salah satu upaya untuk menghasilkan *output* rancangan yang optimal dan memenuhi berbagai kriteria yang

disyaratkan. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah menggunakan metode regresi linear.

Persamaan Regresi sederhana

Regresi *linear* sederhana yaitu suatu prosedur untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk persamaan antar variabel bebas tunggal dengan variabel tidak bebas tunggal. Regresi *linear* hanya memiliki satu peubah X yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas Y. Bentuk umum dari persamaan regresi *linear* untuk penentuan ukuran utama kapal :

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y = Variabel tak bebas

X = Variabel bebas

a = konstanta dari persamaan regresi *linear*

b = koefisien dari persamaan regresi *linear*.

Metode statistik ini banyak dipakai, metode dengan cara membandingkan data kapal perbandingan. Dari perbandingan kapal maupun harga perbandingan tersebut akan diperoleh ukuran utama awal kapal. Dalam hal ini yang menjadi variabel tak bebas (X) adalah ukuran panjang (L), lebar (B), sarat (T), tinggi (H). Dan yang menjadi variabel bebas (Y) adalah kapasitas penumpang. Ukuran tersebut kemudian diperiksa apakah memenuhi perbandingan ukuran utama, 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.

II.4. Material *Fiberglass*

Fiberglass Reinforcement Plastic (FRP) atau yang banyak dikenal dengan nama *fiberglass* merupakan gabungan dari dua komponen yang mempunyai karakter fisik berbeda, akan tetapi kedua komponen tersebut memiliki sifat yang saling melengkapi yaitu *resin plastic polyester* dan sebuah penguat serabut gelas (Fyson, 1985).

Pemakaian *fiberglass* sebagai material bangunan kapal mempunyai beberapa keuntungan (Yulianto 2010) yaitu :

1. Tidak berkarat dan daya serap air kecil.
2. Pemeliharaan dan perbaikan mudah serta proses pengerjaannya cepat

Resin adalah material cair sebagai pengikat serat penguat yang memiliki kekuatan tarik serta kekakuan yang lebih rendah dibandingkan serat penguatnya (Nurchayadi 2010).

Terdapat beberapa jenis resin antara lain (Yulianto 2010):

1. Polyester (*Orthophthalic*), jenis ini sangat tahan terhadap proses korosi air dan asam encer.
2. Polyester (*Isophthalic*), jenis ini tahan terhadap panas dan larutan asam, kekasarannya lebih besar serta kemampuan menahan resapan air lebih baik dibandingkan dengan resin tipe ortho.
3. *Epoxy*, jenis ini memiliki kemampuan menahan resapan air sangat baik dan kekuatan mekanik yang paling tinggi.
4. Vinyl Ester, jenis ini memiliki ketahanan pada larutan kimia yang paling unggul
5. *Resin type Phenolic*, jenis ini memiliki ketahanan terhadap larutan asam dan alkali

Resin jenis *orthophthalic polyester resin* merupakan resin yang umum dipakai untuk bangunan kapal. Resin jenis ini harganya paling murah dibandingkan type lainnya dan tahan terhadap proses korosi air laut sehingga cocok untuk bahan material bangunan kapal. Sifat seperti ini kerusakan yang disebabkan karena proses korosi dapat dihindari sehingga biaya perawatan hanya untuk kulit lambung dari material logam maupun kayu. Resin ini memiliki beberapa keunggulan dan kekurangan antara lain (Nurchayadi, 2010)

Keunggulannya adalah :

1. Viskositas yang rendah sehingga mempermudah proses pembasahan/pengisian celah antara pada serat penguat (*woven roving*)
2. Harga relative lebih murah
3. Ketahanan terhadap lingkungan korosif sangat baik kecuali pada larutan alkali

Sedangkan kekurangannya :

1. Pada saat pengeringan terjadi penyusutan dan terjadi kenaikan temperature sehingga laminasi menjadi getas. Hal ini biasanya disebabkan oleh penambahan katalis dan *accelerator* yang berlebih sehingga waktu kering lebih cepat.
2. Mudah terjadi cacat permukaan/goresan
3. Mudah terbakar

Serat penguat adalah serat gelas yang memiliki kekakuan dan kekuatan tarik yang tinggi serta modulus elastisitas yang cukup tinggi. Adapun menurut Yulianto (2010) fungsi dari serat penguat antara lain :

1. Meningkatkan kekuatan tarik dan kekakuan lengkung
2. Mempertinggi kekuatan tumbuk
3. Meningkatkan rasio kekuatan terhadap berat
4. Menjaga/mempertahankan kestabilan bentuk

Serat penguat yang sering digunakan untuk bangunan kapal adalah jenis E-glass (*electrical glass*), sedangkan jenis *high strength carbon* hanya digunakan untuk keperluan khusus yaitu untuk mempertinggi ketahanan tambahan pada daerah kritis di lambung atau bangunan atas, sedangkan jenis serat S2-glass banyak digunakan untuk konstruksi pesawat, adapun jenis serat aramid memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi dipakai sebagai serat penguat pada matriks metalik atau keramik dan dianjurkan digunakan untuk mempertinggi ketahanan ledak/tembak (Yulianto 2010)

1. Berdasarkan dari berat konstruksi, kapal *fiberglass* merupakan kapal yang paling ringan dibandingkan dengan kapal yang bermaterial *ferrocement* , kayu dan terlebih bahan baja pada ukuran kapal yang sama
2. Berdasarkan dari kekuatannya, kapal *fiberglass* memiliki kekuatan konstruksi yang cukup kuat
3. Berdasarkan dari ketahanan materialnya pada air laut, kapal *fiberglass* memberikan hasil yang sangat baik (Tabel II.1)
4. Pada kapal *fiberglass* pertumbuhan binatang-binatang laut yang menempel pada badan kapal dapat dicegah dengan penambahan racun-racun tertentu pada campuran *gelcoat*. Hal ini cukup penting untuk mempertahankan umur dan kekuatan kapal.

Tabel II. 1 Perbandingan Ketahanan Material Kapal
(Sumber : Widodo, 1994)

Jenis Material	Jenis kerusakan kimiawi oleh air laut
Kayu	Terjadi pelapukan serta termakan binatang-binatang laut tertentu
Baja	Terjadi korosi
Ferrocement	Kerusakan disebabkan oleh sulfat dan air laut membentuk Cement Bacillus
Fiberglass	Terjadinya gelembung udara (blasen) yang ada di dalam Atau permukaan laminat dengan ukuran yang bermacam-Macam. Hal ini terjadi karena masuknya air laut akibat kerusakan laminat. Kerusakan lain berupa sifat gelas yang disebabkan karena pengaruh sinar ultraviolet.
Alumunium	Kerusakan yang disebabkan oelh garam-garam alkali dari air laut membentuk kalium aluminat atau natrium aluminat

Menurut (Pasaribu 1985), kapal yang dibuat menggunakan bahan FRP memiliki ciri karakteristik sebagai berikut;

- 1) Konstruksi tidak memerlukan sambungan-sambungan
- 2) Daya tahan pemakaian lebih lama
- 3) Kapal lebih ringan
- 4) Mengapung lebih cepat

- 5) Memiliki nilai stabilitas yang rendah
- 6) Mudah mengalami defleksi

Sedangkan kelemahan kapal *fiberglass*, yaitu:

- 1) Stabilitas terlihat lebih buruk daripada kapal dengan material lain;
- 2) Kapal mudah terbawa oleh angin;
- 3) Teknik khusus dikehendaki dalam membangun kapal FRP;
- 4) Material mudah terbakar seperti kayu.

Konstruksi Fiberglass dan FRP

Sebagai bahan komposit, FRP terdiri dari bahan dasar utama sbb :

Serat penguat : kaca (E-glass), karbon, Kevlar (serat sintetis aramid), bambu, dll.

- Resin (cair) : *polyester*, *vinylester* dan *epoxy*
- Resin (cair) *gelcoat* : *polyester*, *vinylester* dan *epoxy*

dan bahan penunjang sbb:

- Katalis (MEKP, methyl ethyl ketone peroxide)
- Pengeras (*hardener*) untuk resin epoxy
- Pewarna (*pigment*)
- Pengental (*filler*)

Konstruksi FRP dibuat dengan mencampurkan serat penguat dan resin dengan menggunakan cetakan yang sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Konstruksi FRP terdiri dari paduan serat penguat dan resin sebagai dua material utama, karena masing-masing material mempunyai fungsi yang berbeda yaitu :

- Serat penguat : sebagai kekuatan konstruksi.
- Resin konstruksi : sebagai perekat serat penguat yang memberikan kekakuan bentuk dan juga kedap air di kapal.

Sedangkan pada konstruksi FRP, bahwa resin adalah sebagai pemberi fungsi kekakuan bentuk (dan juga kedap air pada kapal boat) seperti halnya semen pada konstruksi beton bertulang baja dan lapisan serat penguat berfungsi sebagai pemberi fungsi kekuatan seperti halnya tulangan baja pada konstruksi beton bertulang baja . Mengenai bentuknya, konstruksi FRP bisa dibentuk menurut cetakan sesuai keinginan ((Krisnan 2011).



Gambar II. 4 Ilustrasi Konstruksi FRP (Sumber: (Krisnan 2011))

Mengenai wujud dari material penguat dari konstruksi FRP bisa dalam bentuk :

- **Chopped Strand Mat (CSM);** berwujud sebaran serat yang relatif pendek dan acak. Biasanya hadir dalam kode yang menyebutkan tiga angka di belakang CSM, contoh CSM 300. Artinya adalah CSM dengan kepadatan 300 gram per meter persegi (300 gr/m²).
- **Woven Roving (WR);** berwujud seperti anyaman dengan kelompok serat panjang yang relatif tebal. Biasanya hadir dalam kode yang menyebutkan tiga angka di belakang WR, contoh WR 600. Artinya adalah WR dengan kepadatan 600 gram per meter persegi (600 gr/m²).
- **Multi Axial;** berwujud seperti anyaman dengan arah serat memanjang, melintang dan juga menyilang.
- **Fiber Cloth;** berwujud seperti kain tipis.

Dalam pembuatan konstruksi FRP kapal Boat, pada dasarnya ada tiga jenis pekerjaan utama yaitu :

1. Pembuatan cetakan. Cetakan ini diperlukan untuk membentuk konstruksi kapal yang diinginkan.

2. Pencetakan FRP. Proses pencetakan dengan cara menuangkan resin cair siap (resin *polyester vinylester* + katalis, atau *epoxy* + pengeras epoxy) ke atas lembaran yang sudah ditata di atas cetakan.
3. Penggabungan komponen konstruksi. Komponen konstruksi kapal yang utama adalah lambung, geladak, dan bangunan atas. Penggabungan dilakukan dengan cara berbeda-beda:
 - Pengikatan lem dan pelapisan FRP pada sambungan, biasanya untuk penggabungan sekat dan lambung
 - Pengikatan lem dan mekanis (baut dan sekrup), biasanya untuk penggabungan antara lambung dan geladak serta bangunan atas.

Konstruksi FRP di kapal boat yang baik adalah yang memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut:

- Lapisan FRP yang memberikan kekuatan yang memadai, kekuatan konstruksi FRP terletak pada susunan serat penguat (jumlah lapisan, jenis serat penguat, dan pengaturan susunannya), bukan karena ketebalannya.
- Kecedapan air yang baik, kekedapan ini diberikan oleh penggunaan resin yang tepat (jenis dan cara pencetakan) akan menentukan kekedapan tersebut.
- Ketahanan cuaca yang baik, ketahanan terhadap sinar ultraviolet dan matahari yang diberikan oleh penggunaan gelcoat yang tepat (jenis dan cara pelapisan)
- Kesatuan antar lapisan yang kuat, konstruksi FRP terdiri dari beberapa lapisan paduan resin dan serat penguat. Proses pengerjaan yang tidak tepat akan berakibat pada bahaya delaminasi (pengelupasan pada sambungan antar lapisan)

Dalam proses laminasi, perbandingan antara berat serat matto dengan resin sekitar 25% - 30 % matto dan 65 % - 75 % resin polyester. Laminasi Chopped Strand Mat ini biasanya digunakan sebagai lapisan pengikat antara agar tidak mudah terkelupas maupun selip pada proses berikutnya. Berat CSM yang sering dipakai adalah ukuran 300, 450, dan 900 gram/m². Untuk pembuatan kapal fiber ini digunakan CSM 300 gram/m² (Krisnan 2011) .

II.5. Faktor Teknis Desain Kapal

Dimensi utama kapal yang terdiri dari panjang (L), lebar (B), tinggi kapal (H), sarat (T), lebar demihull (B1) ini sangat menentukan kemampuan performa kapal. Oleh sebab itu dalam mendesain suatu kapal, hal ini yang perlu diperhatikan dengan teliti.

II.5.1. Penentuan Ukuran Utama

Ukuran utama kapal katamaran didapatkan dari metode regresi linier dengan menggunakan bantuan *software microsoft excel*. Dari metode tersebut, ukuran utama yang didapatkan sebagai berikut:

- a. LOA (*Length Overall*) adalah jarak atau panjang horizontal, diukur mulai dari titik terdepan linggi haluan sampai titik terbelakang buritan. Panjang total ini adalah panjang yang terbesar dari sebuah kapal.
- b. LWL (*Length of Waterline*) adalah jarak horizontal dihitung dari titik perpotongan antar garis air dengan linggi haluan sampai dengan titik perpotongan antara garis air dengan linggi buritan
- c. B (*Breadth*) adalah jarak horizontal pada lebar kapal yang terbesar, di tengah-tengah kapal, dihitung dari salah satu sisi terluar dengan sisi terluar lainnya yang berhadapan.
- d. S (*Beam Between Hull Centers*) adalah jarak horizontal pada lebar kapal yang terbesar, diukur dari bagian tengah hull ke bagian tengah hull lainnya
- e. B1 (*Beam of Each Hull*) adalah jarak horizontal dari tiap lambung
- f. H (*Height*) adalah jarak vertikal yang diukur dari *base line* badan kapal sampai titik terendah badan kapal.
- g. T (*Draft*) adalah jarak vertikal yang diukur dari base line (titik terendah) badan kapal sampai garis air tertinggi.

II.5.2. Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Koefisien bentuk kapal adalah menentukan karakteristik bentuk lambung kapal dibawah garis air. Koefisien bentuk ini merupakan perbandingan antara suatu bentuk kapal terhadap bidang persegi. Karakteristik dari suatu kapal dilihat dari nilai koefisien bentuknya (Siswa 2015).

Perhitungan koefisien utama kapal katamaran menggunakan beberapa referensi, perhitungan dilakukan dengan menggunakan harga dari angka *Froude* yang telah didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah disusun sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain C_b , C_m , C_{wp} , C_p , *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ).

1. Perhitungan *Froude Number*

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{gL}} \quad (1)$$

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

2. Perhitungan Displacement

Perhitungan *displacement* pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan mengambil dari artikel yang ditulis (Halme 2008) diperoleh *displacement* untuk kapal *Cruising Catamaran* yaitu:

Berat muatan = 1200 kg

$$\text{Berat muatan} = 20 \% \Delta \quad (2)$$

3. Perhitungan *Volume Displacement*

$$\nabla_t = \frac{\Delta}{\rho} \quad (3)$$

4. Perhitungan *Coefficient Block*

$$C_b = \nabla / (L \cdot B \cdot T) \quad (4)$$

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

5. Perhitungan *Coefficient Midship*

$$C_m = A_m / (T \cdot B_m) \quad (5)$$

Ref: (*Principle of Naval Architecture Vol I-Stability and Strength hal. 18*)

6. Perhitungan *Coefficient prismatic*

$$C_p = \nabla / (A_m \cdot L_{WL}) \quad (6)$$

7. Perhitungan *Coefficient Water Plane*

$$C_{wp} = A_{wp} / (B_{wl} \cdot L_{wl}) \quad (7)$$

Dengan ukuran utama yang telah disusun beserta koefisien utama maka perhitungan selanjutnya dapat dilakukan, mulai dari hambatan kapal, perhitungan daya motor induk, DWT dan LWT, stabilitas, freeboard, trim dan lain-lain yang akan dibahas dalam bab-bab berikutnya.

II.5.3. 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.

Hambatan total pada katamaran harus dikalikan dua, mengingat katamaran memiliki dua lambung yang identik. Adapun untuk rumus hambatan total (Insel and Molland, 1992) adalah sebagai berikut:

$$R_T = 2 \times (1/2) \times \rho \times V^2 \times WSA \times C_{Tcat} \quad (8)$$

$$C_{Tcat} = (1 + \beta k) \times C_F + \tau C_W \quad (9)$$

$$S = \frac{1.7}{B} \left(\frac{1.7}{C_b - 0.2(C_b - 0.65)} + \frac{B}{T} \right) m^2 \quad (10)$$

$$C_f = \frac{0.075}{\log(Rn - 2)^2} \quad (11)$$

$$Rn = \frac{Lwl.Vs}{\nu} \quad (12)$$

II.5.4. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak

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

1. *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = R_T \times V_s \quad (13)$$

(ref : PNA vol.II, hal.153)

-*Propulsive Coefficient Calculation*

$$\eta_H = (1-t) / (1-w) \quad (14)$$

(ref : PNA vol.II, hal.152)

η_O = *Open water test propeller efficiency*

η_r = *Rotative Efficiency*

$$= 0.973 + 0.111(C_p - 0.2227 LCB) - 0.06327 P/D \quad (15)$$

η_D = *Quasi-Propulsive Coefficient*

$$= \eta_O \cdot \eta_r \cdot \eta_H \quad (16)$$

(ref : PNA vol.II, hal.153)

2. *Delivery Horse Power* (DHP)

$$DHP = EHP / \eta_D \quad (17)$$

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

$$\text{BHP} = \text{DHP} + x \% \text{ DHP} \quad (18)$$

(Ref. *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-29)

Dimana:

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

II.5.5. Perencanaan Beban dan Tebal Lapisan Lambung

Untuk menghitung tebal lapisan kapal fiber harus diketahui besarnya beban yang bekerja pada bagian kapal tersebut. Untuk itu harus betul-betul dipahami beban-beban mana yang dipergunakan dalam perhitungan tebal lapisan tersebut. Dalam perhitungan kali ini, mengacu pada aturan Llyod's Register 2016 bagian 5 tentang perencanaan beban dan bagian 8 tentang konstruksi lambung. Berikut beban yang bekerja pada kapal katamaran:

Tebal Lunas :

$$b_k = 5L + 340 \quad (19)$$

$$t_k = \sqrt[4]{k_t (5L)^{0.45}} \text{ (mm)} \quad (20)$$

(Reference LR Pt. 8. Ch.3.2)

Keterangan :

b_k = lebar lunas (mm)

t_k = tebal (mm)

$k_t = 152/\partial f$

(Ref. LR Pt. 8, Ch. 3, 1.5)

∂f = ultimate flexural strength of the keel plate material (N/mm)

$\partial f = 502 \times f_c^2 + 106.8$

f_c = fibre content in individual ply

Beban Alas :

$$P_B = H_f S_f P_s \quad (21)$$

(Ref. LR. Part 5, Ch. 3, Sect. 3)

H_f =Hull notation

$H_f = 1.05$

S_f =service type factor notation

$S_f = 1$

$$P_s = P_h + P_w \quad (22)$$

P_h = Beban hidrostatik (kN/m²)

P_w = Beban gelombang hidrodinamis (kN/m²)

Tebal Alas :

$$t = 0.146b^3\sqrt{P_B} / E_{tp} \quad (\text{mm}) \quad (23)$$

(Ref. LR. Part 8, Ch. 3, Sect. 1)

E_{tp} = tensile modulus of the plate laminate, in N/mm^2

Beban *Outboard Shell*:

$$P_s = P_B \quad (24)$$

(Ref. LR. Part 5, Ch. 3, Sect. 3)

P_B = Beban Alas (kN/m^2)

Tebal *Outboard Shell* :

$$t = 0.146b^3\sqrt{P_s} / E_{tp} \quad (\text{mm})$$

(Ref. LR. Part 8, Ch. 3, Sect. 1)

Beban *Inboard Shell*:

$$P_s = P_B \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{or} \quad (25)$$

$$P_s = 1.6 \times P_{wdp} \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (26)$$

(Ref. LR. Part 5, Ch. 3, Sect. 3)

Dipilih nilai P_s yang terbesar

P_B = Beban Alas (kN/m^2)

Tebal *Outboard Shell* :

$$t = 0.146b^3\sqrt{P_s} / E_{tp} \quad (\text{mm})$$

(Ref. LR. Part 8, Ch. 3, Sect. 1)

Beban geladak

$$P_c = H_f S_f P_s \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (27)$$

(Ref. LR. Part 5, Ch. 3, Sect. 3)

Tebal geladak :

$$t = 0.146b^3\sqrt{P_c} / E_{tp} \quad (\text{mm})$$

(Ref. LR. Part 8, Ch. 3, Sect. 1)

Tebal Transom :

$$t = 0.146b^3\sqrt{P_c} / E_{tp} \quad (\text{mm})$$

(Ref. LR. Part 8, Ch. 3, Sect. 1)

II.5.6. Perencanaan Tangki *Consumable*

Tangki pada kapal digunakan untuk emnampung kebutuhan permesinan pada kapal seta kebutuhan manusia di kapal. Tangki yang direncanakan antar lain : *Fresh water tank, fuel oil tank*, dan *sewage tank*. Dalam mendesain sebuah tangki untuk *fresh water tank* maka harus

diketahui dahulu seberapa besar kebutuhannya. Kebutuhan *fresh water tank* digunakan sebagai pendingin mesin dan kebutuhan manusia diatas kapal. Dan kebutuhan air tawar didapatkan dari perhitungan :

1. Tangki air tawar

$$W_{fw1} = \frac{a \times Z_{tot} \times C_{fw1}}{V_s} \quad (28)$$

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

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

Dimana :

C_{fw1} =Koefisien berat air tawar

$$= 0.17 \text{ ton / (person.day)}$$

C_{fw2} =Koefisien pemakaian air tawar untuk mesin (2-5 kg /HP)

Z_{tot} = jumlah penumpang

a = jarak pelayaran

V_s = kecepatan kapal (knot)

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

$$W_{fw_{tot}} = (W_{fw1} + W_{fw2}) \times 110\% \quad (30)$$

Volume dan ukuran tangki air tawar. Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat fresh water .

$$V_{fw} = W_{fw} / \eta_{fw} \quad (31)$$

Dimana : $\eta_{fw} = 1 \text{ ton/m}^3$

2. Tangki Bahan Bakar

Kebutuhan Fuel Oil Tank didasarkan pada kebutuhan bahan bakar mesin induk dan mesin genset.

Ref : Diktat IGM Santosaa

a. Berat bahan bakar

$$W_{fo} = \frac{\text{Konsumsi Bahan Bakar} \times a}{V_s} \quad (32)$$

b. Berat bahan bakar generator

$$W_{fo} = \frac{\text{Konsumsi Bahan Bakar} \times a}{V_s}$$

Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat fuel oil

$$V_{fo} = W_{fo} / \eta_{fo} \quad (33)$$

$$\eta_{fo} = 0.832 \text{ ton/m}^3$$

II.5.6. Perhitungan Berat

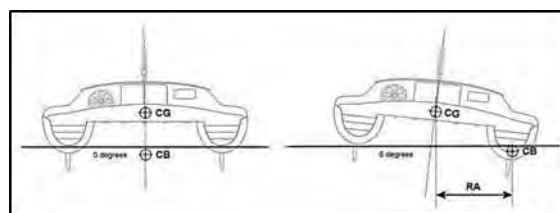
Perhitungan berat pada kapal pada umumnya terbagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat konstruksi, berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT dibagi terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat *provision*, berat orang (*crew* dan penumpang), dan berat barang bawaan. Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*. Setelah berat LWT dan DWT diketahui maka dilakukan perhitungan titik Berat LWT dan DWT untuk mencari harga KG (*Keel of Gravity*) dan LCG (*Longitudinal Centre of Gravity*).

II.5.7. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

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. 5 Perbandingan Stabilitas Katamaran dan *Monohull*
(<http://www.aeroyacht.com/catamaran-learning-center-2/catamaran-stability/>)

Pada Gambar II. 7 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.

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

- (a). Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- (b). Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

- (a). KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM).

- (b). KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal.

- (c). BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

- (d). KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

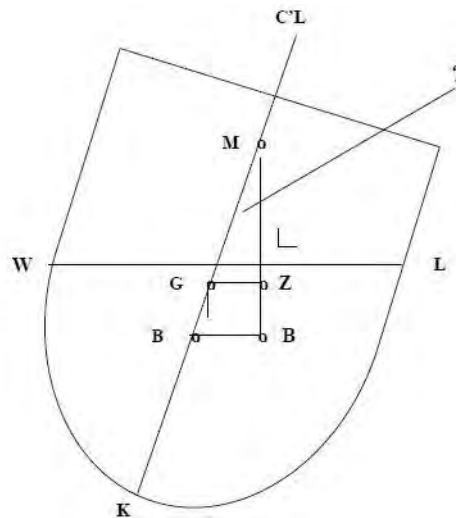
- (e). GM (Tinggi Metasentris)

Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

- (f). Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi. Momen penegak atau lengan penegak pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1,

sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1 . Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Bila dari titik G ditarik garis



Gambar II. 6 Sketsa momen penegak atau pengembali
(Sumber: Romadhana, 2015)

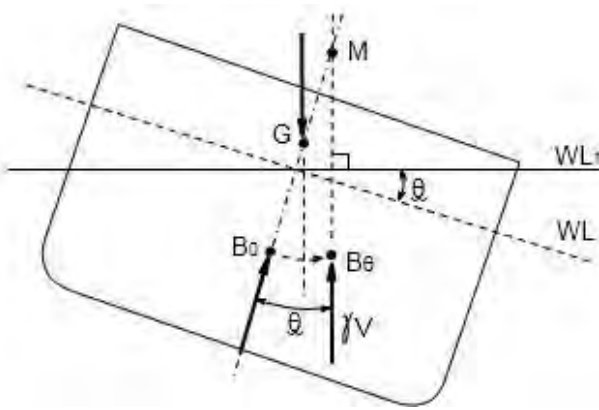
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah :

- Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
- Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu :

- Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

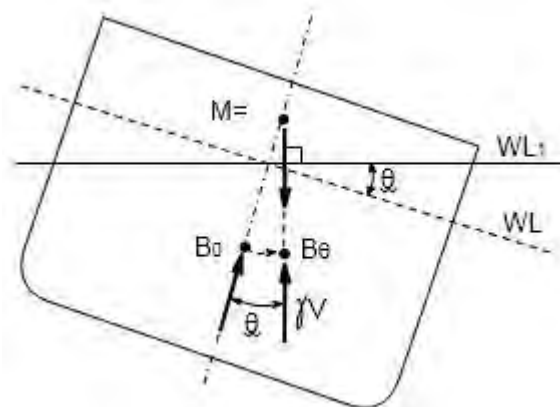


Gambar II. 7 Kondisi stabilitas positif
(Sumber: Romadhana, 2015)

Pada gambar diatas menggambarkan stabilitas positif dimana titik *metacenter* lebih besar kedudukannya daripada titik gravitasi.

(b). Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

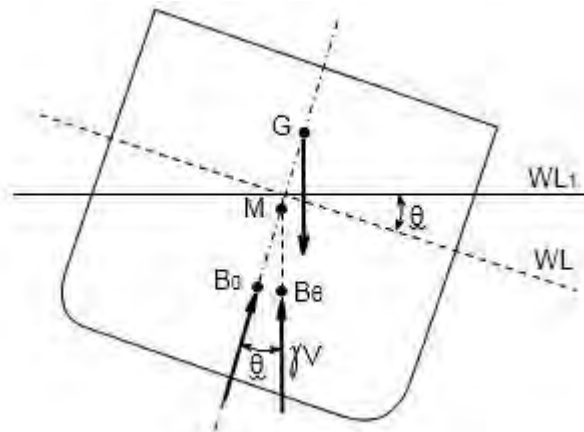


Gambar II. 8 Kondisi stabilitas netral
(Sumber: Romadhana, 2015)

Pada gambar diatas menggambarkan stabilitas netral dimana titik *metacenter* sama kedudukannya dengan titik gravitasi.

(c). Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu oleng tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring. Stabilitas yang seperti ini harus dihindari.



Gambar II. 9 Kondisi stabilitas negatif
(Sumber: Romadhana, 2015)

Dalam perhitungan stabilitas, kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal yang mengacu pada *Intact Stability (IS) High Speef Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Ch. 3*. Kriteria tersebut antara lain :

1. Luas (A) di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat tidak kurang dari 3,151 meter.deg
(IMO A.749 (18) Chapter 3 dan HSC Code 2000 Annex 7)
2. Luas di bawah kurva GZ sampai sudut 40° atau sudut downflooding θ_f , jika sudut ini kurang dari 40°, tidak boleh kurang dari 5,157 meter.deg
(IMO A.749 (18) Chapter 3)
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 1,719 meter.deg
(IMO A.749 (18) Chapter 3)
4. GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;
(IMO A.749 (18) Chapter 3)
5. GZ maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat

(HSC CODE 2000 Annex 7)

6.Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0,15 meter.

(IMO A.749 (18) Chapter 3)

II.5.8. Perhitungan Trim kapal

Trim dapat didefinisikan perbedaan sarat belakang dan sarat depan. *Trim* terjadi sebagai akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. *Trim* dibedakan menjadi dua, yaitu trim haluan dan trim buritan. *Trim* haluan terjadi apabila sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan. Begitu juga sebaliknya untuk trim buritan.

Untuk melakukan perhitungan trim diperlukan beberapa input L, B, T, Vol. Displacement, LCG, KG, LCB, Cm, Cwp. Adapun rumus perhitungan hidrostatik dalam "Parametric Design Chapter 11, M. G. Parson" diberikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} KB &= \text{titik pusat gaya tekan buoyancy terhadap keel [m]} \\ &= (KB/T) \cdot T \end{aligned} \quad (34)$$

$$KB/T = 0.90 - 0.30 C_M - 0.1 C_B \quad (35)$$

[Parametric Design Chapter 11, M. G. Parson rumus 25, hal 11-18]

$$\begin{aligned} BM_T &= \text{jarak antara titik pusat gaya buoyancy terhadap titik metacenter secara} \\ &\quad \text{melintang} \\ &= I_T / \nabla \end{aligned} \quad (36)$$

I_T = momen inersia waterplane terhadap sumbu melintang kapal

$$\begin{aligned} C_I &= \text{koefisien inersia melintang} \\ &= I_T / LB^3 \\ &= 0.1216 C_{WP} - 0.0410 \quad \Rightarrow I_T = C_I \cdot LB^3 \end{aligned} \quad (37)$$

$$\begin{aligned} BM_L &= \text{jarak antara titik pusat gaya buoyancy terhadap titik metacenter secara} \\ &\quad \text{memanjang} \\ &= I_L / \nabla \end{aligned} \quad (38)$$

$$\begin{aligned} I_L &= \text{momen inersia waterplane terhadap sumbu memanjang kapal} \\ C_{IL} &= \text{koefisien inersia memanjang kapal} \\ &= I_L / BL^3 \\ &= 0.350 C_{WP}^2 - 0.405 C_{WP} + 0.146 \quad \Rightarrow I_L = C_{IL} \cdot BL^3 \end{aligned} \quad (39)$$

Berikutnya adalah menghitung trim kapal dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Trim} &= T_A - T_F \\ &= (LCG - LCB) \cdot L / GM_L \quad [\text{m}] \end{aligned} \quad (40)$$

[Parametric Design Chapter 11, M. G. Parson rumus 56, hal 11.27]

$$\begin{aligned}
 GM_L &= \text{jarak antara titik berat dan titik metacenter secara memanjang} \\
 &= BM_L + KB - KG
 \end{aligned}
 \tag{41}$$

II.5.9. Perhitungan Freeboard

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, dan sarat T didapatkan dari hasil survey.

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

Panjang freeboard adalah panjang yang diukur sebesar 96 % panjang garis air (LWL) pada 85 % tinggi kapal moulded. Untuk memilih panjang freeboard, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96 % LWL pada 85 % H. Lebar Freeboard adalah lebar moulded kapal pada midship (Bm). Dan tinggi freeboard adalah tinggi yang diukur pada midship dari bagian atas keel sampai pada bagian atas freeboard deck beam pada sisi kapal. Freeboard memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki freeboard tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa penganpungan apabila mengalami kerusakan.

II.6. Faktor Ekonomis Desain Kapal

Dalam sebuah investasi kapal, pemilik kapal perlu mengetahui biaya pembangunan dan biaya operasional untuk mendapatkan hasil perhitungan bersih selama melakukan trip wisata. Agar usaha yang dijalankan tidak mengalami kerugian maka perlu dilakukan analisa ekonomis kapal:

II.6.1. Biaya Pembangunan

Biaya investasi dapat diartikan sebagai biaya pembangunan kapal yang terdiri dari biaya material untuk struktur bangun kapal, biaya peralatan, biaya permesinan, dan biaya pekerja, modal cost, asuransi, perawatan, pajak pemerintah, dll.

Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari :

1. Biaya pembangunan material fiberglass (*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, biaya yang berubah secara proporsional dengan aktivitas bisnis
 - Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)
 - Biaya air tawar (*fresh water cost*)
 - Gaji kru kapal
- b. Biaya Tetap, pengeluaran bisnis yang tidak bergantung pada tingkat barang atau jasa yang dihasilkan oleh bisnis tersebut. Pengeluaran ini berkaitan dengan waktu, seperti gaji atau beban sewa yang dibayar setiap bulan, dan sering disebut sebagai pengeluaran tambahan.
 - Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% dari biaya pembangunan kapal.
 - 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.6.3. Analisa Investasi dan BEP

Setiap usul investasi perlu mendapat penilaian terlebih dahulu, baik ditinjau dari aspek ekonomi, teknis, pemasaran, maupun aspek keuangannya. Dari aspek keuangan suatu usul investasi akan dinilai apakah akan menguntungkan atau tidak dengan menggunakan berbagai metode antara lain dengan tiga metode alternative dalam melakukan investasi :

1. Metode *Net Present Value (NPV)*
2. Metode *Internal Rate of Return (IRR)*
3. Metode *BEP (Break Even Point)*

- Metode *Net Present Value (NPV)*

Metode ini dikenal sebagai metode *Present Worth* dan digunakan untuk menentukan apakah suatu rencana mempunyai keuntungan dalam periode analisa, yaitu dengan menentukan *base year market value* dari proyek. *Net Present Value* dari suatu proyek merupakan nilai sekarang (*present value*) antara *Benefit* (manfaat) dibandingkan dengan *cost*. Bentuk persamaan secara matematis sebagai berikut :

$$PV = \frac{Rt}{(1+i)^t} \quad (42)$$

Dimana :

Rt = arus kas bersih

PV = *Present Value*

i = *interest rate*

Dalam metode NPV investor pertama-tama menghitung nilai sekarang dari arus kas yang diharapkan atas dasar *discount rate* tertentu, kemudian jumlah nilai sekarang dari jumlah investasi (*initial Outlay*). Selisih nilai sekarang dari keseluruhan arus kas dengan nilai sekarang dari pengeluaran untuk investasi dinamakan nilai bersih sekarang (NPV).

Perhitungan biaya investasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembagunan kapal ini layak untuk dilakukan sesuai dengan periode yang ditentukan.

Investasi dikatakan layak jika $NPV > 0$, berikut tabel ketentuan dari nilai NPV.

Tabel II. 2 Arti Dari Perhitungan NPV terhadap Keputusan Investasi (sumber: Wikipedia. Analisa investasi.com)

Bila	Berarti	Maka
$NPV > 0$	Investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi perusahaan	Proyek bias 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

- *Internal Rate Of Return (IRR)*

Metode *Internal Rate Of Return (IRR)* adalah tingkat suku bunga yang akan dijadikan jumlah nilai sekarang dari pengeluaran modal proyek (Pujawan, 2009)

Secara matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$\sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^n} \quad (43)$$

Dimana :

i = Discount rate yang digunakan

B_t = Jumlah benefit dalam periode tahun t

t = Jumlah tahun analisa

C_t = Jumlah cost dalam periode tahun t

n = Periode yang terakhir dari arus kas yang diharapkan

- 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.

Break event point adalah sebuah titik dimana jumlah pengeluaran dan pendapatanseimbang sehingga tidak terjadi kerugian maupun keuntungan. Untuk menghitung BEP dapatdilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu :

a. Berdasarkan Unit

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

Dimana : X = Unit

TFC = total fixed cost, biaya tetap

P = *price*, harga per unit

V = biaya variable per unit

b. Berdasarkan tahun

$$BEP = \frac{\text{Biaya pembanguna}}{\text{Keuntungan bersih}}$$

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini perhitungan BEP dilakukan menggunakan formulakedua (poin b).Hal ini dikarenakan yang dicari adalah berapa waktu (tahun) yang diperlukan agar terjadi pengeluaran dan pemasukan seimbang.

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. 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 *buttock 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 ke arah memanjang kapal.

9. Pandangan Samping (*side view*)

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

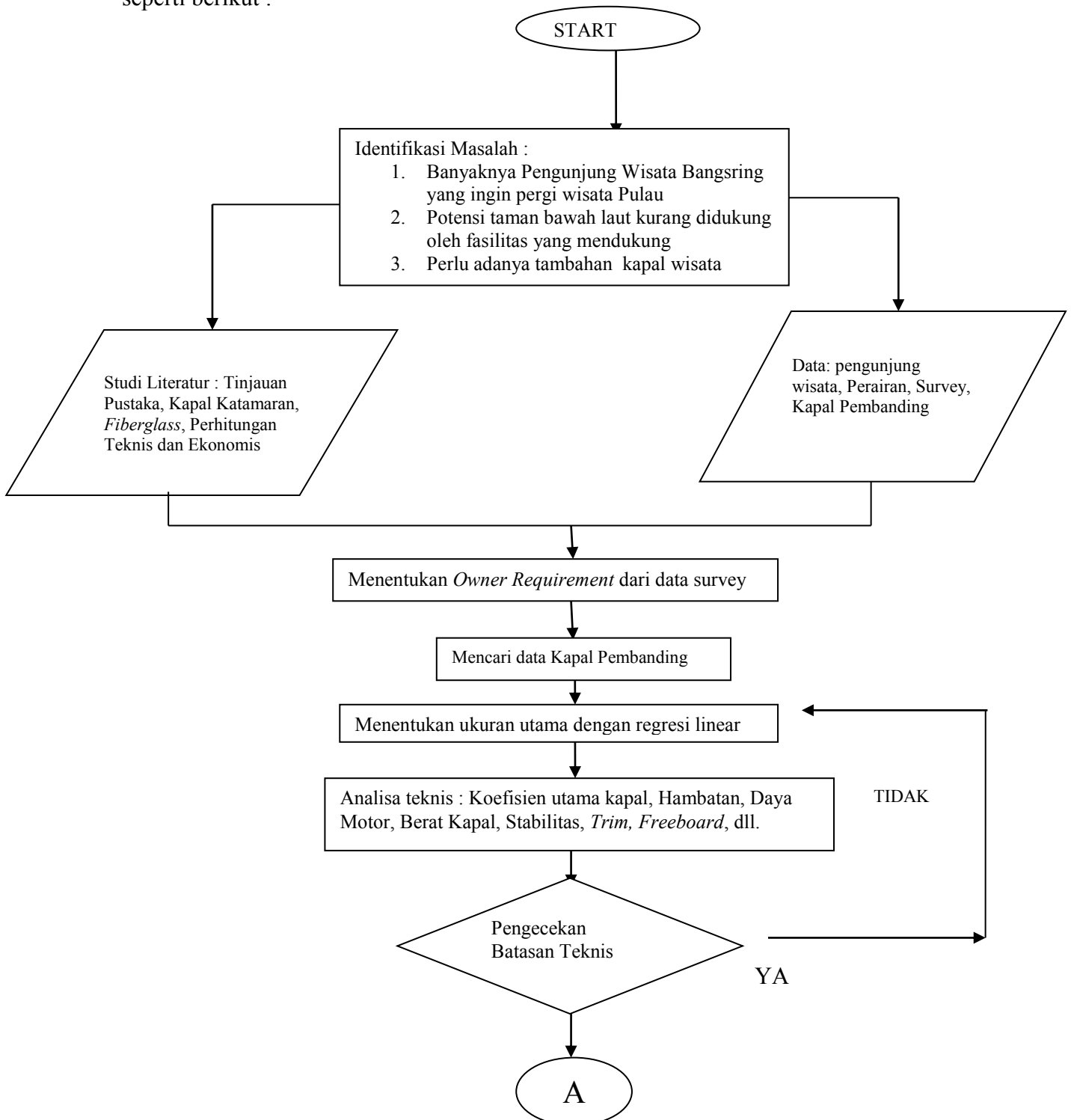
II.8. Pembuatan Rencana Umum (*General Arrangement*)

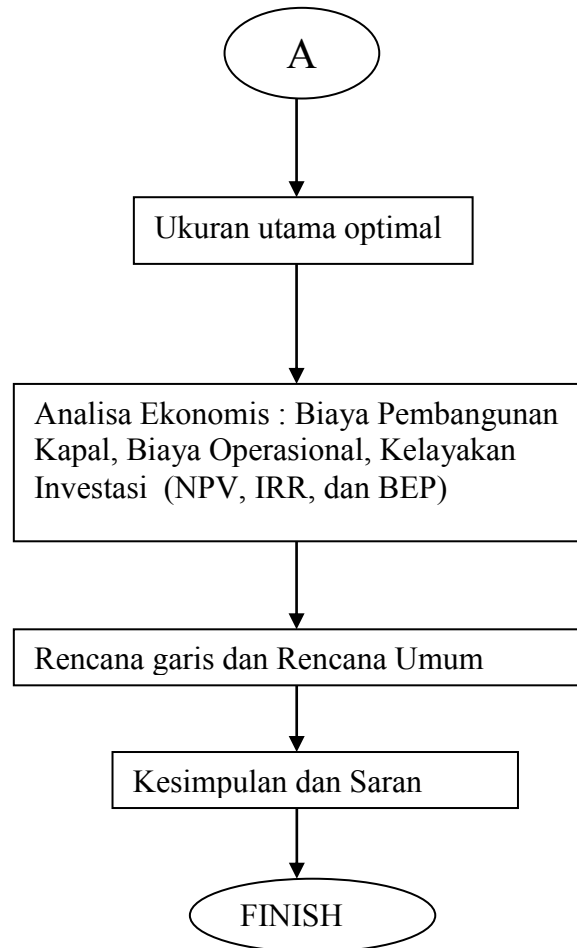
Rencana umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang sesuai dengan kebutuhan dengan fungsi dan perlengkapannya (Taggart, 1980). Pembuatan rencana umum kapal didasarkan pada peletakkan kamar mesin, kebutuhan akomodasi, serta peletakan tangki-tangki yang dibutuhkan. Selain itu, perlu dipertimbangkan 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.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Metode Pengerjaan

Pada bab ini dijelaskan tentang langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir. Secara umum, langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan digambarkan seperti dalam diagram alir seperti berikut :





Gambar III. 1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan

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

1. Pengumpulan Data

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

- a. Data kuisioner, merupakan data hasil survey kepada pengunjung wisata, dari data survey akan dihitung prosentase terbanyak dari setiap pilihan jawaban kuisioner untuk mendapatkan *Owner Requirement* kapal.
- b. Data jumlah pengunjung wisata, diketahui potensi jumlah pengunjung wisata pantai Bangsring, pulau Tabuhan, dan pulau Menjangan tahun 2015-2016.
- c. Data perairan diketahui kondisi perairan wisata Bangsring seperti: kedalaman air, tinggi gelombang, kecepatan angin, objek wisata yang ada disana, jarak rute pelayaran.
- d. Data kapal pembanding diperlukan sebagai referensi untuk menentukan ukuran utama awal kapal menggunakan metode regresi *linear*.

2. Studi Literatur

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

- a. 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.

- b. 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.

3. Penentuan Ukuran Utama Awal

Penentuan ukuran utama dilakukan dengan metode regresi linear terhadap kapal pembanding sesuai batasan-batasan. Kemudian, dari hasil regresi linear, dianalisis dengan batasan perbandingan rasio ukuran utama. Jika nilai perbandingan ukuran utama keluar dari batasan rasio yang disyaratkan, maka dilakukan perubahan ukuran utama awal kapal sampai batasan tersebut memenuhi.

4. Pehitungan Teknis

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

5. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum

Dalam pembuatan Rencana Garis kapal dilakukan dengan bantuan *software Education*. Dari desain yang telah dibuat di *software Education*, 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.

6. 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.

BAB IV TINJAUAN DAERAH WISATA

IV.1. Tinjauan Umum Daerah Banyuwangi

Kabupaten Banyuwangi terletak di Ujung Timur Pulau Jawa yang secara geografis beradapada koordinat di antara 7° 43' - 8° 46' Lintang Selatan dan 113° 53' - 114° 38' Bujur Timur, dengan luas wilayah ±5.782.50 km² yang sebagian berupakan kawasan hutan seluas 183.396,34 ha atau 31,72 %, areal persawahan sekitar 66.152 ha atau 11,44%, kawasan perkebunan mencapai sekitar 82.143,63 ha atau 14,21 %. Sedangkan areal permukiman sekitar 127.454,22 ha atau 22,04%, selebihnya berupa jalan, ladang dan lain sebagainya. Panjang garis pantai membentang mulai dari Kecamatan Wongsorejo di sebelah utara sampai dengan Kecamatan Pesanggaran di sebelah selatan ±175,8 km.

Kondisi Geografis Daerah

Secara administratif, batas Kabupaten Banyuwangi sebagai berikut :

- a. Sebelah utara dengan Kabupaten Situbondo;
- b. Sebelah timur dengan Selat Bali;
- c. Sebelah selatan dengan Samudera Indonesia;
- d. Sebelah barat dengan Kabupaten Jember dan Bondowoso.

Potensi Pariwisata



Sumber: Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Banyuwangi

Gambar IV. 1 Peta Objek Wisata di Banyuwangi
(sumber : Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Banyuwangi, 2013)

Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu daerah tujuan wisata favorit di Jawa Timur, karena letak geografisnya yang bersebelahan dengan Pulau Bali, memiliki sumber daya alam

yang sangat indah serta seni budaya serta adat istiadat yang khas, beragam dan terpelihara dengan baik. Melalui konsep “*ecotourism*” yang dibawa oleh pemerintah Kabupaten Banyuwangi periode 2015-2020, yaitu konsep pembangunan pariwisata yang dilakukan dengan mengoptimalkan dan sekaligus melestarikan potensi alam dan budaya khas Banyuwangi secara berkelanjutan, pengembangan pariwisata menggunakan prinsip-prinsip sebagai berikut :

- a. Melindungi lingkungan yang dimanfaatkan;
- b. Mengikutsertakan masyarakat secara aktif dalam kegiatan pariwisata;
- c. Menyajikan produk bermuatan pembelajaran, pendidikan dan rekreasi dari nilai-nilai karakteristik (alam dan budaya setempat);
- d. Memberikan sumbangan positif terhadap pembangunan ekonomi daerah;
- e. Menekan sejauh mungkin dampak negatif yang ditimbulkan dari rangkaian kegiatan pariwisata.

IV.1.1 Jumlah Wisatawan Kabupaten Banyuwangi

Kabupaten Banyuwangi memiliki objek dan daya tarik wisata unggul serta sangat potensial untuk dikembangkan seperti Kawah Ijen, Sukamade, Taman Nasional Alas Purwo, Alam Indah Lestari, Desa Wisata Using, Grajagan, Gumuk Kantong Indah, Watudodol, Rowo Bayu, dan masih banyak yang lainnya. Berikut data jumlah pengunjung wisata dari objek wisata di Banyuwangi:

Tabel IV. 1 Data Pengunjung wisata di Banyuwangi tahun 2011-2013
(Sumber : Wisnus, 2013)

No.	Objek wisata	tahun 2011		Tahun 2012		Tahun 2013		Jumlah	
		Wisnus	Wisman	Wisnus	Wisman	Wisnus	Wisman	Wisnus	Wisman
1	Kawah Ijen	7643	8785	status siaga		15531	3733	23174	12518
2	Sukamade	997	664	1724	863	3220	956	5941	2483
3	TN. Alas Purwo	111862	2907	95613	3721	66720	2955	274195	9583
4	Grajagan	47655	-	86911	-	63615	-	198181	-
5	Watudodol	2304	-	22939	-	17689	-	42932	-
6	Rowo Bayu	3493		3535	-	1831		8859	-
7	Desa Wisata Using	66780		95176	-	45859		207815	-
		240734	12356	305898	4584	214465	7644		
	Total	253090		310482		222109			

Dari Tabel IV. 1 menunjukkan jumlah pengunjung wisata di Banyuwangi memiliki potensi wisata yang cukup potensial utamanya pada objek wisata TN. Alas Purwo. Sejalan dengan program pemerintah yang ingin mengembangkan konsep wisata *ecotourism* akan terus ada perkembangan ke depannya untuk menarik wisatawan berkunjung ke Banyuwangi. Maka tidak menutup kemungkinan, akan terjadi fluktuasi jumlah pengunjung wisata di Banyuwangi untuk beberapa periode kedepan.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini akan dibahas objek wisata alam baru di Banyuwangi, yaitu wisata Bangsring, yang berdekatan dengan wisata Watudodol. Data pengunjung wisata di Banyuwangi dibutuhkan sebagai data pendukung bahwa objek wisata di Banyuwangi layak untuk dijadikan sebagai objek penelitian.

IV.2. Informasi Cuaca

Informasi cuaca harian di laut penting untuk diketahui agar pelayaran bisa dilakukan dengan lancar sehingga terhindar dari gelombang tinggi dan angin kencang yang terjadi di tengah laut. Informasi cuaca untuk pelayaran yang dibutuhkan adalah keadaan hujan, angin, tinggi gelombang. Yang paling ditakuti bagi pelayaran adalah tinggi gelombang baik untuk jenis kapal nelayan, kapal berukuran sedang, kapal penumpang dan kapal berukuran besar. Berikut data mengenai tinggi gelombang dan kecepatan angin untuk rute pelayaran kapal wisata Bangsring – Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan :

Tabel IV. 2 Data Tinggi Gelombang dan Kecepatan Angin

Tanggal	kecepatan Angin	Tinggi Gelombang (m)
2 Maret 2016	4-15	0.25-1
3 Maret 2016	4-15	0.25-0.75
4 Maret 2016	2-15	0.25-0.75
5 Maret 2016	2-15	0.25-0.75
6 Maret 2016	2-8	0.1-0.5
7 Maret 2016	2-10	0.1-0.75
8 Maret 2016	4-15	0.25-0.75
9 Maret 2016	2-10	0.25-0.75
10 Maret 2016	8-15	0.25-1
11 Maret 2016	4-10	0.25-1
12 Maret 2016	8-10	0.25-1
13 Maret 2016	2-15	0.25 - 0.75
Sumber : BMKG. Banyuwangi.com		

Dari tabel diatas diketahui untuk kecepatan angin di perairan objek wisata rata-rata 2 – 15 knot dengan tinggi gelombang rata – rata mencapai 0.25 – 0.75 m. Berdasarkan *Guide the Marine Meteorological Service, Third edition* yang menyebutkan bahwa hampir semua jenis kapal yang sedang berlayar akan terpengaruh oleh tinggi gelombang ≥ 2 meter, maka gelombang tinggi didefinisikan sebagai gelombang dengan tinggi signifikan dua meter atau

lebih. Maka untuk tinggi gelombang di perairan objek wisata Bangsring yang tergolong rendah masih terdapat kemungkinan untuk mencapai tinggi gelombang sampai 2 meter. Namun, karena dalam desain kali ini membuat desain kapal wisata katamaran yang unggul dalam hal tetap stabil saat kondisi gelombang tinggi karena memiliki dua lambung, maka kondisi gelombang tinggi saat berlayar dapat teratasi.

IV.3. Tinjauan Daerah Wisata Pantai Bangsring

Wongsorejo menjadi salah satu kawasan perkotaan di Banyuwangi dari kota lainnya seperti Kalipuro dan Bangorejo yang dijadikan Pusat Kegiatan Lokal Promosi (PKLp), yang nantinya akan dikembangkan sebagai pusat pelayanan untuk beberapa kecamatan.

Bunder merupakan kepanjangan dari Bangsring *Under Water*. Wisata ini terletak di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo. Terletak di utara Banyuwangi sekitar 27 km dari pusat kota, tempat ini bisa ditempuh dalam waktu kira-kira 42 menit (Pradana 2015).



Keindahan bawah laut Bangsring di kedalaman 2-3 meter (sumber : ikhonearief.blogspot.com)

Gambar IV. 2 Keindahan Bawah Laut Bangsring di kedalaman 2-3 meter
Sumber : ikhonearief.blogspot.com

Rumah Apung "Bangsring *Beach Underwater*" dengan dasar laut yang eksotis tepat di bawah rumah apung serta pengunjung dapat berenang dengan hiu dipandu *guide*. Pantai Bangsring juga merupakan destinasi wisata *Underwater* pertama di Banyuwangi yang dibuka tahun 2014 yang menawarkan keindahan alam bawah laut dan beberapa permainan seperti *banana boat* dan balon air.



Gambar IV. 3 Penangkaran Hiu dan Rumah Apung Grand Watudodol
(*Bangsringboat, 2015*).

Para pengunjung yang ingin ke Pulau Tabuhan dan Menjangan naik *Bangsring Boat* dengan tarif Rp. 100.000 - Rp. 600.000/ orang dengan berbagai macam paket wisata yang ditawarkan oleh pengelola *Bangsring Boat*. Untuk pemberangkatan trip wisata Rute *Bangsring – Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan*, melalui dermaga pantai Grand Watu Dodol *Bangsring* menuju pulau *Menjangan* kemudian dilanjutkan ke pulau *Tabuhan* dan kembali ke Grand Watu Dodol *Bangsring*.

IV.4. Tinjauan Daerah Wisata Pulau Tabuhan

Lokasi pulau *Tabuhan* berada di desa *Bengkak* Kecamatan *Wongsorejo* Kabupaten *Banyuwangi*, Pulau *Tabuhan* terletak persis di tengah selat *Bali* yang memisahkan Pulau *Jawa* dan Pulau *Bali*. Pulau ini memberikan keindahan tersendiri bagi para *kitesurfer*. Selain dapat menikmati pemandangan berupa gunung di daratan Pulau *Jawa*, terlihat pula hijaunya taman nasional *Bali Barat (TNBB)*. Dua daratan ini memberikan pengaruh angin yang cukup kencang. Pulau yang memiliki luas sekitar 53.350 m² atau kurang lebih 5 hektar, Pulau kecil yang masih belum berpenghuni ini banyak dikunjungi wisatawan.



Gambar IV. 4 Pulau Tabuhan
(sumber :<http://static.initempatwisata.com/mediafiles/2014/08/Pulau-Tabuhan-di-Banyuwangi1.jpg>)

Satu-satunya sarana transportasi menuju pulau *Tabuhan* adalah perahu nelayan yang bisa ditempuh dalam waktu 25-30 menit dari pantai *Kampe* Desa *Bangsring* Kecamatan *Wongsorejo*. Disepanjang perjalanan menuju pulau dengan pantai berpasir putih ini, wisatawan bisa menikmati pemandangan menawan dengan gradasi warna laut, mulai hijau, biru muda sampai biru tua. Kejernihan airnya dan biota lautnya yang menawan akan memanjakan wisatawan yang gemar berolahraga air seperti *snorkeling*.

Selain laut yang masih bersih, tiupan anginnya mencapai 20-25 knot, sangat ideal untuk bermain *kitesurfing* maupun *windsurfing*. Bahkan Pulau *Tabuhan* dinilai sebagai tempat

paling bagus di Indonesia untuk bermain selancar layang dan angin. Selain tiupannya kencang, lautnya juga tanpa ombak, sehingga bisa dimanfaatkan sepanjang tahun.

Pulau cantik dan eksotis seluas 5 ha ini dianggap sebagai surga baru bagi pecinta olahraga air ekstrim. Selain untuk *diving*, Pulau Tabuhan juga bisa dipakai untuk *kitesurfing*. *Kitesurfing* adalah olahraga di permukaan air laut, perpaduan antara selancar dan paralayang. Olahraga ini membutuhkan angin berkekuatan besar untuk mendorong layang-layang yang kemudian menggerakkan papan selancar.

IV.5. Tinjauan Daerah Wisata Pulau Menjangan

Setelah Indonesia Merdeka, melalui SK Menteri Pertanian No. 169/Kpts/Um/3/1978 tanggal 10 Maret 1978, kawasan Taman Nasional Bali Barat terdiri dari Suaka Margasatwa Bali Barat, Pulau Menjangan, Pulau Burung, Pulau Kalong, serta Pulau Gadung ditetapkan sebagai Suaka alam Bali Barat dengan luas keseluruhan 19.558,8 Ha.

Pulau Menjangan adalah pulau kecil yang terletak 5 mil barat laut pulau Bali dan merupakan bagian dari Taman Nasional Bali Barat. Pulau dengan luas sekitar 6.000 Ha adalah habitat menjangan atau rusa. Pulau Menjangan terletak di Kabupaten Jembrana, Bali. Bagian selatan Pulau Menjangan ditumbuhi mangrove dan mempunyai kondisi perairan yang cukup tenang. Pada bagian utara pulau, kondisi perairan didominasi ombak dan angin yang relatif kuat. Di bagian barat pulau terdapat *reef flat* dan hamparan pasir yang luas sedangkan bagian timur berbentuk dinding.

Pulau Menjangan memiliki obyek bawah laut yang sangat indah dan menawan, karenanya banyak para *scuba diver* domestik maupun mancanegara datang untuk melihat sendiri keindahannya. Pasir putih pantainya, hutan mangrove yang masih terjaga menambah keindahan pulau ini (Atmojo 2013).

Ada lebih dari 8 titik penyelaman yang ada di Pulau Menjangan, di antaranya adalah Pos 1, *Cave Point*, Pos 2, *Bat Cave*, *Temple Point*, *Coral Gardens*, *Anchor Wreck*, *Eel Gardens*. Setiap titik penyelaman memiliki kekhasan sendiri, tetapi kebanyakan berupa *Wall* atau tembok ditumbuhi aneka ragam *coral*, *hard coral*, hingga *Sea Fan* besar warna warni, spot ini juga cocok untuk anda yang menyukai fotografi makro. *Coral Garden* sampai *Temple Point* berupa perairan 5 – 15 meter yang juga terdapat beraneka ragam coral. *Freediving* dari titik *Coral Garden* hingga *Temple Point* sangat mengasyikkan karena pada titik ini terdapat arus yang tenang (*slope*) sehingga *freediver* serasa dibawa arus. Titik penyelaman di Pulau Menjangan ini sangat mudah dijangkau karena jaraknya yang saling berdekatan. Jarak pandang di siang hari sangat baik, bersuhu air hangat dan cocok untuk penyelam pemula atau

anda yang ingin sekedar *recreational freediving*. Selain bawah lautnya yang indah, pantainya tidak kalah indah terutama saat siang hari kita dapat melihat jernihnya biru air bergradasi dengan hijau yang sangat memanjakan mata.



Gambar IV. 5 Dermaga di Pulau Menjangan, Bali Barat
(sumber : <https://www.google.com/earth/pulauMenjangan>)

Terumbu karang yang berada di perairan Pulau Menjangan mencapai luas 260 Ha. Terumbu karang ini memiliki kisaran kedalaman 5-40 m dengan visibility antara 25-40 m. Sebagai kawasan wisata, Pulau Menjangan mulai dikenal sejak tahun 1978. Kawasan perairan ini dikenal dengan variasi ikan karang dan kegiatan *wall dive*, sehingga kawasan terumbu karang ini menjadi tempat tujuan wisata *snorkeling* dan *diving*. Aktivitas *diving* bisa dilakukan sepanjang musim seperti spot *diving* lainnya seperti Aimed dan Tulamben. Salah satu ikan yang terkenal di perairan Pulau Menjangan adalah *Mandarin fish*.



Gambar IV. 6 Taman Bawah Laut Pulau Menjangan Bali Barat
(*Bangsringboat, 2015*).

Perairan di Pulau Menjangan sebagai pusat penangkaran terumbu karang yang terletak di kawasan wisata Taman Nasional Bali Barat, dengan lestarnya terumbu karang membuat ikan-

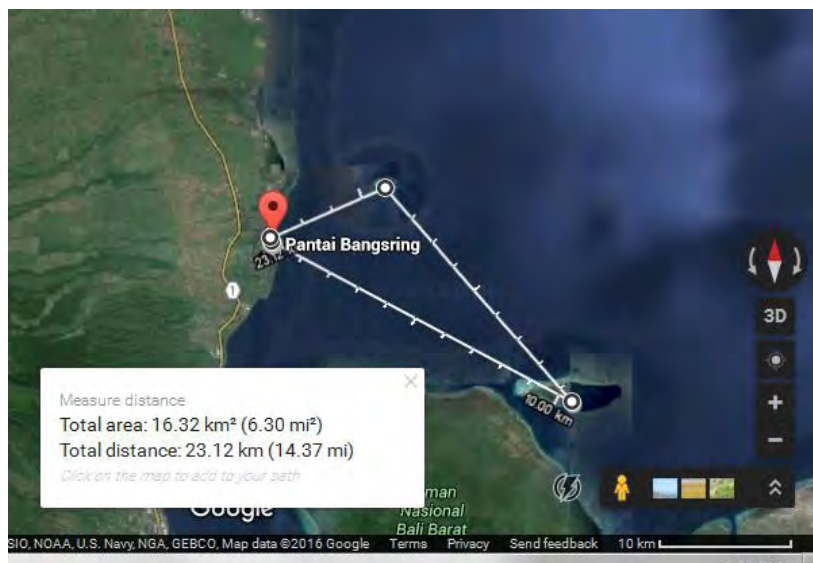
ikan akan terus berdatangan dan memantapkan tempat ini sebagai objek wisata di Bali dengan tujuan *diving*. Pemandangan bawah laut yang spektakuler, dikedalaman 40 m terdapat sebuah palung dengan jurang dipenuhi berbagai macam jenis ikan dan terumbu karang yang sangat indah dan beragam. *Anemone, gorgonian table, coral garden, eel, lion fish*, bahkan *murray* adalah beberapa biota laut yang bisa kita temui di kedalaman antara 3-10 meter. Jika beruntung kita juga bisa melihat penyu, lumba-lumba dan *whale shark*.

IV.6. Penentuan Rute dan Kapasitas Penumpang Kapal

Penentuan jumlah penumpang dan pemilihan rute perjalanan akan di jelaskan pada sub-bab di bawah ini. Hal ini akan memberikan gambaran *ownerrequirements* kepada *designer* mengenai kapasitas penumpang kapal dan rute pelayaran kapal wisata katamaran.

IV.6.1. Rute Pelayaran Kapal Wisata

Berdasarkan potensi wisata yang ada di Bangsring, maka akan di rencanakan rute pelayaran kapal wisata dari Bangsring *Underwater* - Pulau Menjangan - Pulau Tabuhan.



Gambar IV. 7 Rute Pelayaran Kapal Wisata Katamaran
(sumber : aplikasi Google Earth)

Gambar rute diatas menunjukkan rute pelayaran dari kapal wisata katamaran, dengan rute pelayaran dimulai dari Bangsring, kemudian dengan menggunakan kapal katamaran selama 40 menit menuju Pulau Menjangan, pengunjung bisa menikmati pesona keindahan yang ada di pulau Menjangan selama 120 menit mulai dari biota laut seperti terumbu karang, spesies ikan nemo, mandarin *fish* (ikan yang terkenal di pulau Menjangan), dan melakukan *snorkeling* serta *diving* . Selain itu, para wisatawan juga bisa melihat satwa langka Pulau Menjangan-Bali Barat karena pulau ini termasuk kawasan Taman Nasional Bali Barat, seperti burung

jalak Bali, Rusa dll. Dalam trip kali ini, juga dilakukan wisata *Glass Tube*, pengunjung bisa menikmati sensasi melihat biota taman bawah laut dari atas kapal di tengah laut. Setelah itu, perjalanan dilanjutkan menuju pulau Tabuhan selama 35 menit, dan pengunjung bisa melakukan wisata di pulau Tabuhan sekalam 60 menit. Kejernihan airnya dan biota lautnya yang menawan akan memanjakan wisatawan yang gemar berolahraga air seperti *snorkeling*. Sesampainya di pulau Tabuhan, pengunjung bisa berfoto-foto ria bersama keluarga, teman, sahabat. Perjalanan akan dilanjutkan kembali ke Bangsring Grand New Watu Dodol, setelah 60 menit pengunjung berada di pulau Tabuhan.

Berikut akan dijelaskan tabel mengenai jarak rute pelayaran kapal wisata Bangsring- Pulau Menjangan- Pulau Tabuhan dengan kecepatan 10 knot. Dan berakhir menuju Pantai Bangsring.

Tabel IV. 3 Rute Pelayaran Wisata Bangsring- Menjangan- Tabuhan

Berangkat	Tujuan	Jarak (km)	V (knot)	Waktu (menit)
Bangsring	P. Menjangan	10.55	10	40
P. Menjangan	P. Tabuhan	8.72	10	35
P. Tabuhan	Bangsring	3.85	10	20
Total		23.12		95

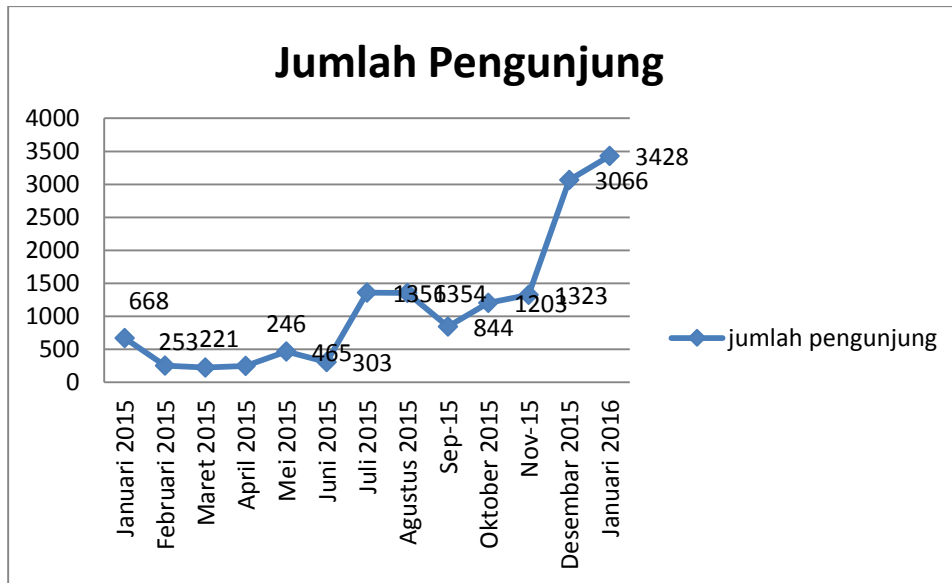
Kecapatan 1 knot = 1.852 km/jam

Kecapatan 10 knot = 18.52 km/jam

Jadi, dalam 1 kali trip ditempuh dengan waktu 252 menit (4.2 jam) untuk berlayar ke pulau Menjangan – Pulaua Tabuhan, dan kembali Ke Pantai Bangsring. Dengan rincian 95 menit untuk perjalanan, wisata di Pulau Menjangan Bali-Barat selama 120 menit termasuk wisata Bottom Glass di tengah laut tepatnya spot *snorkeling* selama 60 menit, kemudian dilanjutkan berlayar ke pulau Tabuhan selama 60 menit.

IV.6.2. Payload Kapal

Objek wisata Bangsring *Underwater* merupakan salah satu objek unggulan di Banyuwangi. Meskipun termasuk kategori wisata baru, wisata Bangsring tidak kalah menariknya dengan objek wisata pantai yang sudah unggul lebih dulu. Wisata Bangsring *Underwater* atau yang lebih dikenal dengan Rumah Apung diresmikan tahun 2014. Wisata ini menawarkan keindahan biota laut hasil konservasi kelompok nelayan, adanya penangkaran hiu, rumah apung, wisata ke Pulau Tabuhan maupun Pulau Menjangan Bali-Barat. Berikut adalah grafik Jumlah Pengunjung tiap bulannya mulai Januari 2015 – Januari 2016 (Arief, 2015).



Gambar IV. 8 Grafik Jumlah Pengunjung Wisata Bangsring
 Sumber : Arief. 2016. Pengelola wisata Bangsring

Total pengunjung tertinggi pada bulan Desember 2015 dan Januari 2016. Terjadi peningkatan 5.132 kali lipat jumlah pengunjung pada bulan Januari 2015 dan 2016. Dari data diatas, diketahui pengunjung wisata rata-rata perbulannya sebanyak 1133 orang, dan rata-rata per harinya sebanyak 37 orang. Adanya lonjakan pengunjung di Wisata Bangsring ini tidak lepas dari ikut campur tangan pemerintah yang giat mempromosikan wisata Bangsring dan juga kelompok nelayan yang merawat serta mengelola wisata Bangsring *Underwater* ini.

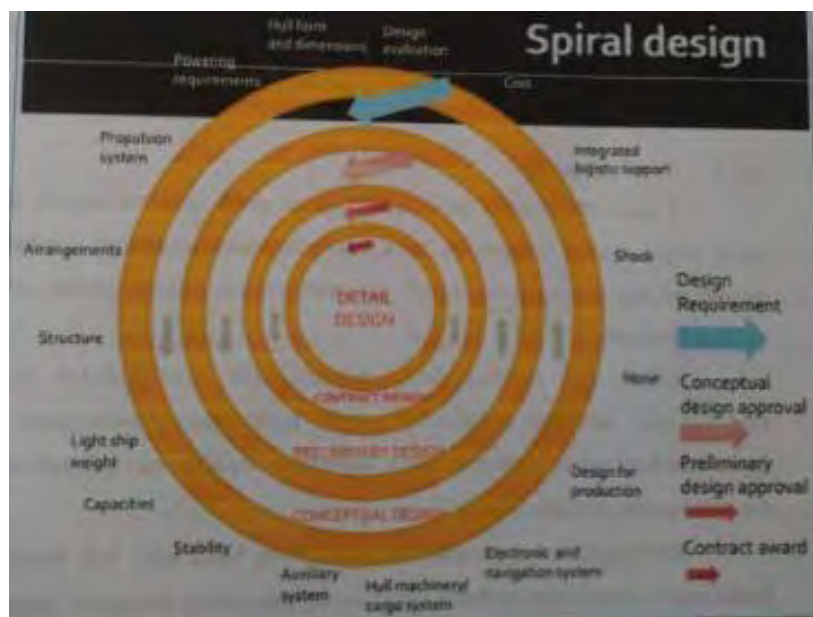
Berdasarkan survey, objek wisata Bangsring memiliki 20 kapal penumpang atau yang disebut Bangsring Boat atau perahu nelayan yang dimodifikasi untuk kapal penumpang dengan kapasitas 10-15 orang, dan 4 kapal penumpang dengan kapasitas 30-40 orang. Dalam pengoperasian kapal penumpang Bangsring, tidak selalu beroperasi di Bangsring, kada kalanya digunakan untuk kapal penyebrangan. Diperlukan kapal wisata di Bangsring berfungsi sebagai sarana transportasi yang mendukung untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan penumpang saat berada di laut. Maka dari itu, dalam pengoperasian kapal wisata katamaran ini dilakukan pada hari libur.

BAB V

ANALISIS TEKNIS – EKONOMIS DAN HASIL

V.1. Tahap 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 1 di bawah ini. Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Watson 1998).



Gambar V. 1 Design Spiral (Evan, 1959)

Setiap stage perancangan yang akan digambarkan merupakan sekumpulan aktifitas teknik yang terpisah dari kelompok aktifitas teknik yang lain. Stage perancang terpisah satu sama lain karena tidak ada jaminan bahwa kondisi perancangan dapat dikembangkan yang akan memenuhi semua kebutuhan untuk setiap stage.

1. *Concept design* atau konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner requirement*.
2. *Preliminary Design* . Tahap ini dikembangkan hasil dari tahap *conceptual* dengan menetapkan alternative kombinasi yang jelas, sehingga pada akhirnya didapatkan gambaran utama kapal dan kecepatan servisnya.

3. *Contract Design*. Contract design biasanya menghasilkan satu set spesifikasi dan gambar, serta daftar peralatan permesinan.
4. *Detail Design*. Dalam stage ini gambar kerja dan kebutuhan data lainnya untuk membuat kapal dikembangkan.

V.2. Penentuan *Design Requirement*

Dalam Penentuan Owner Requirement Kapal wisata dilakukan survey dengan cara membagi kuisisioner kepada pengelola dan pengunjung wisata. Dan dilakukan pengolahan data kuantitatif dari hasil kuisisioner hingga menghasilkan prosentase dari setiap jawaban yang terdapat pada kuisisioner. Berikut tabel hasil prosentase kuisisioner :

Tabel V. 1 Hasil Kuisisioner

No.	Jenis pertanyaan	Pilihan jawaban	Prosentase
1.	Jenis kapal wisata apa yang sesuai dengan kondisi wisata Bangsring	Kapal fiber katamaran bangunan tertutup	42.5 %
2.	Berapakah kapasitas penumpang kapal wisata Bangsring	10-15 orang	82.5 %
3.	Berapakah kecepatan kapal?	10 knot	55 %

Dari analisa yang telah dilakukan maka ditentukan Owner Requirement Kapal:

1. Tipe Kapal: Kapal Katamaran Fiber tertutup
2. Kapasitas Penumpang Kapal wisata : 10 – 15 orang.

Dalam desain kapal ini, akan diambil nilai 16 orang yaitu 14 penumpang dan 2 crew kapal, karena untukantisipasi pengunjung yang meningkat, memanfaatkan luas geladak kapal katamaran yang luas, perhitungan ekonomis.

3. Kecepatan kapal wisata : 10 knot
4. Rute Pelayaran : Pantai Bangsring – Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan.

Pada Tugas Akhir ini ukuran utama ditentukan berdasarkan metode statistic menggunakan regresi linear. Berdasar data yang di dapat tentang tipe kapal, kapasitas penumpang, dan kecepatan kapal. Berikut adalah tabel data kapal pembanding yang akan dilakukan regresi linear.

Tabel V. 2. Data Kapal Pemanding

No .	Nama Kapal	Kapasitas (orang)	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)
1	SUN CAT 46	30	14	9.1	1.8	1.2	8
2	<i>Solarwave</i> 46	25	13.9	7.5	2	0.9	8
3	Lazoon 380 4C	20	11.5	6.63	1.6	1.15	7.8
4	Mahe 36	23	11	5.9	1.7	1.15	10
5	Athena	19	11.6	6.3	1.5	0.95	7
6	Linari 41	19	11.95	6.7	1.9	0.91	8
7	Lavezzi 40	17	11.9	6.5	1.9	1.1	8
8	Ecosol 34	20	10	4	1.4	0.7	8.1
9	Tema 360 Cat	19	13.74	4.98	1.7	0.48	9
10	Catana 42 OC	18	12.58	6.86	1.8	0.6	11
11	Bata Greine	12	9.7	5	1.6	0.6	6
12	Ecocast	10	8.00	4.50	0.90	0.30	6.00
13	Cat taxi	12	9.80	5.80	1.00	0.30	6.50
14	Ellips 35	9	10.5	3.2	1.3	0.5	8.5
15	Glass Bottom boat	10	8.2	4.6	1	0.4	7

Dalam proses mencari ukuran utama kapal yang sesuai dengan keinginan pemilik kapal, maka salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan data ukuran utama dari kapal pemanding, yang selanjutnya akan dilakukan analisa regresi *linier* untuk mencari ukuran utama awal kapal. Pencarian data kapal pemanding dapat diperoleh dari berbagai sumber diantaranya internet, buku, jurnal, dan majalah.

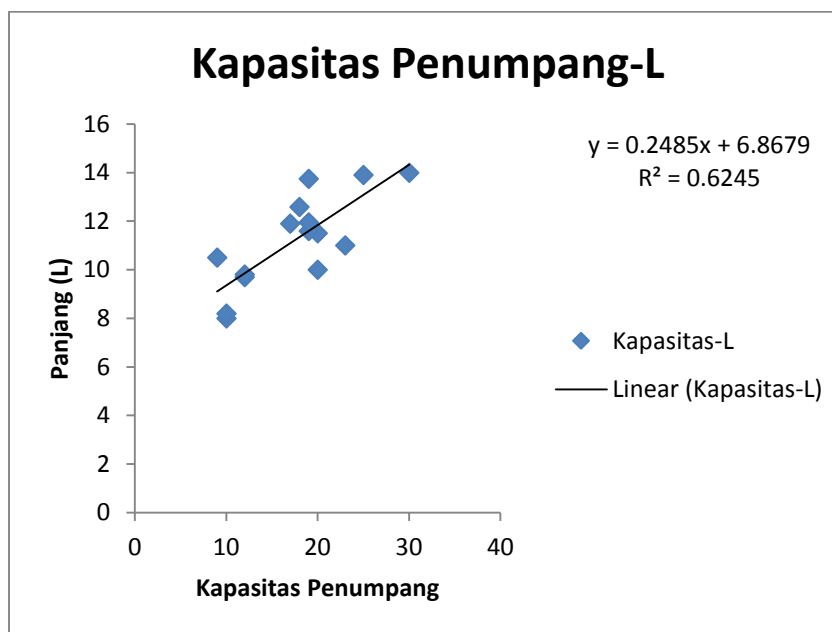
Proses penyusunan dan penentuan ukuran utama kapal dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Data-data kapal pemanding tersebut dibuat grafik dengan absis (x) kapasitas penumpang dan ordinat (y) ukuran utama kapal, menjadi grafik Kapasitas vs L, Kapasitas vs B, Kapasitas vs H, dan Kapasitas vs T. Selain membuat grafik-grafik tersebut, kita juga membandingkan antara ukuran utama yang satu dengan ukuran utama yang lainnya.
- Harga R^2 harus sebesar mungkin, minimal 0,6. Untuk persamaan regresi yang dapat dipilih linear, kuadrat, eksponensial, log, power atau yang lainnya (disesuaikan dengan sebaran data kapal pemanding). Untuk kapal ini tipe regresi yang digunakan adalah regresi linear. Adapun untuk mendapatkan harga R^2 yang besar bisa dilakukan dengan menghapus data kapal yang dapat menyebabkan harga R^2 rendah dan kemudian mengganti dengan data kapal lain sehingga mendapatkan harga R^2 yang besar.

Perhitungan Regresi

Penulis mengambil sampel kapal *catamaran* sebanyak 15 kapal pembanding. Dapat dilihat pada tabel kapal pembanding, bahwa semakin besar DWT kapal maka semua ukuran utamanya juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar kapal, beban atau gaya yang bekerja juga semakin besar. Oleh karena itu, selanjutnya kita regresikan secara linear untuk memperoleh pendekatan ukuran utama kapal kita.

Langkah pertama, kita plot data panjang kapal (L) terhadap kapasitas penumpang seperti berikut:

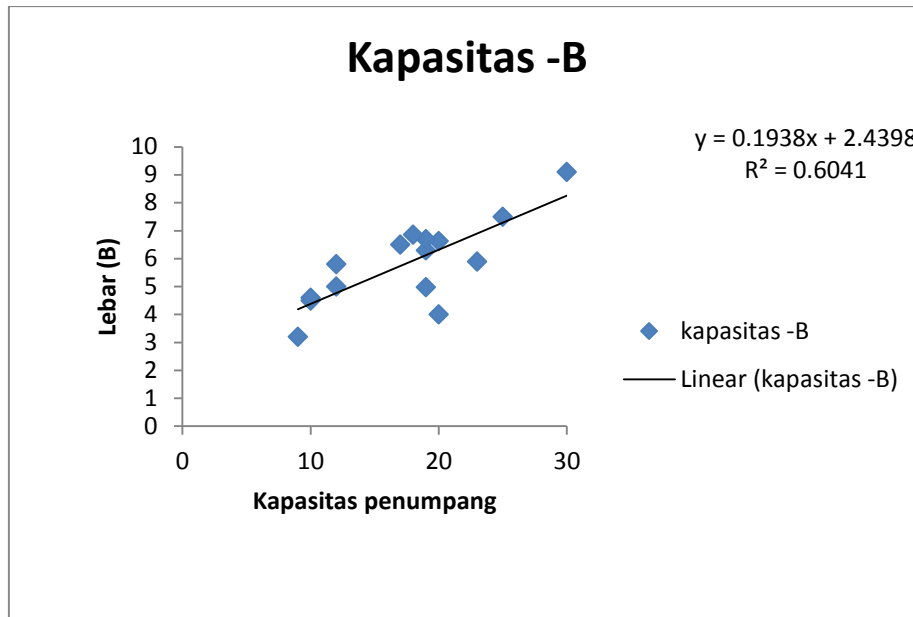


Gambar V. 2Grafik Regresi Linier antara Kapasitas- Panjang (L)

Dari grafik tersebut kita mendapatkan rumus persamaan garisnya, yaitu $y = 0.24851x + 6.8679$, dengan $R^2 > 0.6$. Variabel x kita ganti dengan kapasitas kapal yang akan dirancang, yaitu sebesar 15 orang. Sehingga diperoleh $y = 11.09$ meter dan diambil angka $L = 11.09$ m. Inilah ukuran panjang kapal berdasarkan perbandingan antara kapasitas dan L yang telah disesuaikan.

Langkah yang sama kita gunakan untuk menentukan ukuran utama yang lain, seperti lebar (B), sarat (T), dan tinggi kapal (H).

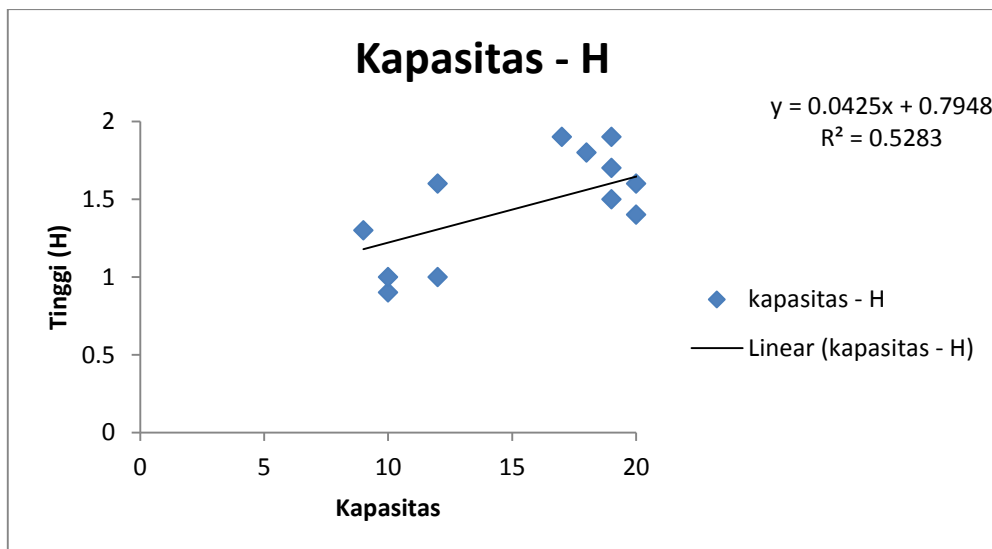
Menentukan lebar kapal adalah sebagai berikut :



Gambar V. 3 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas- Lebar (B)

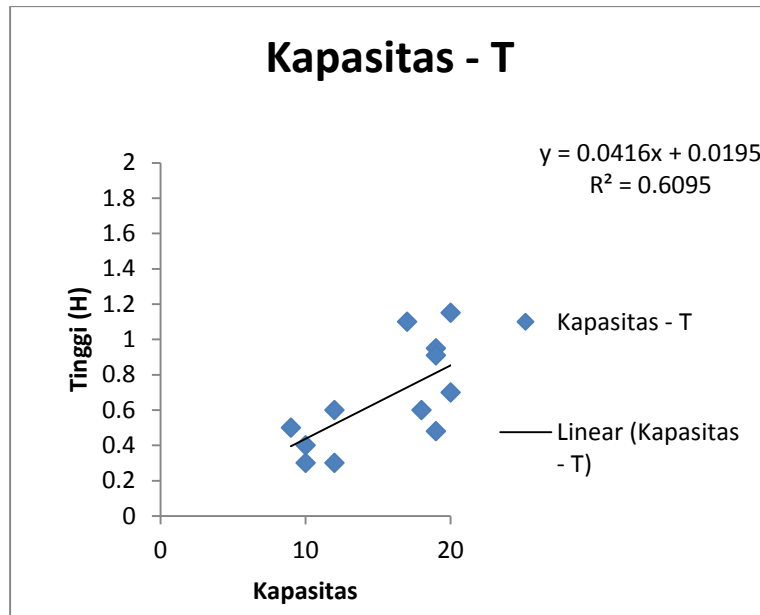
Dari grafik tersebut diperoleh $y = 5.734$ meter dan diambil $B = 6$ m . Inilah ukuran lebar kapal berdasarkan perbandingan antara kapasitas dan B .

Menentukan tinggi kapal adalah sebagai berikut:



Gambar V. 4 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas- Tinggi (H)

Dari grafik tersebut diperoleh $y = 1.5173$ meter maka diambil $H = 1.5173$ meter. Inilah ukuran tinggi kapal berdasarkan perbandingan antara kapasitas dan H .



Gambar V. 5 Grafik Regresi Linier antara Kapasitas-Sarat (T)

Dari grafik tersebut diperoleh $y = 0.6435$ meter maka diambil $T = 0.64$ meter. Inilah ukuran tinggi kapal berdasarkan perbandingan antara kapasitas dan T .

Ukuran utama yang lain seperti kecepatan dinas, telah diberikan oleh pemilik kapal, yaitu sebesar 10 knots

Dari perhitungan regresi linear di atas didapatkan ukuran utama awal dasar sebagai berikut:

- $L_0 = 11.09$ m
- $B_0 = 6.43$ m
- $T_0 = 0.64$ m
- $H_0 = 1.573$ m
- $V_S = 10$ knots = 5.144 ms⁻¹

Namun, karena ukuran utama awal tidak memenuhi perbandingan ukuran utama kapal katamaran, maka dilakukan perubahan ukuran utama kapal :

- $L = 11.3$ m
- $B = 6$ m
- $T = 0.6$ m
- $H = 1.85$ m
- $V_S = 10$ knots = 5.144 ms⁻¹

V.3. Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal yang optimal, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan koefisien utama kapal. Perhitungan koefisien utama kapal

meliputi perhitungan *froud number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p , dan C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*. Dalam perhitungan koefisien utama kapal mengacu pada pers. 1 – 7.

1. Perhitungan Froud Number

Froud Number dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_s = 10 \text{ knot}$$

$$= 5.144 \text{ m/s}$$

$$L = 11.3 \text{ m}$$

Maka :

$$Fn = \frac{5.14}{\sqrt{9.81 \times 11.3}} = 0,489$$

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 :

Berat muatan = 20 % Δ ; Jumlah penumpang = 16 orang

Berat penumpang @ = 75 kg

Berat barang bawaan @ = 5 kg

Berat muatan = 1280 kg

$$\Delta = 6.4 \text{ ton}$$

3. Perhitungan *Coefficient*

$$\nabla_t = \frac{6.4 \text{ ton}}{1.025}$$

$$= 6.244 \text{ ton}$$

Volume displacement untuk satu hull :

$$\nabla = \frac{6.244}{2}$$

$$= 3.122 \text{ ton}$$

$$C_b = 3.122 / (11.3 \times 1.2 \times 0.6)$$

$$= 0.397$$

$$C_m = 0.1978 / (0.6 \times 1.2)$$

$$= 0.274$$

$$C_p = 3.122 / (0.1978 \times 10.919)$$

$$= 0.58$$

$$C_{wp} = 1.873 / 1.2 \times 10.919)$$

$$= 0.286$$

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 mengacu pada pers. 8 - 12 adalah :

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

(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.

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

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. 3. Harga B untuk tiga Variasi S/B

		S/B1					L/B1
		1	2	3	4	5	
B		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

Dari ukuran utama optimal didapatkan nilai :

$$S/B1 = 3$$

$$L/B1 = 9.099$$

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

		L/B1		
		9	11	9.10
β		1.54	2.29	1.577188

Setelah dilakukan interpolasi dari nilai tersebut, mak didapatkan nilai β , yaitu : **1.5771875**

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

Tabel V. 4 Derived from Factors for The Models in Monohull Configuration)

Model	C4	C5	
L/B1	9	11	9.099
$(1+k)$	1.3	1.17	1.293554

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil = 1.29354

$$\text{Maka } (1+\beta k) = (\beta \times (1+k)) - \beta + 1$$

$$(1+\beta k) = \mathbf{1.46299}$$

V.4.2. Viscous Resistance (Cf)

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

$$Rn = \frac{10.919 \cdot x10}{1.18831 \cdot x10^6}$$

$$Rn = 47266568.49$$

$$C_f = \frac{0.075}{\log(47266568.49 - 2)^2}$$

$$= \mathbf{0.002329}$$

Setelah didapatkan nilai Rn, didapatkan nilai Cf dengan formula diatas yaitu, Cf = **0.002329**

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, Fn, dan L/B1 seperti terlihat pada Tabel V.12 dibawah ini.

Tabel V. 5. Harga τ untuk Variasi L/B1, Fn, dan S/L

	(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3		L/B1
	Fn		Fn		
	0.4	0.5	0.4	0.5	
τ	1.8	1.76	1.15	1.42	9
	1.8	1.65	1.3	1.38	11

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

$$S/L = 0.33$$

$$L/B1 = 9.10$$

$$Fn = 0.489$$

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

$$\tau = \mathbf{1.277894155}$$

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.6 di bawah ini.

Tabel V. 6. Harga Cw untuk variasi Fn dan L/B1

Fn	0.489	0.489	0.489
L/B1	9	11	9.10
Cw	0.0040857	0.002689	0.00401643

$$\text{Sehingga nilai Cw yang diambil adalah} = \mathbf{0.00401643}$$

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 :

- $(1+\beta k) = 1.46299$
- $C_f = 0.002329$
- $\tau = 1.277894155$
- $C_w = 0.00401643$

Maka,

$$C_{tot} = 0.0085401$$

Harga Ctot tersebut kemudian di dalam rumus WSA

$$S = \frac{3.122}{1.2} \left(\frac{1.7}{0.397 - 0.2(0.397 - 0.65)} + \frac{1.2}{0.6} \right) m^2$$

Didapatkan nilai WSA = 14.569556m², untuk satu lambung

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

$$WSA_{total} = 30.16475m^2$$

Sehingga,

$$R_t = 3493.4811N = 3.49 \text{ kN}$$

V.5. Perhitungan Power

Setelah nilai hambatan total (R_T) diketahui langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Nilai dan formula mengacu pada pers.13 – 18, untuk menghitung *power* dapat dilihat dibawah ini.

$$R_t = 3.49 \text{ kN}$$

$$V = 5.144 \text{ m/s}$$

$$EHP = 3.49 \times 5.144$$

$$= 17.97 \text{ kW}$$

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

$$= 24.433 \text{ HP}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$t = 0.091805145$$

$$w = 0.090282703$$

$$P/D = 1$$

$$\eta_H = (1-t) / (1-w)$$

$$= (1-0.083) / (1-0.08179)$$

$$= 0.998326467$$

$$\eta_O = 0.56$$

$$\eta_r = 0.973 + 0.111(0.58 - 0.2227 \times 0.116) - 0.06327 \times 1 \quad ; \text{ pers (12)}$$

$$= 0.974518219$$

$$\eta_D = 0.56 \times 0.998 \times 0.9745$$

$$= 0.544816905$$

Delivery Horse Power (DHP)

$$DHP = 17.97 / 0.5448$$

$$DHP = 32.98441 \text{ kW}$$

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

$$= 32.98441 + 15 \% 32.98441$$

(*Ref. Parametric Design Chapter 11, hal 11-29*)

Dimana:

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

$$\text{Maka, BHP} = 51.57 \text{ Hp}$$

V.6. Pemilihan Mesin dan Genset Kapal

Untuk memilih mesin induk yang akan digunakan pada suatu kapal, maka dibutuhkan perkiraan daya motor induk yang mampu mencakup seluruh kebutuhan kapal sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik. Setelah daya motor induk dihitung, selanjutnya adalah memilih motor induk yang ada di katalog motor induk dengan kapasitas daya sama atau sedikit di atas daya yang telah dihitung. Dalam hal ini data mesin yang akan digunakan adalah mesin *outboard* atau mesin tempel.

Dalam pemilihan mesin induk untuk desain kapal wisata katamaran akan memakai mesin diesel *outboard* karena mempertimbangkan ukuran kapal yang kecil, harga lebih murah, lebih mudah pemasangan karena tidak memerlukan ruangan khusus untuk pemasangannya, perawatan mudah karena tidak perlu melakukan pengedokan seperti pada mesin inboard, dan menyesuaikan kebutuhan dengan daya motor kapal. Pada mesin *Outboard* kapal katamaran, menggunakan 2 mesin *Outboard* dengan masing – masing daya sebesar 25 Hp. Berikut spesifikasi mesin *Outboard* untuk kapal wisata katamaran :



Gambar V. 6 Mesin *Outboard* daya 25 HP

Spesifikasi Mesin	
<i>(Ref: Alibaba mesin outboard dan catalog</i>	
Model	: 25 H
Daya	: 19.0 kW
	: 25.9 HP
rpm	: 1100
L	: 1106 mm
W	: 408 mm
H	: 1340 mm
Dry Weight	: 106 kg
η solar	: 0.832 ton/m ³
Konsumsi Fuel Oil	: 24.000 L/h
	: 0.024 m ³ /h
	: 0.020 ton/h
Kapasitas Tangki :	24 liter

Pemilihan Mesin Generator pada kapal wisata katamaran fiber ini ditentukan berdasarkan kebutuhan listrik pada kapal yang diestimasikan sebesar 25% daya mesin induk. Sehingga didapatkan daya untuk generator set sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Daya generator} &= 25 \% \times 51.57 \text{ HP} \\ &= 12.893 \text{ HP} \end{aligned}$$

Total daya tersebut kemudian dibagi 2 generator sehingga 1 generator memiliki daya sebesar 6.4 HP.

Pemilihan generator dilakukan dengan mempertimbangkan dimensi, berat, daya serta harga generator. Berikut spesifikasi dari generator set kapal katamaran :



Gambar V. 7 Generator set daya 6.4 HP

Spesifikasi Genset	
<i>(Ref : jual beli online oteknik.com)</i>	
Model	: ZH840
Daya	: 4.7 kW
	: 6.4 HP
rpm	: 3000
L	: 930 mm
W	: 685 mm
H	: 930 mm
Dry Weight	: 185 kg
η solar	: 0.832 ton/m ³
Konsumsi Fuel Oil	: 10.4 L/h
	: 0.010 m ³ /h
	: 0.009 ton/h

V.7. Perhitungan Tebal Lambung Fiber Kapal

Perhitungan tebal fiber kapal dilakukan dengan mengacu pada besarnya beban pada lambung kapal. Makin besar beban pada lambungkapal makamakin tebal lapisan fiber. Dalam perhitungan tebal fiber menggunakan aturan *Lloyd's Register* 2016. Berikut beban-beban yang terdapat pada kapal katamaran fiber dengan menggunakan aturan *Llyod Register*: Persamaan mengacu pada pers. 19 – 27.

Tebal Lunas :

$$bk = 5 \times 10.92 + 340 ;$$

$$= 416.433 \text{ mm}$$

$$tk = \sqrt{152 \times (5 \times 10.92^{0.45})} \text{ (mm)}$$

$$= 15 \text{ mm}$$

Beban Alas :

$$P_B = 1 \times 1.05 \times 19.12 \\ = 20.0734 \text{ kN/mm}^2$$

Tebal Alas :

$$t = 0.146 \times 1.2^3 \sqrt{20.0734 / 9500} \text{ (mm)} \\ = 12 \text{ mm}$$

$$E_{tp} = 9500 \text{ N/mm}^2$$

Beban Outboard Shell:

$$P_s = P_B \\ = 20.0734 \text{ kN/mm}^2$$

$$P_B = \text{Beban Alas (kN/m}^2)$$

Tebal Outboard Shell :

$$t = 0.146b^3 \sqrt{P_s / E_{tp}} \text{ (mm)} \\ = 10 \text{ mm}$$

Beban Inboard Shell:

$$P_s = 20.0734 \text{ (kN/m}^2) \text{ or}$$

$$P_s = 28.335 \text{ (kN/m}^2)$$

Dipilih nilai P_s yang terbesar

Tebal Inboard Shell :

$$t = 0.146 \times 12^3 \sqrt{28.335 / 9500} \text{ (mm)} \\ = 14 \text{ mm}$$

Beban geladak

$$P_c = 9.3041 \text{ (kN/m}^2)$$

Tebal geladak :

$$t = 0.146b^3 \sqrt{9.3041 / 9500} \text{ (mm)} \\ = 7 \text{ mm}$$

Tebal Transom :

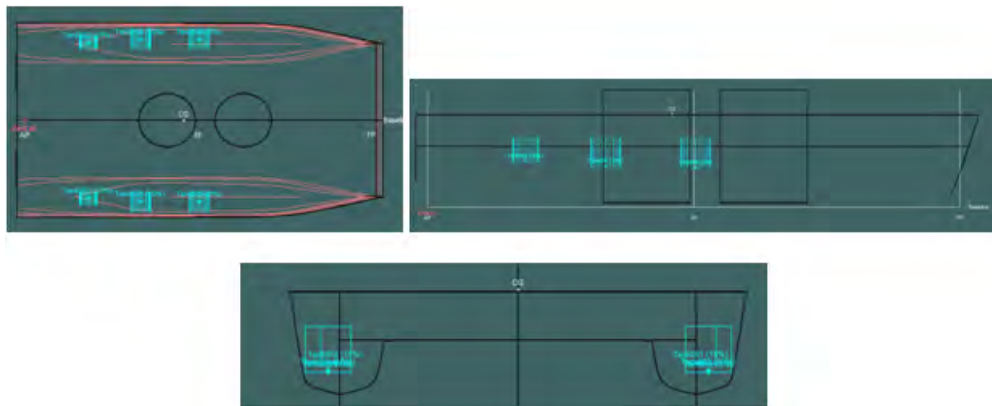
$$t = 0.146b^3 \sqrt{20.0734 / 9500} \text{ (mm)} \\ = 10 \text{ mm}$$

Tabel V. 7 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tebal Lapisan Fiber

No.	Rekapitulasi tebal pelat		
1	Keel plate	15	mm
2	Bottom	12	mm
3	Side Outboard	10	mm
4	Side Inboard	14	mm
5	Wet Deck	7	mm
6	Transom	10	mm
7	Bulwark	6	mm

V.8. Perencanaan Tangki

Tangki pada kapal digunakan untuk emnampung kebutuhan permesinan pada kapal seta kebutuhan manusia di kapal. Tangki yang direncanakan antar lain : *Fresh water tank*, *fuel oil tank*, dan *sewage tank*. Pada proses perencanaannya dimulai dengan melakukan perhitungan kebutuhan consumable yang nantinya akan ditampung oleh tangki-tangki tersebut. Setelah didapatkan kebutuhan setiap tangki maka dilanjutkan dengan mendesain menggunakan *software maxsurf stability enterprise*. Penggunaan maxsurf ini dikarenakan bentuk tangki mengikuti bentuk badan kapal sehingga akan lebih efektif dan presisi apabila menggunakan software ini. Selain itu, dengan software ini, maka akan langsung diketahui nilai titik berat kapal dan stabilitasnya.



Gambar V. 8 Perencanaan Tangki Consumable

Berdasarkan desain diatas maka didapatkan diketahui bentuk oenampang tangki, dimensi tangki dan kapasitas tangki. Pada proses desainnya, kapasitas muat tangki yang didesain di maxsurf harus sesuai dengan kebutuhan muatannya. Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai kebutuhan tangki beserta dimensi tangki hasil desain maxsurf .

V.8.1. *Fresh Water Tank*

Dalam mendesain sebuah tangki untuk *fresh water tank* maka harus diketahui dahulu seberapa besar kebutuhannya. Kebutuhan *fresh water tank* digunakan sebagai pendingin mesin dan kebutuhan manusia diatas kapal. Dan kebutuhan air tawar didapatkan dari perhitungan berdasar pers. 27 - 30:

$$W_{fw1} = \frac{14.37 \times 16 \times 0.17}{10}$$
$$= 0.163 \text{ ton}$$

$$W_{fw2} = 5 \times 51.57$$
$$= 0.25 \text{ ton}$$

Dimana :

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

$$W_{fwtot} = (W_{fw1} + W_{fw2}) \times 110\%$$
$$= 0.454 \text{ ton}$$

Volume dan ukuran tangki air tawar

Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat fresh water

$$V_{fw} = (0.454/1) + 2\%$$
$$= 0.463 \text{ m}^3$$

Dimana : $\eta_{fw} = 1 \text{ ton/m}^3$

$$V_{fw} = 0.463 \text{ ton}$$

Dimensi Tangki air tawar : (0.6 x 0.6 x 0.6) m

V.8.2. *Fuel Oil Tank*

Kebutuhan Fuel Oil Tank didasarkan pada kebutuhan bahan bakar mesin induk dan mesin genset.

(Ref : Diktat IGM Santosa)

a. Berat bahan bakar mesin

$$W_{fo} = \frac{0.024 \times 14.37}{10}$$
$$= 0.029 \text{ ton}$$

b. Berat bahan bakar generator

$$W_{fo} = \frac{0.01 \times 14.37}{10} = 0.015 \text{ ton}$$

Maka berat bahan bakar total adalah ;

$$W_{fo} = 0.044 \text{ ton}$$

Untuk cadangan bahan bakar, maka W_{fo} ditambah 10%

$$W_{fo} = \mathbf{0.048 \text{ ton}}$$

c. Volume dan Ukuran tangki bahan bakar

Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat fuel oil

$$V_{fo} = (0.048/0.832) + 2\%$$

Dimana ;

$$\eta_{fo} = 0.832 \text{ ton/m}^3$$

Sehingga ;

$$V_{fo} = 0.059 \text{ m}^3$$

Dimensi Ukuran tangki bahan bakar = (0.5 x 0.5 x 0.5) m

V.9.Perhitungan Berat Kapal

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

1. Perhitungan Berat DWT

Komponen berat kapal DWT dalam Tugas Akhir ini terdiri dari berat penumpang dan barang bawaannya, serta berat crew kapal dan bawaannya, tangki bahan bakar, tangki air tawar, *sewage tank* (sesuai aturan pada *Annex IV Sewage*) bahwa untuk kapal yang mengangkut lebih dari 10 orang dibutuhkan adanya *sewage tank*.

Tabel V. 8Berat Kapal bagian DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	1.12	ton
2	Berat crew dan barang bawaan	0.08	ton
3	Berat bahan bakar mesin dan genset	0.048	ton
4	Berat air tawar	0.454	ton
	Total	1.702	ton

1. Perhitungan berat LWT

Berat LWT merupakan berat kapal kosong dan terdiri dari berat baja kapal, berat konstruksi lambung kapal, berat permesinan, dan peralatan yang digunakan.. Berat LWT selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel V. 9Berat Konstruksi Kapal Fiber

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas lambung	52.000	m ²
	Luasan transom bagian belakang	6.000	m ²
	Luas alas	18.885	m ²
	Luas tunnel	24.000	m ²
	Total luasan lambung	100.885	m ²
	Tebal lapisan lambung	10	mm
		0.01	m
	Volume shell laminasi = luas x tebal	1.009	m ³
	<i>r</i> fiber	1.4	gr/cm ³
		1400	kg/m ³
	Berat lambung kapal	1412.390	kg
		1.412	ton
	Berat Geladak		
	Luas Geladak	59.000	m ²
	tebal geladak	6.000	mm
		0.006	m
	Volume shell laminasi = luas x tebal	0.354	m ³
	<i>r</i> fiber	1.4	gr/cm ³
		1400	kg/m ³
	Berat Geladak	495.600	kg
		0.496	ton

Tabel diatas merupakan rincian kebutuhan material fiber untuk pembuatan kapal fiber meliputi bagian alas, lambung, geladak. Dalam hal ini fiber yang digunakan adalah campuran

antara resin dan serat gelas. Untuk mendapatkan nilai berat konstruksi dari masing-masing bagian pada kapal fiber sebagai berikut :

1. Menghitung luasan (m^2)
2. Menghitung Volume = A x tebal lapisan (m^3)
3. Menghitung berat = Volume x massa jenis (kg)

Tabel V. 10 Berat LWT

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Permesinan		
	Berat Outboard Motor	0.106	ton
	Generator Set (Genset)	0.370	ton
2	<i>Equipment & Outfitting</i>	0.514	ton
3	Konstruksi		
	Lambung	1.412	ton
	Geladak	0.496	ton
	Bangunan atas	0.636	ton
	<i>Estimasi konstruksi lainnya</i>	0.382	ton
	Bulwark dan Railing	0.571	ton
Total		4.486	ton

Tabel diatas merupakan rekapitulasi dari berat LWT yang terdiri dari berat permesinan, *equipment & outfitting*, dan konstruksi. Mesin Outboard dan mesin genset yang digunakan terdiri dari 2 mesin.

3.Koreksi *Displacement*

Setelah diketahui total LWT dan DWT kapal, dilanjutkan dengan menghitung koreksi displacement. Selisih antara penjumlahan dari LWT dan DWT dengan *displacement* dari *self-propelled resort* ini didesain untuk tidak lebih dari 3%. Untuk Perician dari koreksi displacement dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Koreksi Displacement

Berat total (penjabaran berat LWT dan DWT)	6.188 ton
Displasemen	6.4 ton
Selisih margin adalah $\pm 10\%$ dari displasemen	
Selisih maksimal yang diijinkan	0.640 ton
Selisih displasemen dengan berat total	0.212 ton
	3.307 %
Kesimpulan	Accept

Selisih Total berat LWT dan DWT dengan *displacement* kapal kurang lebih 10%. Nilai *displacement* adalah 6.4 ton. Dan nilai *displacement* diatas masih memenuhi persyaratan karena masih memenuhi batas margin.

V.10. Perhitungan *Freeboard*

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, dan sarat T didapatkan dari hasil survey.

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

Tipe kapal berdasarkan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*:

Kapal Tipe A:

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

Kapal tipe B adalah kapal selain tipe A. Sehingga kapal wisata katamaran termasuk kapal tipe B. Berikut ini adalah input awal yang diperlukan untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Load Lines*.

$$L = 10.919 \text{ m}$$

$$D = \text{Depth of freeboard (0.85 H)}$$

$$d1 = B1$$

$$= 1.2 \text{ m}$$

$$\nabla = 2.927 \text{ m}^3$$

$$Cb = \nabla / L.B.d$$

$$= 0.1421$$

$$d1 = 85\% \times D$$

$$= 1.5725 \text{ m}$$

Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan:

$$\text{Actual Freeboard} = H - T$$

$$= 1.85 - 0.6$$

$$= 1.25$$

Tabel V. 11. *Freeboard* Hasil dari Perhitungan

Keterangan	Nilai
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.31
Lambung Timbul Sebenarnya	1.25
Kondisi	Diterima

Karena *actual freeboard* lebih besar sama dengan dari *minimum freeboard*, maka *freeboard* kapal yang direncanakan memenuhi persyaratan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS)*.

V.11. Perhitungan *Trim*

Trim dapat didefinisikan perbedaan sarat belakang dan sarat depan. *Trim* terjadi sebagai akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. *Trim* dibedakan menjadi dua, yaitu trim haluan dan trim buritan. *Trim* haluan terjadi apabila sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan. Begitu juga sebaliknya untuk trim buritan.

Untuk melakukan perhitungan trim diperlukan beberapa input sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L &= 10.919 \text{ m} \\
 B &= 6 \text{ m} \\
 T &= 0.6 \text{ m} \\
 \nabla &= 3.122 \text{ m}^3 \\
 LCG &= 4.892 \text{ m} \\
 KG &= 1.8309 \text{ m} \\
 LCB &= 4.892 \text{ m} \\
 C_M &= 0.274 \\
 C_{WP} &= 0.286
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan hidrostatis. Adapun rumus perhitungan hidrostatis dalam "*Parametric Design Chapter 11, M. G. Parson*" diberikan sesuai dengan pers 34- 41 sebagai berikut :

$$KB = 0.4683 \text{ m}$$

[*Parametric Design Chapter 11, M. G. Parson rumus 25, hal 11-18*]

$$\begin{aligned}
 BM_T &= -14.67556 / 3.122 \\
 &= -5.014148
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_I &= -0.0062 \\
 &\Rightarrow I_T = C_I \cdot LB^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_T &= -0.0062 \times 10.92 \times 6^3 \\
 &= -4.7007
 \end{aligned}$$

BM_L

$$= I_L / \nabla$$

$$= 156.9168$$

$$I_L = C_{IL} =$$

$$= I_L / BL^3$$

$$= 0.350 C_{WP}^2 - 0.405 C_{WP} + 0.146 \Rightarrow I_L = C_{IL} \cdot BL^3$$

Berikutnya adalah menghitung trim kapal dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Trim} = T_A - T_F$$

$$= (LCG - LCB) \cdot L / GM_L \quad [m]$$

$$= -0.0317$$

[Parametric Design Chapter 11, M. G. Parson rumus 56, hal 11.27]

GM_L = jarak antara titik berat dan titik metacenter secara memanjang

$$= BM_L + KB - KG$$

Adapun batasan untuk trim adalah didasarkan pada selisih harga mutlak antara LCB dan LCG, dengan batasan $\leq 0.1\%L_{pp}$. Jika perhitungan tidak memenuhi syarat, maka dapat diperbaiki dengan mengubah / menggeser letak tangki-tangki yang telah direncanakan pada gambaran rencana umum awal. Dalam koreksi perhitungan trim kapal, kondisi batasan trim diterima dengan nilai batasan trim = -0.452 m

V.12. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

Perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan analisa stabilitas, maka dalam desain kali ini menggunakan bantuan *software Maxsurf Stabilitas Enterprise*. Pada program ini, ada beberapa input data yang harus dimasukkan seperti data model kapal yang sudah dibuat sebelumnya pada program *Maxsurf Modeler*, faktor nilai berat jenis air laut dan muatan *consumable*, pengaruh gelombang penyebab oleng, nilai sudut kemiringan kapal yang akan dipakai sebagai parameter untuk menentukan sudut oleng maksimal, dan yang paling berpengaruh pada pengujian stabilitas adalah posisi daripada peletakan peralatan permesinan seperti mesin induk, letak tangki bahan bakar, tempat duduk penumpang, dan ruang muat yang semua itu terletak dalam kesatuan dari bagian kapal yang sangat mempengaruhi

stabilitas kapal, untuk mengetahui pengaruh dari peletakan-peletakan tersebut dapat dilakukan dengan mengukur titik berat dari semua peralatan dan ruang dalam kapal, kemudian posisi titik berat tersebut diukur dengan mengukur jarak titik berat secara vertikal dengan garis dasar (*base line*), dengan garis tengah panjang kapal (*midship*) secara longitudinal, dan diukur secara melintang dari garis tengah (*centre line*) kapal.

Dalam perhitungan stabilitas, kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal yang mengacu pada *Intact Stability (IS) High Speef Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Ch. 3*. Kriteria tersebut antara lain :

1. Luas (A) di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat tidak kurang dari 3,151 meter.deg
(*IMO A.749 (18) Chapter 3 dan HSC Code 2000 Annex 7*)
2. Luas di bawah kurva GZ sampai sudut 40° atau sudut downflooding θ_f , jika sudut ini kurang dari 40°, tidak boleh kurang dari 5,157 meter.deg
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
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 1,719 meter.deg
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
4. GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
5. GZ maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat
(*HSC CODE 2000 Annex 7*)
6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0,15 meter.
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)

Hasil analisa stabilitas untuk beberapa kondisi muatan sebagai berikut :

Tabel V. 12 Hasil Analisa Stabilitas pada Beberapa Kondisi Muatan

Kriteria	Satuan	Muatan				Kriteria
		100%	75%	50%	10%	
$A_{\theta(30)} \geq 3.1512$	m.deg	45.749	45.734	45.716	45.602	Memenuhi
$A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$	m.deg	13.349	13.215	13.081	12.831	Memenuhi
$GZ_{\theta 30} \geq 0,2$	m	1.517	1.505	1.494	1.472	Memenuhi
$A_{\theta(40)} \geq 5.1566$	m.deg	59.098	58.948	58.797	58.437	Memenuhi
$\theta_{GZ_{max}} \geq 10^\circ$	deg	16.800	16.400	16.400	15.900	Memenuhi
$GM \geq 0.15$	m	15.093	15.398	15.696	16.160	Memenuhi

Berdasarkan analisa stabilitas menggunakan *software Maxsurf Stabilitas Enterprise*, pada beberapa kondisi muatan sudah memenuhi kriteria. Dengan Luas (A) di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat terbesar terjadi pada kondisi muatan penuh yaitu 45.749 m.deg, dan luasan $A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$ terbesar pada kondisi muatan penuh yaitu mencapai 13.349 m.deg. Hal ini membuktikan bahwa kapal dalam keadaan penuh lebih stabil dibandingkan kondisi muatan lainnya, meskipun kriteria memenuhi.

V.13. Pembuatan Rencana Garis

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

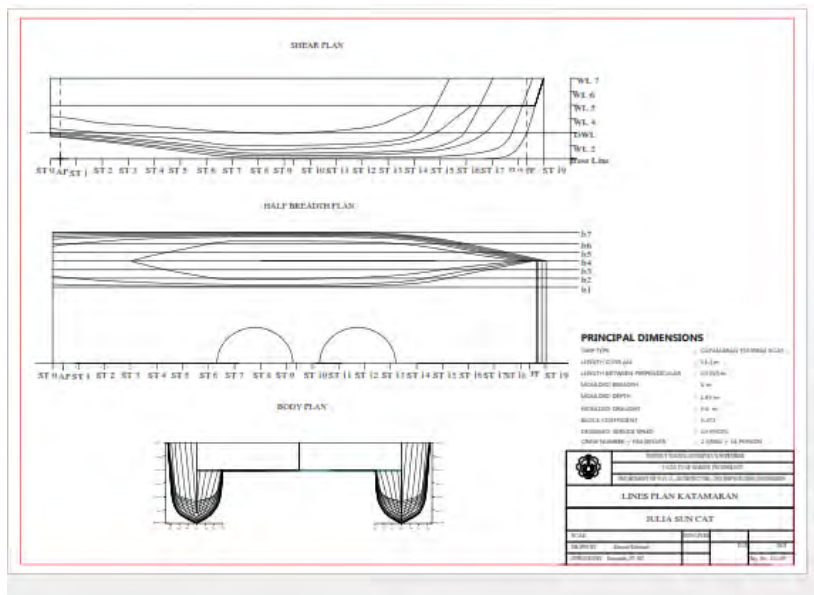
Proses pembuatan desain rencana garis dimulai setelah ukuran utama kapal diketahui. Dalam proses desain, penulis menggunakan software Maxsurf pro untuk membuat model lambung kapal. Model kapal dibentuk sedemikian rupa sehingga karakteristik hidrostatik, ship particulars dan hullform coefficient dari model kapal katamaran dalam maxsurf telah sesuai dengan nilai hasil perhitungan yang dilakukan sebelumnya. Langkah – langkah yang dilakukan dalam desain linesplan dengan aplikasi Maxsurf adalah sebagai berikut :

1. Membuka software maxsurf
2. Meng-*import* sample design *catamaran*
3. Menentukan ukuran utama pada *size surface*
4. Pengaturan *station, water line, buttock line* pada *design grid*
5. Pengaturan *Unit, Grid Spacing* dan *Frame of References*
6. Pengaturan *Control Point*
7. Pengecekan kesesuaian *hidrostatik*



Gambar V. 9 *Lines Plan* Kapal Wisata 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*. 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.14.

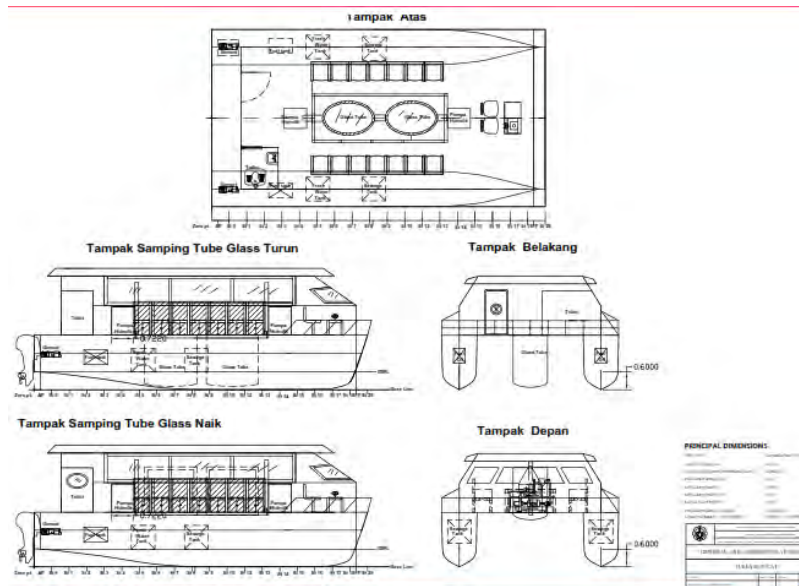


Gambar V. 10 Rencana Garis Julia Sun Cat Boat

V.14. 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 *CAD*.

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* dan *front view* kapal. Gambar *General Arrangement* katamaran dapat dilihat pada Gambar V.14



Gambar V. 11 Rencana Umum Julia Sun Cat Boat

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, kursidan meja kemudi, toilet, dan *tube glass* di tengah geladak kapal katamaran. Pembuatan sket dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan penumpang.

Dalam pembuatan *General Arrangement* katamaran ini hal-hal yang harus diperhatikan adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang leluasa untuk penumpang. 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.

V.15. Perlengkapan dan Peralatan Kapal Katamaran

Dalam desain kapal katamaran ini, akan dibuat kapal katamaran yang berbeda dengan desain kapal katamaran pada umumnya. Yaitu terdapat tabung gelas kaca (*tube glass*) ditengah geladak, bahan yang digunakan adalah kaca akrilik. Untuk sistem operasional tube glas menggunakan pompa hidrolik untuk menaikkan dan menurunkan tabung gelas kaca. Fungsi dari *tube glass* adalah untuk melihat keindahan taman laut di objek wisata. Konsep kapal wisata *tube glass* hampir sama dengan *glass bottom boat*, yang berbeda hanya terletak pada sistem pengoperasiannya. Sebagai referensi, berikut gambar contoh *glass bottom boat*



Gambar V. 12 *Glass Bottom Boat* (sumber: www.seychelles.travel/en/Seychelles-products/teddy-glass-bottom-boat)

V.15.1 Kaca Akrilik

Dalam pemilihan material sebagai bahan pembuatan *tube glass* perlu diperhatikan. Karena kapal katamaran yang didesain terbuat dari kapal fiber dengan *displacement* kecil. Dan juga mempertimbangkan dari segi ekonomis, maka dipilih material akrilik.

Berikut karakteristik dari material akrilik :

1. Bening dan tembus pandang
2. Kuat, lentur, dan tahan lama
3. Aman untuk makanan, karena tidak memungkinkan berkembangnya mikroorganisme
4. Dapat dibentuk menjadi berbagai jenis bentuk yang sangat beragam
5. Mempunyai berat yang lebih ringan dibanding kaca
6. Harga relatif lebih murah
7. Semakin tebal akrilik, sifat transparan tidak berubah atau tembus pandangnya tidak berkurang. Karena akrilik sedikit menyerap sinar.
8. Akrilik bersifat lebih elastic, sehingga secara teknis lebih dapat bertahan pada hentakan tekanan dinamik air.

V.15.2 Sistem Pompa Hidrolik

Dalam menjalankan suatu sistem tertentu atau untuk membantu operasional dari sebuah sistem, tidak jarang kita menggunakan rangkaian hidrolik. Sebagai contoh, untuk mengangkat satu rangkaian kontainer yang memiliki beban beribu-ribu ton, untuk mempermudah itu digunakanlah sistem hidrolik.

Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip *Pascal*, yaitu jika suatu zat cair dikenakan tekanan, tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya.

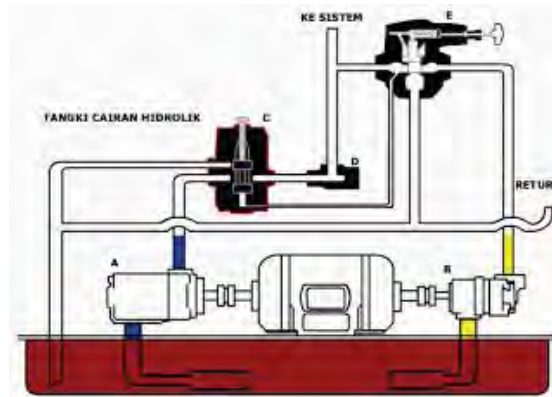
Sebagai sumber kekuatan untuk banyak variasi pekerjaan. Keuntungan sistem hidrolik antara lain:

1. Ringan
2. Mudah dalam pemasangan
3. Sedikit perawatan
4. Sistem hidrolik hampir 100% efisien, bukan berarti mengabaikan terjadinya gesekan fluida
5. Tenaga yang dihasilkan sistem hidrolik besar sehingga banyak diaplikasikan pada alat berat seperti crane, kerek hidrolik, dll
6. Oli juga bersifat sebagai pelumas sehingga tingkat kebocoran lebih jarang dibandingkan dengan sistem *pneumatic*
7. Tidak berisik

Pompa hidrolik menggunakan kinetik energi dari cairan yang dipompakan pada suatu kolom dan energi tersebut diberikan pukulan yang tiba-tiba menjadi energi yang berbentuk lain (energi tekan). Pompa ini berfungsi untuk mentransfer energi mekanik menjadi energi hidraulik. Pompa hidraulik bekerja dengan cara menghisap oli dari tangki hidraulik dan mendorongnya ke dalam sistem hidraulik dalam bentuk aliran (*flow*). Aliran ini yang dimanfaatkan dengan cara merubahnya menjadi tekanan. Tekanan dihasilkan dengan cara menghambat aliran oli dalam sistem hidraulik. Hambatan ini dapat disebabkan oleh orifice, silinder, motor hidraulik, dan aktuator. Pompa hidraulik yang biasa digunakan ada dua macam yaitu *positive* dan *nonpositive displacement pump* (Aziz, 2009).

Ada dua macam peralatan yang biasanya digunakan dalam merubah energi hidraulik menjadi energi mekanik yaitu motor hidraulik dan aktuator. Motor hidraulik mentransfer energi hidraulik menjadi energi mekanik dengan cara memanfaatkan aliran oli dalam sistem merubahnya menjadi energi putaran yang dimanfaatkan untuk menggerakkan roda, transmisi, pompa dan lain-lain

Komponen Utama Sistem Hidrolik



Gambar V. 13 Sistem Pompa Hidrolik
(sumber : Nurhadi, 2016)

Sistem hidrolik ini didukung oleh 3 unit komponen utama, yaitu:

1. Unit Tenaga, berfungsi sebagai sumber tenaga dengan *liquid*/ minyak hidrolik

Pada sistem ini, unit tenaga terdiri atas:

- Penggerak mula yang berupa motor listrik atau motor bakar
- Pompa hidrolik, putaran dari poros penggerak mula memutar pompa hidrolik sehingga pompa hidrolik bekerja
- Tangki hidrolik, berfungsi sebagai wadah atau penampung cairan hidrolik
- Kelengkapan (*accessories*), seperti : *pressure gauge*, *gelas penduga*, *relief valve*

2. Unit Penggerak (*Actuator*), berfungsi untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanik

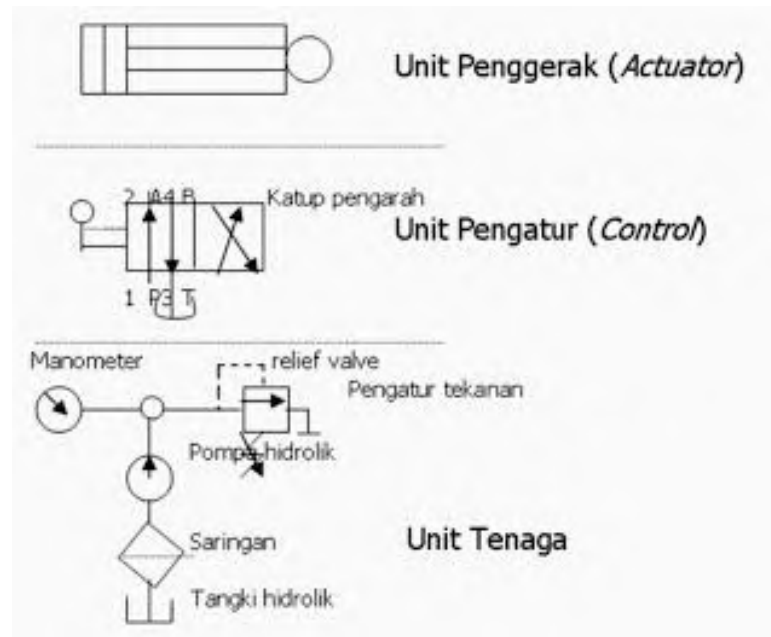
Hidrolik *actuator* dapat dibedakan menjadi dua macam yakni:

- Penggerak lurus (*linier Actuator*) : silinder hidrolik
- Penggerak putar : motor hidrolik, *rotary actuator*

3. Unit Pengatur, berfungsi sebagai pengatur gerak sistem hidrolik.

Unit ini biasanya diwujudkan dalam bentuk katup atau *valve* yang macam-macam.

Contohnya jenis katup pengarah: Katup 4/3 Penggerak *lever*, Katup pengarah dengan piring putar, katup dengan pegas bias.



Gambar V. 14 Diagram Rangkaian Hidrolik Lengkap
(sumber : Nurhadi, 2016)

Rancangan rangkaian hidrolik perlu dituangkan dalam bentuk diagram rangkaian hidrolik dengan menggunakan simbol-simbol grafik, dengan bantuan simbol-simbol grafik para desainer dapat menuangkan pemikiran lebih mudah, lebih tenang sehingga dapat berkreasi seoptimal mungkin (Losaries 2013).

V.16. Analisa Ekonomis Kapal Katamaran

Dalam analisa ekonomi kali ini, akan membahas mengenai biaya pembangunan kapal, biaya operasional kapal, dan analisis kelayakan investasi.

V.16.1. Biaya pembangunan kapal

Analisis biaya pembangunan kapal dilakukan dengan cara membagi komponen biaya menjadi beberapa bagian yaitu; badan kapal dan konstruksi kapal fiber, pompa hidrolik, kaca akrilik mesin, perlengkapan kelistrikan, perlengkapan pemadam kebakaran, perlengkapan SAR, radio & komunikasi, dan perabotan (*equipment*). Pada setiap komponen yang disebutkan diatas kemudian didata kebutuhan/peralatan yang terkandung didalamnya. Dari data elemen tersebut tentukan jumlahnya dan dicari harga satuannya untuk mendapatkan harga total. Setelah semua elemen didapatkan datanya, kemudian dilakukan kalkulasi untuk mendapatkan total harga pembangunan kapal. Perincian perhitungannya dapat dilihat pada halaman lampiran. Sedangkan pada perhitungan sub bab ini hanya dipaparkan rekapitulasi tiap komponennya.

Tabel V. 13 Biaya Pembangunan Awal

No.	Rekapitulasi Biaya Pembangunan Awal	Nilai
1	Biaya Konstruksi	Rp262,260,063.9
2	Mesin Dan Genset	Rp78,492,372.0
3	Peralatan dan Perlengkapan	Rp111,666,634.1
	Total Biaya	Rp452,419,070.0

Selain total biaya diatas, perlu juga dilakukan perhitungan biaya untuk jasa galangan, inflasi, keuntungan galangan, pajak yang dibayarkan ke Negara (PPn). Hasil perhitungan biaya pembangunan kapal seperti terlampir pada tabel berikut:

Tabel V. 14 Total Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Value
1	Keuntungan Galangan	
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>	
	Keuntungan Galangan	Rp 22,620,953.50
2	Biaya Untuk Inflasi	
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>	
	Biaya Inflasi	Rp 9,048,381.40
3	Biaya Pajak Pemerintah	
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>	
	Biaya Pajak Pemerintah	Rp 45,241,907.0
4	Biaya tenaga kerja	Rp113,104,767.49
5	Biaya Pembangunan Awal	Rp452,419,069.97
6	Biaya Desain	Rp90,483,813.99
	Total Biaya Pembangunan Kapal	Rp732,918,893.35

V.16.2. Biaya Operasional kapal

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, serta biaya bahan bakar. Untuk memenuhi biaya pembangunan tersebut maka dilakukan peminjaman uang kepada bank. Bank yang dipilih untuk peminjaman adalah Bank Mandiri. Bank Mandiri sendiri memiliki ketentuan mengenai kredit investasi. Rinciannya adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai *Feasibility Study*
2. Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP dan lain-lain
3. Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (*Grace Period*)

maksimum 4 tahun

4. Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%

Dari ketentuan tersebut, maka rincian mengenai kredit investasi kepada Bank Mandiri dapat dilihat pada dibawah ini.

Tabel V. 15Kredit Invensatasi di Bank Mandiri

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	732,918,893	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	476,397,281	Rp
Bunga Bank	11.0%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	52,403,701	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman per tahun	100,043,428.94	Rp

Dari dana pinjaman bank tersebut, nantinya digunakan untuk membangun kapal yang digunakan untuk transportasi wisata pantai Bangsring. Untuk lebih jelasnya, nominal *operational cost* kapal katamaran dapat dilihat pada Tabel V.17 di bawah ini.

Tabel V. 16Operational Cost Kapal Wisata Katamaran

Rekapitulasi Biaya Operasional Setiap Tahun			
1	Biaya Cicilan Bank	=	100,043,429
	Biaya Depresiasi	=	48,861,260
2	Biaya Asuransi	=	14,658,378
3	Biaya Perawatan	=	73,291,889
4	Biaya pekerja objek wisata	=	30,000,000
5	Biaya Gaji Kru	=	60,000,000
6	Biaya Bahan Bakar dan air tawar	=	92,509,514
7	Biaya Pajak (10%)	=	73,291,889
Maka Biaya Total yang Dikeluarkan;			
		Rp. =	492,656,359

Dari tabel diatas diketahui biaya operasional sebesar Rp. 492,656,359per tahun, terdiri dari biaya cicilan Bank setiap tahunnya, biaya depresiasi, biaya asuransi sebesar 2 % biaya pembangunan kapal, biaya perawatan sebesar 10 % biaya pembangunan kapal, gaji crew kapal sebanyak 2 orang, pekerja kerja objek wisata sebanyak 12 orang, dan biaya pajak sebesar 10% biaya pembangunan kapal . Biaya cicilan bank terdiri dari biaya pinjaman Bank

sebesar 65 % biaya total pembangunan kapal dan bunga bank sebesar 13 % pinjaman Bank yang akan dilunasi dalam waktu 10 tahun.

Biaya depresiasi merupakan biaya penurunan nilai property atau aset karena waktu dan pemakaian selama operasional kapal (Geraldine 2009).

Metode yang digunakan untuk menghitung depresiasi adalah metode yang mengasumsikan bahwa aset terdepresiasi secara konstan setiap tahunnya selama umur pakai kapal :

$$Dt = \frac{P-S}{N}$$

Dimana:

Dt = Besarnya depresiasi pada tahun ke- t

P = Ongkos awal dari aset yang bersangkutan

S = Nilai Sisa dari aset tersebut

N = Masa Pakai aset (kapal) dinyatakan dalam tahun

V.16.3. Analisis Kelayakan Investasi

Analisis Investasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembangunan kapal ini layak untuk dilakukan sesuai dengan periode yang ditentukan. Untuk menganalisis kelayakan investasi maka terlebih dahulu dilakukan perencanaan trip kapal untuk mengetahui frekuensi trip kapal setiap tahunnya, menentukan harga tiket untuk menghitung pendapatan per tahun, dan perhitungan NPV (Net Present Value) untuk mengetahui selisih pemasukan dan pengeluaran kapal setiap tahunnya.

- Perencanaan *Trip* Kapal

Kapal wisata katamaran diperkirakan mampu melakukan trip maksimal 1 kali dalam sehari. Hal ini mempertimbangkan hasil survey dimana jumlah pengunjung pada tahun 2015-2016 sebesar 37 orang per hari dengan diangkut oleh 4 kapal kapasitas 10-15 orang perharinya. Kapal wisata *glass tube* hadir sebagai sarana transportasi alternative yang mendukung sarana transportasi yang sudah ada.

Untuk lebih jelasnya, jumlah trip kapal wisata katamaran dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel V.18 di bawah ini.

Tabel V. 17 Jumlah *Trip* Kapal Wisata Katamaran

No	Bulan	Jumlah Hari	Jumlah Trip	Jumlah Trip / Bulan
1	Januari	31	1	15
2	Februari	28	1	12
3	Maret	31	1	12
4	April	30	1	12
5	Mei	31	1	12
6	Juni	30	1	15
7	Juli	31	1	15
8	Agustus	31	1	15
9	September	30	1	15
10	Oktober	31	1	15
11	November	30	1	15
12	Desember	31	1	15
TOTAL TRIP				168

- Penentuan Harga Tiket

Berdasarkan tarif tiket wisata yang sudah berlaku di objek wisata Bangsring dengan berbagai macam paket wisata yang ditawarkan. Utamanya untuk wisata ke pulau Menjangan dan Tabuhan, kisaran harga tiket mulai dari Rp. 130.000 - Rp. 600.000 . Karena memperhatikan biaya pembangunan kapal katamaran fiber yang merupakan teknologi baru dan butuh teknisi yang ahli dalam pembangunannya serta biaya operasional, dan untuk trip menggunakan sarana kapal wisata katamaran terdapat fasilitas glass Tube untuk melihat taman bawah laut dari atas kapal dimana kapal wisata lainnya belum banyak menyediakan fasilitas ini, maka ditentukan tarif Rp. 310.000 per orang untuk sekali trip. Berikut ini akan dipaparkan harga tiket serta perhitungan pendapatan per tahun dari harga tiket.

Tabel V. 18 Perencanaan Harga Tiket

Objek wisata	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
Trip wisata Bangsring	14	Rp 310,000	Rp 4,340,000
Total Pendapatan 1 tahun			Rp 729,120,000

- Perhitungan NPV (*Net Present Value*)

Untuk menghitung NPV, diperlukan data perkiraan biaya pembangunan kapal, biaya operasional dan pemeliharaan kapal, serta perkiraan keuntungan dari proyek yang direncanakan. Arus kas masuk dan keluar yang didiskonkan pada saat ini (*presentvalue*/PV) yang dijumlahkan selama masa hidup dari proyek tersebut dihitung

dengan rumus sebagai berikut :

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

Dimana : Rt = 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 $NPV > 0$.

Dalam analisa kelayakan investasi kali ini, untuk biaya pembangunan kapal 65 % menggunakan dana pinjaman dari Bank, dengan bunga tiap tahunnya 11% dana pinjaman dengan pembayaran pinjaman dana akan dikembalikan dalam waktu 10 tahun. Maka dalam aliran kas operasional kapal yang terdiri dari biaya tetap dan variabel ini dibuat dalam jangka waktu 10 tahun, dengan harapan dalam 10 tahun pemilik kapal bisa melunasi hutang di Bank. Biaya tetap terdiri dari biaya cicilan Bank per tahunnya, biaya depresiasi per tahun, biaya asuransi, biaya perawatan, biaya pekerja objek wisata, biaya gaji kru kapal, biaya pajak 10%, sedangkan biaya variabel terdiri dari biaya bahan bakar dan air tawar. Dengan target pendapatan Rp. 729,120,000 per tahunnya. Tabel dibawah ini menyajikan perhitungan NPV yang dilakukan.

Tabel V. 19 Aliran Kas Investasi Kapal Wisata

Biaya Tetap	Tahun	0	1	2	3	4
Biaya Cicilan Bank	Jt-Rp/tahun		100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94
Depresiasi	Jt-Rp/tahun		48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56
Biaya Asuransi	Jt-Rp/tahun		14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378
Biaya Perawatan	Jt-Rp/tahun		73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
Biaya pekerja objek wisata	Jt-Rp/tahun		30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000
Biaya Gaji Kru Kapal	Jt-Rp/tahun		60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000
Biaya Pajak (10%)	Jt-Rp/tahun		73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
Biaya Variabel						
Biaya Bahan Bakar dan air tawar	Jt-Rp/tahun		92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
Sub Total Biaya Tetap	Jt-Rp/tahun		400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04
Sub Total Biaya Variabel	Jt-Rp/tahun		92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
Total Biaya			492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359

Target pendapatan

Item	Tahun	0	1	2	3	4
Per Round Trip	Jt-Rp/tahun		729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000

Arus Kas	Tahun	0	1	2	3	4
Cash Inflow	Jt-Rp/tahun	Rp (732,918,893.35)	236,463,641	236,463,641	236,463,641	236,463,641
PV			213,030,307	191,919,196	172,900,176	155,765,925
Cumulative	Jt-Rp/tahun	Rp (732,918,893.35)	Rp (519,888,586.20)	Rp (327,969,390.57)	Rp (155,069,214.32)	Rp 696,710.22
BEP			-	-	-	BEP

5	6	7	8	9	10
100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94
48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56
14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378
73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000
60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000
73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04
92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359

5	6	7	8	9	10
729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000

5	6	7	8	9	10
236,463,641	236,463,641	236,463,641	236,463,641	236,463,641	236,463,641
140,329,662	126,423,119	113,894,702	102,607,839	92,439,495	83,278,824
Rp 141,026,371.97	Rp 267,449,490.67	Rp 381,344,192.19	Rp 483,952,031.41	Rp 576,391,526.19	Rp 659,670,350.33
-	-	-	-	-	-

Investment Criteria	Ket	Value	Criteria	Min
NPV	Jt-Rp	Rp 230,528,599.25	OK	0
IRR	%	15.28%	OK	11.0%
BEP		4	OK	1

Pada tabel diatas diketahui cumulative arus kas dari *net flow* per tahunnya. *Net flow* dalam perhitungan diatas merupakan nilai keuntungan bersih dari operasional kapal. Dan perhitungan cumulative didapatkan dari penjumlahan biaya pembangunan kapal di tahun 0 dengan *net flow* di tahun 1. Dari nilai cumulative juga diketahui nilai BEP kapal yaitu pada tahun ke - 4. Karena nilai NPV > 0 dan IRR > 11 %, maka investasi proyek ini layakdilakukan.

LAMPIRAN Pengolahan data

1. Data pengunjung wisata
2. Data perairan
3. Data Kuisisioner
4. Data kapal pembanding

Tabel. Data tinggi gelombang dan Kecepatan angin perairan selat Bali utara

Tanggal	kecepatan Angin (knot)	Tinggi Gelombang (m)
2 Maret 2016	4-15	0.25-1
3 Maret 2016	4-15	0.25-0.75
4 Maret 2016	2-15	0.25-0.75
5 Maret 2016	2-15	0.25-0.75
6 Maret 2016	2-8	0.1-0.5
7 Maret 2016	2-10	0.1-0.75
8 Maret 2016	4-15	0.25-0.75
9 Maret 2016	2-10	0.25-0.75
10 Maret 2016	8-15	0.25-1
11 Maret 2016	4-10	0.25-1
12 Maret 2016	8-10	0.25-1
13 Maret 2016	2-15	0.25 - 0.75

Alokasi Trip Wisata Rute Bangsring - Pulau Menjangan - Pulau Tabuhan

Berangkat	Tujuan	Jarak (km)	V (knot)	Waktu (menit)
Bangsring	P. Menjangan	10.55	10	40
P. Menjangan	P.Tabuhan	8.72	10	35
P.Tabuhan	Bangsring	3.85	10	20
Total		23.12		95

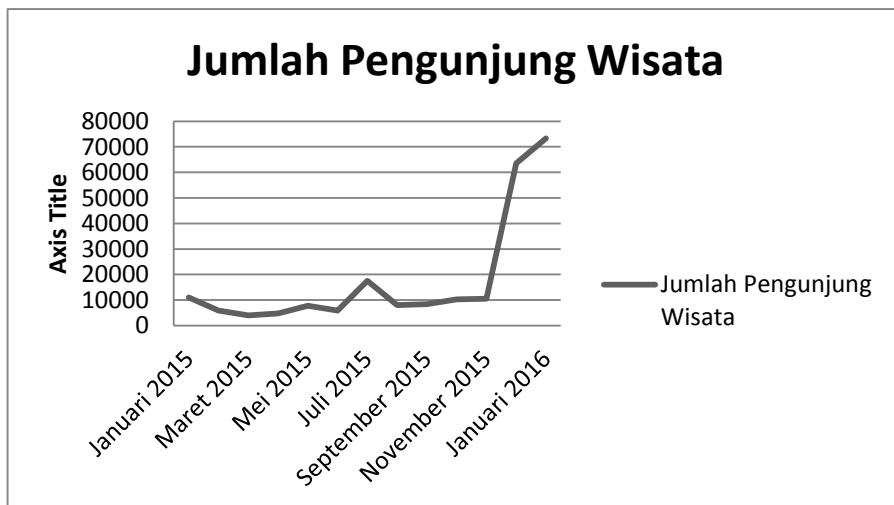
Rencana jadwal trip		
Berangkat dari Bangsring -P. Menjangan :	pukul 07.00 - 07.40	
Berhenti di P.Menjangan :	pukul 07.40 - 9.40	
Berangkat dari P. Menjangan - P. Tabuhan :	pukul 09.40 - 10.15	
Berhenti di P.Tabuhan :	pukul 10.15 - 11.15	
Berangkat dari P.Tabuhan -Bnagsring :	pukul 11.15 - 11.35	

DATA PENGUNJUNG WISATA BANGSRING
Bulan Januari 2015 - Januari 2016

Bulan	Jumlah Pengunjung Wisata
Januari 2015	11070
Februari 2015	5835
Maret 2015	4043
April 2015	4724
Mei 2015	7755
Juni 2015	5820
Juli 2015	17585
Agustus 2015	8061
September 2015	8358
Oktober 2015	10323
November 2015	10466
Desember 2015	63510
Januari 2016	73322

Total

230872



No.	Nama Responden	Koding jawaban pertanyaan																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Busairi	2	1	1	4	4	4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
2	Ariyanto	3	1	2	4	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	Suyadi	4	1	2	4	4	4	1	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1
4	Masgiyanto	4	1	2	4	4	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
5	oksa Ayu	4	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1
6	Dita	2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	2	1	1	2	1	2	1
7	Dyah L	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	2	2	1	2
8	Sutari	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2
9	Surya	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1
10	Cesar	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
11	sampurno	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Moh. Muhyi	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
13	Suratin	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
14	Gina	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
15	Titin	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Afa	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	R.Muh. Yusril	4	1	3	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1
18	Indri	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
19	Moh. Nur Wafi	4	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
20	Faidus	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1
21	Miko Dwi Abadi	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
22	Rizky. D.P	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1
23	Dian Adi S.	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	2	1	1
24	rendra	4	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
25	Aisyah	4	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
26	Hariyadi	4	1	2	3	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	2	1	1
27	Michele	4	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1

28	Beni Aristo	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	1
29	Mulyadi Albert	4	1	2	4	4	4	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1
30	Della Triani	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	2	2	1
31	Moh. Rizqi yanto	4	1	3	4	4	4	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1
32	Ristya A.H	4	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	2	2	2
33	Anggela F.P	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	Nadya Azizah P.	4	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1
35	Kinsay Manura	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1
36	Fadhillah Kansa R.	4	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1
37	Makruf	4	1	2	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1
38	Ikhwan Arief	4	1	1	4	4	4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
39	Yanto	2	1	2	4	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2	1
40	Suyanto	2	1	2	4	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1

No.	Pertanyaan	Jawaban Terpilih	Kode	(%)
1	Jenis kapal wisata apa yang sesuai dengan kondisi wisata di Bangsring?	Kapal kecil fiber katamaran	4	42.5
2	Berapakah kapasitas penumpang kapal wisata yang sesuai wisata di Bangsring ?	10-15 orang	1	82.5
3	Berapaka kecepatan kapal yang sesuai dengan perairan objek wisata?	10 knot	2	55
4	Berapa kali anda berkunjung ke Pulau Tabuhan, saat wisata di Bangsring?	1 kali	1	52.5
5	Berapa kali anda berkunjung ke P. Menjangan-Bali Barat, saat wisata di Bangsring?	1 kali	1	42.5
6	Berapa kali anda berkunjung ke P. Menjangan-P. Tabuhan,saat wisata di Bangsring?	1 kali	1	37.5
7	Apakah kapal wisata sebagai sarana transportasi laut	Iya	1	92.5

	di Bangsring sudah mendukung?			
8	Apakah perlu diadakan tambahan kapal wisata sebagai pendukung sarana transportasi laut di Bangsring?	Iya	1	95
9	Apakah kapal wisata di Bangsring sudah memenuhi standar keamanan penumpang?	Iya	1	87.5
10	Fasilitas penting apa yang seharusnya ada di kapal wisata untuk memenuhi kebutuhan anda sebagai penumpang kapal?	Tempat penyimpanan barang penumpang	3	70
11	Apakah anda merasa nyaman naik kapal wisata dengan kondisi bangunan terbuka?	Iya	1	77.5
12	Apakah perlu adanya peningkatan keselamatan pada kapal wisata di Bangsring?	Iya	1	97.5
13	Apakah perlu diadakan pembaharuan model kapal wisata yang lebih modern yang memperhatikan standar keamanan penumpang di Bangsring?	Iya	1	92.5
14	Apakah perlu adanya model kapal wisata baru yang memiliki kecepatan kapal lebih baik dari sebelumnya dengan memperhatikan standar keamanan penumpang?	Iya	1	92.5
15	Apakah anda pernah naik kapal cepat saat pergi berwisata di pantai yang juga menawarkan wisata pulau?	Iya	1	60
16	Apakah anda merasa aman saat naik kapal wisata dengan kondisi bangunan atas terbuka ?	Iya	1	75
17	Apakah anda setuju jika ada model kapal wisata dengan kondisi bangunan atas tertutup?	Iya	1	85

Perhitungan Ukuran Utama

Persyaratan

1 = Payload
 16 orang
 1200 kg

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)

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 = 16
 Berat Penumpang @ 75 Kg
 Berat Barang Bawaan @ 5 Kg
 Berat Muatan = 1280 Kg ; 20%

Total Displacement = 5*Berat Muatan
 = 6400 Kg
 = 6.4 Ton

Data Kapal Pemandang

No.	Nama Kapal	Kapasitas	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs
1	SUN CAT 46	30	14	9.1	1.8	1.2	8
2	Solarwave 46	25	13.9	7.5	2	0.9	8
3	Lazoon 380 4C	20	11.5	6.63	1.6	1.15	7.8
4	Mahe 36	23	11	5.9	1.7	1.15	10
5	Athena	19	11.6	6.3	1.5	0.95	7
6	Linari 41	19	11.95	6.7	1.9	0.91	8
7	Lavezzi 40	17	11.9	6.5	1.9	1.1	8
8	Ecosol 34	20	10	4	1.4	0.7	8.1
9	Tema 360 Cat	19	13.74	4.98	1.7	0.48	9
10	Catana 42 OC	18	12.58	6.86	1.8	0.6	11
11	Bata Greine	12	9.7	5	1.6	0.6	6

12	Ecocast	10	8.00	4.50	0.90	0.30	6.00
13	Cat taxi	12	9.80	5.80	1.00	0.30	6.50
14	Ellips 35	9	10.5	3.2	1.3	0.5	8.5
15	Glass Bottom boat	10	8.2	4.6	1	0.4	7

Jadi, ukuran utama awal untuk hasil regresi linear :

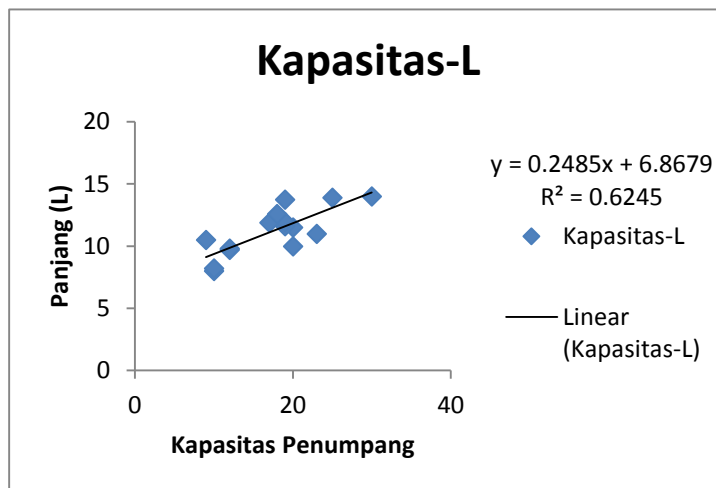
$$\mathbf{L} = 11.0924 \quad \text{m}$$

$$\mathbf{B} = 5.7344 \quad \text{m}$$

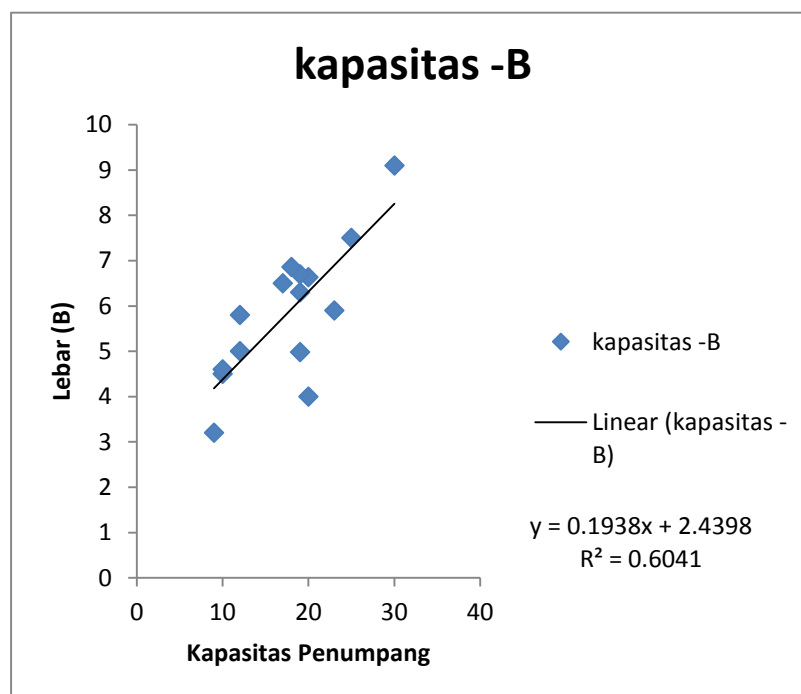
$$\mathbf{H} = 1.5173 \quad \text{m}$$

$$\mathbf{T} = 0.6435 \quad \text{m}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{1} \quad \text{Panjang Kapal (L)} &= 0.2485x + 6.8679 \\ &= 11.092 \quad \text{m} \end{aligned}$$

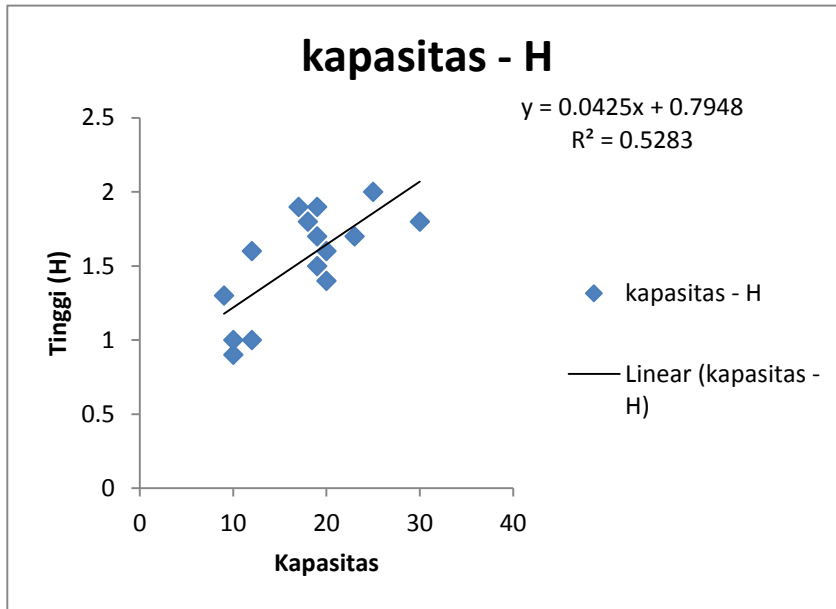


$$\begin{aligned} \mathbf{2} \quad \text{Lebar Kapal (B)} &= 0.1938x + 2.4398 \\ &= 5.7344 \quad \text{m} \end{aligned}$$



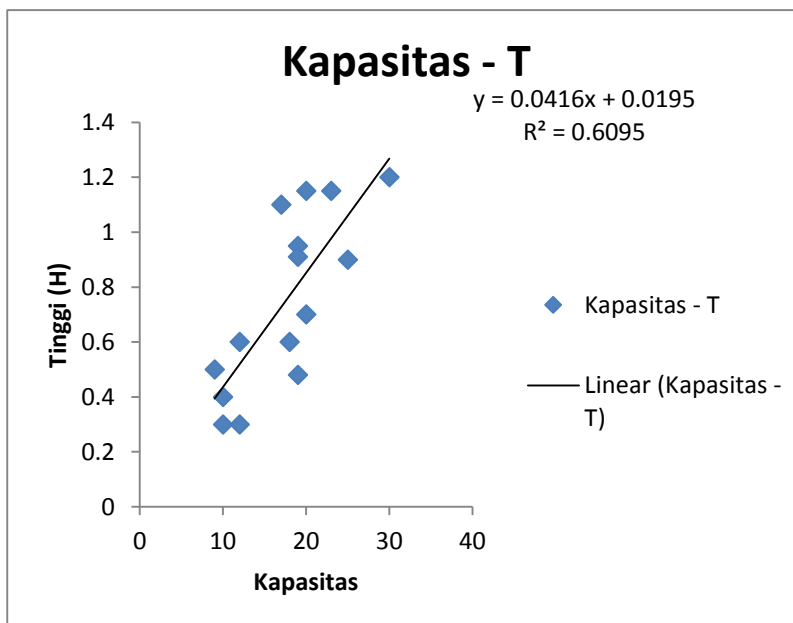
$$3 \quad \text{Tinggi Kapal (H)} = 0.0425x + 0.7948$$

$$= 1.5173 \text{ m}$$



$$4 \quad \text{Sarat Kapal (T)} = 0.0416x + 0.0195$$

$$= 0.6435$$



Output Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

4

Ukuran Utama

Loa	=	11.300 m	(didapatkan dari model di <i>maxsurf</i>)
Lwl	=	10.919 m	
B	=	6.000 m	$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$
B ₁	=	1.200 m	1.025 ton/m ³
H	=	1.850 m	
T	=	0.600 m	
S	=	3.600 m	
V _{max}	=	10.000 knot	= 5.144 m/s
V _s	=	10.000 knot	= 5.144 m/s
g	=	9.81 m/s ²	

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/B ₁	=	9.42	; Insel & Molland (1992)	→	5.9 < L/B ₁ < 11.1
L/H	=	6.11	; Insel & Molland (1992)	→	5.9 < L/B ₁ < 11.1
B/H	=	3.243	; Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	0.319	; Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
S/B ₁	=	3.000	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1
B ₁ /T	=	2.000	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B/T < 3.1

$$B_1/B = 0.200 \quad ; \quad \text{Multi Hull Ships, hal. 61}$$

$$CB = 0.397 \quad ; \quad \text{Multi Hull Ships, hal. 61}$$

$$\rightarrow 0.15 < B_1/B < 0.3$$

$$\rightarrow 0.36 < CB < 0.59$$

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displacement

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

$$\Delta = 6.400 \quad \text{ton}$$

3. Koefisien Blok

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

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

$$= 0.397$$

5. Koefisien Luas Midship

Ref: (*Principle of Naval Architecture Vol I-Stability and Strength hal. 18*)

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

$$A_M = \text{Luasan Station di midship}$$

$$B_M = \text{Lebar Lambung di midship setinggi sarat}$$

$$C_M = 0.274 \quad ; \quad \text{Ref. Maxsurf}$$

2. Volume Displasemen

$$\nabla_t = \Delta / \rho$$

$$= 6.244$$

volume *displacement* untuk 1 *hull* adalah

$$\nabla = 3.122$$

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (*PNA vol.2 hal 54*)

$$Fn = V_s / \sqrt{g \cdot L_{pp}}$$

$$Fn = 0.489$$

6. Koefisien Prismatic

Ref: *Halme Yacht design. 2008*

$$C_P = \nabla / (A_M \cdot L_{WL})$$

$$A_s = \text{Luas station terluas}$$

$$\text{setinggi sarat}$$

7. Koefisien Bidang Garis Air
Ref: (Halme Yacht design. 2008)

$$C_{WP} = A_{WP}/(B_{WL} \cdot L_{WL})$$

$$A_{WP} = \text{Luas garis air}$$

$$B_{WL} = \text{Lebar kapal}$$

$$C_{WP} = 0.286 \quad ; \text{Ref. Maxsurf}$$

$$C_P = 0.580 \quad ; \text{Ref. Maxsurf}$$

8. Panjang Garis Air

$$L_{pp} = L_{wl}$$

(didapat dari Maxsurf)

$$= 10.919$$

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

5

L _{wl}	=	10.919	m
L _{pp}	=	10.919	m
B	=	6.000	m
B1	=	1.200	m
H	=	1.850	m
T	=	0.600	m
S	=	3.6	m
C _B	=	0.397	
C _M	=	0.274	
C _P	=	0.580	
C _{WP}	=	0.286	
Fn	=	0.489	
V _{max}	=	5.14	m/s
V _s	=	5.14	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 :

	Rt	=	0.5 x ρ x WSA x V ² x 2 Ctot	N
Dimana				
	ρ	=	massa jenis fluida	= 1025 kg/m ³
	WSA	=	luas permukaan basah	
	V	=	kecepatan kapal	= 5.144 m/s
	Ctot	=	koefisien hambatan total	

	C_{tot}	=	$(1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$
Dimana	$(1+\beta k)$	=	<i>Catamaran Viscous Resistance Interference</i>
	C_f	=	<i>Viscous Resistance</i>
	τ	=	<i>Catamaran Wave Resistance Interference</i>
	C_w	=	<i>Wave Resistance</i>

Perhitungan

1. Viscous Resistance (ITTC 1957)

●	C_F	=	$1.18831 \cdot 10^{-6}$
R_n	=	$\frac{L_{wl} \cdot V_s}{\nu}$	=
	=	47266568.49	
ν	=	Viskositas Kinematis	
		$0.075 / ((\log R_n - 2))^2$	
C_F	=		
	=	0.002329	

● (Catamaran Viscous Resistance Interference)

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

S/B1 = 3
L/B1 = 9.099

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

		S/B1					
		1	2	3	4	5	L/B1
β		1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	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	3	
β		1.57	1.54	1.54	untuk harga L/B1 = 9
		2.32	2.29	2.29	untuk harga L/B1 = 11

		L/B1		
		9	11	9.10
β		1.54	2.29	1.5771875

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 1.5771875

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	9.099
(1+k)	1.3	1.17	1.2935542

Sehingga nilai (1+k) yang diambil adalah = 1.293554167

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 1.46299 \end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned} S/L &= 0.33 \\ L/B1 &= 9.10 \\ Fn &= 0.489 \end{aligned}$$

7

(wave resistance interference factor)

	$(S/L)_1 = 0.2$		$(S/L)_2 = 0.3$		L/B1
	Fn		Fn		
	0.4	0.5	0.4	0.5	
τ	1.8	1.76	1.15	1.42	9
	1.8	1.65	1.3	1.38	11

	(S/L) ₁ = 0.2			(S/L) ₂ = 0.3		
	Fn			Fn		
	0.4	0.5	0.489	0.4	0.5	0.489
τ	1.8	1.76	1.7645718	1.15	1.42	1.389140331
	1.8	1.65	1.6671443	1.3	1.38	1.370856394

Fn	0.489	0.489	0.489	untuk harga L/B1 = 9 untuk harga L/B1 = 11
S/L	0.2	0.3	0.33	
τ	1.7645718	1.3891403	1.2776352	
	1.6671443	1.3708564	1.2828574	

Fn	0.489	0.489	0.489
S/L	0.33	0.33	0.3297005
L/B1	9	11	9.10
τ	1.2776352	1.2828574	1.2778942

Sehingga nilai τ yang diambil adalah = 1.277894155

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 :

L/B1 = 9.10
Fn = 0.489

(wave resistance factor)

Fn		L/B1
0.4	0.5	

Cw	0.0032	0.0042	9
	0.0026	0.0027	11

Cw	Fn		
	0.4	0.5	0.489
	0.0032	0.0042	0.004085705
	0.0026	0.0027	0.00268857

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

Fn	0.489	0.489	0.489
L/B1	9	11	9.10
Cw	0.0040857	0.0026886	0.00401643

8

Sehingga nilai Cw yang diambil adalah = 0.00401643

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

$$C_{tot} = 0.0085401$$

$$WSA = \frac{\nabla}{B_1} \left(\frac{1.7}{C_B - 0.2(C_B - 0.65)} + \frac{B_1}{T} \right) \quad m^2$$

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

Wetted Surface Area:

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

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

$$\text{WSA} = 15.082375 \text{ m}^2 \quad \text{untuk satu lambung}$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

$$\text{WSA total} = 30.16475 \text{ m}^2$$

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

$$R_t = 3493.4811 \text{ N}$$

$$R_t = 3.49 \text{ KN}$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

9

Input Data

L _{WL}	=	10.919	m	
T	=	0.600	m	
B	=	6.000		
C _B	=	0.397		
V _{max}	=	5.144	m/s	
V _s	=	5.144	m/s	
D	=	0.625 T		(asumsi) ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
	=	0.375	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	=	3.493	kN	
LCB	=	0.116	m dari midship	(Didapatkan dari model di maxsurf)

Perhitungan Awal

1+βk	=	0.075 / [(log(100k-2))]^2		
C _F	=			(ITTC 1957)
	=	0.002329152		
T/Lwl	=	0.054950087		
C _A	=	0.006 (L _{WL} + 100) ^{-0.16} - 0.00205		untuk T/Lwl > 0.04 (ref : PNA vol.II, hal.93)
C _A		0.0008		
		(1+βk)·C _F + C _A		

$$C_V = \dots \quad (\text{ref: PNA vol.II, hal.162})$$

$$w = 0.30 C_b + 1.004 C_b - 0.23 D / \sqrt{(BT)} \quad \text{untuk twin screw}$$

$$= 0.090282703 \quad (\text{ref: PNA vol.II, hal.163})$$

$$t = 0.325 C_b - 0.1885 D / \sqrt{(BT)}$$

$$= 0.091805145 \quad (\text{ref: PNA vol.II, hal.163})$$

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

$$= \dots \quad (\text{ref: PNA vol.II, hal.146})$$

$$= 4.680$$

Effective Horse Power (EHP)

$$\text{EHP} = R_T \cdot V \quad (\text{ref: PNA vol.II, hal.153})$$

$$= 17.970 \quad \text{kW} \quad 1 \text{ HP} = 0.7355 \quad \text{kW}$$

$$= 24.43299351 \quad \text{HP}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$\eta_H = \frac{H(1-E_f)(1-c_w)}{H(1-E_f)(1-c_w)} \quad (\text{ref: PNA vol.II, hal.152})$$

$$= \dots$$

$$= 0.998326467$$

$$\eta_O = \text{Open Water Test Propeller Efficiency} \quad (\text{diasumsikan})$$

$$= 0.56 \quad (\text{asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya})$$

$$\begin{aligned}
 \eta_r &= \text{Rotative Efficiency} && (\text{ref: Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 180}) \\
 &= 0.9737 + 0.111(\text{CP} - 0.0227 \text{ LCB}) - 0.06327 \text{ P/D} \\
 &= 0.974518219 && 0.97 \leq \eta_r \leq 1.07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} && (\text{ref: PNA vol.II, hal.153}) \\
 &= 0.544816905
 \end{aligned}$$

Delivery Horse Power (DHP)

$$\begin{aligned}
 \text{DHP} &= \frac{\text{EHP}}{\eta_D} && (\text{ref: Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179}) \\
 &= 32.98441468 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{DHP} + (\text{X}\% \text{DHP}) \\
 &\quad \text{Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15\%-20\%} \\
 \text{X}\% &= \text{DHP} \\
 \text{X}\% &= 15\% && (\text{Parametric Design Chapter 11, hal 11-29}) \\
 \text{BHP} &= 37.932 \quad \text{kW} \\
 \text{BHP} &= 51.57 \quad \text{HP} && 1 \text{ HP} = 0.7355 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

Generator

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= 9.483 \quad \text{kW} \\
 &= 12.893 \quad \text{HP}
 \end{aligned}$$

Penentuan Mesin Induk dan Generator

1. Pemilihan mesin induk

BHP : 37.93 kW
(1 mesin) 51.71 HP

Karena desain kapal menggunakan dua propeller, maka BHP mesin yang dipilih adalah 25 HP. Berikut adalah spesifikasi mesin yang dipilih;



Mesin Tempel Yamaha 25 PK



Kode Produk: Outboard Yamaha E25BMHL

Ketersediaan: Stok ada

Status Barang: **Limited Stock** 🖐️

Info: **(021) 53670757** Harga : **NEGO**

Surat Dukungan : Hubungi Kami

Chat With Marketing : 😊😊😊😊😊😊

Harga: Rp31,250,000

Tidak termasuk pajak: Rp31.250.000

Spesifikasi Mesin

(Ref: Alibaba mesin outboard catalog)

Model	:	25 H
Daya	:	19.0 kW
	:	25.9 HP
rpm	:	1100
L	:	1106 mm
W	:	408 mm
H	:	1340 mm
Dry Weight	:	106 kg
η solar	:	0.832 ton/m ³
Konsumsi Fuel	:	24.000 L/h
Oil	:	0.024 m ³ /h
	:	0.020 ton/h
Kapasitas Tangki :		24 liter



10-3250kVA Standby (prime) Open Diesel (soundproof&containerized) Power Generator

FOB Price: **US \$5,600-85,000**
 Min. Order: 1 Piece

[Get Latest Price >](#)

Production Capacity: 5000 Sets/Year
 Package: Plastic Wrapping or Wooden Case
 Payment Terms: L/C, T/T, D/P, Western Union

[Contact Now](#)

Daya	:	4.7	kW
	:	6.4	HP
rpm	:	3000	
L	:	930	mm
W	:	685	mm
H	:	930	mm
Dry Weight	:	185	kg
η solar	:	0.832	ton/m ³
Konsumsi Fuel Oil	:	10.4	L/h
	:	0.010	m ³ /h
	:	0.009	ton/h

Berdasarkan data mesin dan generator yang diperoleh, maka total berat keduanya adalah ;
 $W_{tot} = 582 \text{ kg} = 0.582 \text{ ton}$

Equipment & Outfitting

15

1. Kursi Penumpang

Jumlah kursi	=	15	unit
Massa Jenis	=	600	kg/m ³
Panjang	=	1.4	m
Tebal	=	0.03	m
Lebar	=	0.5	m
Volume	=	0.021	m ³
Berat kursi	=	4	kg
Berat Total	=	60	kg



Marine/boat/ship genuine leather/ fabric/PU passenger seat

FOB Price: US \$100 - 120 / Set | [Get Latest Price](#)
 Min. Order Quantity: 1 Set/Sets
 Supply Ability: 100000 Set/Sets per Year
 Port: Shanghai
 Payment Terms: L/C,T/T,Western Union

[Contact Supplier](#) [Leave Messages](#)

[Start Order](#) [Add to Inquiry Cart](#) [Add to My Favorites](#)

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	=	6.4	ton
h	=	Freeboard	=	1.25	m
B	=	Lebar	=	2.4	m
A	=	Luasan di atas sarat			
		Luasan deck	=	64.214	m ²
		Luasan atap deck 1	=	41.7	m ²
		Luasan atap deck 2	=	17.6	
		Luasan total	=	123.514	m ²
Z	=	21.798496			

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar dengan Z number 22.373 yakni :

Jumlah = 2 unit
Berat min = 40 kg

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



Stainless steel 4 Fluke Anchor

Quick Details

Material: Stainless Steel Design: Bruce Anchor
Weight (kg): < 1000kg Weight: 5KG-200KGS
Cert.: CCS, ABS, LR, GL, NK, RS, DNV, KR, BV, RINA Main Used: Yacht, Sailing ship, Fishing boat

Certification: LR
Finish: Surface Polish

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah :

Berat = 50 kg
jumlah = 2 unit
Berat total = 100 kg

3. Berat Pintu Kedap

Spesifikasi Pintu



Jumlah pintu : 1 unit
Jenis bahan : Baja
Panjang : 1.2 m
Lebar : 0.8 m
Berat : 9.14 kg
Berat Total : 9.14 kg

Harga : \$25



17

Spesifikasi Jendela

Jumlah pintu : 12 unit
Jenis bahan : Akrilik
Panjang : 0.6 m
tebal : 0.008 m
Lebar : 0.4 m
Berat : 2.208 kg
Harga : \$0.1

5. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Karena belum ditemukannya pendekatan perhitungan peralatan navigasi, maka besar beratnya diasumsikan ; 50 kg

Sedangkan untuk komponen berat yang diasumsikan adalah ;

1. Lampu navigasi (lampu depan, belakang, kiri, kanan, jangkar dan lampu mesin mati)
2. Kompas magnet (*Magnetic Compass*)
3. Perlengkapan Radio (*Radio Equipment*)
4. *Enco Sounder*
5. GPS (*Global Positioning System*)
6. Radar kapal (*Ships Radar*)
7. *Engine Telegraph*

6. Bulwark dan Railing

(ref: BKI Vol. VII- for small vessel up to 24 m)

Tebal *bulwark* di geladak utama tidak boleh kurang dari pelat lambung, sedangkan untuk tebal *bulwark* bangunan atas atau rumah geladak dapat dikurangi 0.5 mm.

a. Berat *bulwark* di *deck house I*

$W_{bulwark I}$	=	$A \times t \times \eta_{aluminium}$
A	=	12.00 m ²
t	=	Pelat sisi
	=	8.0 mm
$\eta_{aluminium}$	=	2.7 gr/cm ³
	=	2700 kg/m ³

Maka ;

$$W_{\text{bulwark I}} = 259.200 \text{ kg}$$

$$= 0.259 \text{ ton}$$

8. Bottle Hydrolik Jack



ORDERING INFORMATION													
Cap.	Stroke	Order	Retracted	Length	Height	No. Pump	Saddle	Base	Pump	Handle	Handle	Metric	Product
Tons	(mm)	Number	Height	of Screw	w/Screw	Strokes to	Dia.	Size	Handle	Effort at	Carry	tons	Weight
			Min.	Ext.	Ext.	Ext. Piston	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	Handle	(bar)	(kg)
2	114	9002A	181	49	344	5	25	110x65	311	34	No	1.8	2.2

Contents			DEFINITIONS AND MAIN DIMENSIONS	Main Dimension
Part	Ch.	Sec.	Calculation	Results
			Nama kapal : JULIA SUN CAT Type kapal : TOUR BOAT Sistem konstruksi : MELINTANG Perhitungan Konstruksi Kapal Baja dari Lloyd's Register 2016	L = 10.92 m B = 6.00 m D = 1.85 m T = 0.60 m
3	1	6	<p>MAIN DIMENSIONS</p> <p>Length L</p> <p>L_R , is the distance, in metres, on the summer load waterline from the forward side of the stem to the after side of the rudder post or to the centre of the rudder stock if there is no rudder post. L_R is to be not less than 96 per cent, and need not be greater than 97 per cent, of the extreme length on the summer load waterline. In craft without rudders, the Rule length, L_R , is to be taken as 97 per cent of the extreme length on the summer load waterline. In craft with unusual stem or stern arrangements the Rule length, L_R , will be specially considered</p> <p>Diketahui :</p> <p>Lwl = Lwl = 10.919 m Lpp = 10.92 m</p> <p>Maka :</p> <p> 96% Lwl = 10.482 m 97% Lwl = 10.591 m</p> <p>Sehingga :</p> <p> L = 10.92 m</p> <p>Breadth (B)</p> <p>B, is the greatest moulded breadth, in metres, or, for craft of composite construction, the extreme breadth excluding rubbing strakes or other projections. For multi-hull craft it is to be taken as the sum of the breadths of the individual hulls</p> <p> B = 6.00 m</p> <p>Depth (D)</p> <p>D, is measured, in metres, at the middle of the Rule length, L_R , from top of keel to top of the deck beam at side on the uppermost continuous deck, or as defined in appropriate Chapters. When a rounded gunwale is arranged, the depth D is to be measured to the continuation of the moulded deck line at side</p> <p> D = 1.85 m</p> <p>Draught (T)</p> <p>T, is the summer draught, in metres, measured from top of keel</p> <p> T = 0.60 m</p> <p>Block Coefficient (C_b)</p>	<p>L = 10.92 m</p> <p>B = 6.00 m</p> <p>D = 1.85 m</p> <p>T = 0.60 m</p>

C_b , is the moulded block coefficient at draught T corresponding to summer load waterline, based on Rule length L R and moulded breadth B

$$C_b = 0.372$$

$$C_b = 0.372$$

Wet Deck

A wet deck is the lower most exposed surface of the cross-deck structure, connecting the hulls of a multi-hull craft

Contents			DEFINITIONS AND MAIN DIMENSIONS		Results
Part	Ch.	Sec.	Calculation		
5	2	2.2	Symbols		
			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	
			T_x =	local draught to operating waterline at longitudinal position under consideration measured above the baseline is to be taken as the horizontal plane passing through the bottom of the moulded hull at midships	
5	2	4	LOADS ON SHELL ENVELOPE		
5	2	4.1	Pressure on the Shell Envelope		
		4.2	$P_s = P_h + P_w$	for $z \leq T_x + Z_k$	
			$P_s = P_d$	at $z = T_x + z_k + H_w$	
			$P_s = 0.5P_d$	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	
			$T_x + Z_k =$	0.60 m	
		4.4	$T_x + z_k + H_w$		
			$H_w =$	$2H_{rm}$ m	
			$H_{rm} =$	$C_{w,min} (1+k_r / ((C_b+0.2)) (x_{wl}/L_{WL} - x_m)^2)$	
			$C_{w,min} =$	C_w/k_m	
			$k_m =$	$1+(k_r (0.5-x_m))$	

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

$$C_w = \frac{\text{wave head}}{\text{in meters}} = \frac{0,45 - 0,6Fn}{L_{WL}} (C_b + 0,2)^{0,3} e^{(-0,0044L_{WL})}$$

$$\begin{aligned} C_w &= 0,68 \text{ m} \\ x_m &= 0,2 \\ k_m &= 1,401 \quad ; k_r = 2,55 \\ C_{w,min} &= 0,48 \\ H_m &= 1,87 \quad ; x_{wl} = 10,919 \\ H_w &= 3,73 \text{ m} \\ T_x + z_k + H_w &= 4,33 \\ T_x + z_k + 1,5H_w &= 6,20 \end{aligned}$$

$$H_w = 3,73 \text{ m}$$

4.3 Hydrostatic Pressure

$$\begin{aligned} P_h &= 10(T_x - (z - z_k)) \text{ kN/m}^2; \quad T_x = 0,6 \\ &= 4,995 \text{ kN/m}^2 \quad z_k = 0 \\ & \quad \quad \quad z = 0,1005 \end{aligned}$$

$$P_h = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

4.4 Hydrodynamic Wave Pressure

$$P_w = P_m \text{ or } P_p \text{ is to be taken as the greater}$$

$$P_m = 10f_z H_m \text{ kN/m}^2 \quad ; \text{where } f_z = \text{The vertical distribution factor}$$

$$P_m = 14,12255 \text{ kN/m}^2 \quad = \frac{k_z + (1 - k_z)((z - z_k)/T_x)}$$

$$k_z = e^{-u} = \frac{((2\pi T_x)/L_{WL})}$$

$$\begin{aligned} u &= 0,35 \\ k_z &= 0,71 \\ f_z &= 0,76 \end{aligned}$$

$$P_p = 10H_{pm} \text{ kN/m}^2 \quad ; \text{where } f_L = 0,3 \text{ for } L_{WL} > 80$$

$$= 9,913173 \text{ kN/m}^2 \quad = 0,3$$

$$H_{pm} = 1,1 \left(\frac{L_{WL}}{L_{WL}} - 1 \right) \sqrt{L_{WL}}$$

$$f_L \sqrt{L_{WL}} = 3,63483 \text{ but not less than } 0,991317$$

Jadi,

$$P_w = 14,12255 \text{ kN/m}^2$$

$$P_w = 14,12 \text{ kN/m}^2$$

5	2	5	4.5	Pressure on Weather and Interior Decks	$P_d = P_{wh} = f_L (6 + 0.01 L_{WL}) (1 + 0.05 \Gamma) + E \quad \text{kN/m}^2$ <p>where</p> $f_L = \begin{cases} 1.25 & \text{for exterior decks} \\ 1 (0.7 + 0.08 \Gamma) & \text{for interior decks} \end{cases}$ $E = 1.259 \quad \text{kN/m}^2$ $P_{wh} = 8.895304 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{and}$ $P_{wh} = 7.368006 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$	$P_d = 8.895 \quad \text{kN/m}^2$ $P_d = 7.368 \quad \text{kN/m}^2$		
			4.2	Pressure on the Shell Envelope	$P_s = P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k$ $P_s = 19.12 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = P_d \quad \text{at } z = T_x + z_k + H_w$ $P_s = 8.895 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = 7.368 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$ $P_s = 0.5 P_d \quad \text{at } z \geq T_x + z_k + 1.5 H_w$ $P_s = 4.447652 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = 3.684003 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$	$P_s = 19.118 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = 8.895 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = 7.368 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = 4.448 \quad \text{kN/m}^2$ $P_s = 3.684 \quad \text{kN/m}^2$		
			5	2	5	IMPACT LOADS		
			5.1	Impact Pressure for Displacement Mode	$P_{dh} = \Phi_{dh} (19 - 2720 (T_x / L_{WL})^2) \sqrt{V} \quad \text{kN/m}^2$ $P_{dh} = 0 \quad V = 0$ $P_{dh} \geq P_m$ $P_{dh} = 14.12255 \quad \text{kN/m}^2$	$P_{dh} = 14.123 \quad \text{kN/m}^2$		
			5.4	Freebody Impact Pressure for Displacement Mode	$P_f = f_f L_{WL} (0.8 + 0.15 \Gamma)^2 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP}$ $= P_{dh} \quad \text{at } 0.9 L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$ $= P_m \quad \text{at } 0.75 L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$ $= 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75 L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$ $\Gamma = \sqrt{(L_w)}^{0.5} = 3.026276 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP}$ $P_f = 17.1687 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP}$ $P_f = 14.123 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{at } 0.9 L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$ $P_f = 14.12255 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{at } 0.75 L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$ $P_f = 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75 L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$	$P_f = 17.169 \quad \text{kN/m}^2$ $P_f = 14.123 \quad \text{kN/m}^2$ $P_f = 14.123 \quad \text{kN/m}^2$ $P_f = 0.000$		
			5	2	6	CROSS-DECK STRUCTURE FOR MULTI-HULL CRAFT		
			6.2	Impact Pressure	$P_{pc} = \nabla_{pc} K_{pc} V_{RV} (1 - G_A / H_{03})$			

			$P_{pc} = 0$	$P_{pc} = 0.000$
5	2	7	COMPONENT DESIGN LOADS	
		7.1	Deckhouses, Bulwarks and Superstructures	
			$P_{dhp} = C_1 P_d$	
			where	
			$C_1 = 1.25$	
			$P_d = 8.895 \text{ kN/m}^2$	
			So,	
			$P_{dhp} = 11.11913 \text{ kN/m}^2$	$P_{dhp} = 11.119 \text{ kN/m}^2$
		7.4	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/m^2 .	
			$a_x = \frac{a_v (0.86 - 0.32 x_a/L_{WL} + 1.76(x_a/L_{WL})^2 + \xi_a)}{5.495}$	
			$a_v = 0.2G + 34/L_{WL}$	$G = 9.85 \quad 5.4595$
			$= 5.083838$	
			$x_a = 5.495$	
			$x_{LCG} = 5.495 \left(14 + 0.32 x_{LCG}/L_{WL} - 1.76(x_{LCG}/L_{WL})^2 \right)$	
			$z_a =$	
			$z_a = -0.1447$	
			$a_x = 5.08$	
			$P_{cd} = 17.7096 \text{ kN/m}^2$	$P_{cd} = 17.710 \text{ kN/m}^2$

Contents			DEFINITIONS AND MAIN DIMENSIONS	
Part	Ch.	Sec.	Calculation	Results
5	4	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
 $G_f = G_2 =$ 0.75
 $S_f =$ service type factor notation
 $S_f =$ 1

5 4 3

HULL ENVELOPE DESIGN CRITERIA

Hull Structures

Bottom Shell

$$P_{BP} = H_f S_f P_s = 20.07343 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{BP} = H_f S_f G_f P_{dh} = 11.12151 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{BP} = H_f S_f G_f P_f = 0$$

So,

$$P_{BP} = 20.07343 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{BP} = 20.07 \text{ kN/m}^2$$

Outboard Side Shell

$$P_{SP} = P_{BP} = 20.07343 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{SP} = 20.07 \text{ kN/m}^2$$

Inboard Side Shell

$$P_{SP} = P_{BP} = 20.07343 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{SP} = 1.6 P_{WDP} \text{ at wet deck} = 28.33535 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{SP} = 28.33535$$

$$P_{SP} = 28.34 \text{ kN/m}^2$$

Wet deck

$$P_{CP} = H_f S_f P_s = 9.340069$$

or

$$P_{CP} = H_f S_f P_{pc} = 0$$

So,

$$P_{CP} = 9.340069 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{CP} = 9.34 \text{ kN/m}^2$$

Weather Deck

$$P_{WDP} = H_f S_f G_f P_{wh} = 9.34 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{WDP} = P_{cd} = 17.710 \text{ kN/m}^2$$

So,

			$P_{WDP} = 17.710 \text{ kN/m}^2$		$P_{WDP} = 17.7 \text{ kN/m}^2$
			<u>Interior Deck</u> $P_{IDP} = H_f S_f P_{wh}$ $= 7.74 \text{ kN/m}^2$ or $P_{IDP} = P_{cd}$ $= 17.710 \text{ kN/m}^2$ So, $P_{IDP} = 17.710 \text{ kN/m}^2$		$P_{IDP} = 17.71 \text{ kN/m}^2$
			<u>Deckhouses, Bulwarks and Superstructure</u> $P_{DHP} = H_f S_f G_f P_{dhp}$ $= 8.76 \text{ kN/m}^2$		$P_{DHP} = 8.76 \text{ kN/m}^2$
			<u>Inner Bottom</u> $P_{IBP} = H_f S_f P_m + P_h$ $= 19.82 \text{ kN/m}^2$	min. 10T= 6 kN/m^2	$P_{IBP} = 19.82 \text{ kN/m}^2$

Part	Ch.	Sec.	Calculation	Results
8	3	3	MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS Symbols 1.5.1 fc = the fibre content, by weight, within the laminate $k_t = \frac{152}{\partial f}$ $\partial f = \frac{502x_{fc}^2 + 106.8}{N/mm^2}$; ultimate flexural strength $L_R = 10.92 \text{ m}$	
		3.2	Shell Envelope Laminate Keel plate In no case is the thickness of the keel to be less than that of the adjacent bottom shell plating $b_k = \frac{5L + 340}{\sqrt{k_t} * (5 * L^{0.45})}$ 394.595 mm $t_k = \text{mm}$ \geq 5.5	t= 15 mm
		3.4	$k_t = \frac{152}{\partial f}$; fc = 0.3 ; fiber content in individual ply $\partial f = \frac{502x_{fc}^2 + 106.8}{151.98}$; ultimate flexural strength $k_t = 1.0E+00$ $t_k = 14.661 \text{ mm}$ $b_k = 416.433 \text{ mm}$	
		3.4	Bottom In no case is the minimum thickness of single skin plating to be less than 5.5 mm	

bottom outboard

$$t = \frac{0.146xb^3vp}{E_t p} \geq 5.5$$
t= 12 mm

b = 12 ; unsupported panel breadth, in mm
 pb = 20.0734 kN/m²
 Etp = 9500 N/mm² ; tensile modulus of the plate laminate, in N/mm²
 t = 11.597 mm

3.5 **Sid e**

In no case is the minimum thickness of single skin plating to be less than 5 mm

Side Outboard shell

$$t = \frac{0.146xb^3vp}{E_t p} \geq 5$$
t= 10

b = 12 mm
 ps = 20.07342569 kN/m²
 Etp = 9500 N/mm²
 t = 11.597 mm

t= 14 mm

Side Inboard shell

$$t = \frac{0.146xb^3vp}{E_t p} \geq 5$$

b = 12 mm
 ps = 28.33535305 kN/m²
 Etp = 9500 N/mm²
 t = 13.778 mm

3.7 **Wet Deck**

3.7. In no case is the minimum thickness of single skin laminate to be taken as less than 5 mm
 4

$$t = \frac{0.146xb^3vp}{E_t p}$$
t= 8 mm

b = 12 mm
 pd = 9.3401 kN/m²
 Etp = 9500 N/mm²
 t = 7.911 mm

3.13 **Transom**

In no case is the minimum thickness of single skin laminate to be taken as less than 5 mm

$$t = \frac{0.146xb^3vp}{E_t p} \text{ mm}$$

b = 12 mm
 ps = 20.0734 kN/m²

t= 10 mm

$E_{tp} = 9500 \text{ N/mm}^2$
 $t = 11.60 \text{ mm}$

Bulkwarks

$t = \frac{0.146 \times b^3 \sqrt{p/E_t}}{p} \text{ mm}$

$b = 12 \text{ mm}$
 $p_{DHP} = 8.7563 \text{ kN/m}^2$
 $E_{tp} = 9500 \text{ N/mm}^2$
 $t = 7.66 \text{ mm}$

$t = 6 \text{ mm}$

Rekapitulasi tebal pelat			
1	Keel plate	15	mm
2	Bottom	12	mm
3	Side Outboard	10	mm
4	Side Inboard	14	mm
5	Wet Deck	8	mm
6	Transom	10	mm
7	Bulwark	6	mm

Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT)

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	1.12	ton
2	Berat crew dan barang bawaan	0.08	ton
3	Berat bahan bakar mesin dan genset	0.048	ton
4	Berat air tawar	0.454	ton
	Total	1.702	ton
Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung		

<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
Luas lambung	52.000	m ²
Luasan transom bagian belakang	6.000	m ²
Luas alas	18.885	m ²
Luas tunnel	24.000	m ²
Total luasan lambung	100.885	m ²
Tebal pelat lambung	10	mm
	0.01	m
Volume shell laminasi = luas x tebal	1.009	m ³
<i>r</i> fiber	1.4	gr/cm ³
	1400	kg/m ³
Berat lambung kapal	1412.390	kg
	1.412	ton
Berat Geladak		
Luas Geladak	59.000	m ²
tebal geladak	6.000	mm
	0.006	m
Volume shell laminasi = luas x tebal	0.354	m ³
<i>r</i> fiber	1.4	gr/cm ³
	1400	kg/m ³
Berat Geladak	495.600	kg
	0.496	ton
Berat Konstruksi Lambung Kapal		
<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat fiber lambung kapal (diambil 20%)</i>		
Berat lambung + geladak	1.908	ton
20% dari berat baja kapal	0.382	ton
Berat Konstruksi Total	0.382	ton
3	Pagar tube glass	

79.942
5

1
9

2

	Panjang pagar 1	4.579	m
	Tinggi pagar 1	0.780	m
	Panjang pagar 2	1.636	m
	Tinggi pagar 2	0.780	m
	luas pagar 1	3.571	m ²
	luas pagar 2	1.276	m ²
	tebal pagar	4.000	mm
		0.004	m
	Luas Pagar total	4.847	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.019	m ³
	r aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	52.350	kg
		0.052	ton
	Bulwark	0.518	ton
	Glass Tube		
	Panjang	4	m
	tinggi	1.85	m
	Jumlah	2	m
	Tebal tube glass	0.005	m
	Luas Penampang	28.678	m ²
	Volume	0.143	m ³
	r akrilik	1150.000	kg/m ³
	Berat Total	164.899	kg
		0.164898	
		5	ton
5	Equipment & Outfitting		
	Berat Kursi Penumpang	4.000	kg
	Jumlah kursi	15	
	Berat total kursi	60.000	kg
	Jangkar	100.000	kg
	Berat pompa hidrolis	128.000	kg
	Jendela	2.208	kg
	Pintu	9.140	kg
	Peralatan Navigasi	50.000	kg

6	Berat Total	349.348	kg
		0.349	ton
	Berat Bangunan atas		
	<i>Material atap menggunakan polycarbonate dengan tebal 5mm</i>		
	<i>Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas atap kapal	40.800	m ²
	Tebal	5.000	mm
		0.005	m
	Volume atap = luas x tebal	0.204	m ³
	<i>r</i> fiber	1.4	gr/cm ³
		1400	kg/m ³
	luasan Dinding kapal	50.000	m ²
	Volume dinding = luas x tebal	0.25	m ³
	berat atap	285.6	kg
Berat dinding	350.000	kg	
Berat Total	635.600	kg	
	0.636	ton	
7	Genset		
	Berat	185.000	kg
	jumlah	2.000	unit
	Berat Total	370.000	kg
		0.370	ton
8	Berat Outboard Motor		
	<i>Diambil dari katalog Alibaba.com</i>		
	Jumlah Outboardboard motor	2	unit
	Berat Outboardboard motor	53.000	kg/unit
	Berat Total	106.000	kg
	0.106	ton	

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Permesinan		
	Berat Outboard Motor	0.106	ton
	Generator Set (Genset)	0.370	ton
2	<i>Equipment & Outfitting</i>	0.514	ton
3	Konstruksi		
	Lambung	1.412	ton
	Geladak	0.496	ton
	Bangunan atas	0.636	ton
	<i>Estimasi konstruksi lainnya</i>	0.382	ton
	Bulwark dan Railing	0.571	ton
Total		4.486	ton

2
1

3.496

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	1.702	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	4.486	ton
Total		6.188	ton

Rangkuman		
Berat total (penjabaran berat LWT dan DWT)	6.188	ton
Displasemen	6.4	ton
Selisih margin adalah $\pm 10\%$ dari displasemen		
Selisih maksimal yang diijinkan	0.640	ton
Selisih displasemen dengan berat total	0.212	ton
	3.307	%
Kesimpulan	Accept	

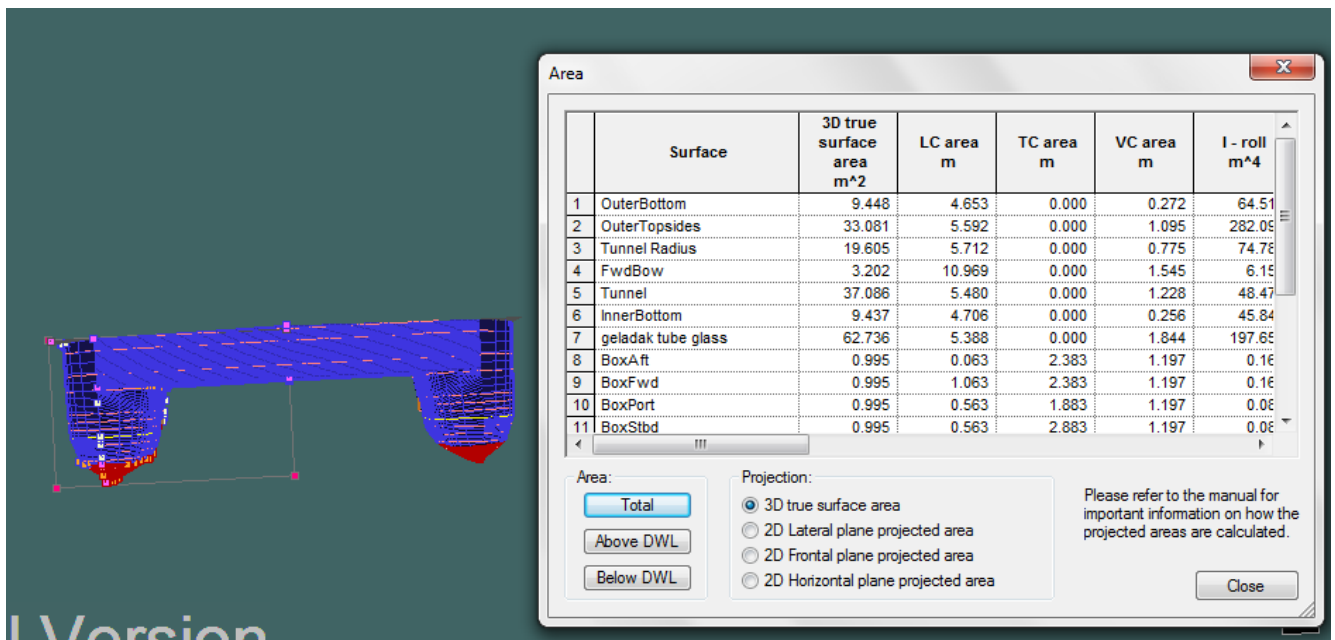
Titik Berat kapal

Lwl	=	10.919	m	
Lpp	=	10.919	m	
B	=	6	m	
B1	=	1.2	m	
H	=	1.85	m	
T	=	0.6	m	
S	=	3.6	m	
Δ	=	6400.0	kg	
LCB	=	0.1158	m	dari Midship
C _B	=	0.39711		

1. Perhitungan titik berat LCG dan VCG

1. Titik Berat Hull

(Ref: Maxsurf Modeller untuk mencari LCG dan VCG)



	Surface	3D true surface area m ²	LC area m	TC area m	VC area m	I - roll m ⁴
1	OuterBottom	9.448	4.653	0.000	0.272	64.51
2	OuterTopsides	33.081	5.592	0.000	1.095	282.09
3	Tunnel Radius	19.605	5.712	0.000	0.775	74.78
4	FwdBow	3.202	10.969	0.000	1.545	6.15
5	Tunnel	37.086	5.480	0.000	1.228	48.47
6	InnerBottom	9.437	4.706	0.000	0.256	45.84
7	geladak tube glass	62.736	5.388	0.000	1.844	197.65
8	BoxAft	0.995	0.063	2.383	1.197	0.16
9	BoxFwd	0.995	1.063	2.383	1.197	0.16
10	BoxPort	0.995	0.563	1.883	1.197	0.08
11	BoxStbd	0.995	0.563	2.883	1.197	0.08

a. Demihull

Berat	=	728.00	kg	
LCG	=	0.063	m	dari <i>midship</i>
VCG	=	0.883	m	dari <i>baseline</i>

b. Alas

Berat	=	264.39	kg
LCG	=	-0.691	m dari <i>midship</i>
VCG	=	0.272	m dari <i>baseline</i>

c. Tunel

Berat	=	336.00	kg
LCG	=	0.301	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.5312	m dari <i>baseline</i>

d. Transom

Berat	=	84.00	kg
LCG	=	-5.495	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

W_{hull}	=	1412.39	kg
LCG_{hull}	=	$\frac{737.6 \times 0.063 + 264.39 \times (-0.691) + 560 \times 0.301 + 77 \times (-5.495)}{1638.99}$	
	=	-0.352	m dari <i>midship</i>

VCG_{hull}	=	$\frac{737.6 \times 0.883 + 264.39 \times (0.272) + 560 \times 1.5312 + 77 \times (1)}{1638.99}$	
	=	0.930	m dari <i>baseline</i>

2. Perhitungan Titik Berat Deck

(Ref: Maxsurf Modeller untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	495.6	kg
LCG	=	0.044	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.844	m dari <i>baseline</i>

3. Perhitungan Titik Berat Constuction

(LCG dan VCG Constuction disamakan dengan LCG dan VCG Hull)

Berat	=	381.598	kg
LCG	=	-0.352	m dari <i>midship</i>
VCG	=	0.930	m dari <i>baseline</i>

4. Perhitungan Titik Berat Equipment

(LCG dan VCG Equipment disamakan dengan LCG dan VCG Deck)

Berat	=	514.25	kg
LCG	=	0.044	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.844	m dari <i>baseline</i>

5. Perhitungan Titik Berat *Generator*

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	370.00	kg
LCG	=	-4.786	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.119	m dari <i>baseline</i>

6. Perhitungan Titik Berat *Engine*

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	106.00	kg
LCG	=	-5.560	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.300	m dari <i>baseline</i>

7. Perhitungan Titik Berat *Deck House*

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Main Deck

Berat	=	635.6	kg
LCG	=	0.073	m dari <i>midship</i>
VCG	=	2.928	m dari <i>baseline</i>

8. Perhitungan Titik Berat *Railing*

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Railing Deck House

Berat	=	570.75	kg
LCG	=	0.241	m dari <i>midship</i>
VCG	=	2.240	m dari <i>baseline</i>

II. DWT

1. Perhitungan Titik Berat Bahan Bakar

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	48.00	kg
LCG	=	-3.361	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.193	m dari <i>baseline</i>

3. Perhitungan Titik Berat Air Tawar

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	454.146	kg
-------	---	---------	----

LCG	=	-2.205	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.103	m dari <i>baseline</i>

4. Perhitungan Titik Berat Penumpang dan Barang Bawaan

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

a. Berat Penumpang di Main Deck

Berat	=	1050.00	kg
LCG	=	0.134	m dari <i>midship</i>
VCG	=	2.420	m dari <i>baseline</i>

b. Berat Barang Bawaan

Berat	=	70.00	kg
LCG	=	0.116	m dari <i>midship</i>
VCG	=	2.413	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

W_{PB}	=	1120.00	kg
LCG_{PB}	=	$\frac{1050 \times 0.314 + 70 \times 0.116}{1120}$	
	=	0.132	m dari <i>midship</i>
VCG_{PB}	=	$\frac{1050 \times 2.42 + 70 \times 2.413}{1120}$	
	=	2.420	m dari <i>base line</i>

5. Perhitungan Titik Berat Kru dan Barang Bawaan

(Ref: Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

a. Berat Kru

Berat	=	75.00	kg
LCG	=	3.990	m dari <i>midship</i>
VCG	=	2.313	m dari <i>baseline</i>

b. Berat Barang Bawaan

Berat	=	5.00	kg
LCG	=	4.030	m dari <i>midship</i>
VCG	=	2.051	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

$$W_{PB} = 80.00 \text{ 0}$$

$$LCG_{PB} = \frac{75 \times 3.99 + 5 \times 4.03}{80}$$

$$= 3.993 \text{ m dari midship}$$

$$VCG_{PB} = \frac{75 \times 2.313 + 5 \times 2.051}{80}$$

$$= 2.296 \text{ m dari base line}$$

25

LWT								
1. HULL			2. DECK			3. CONSTRUCTION		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
1412.390	-0.352	0.930	495.6	0.044	1.844	381.598	-0.352	0.930

4. Equipment			5. Dua Generator			6. Dua Motor		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
514.25	0.04	1.84	370.000	-4.786	1.119	106.00	-5.56	1.30

7. Deck House			8. RAILING		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
635.600	0.073	2.928	570.750	0.241	2.240

TOTAL LWT		
Berat	LCG	VCG
4486.18	-0.632	1.754

DWT								
Penumpang			Crew			Air Tawar		
Berat			Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
1120.00	0.132	2.420	80	3.993	2.296	454	-2.205	1.103

Bahan Bakar		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
48	-3.361	1.193

TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG
1702	-0.408	2.028

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG [m]	VCG [m]	[kg]	LCB [m]	VCB [m]	[kg]	%	OK
6188.33	-0.570	1.830	6400.0	0.1158	0.4669	211.667	3.31%	

Perhitungan Trim

Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons

Input Data

L_{PP}	=	10.919	m
B	=	6	m
T	=	0.6	m
C_M	=	0.274	
C_B	=	0.3971099	
C_{WP}	=	0.286	
∇	=	3.1219512	m ³
KG	=	1.829602	m
$LCG_{LWT FP}$	=	4.889121	m
$LCB_{\text{dari FP}}$	=	5.3437	m

Sifat Hidrostatik

1. KB

$$KB/T = 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B$$

Parametric Ship Design hal. 11 - 18

$$= 0.778089$$

$$KB = 0.4668534 \text{ m}$$

2. BM_T

$$C_I = 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041$$

Transverse Inertia Coefficient
Parametric Ship Design hal. 11 - 19

$$= -0.006222$$

$$I_T = C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3$$

$$= -14.67556 \text{ m}^4$$

$$BM_T = I_T / \nabla \quad ; \text{ jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

6. Batasan Trim

$$\Delta (LCG - LCB) = -0.455$$

$$0.1 \cdot L_{PP}$$

$$= 1.0919$$

Kondisi Batasan Trim

Diterima

$$= -4.700764 \text{ m}$$

3. BM_L

$$C_{IL} = 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146$$

Longitudinal Inertia Coefficient

$$= 0.0587986$$

$$I_L = C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B$$

$$= 459.26868 \text{ m}^4$$

$$BM_L = I_L / \nabla \quad ; \text{ jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

$$= 147.1095 \text{ m}$$

4. GM_L

$$= KB + BM_L - KG$$

$$= 145.74675$$

$$((LCG - LCB) \cdot L_{PP}) / GM_L$$

5. Trim

$$= \quad ; \text{ Parametric Ship Design hal 11 - 27}$$

$$= -0.034056 \text{ m}$$

Kondisi Trim

Trim Haluan

(karena jika nilai trim < 0 maka trim haluan; trim > 0 maka trim buritan; trim = 0 maka even keel)

Perhitungan Lambung Timbul

Karena kapal yang didesain berukuran kurang dari 24 m, maka perhitungan lambung timbul tidak mengacu pada *International Convention on Load Line (ICLL) 1966* dan mengacu pada aturan *Non-Convention Vessel Standard Indonesia Flagged Chapter VI*.

Ukuran Utama

L_{WL}	=	10.92	m
T	=	0.60	m
H	=	1.85	m
d	=	0.85 H	
	=	1.5725	m
B	=	6.00	m
B1	=	1.20	m
∇	=	3.122	m ³
C_B	=	$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$	
	=	0.1515	

(Ref: *Non-Convention Vessel Standard Chapter 6*)

Secara garis besar, tipe kapal dibedakan menjadi dua yaitu kapal tipe A dan kapal tipe B. Kapal tipe B adalah kapal selain tipe A, sedangkan kapal Tipe A adalah;

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

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

2. Lambung Timbul Standar (Fb_1)

(Ref: *Non-Convention Vessel Standard Chapter 6, untuk $L < 50$ m*)

Fb_1	=	0.8 L	(untuk $L < 50$ m)
	=	8.7352	cm
	=	0.08735	m

3. Faktor Koreksi

(koreksi dilakukan untuk C_B , H, dan bangunan atas)

a. Koreksi lambung timbul terhadap koefisien blok (C_B)

Koreksi C_B hanya dilakukan untuk kapal dengan $C_B > 0.68$, sehingga tidak perlu dikoreksi.

b. Koreksi lambung timbul terhadap tinggi kapal (H)

H	=	1.85	m
L/15	=	0.728	m

Koreksi H hanya dilakukan untuk kapal dengan $H > L/15$, maka;

$$\begin{aligned} \text{koreksi} &= 20 (H-L/15) \\ &= 22.441 \text{ cm} \\ &= 0.224 \text{ m} \end{aligned}$$

36

Fb_2	=	$Fb_1 + \text{koreksi}$
		0.312 m

c. Koreksi lambung timbul terhadap bangunan atas (BA)

Untuk kapal yang tidak memiliki bangunan atas ($b \geq 96\% B$), maka tidak dilakukan koreksi lambung timbul.

4. Total Lambung Timbul

FB	=	Fb_2
		0.312 m

5. Lambung Timbul Sebenarnya

Besarnya lambung timbul sebenarnya diperoleh dari H-T kapal, maka;

$$H-T = 1.25 \text{ m}$$

6. Tinggi Minimum Lambung Timbul

Lambung timbul minimum untuk kapal tipe B setelah dikoreksi, baik ditambah ataupun dikurangi tidak boleh kurang dari 15 cm.

7. Tinggi Minimum Haluan

Persyaratan tinggi minimum haluan kapal tidak berlaku untuk kapal dengan $L < 24$ m.

8. Kesimpulan

Keterangan	Nilai
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.31
Lambung Timbul Sebenarnya	1.25
Kondisi	Diterima

Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas kapal menggunakan software *Maxsurf Stability Enterprise* dengan kriteria stabilitas katamaran mengacu pada Intact Stability (IS) High Speed Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Chapter 3.

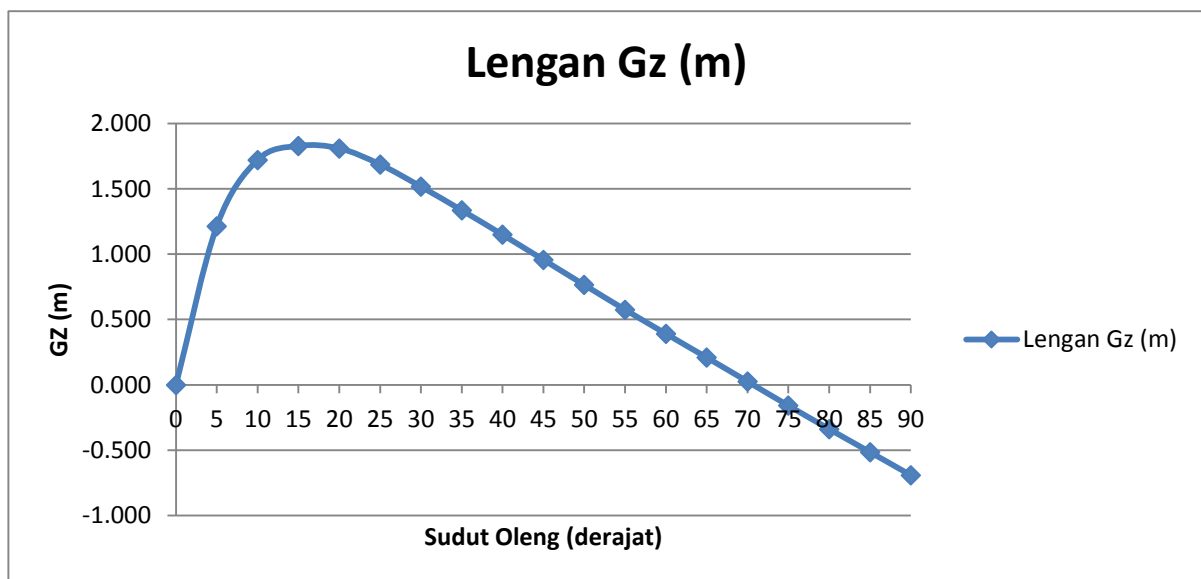
1. Kondisi muatan *consummable* penuh (100%)

Lengan Statis (GZ)	
Sudut (°)	Lengan Gz (m)
0	0.000
5	1.215
10	1.722
15	1.829
20	1.810
25	1.687
30	1.517
35	1.336
40	1.149
45	0.957
50	0.765
55	0.575
60	0.391
65	0.209
70	0.025
75	-0.159
80	-0.339
85	-0.515
90	-0.692

Maka ;

Lengan GZ max = 1.829 m

θ GZ max = 15



A. Luas area (A) dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 0° – 30° ;

$A_{30 \text{ min}}$	=	3.151	meter.derajat
A_{30}	=	45.749	meter.derajat
Kondisi	=	Accepted	

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

$A_{30-40 \text{ min}}$	=	1.719	meter.derajat
A_{30-40}	=	13.349	meter.derajat
Kondisi	=	Accepted	

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

$Gz_{30^{\circ} \text{ min}}$	=	0.200	meter
$Gz_{30^{\circ}}$	=	1.517	meter
Kondisi	=	Accepted	

D. Daerah di bawah kurva antara $\theta = 0^{\circ}$ dan $\theta = 40^{\circ}$ tidak boleh kurang dari 5.1566 m.deg)

$A_{0-40 \text{ min}}$	=	5.1566	
A_{0-40}	=	59.0981	
Kondisi	=	Accepted	

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

GZ_{min}	=	10	
GZ_{max}	=	16.8	
Kondisi	=	Accepted	

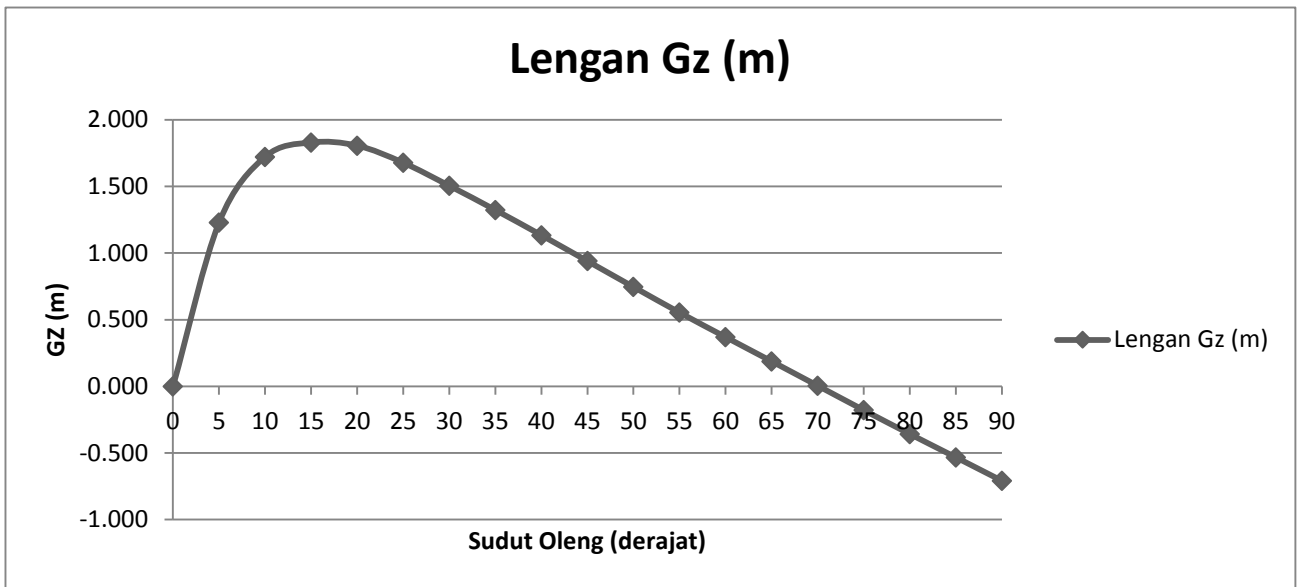
F. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

GM_{min}	=	0.15	meter
GM	=	15.093	meter
Kondisi	=	Accepted	

Kondisi muatan <i>consummable</i> penuh		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(30)} \geq 3.1512$	meter.derajat	45.749
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	13.349
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.517
$A\theta_{(40)} \geq 5.1566$	meter.derajat	59.0981
$\theta_{GZ_{max}} \geq 10^\circ$	derajat	16.8
$GM \geq 0.15$	meter	15.093

2. Kondisi muatan *consummable* 75%

Lengan Statis (GZ)		
Sudut (°)	Lengan Gz (m)	
0	0.000	
5	1.228	
10	1.722	
15	1.830	
20	1.806	
25	1.678	
30	1.505	
35	1.323	
40	1.134	
45	0.940	
50	0.746	
55	0.554	
60	0.370	
65	0.188	
70	0.005	
75	-0.178	
80	-0.357	Maka ;
85	-0.532	Lengan GZ max = 1.830 m
90	-0.708	θ GZ max = 15



A. Luas area (A) dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 0o –30o ;

$A_{30 \text{ min}}$ = 3.151 meter.derajat
 A_{30} = 45.734 meter.derajat
 Kondisi = **Accepted**

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

$A_{30-40 \text{ min}}$ = 1.719 meter.derajat
 A_{30-40} = 13.215 meter.derajat
 Kondisi = **Accepted**

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

$Gz_{30^\circ \text{ min}}$ = 0.200 meter
 Gz_{30° = 1.505 meter
 Kondisi = **Accepted**

D. Daerah di bawah kurva antara $\theta = 0^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 5.1566 m.deg)

$A_{40 \text{ min}}$ = 5.157 meter.derajat
 A_{40} = 58.948 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

GZ_{max} min = 10

GZ_{max} = 16.4

Kondisi = **Accepted**

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

GM min = 0.15 meter

GM = 15.398 meter

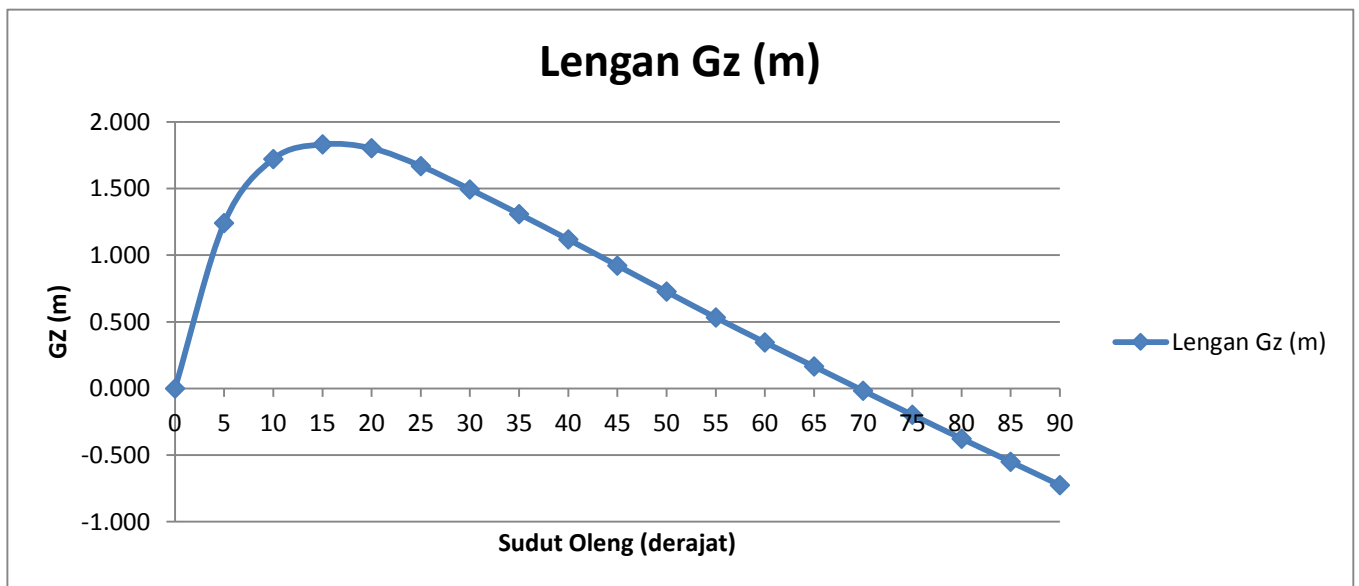
Kondisi = **Accepted**

Kondisi muatan <i>consummable</i> 75%			
Kriteria		Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(30)} \geq 3.1512$		meter.derajat	45.734
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$		meter.derajat	13.215
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$		meter	1.505
$A\theta_{(40)} \geq 5.1566$		meter.derajat	58.948
$\theta GZ_{max} \geq 10^\circ$		derajat	16.4
$GM \geq 0.15$		meter	15.398

3. Kondisi muatan *consummable* 50%

Lengan Statis (GZ)	
Sudut (°)	Lengan Gz (m)
0	0.000
5	1.240
10	1.722
15	1.831
20	1.802
25	1.669
30	1.494
35	1.309
40	1.118
45	0.922
50	0.726

55	0.532		
60	0.346		
65	0.165		
70	-0.017		
75	-0.198		
80	-0.376	Maka ;	
85	-0.550	Lengan GZ max =	1.831 m
90	-0.725	θ GZ max =	15



A. Luas area (A) dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 0° – 30° ;

$A_{30 \text{ min}}$ = 3.151 meter.derajat

A_{30} = 45.716 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

$A_{30-40 \text{ min}}$ = 1.719 meter.derajat

A_{30-40} = 13.081 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

$Gz_{30^{\circ} \text{ min}}$ = 0.200 meter

$Gz_{30^{\circ}}$ = 1.494 meter

Kondisi = **Accepted**

D. Daerah di bawah kurva antara $\theta = 0^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 5.1566 m.deg)

$A_{40 \text{ min}}$ = 5.157 meter.derajat

A_{40} = 58.797 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

$GZ_{\text{max min}}$ = 10

GZ_{max} = 16.4

Kondisi = **Accepted**

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

GM_{min} = 0.15 meter

GM = 15.696 meter

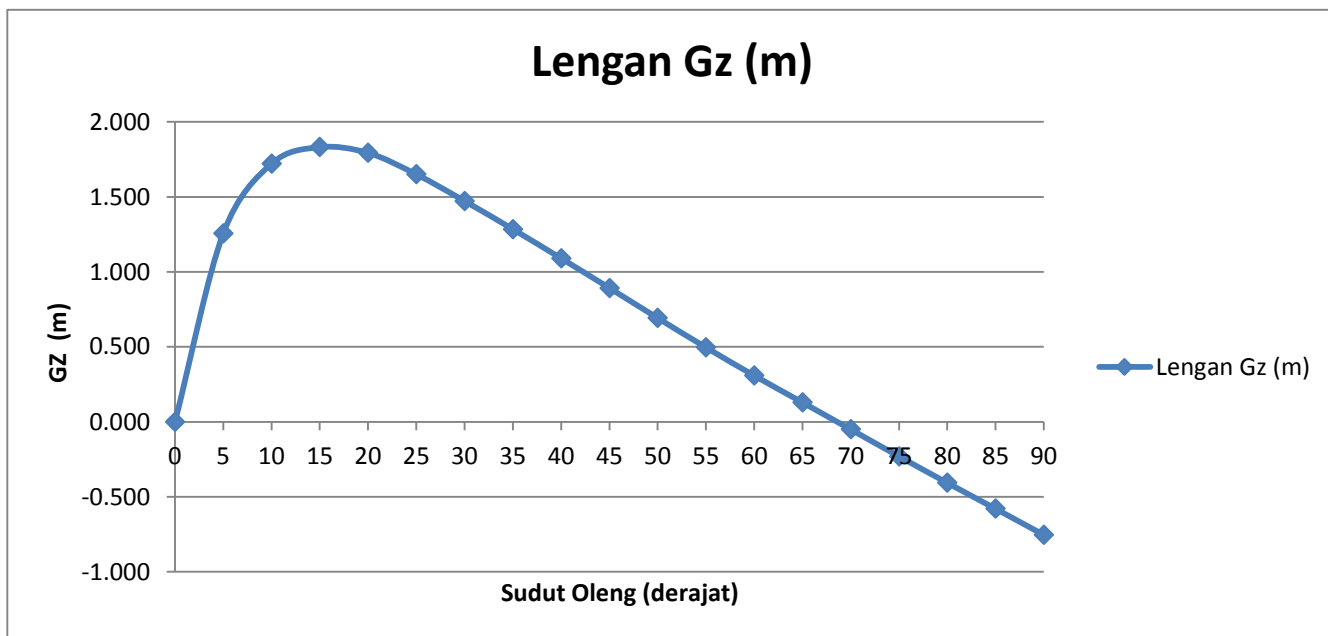
Kondisi = **Accepted**

Kondisi muatan <i>consummable</i> 50%		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A_{\theta(30)} \geq 3.1512$	meter.derajat	45.716
$A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	13.081
$GZ_{\theta 30} \geq 0,2$	meter	1.494
$A_{\theta(40)} \geq 5.1566$	meter.derajat	58.797
$\theta GZ_{\text{max}} \geq 10^\circ$	derajat	16.4
$GM \geq 0.15$	meter	15.696

4. Kondisi muatan *consummable* 10%

Lengan Statis (GZ)	
Sudut ($^\circ$)	Lengan Gz (m)
0	0.000
5	1.256
10	1.721
15	1.831
20	1.793
25	1.650
30	1.472
35	1.284

40	1.090	
45	0.892	
50	0.692	
55	0.496	
60	0.308	
65	0.129	
70	-0.051	
75	-0.231	
80	-0.407	Maka ;
85	-0.580	Lengan GZ max = 1.831 m
90	-0.754	θ GZ max = 15



A. Luas area (A) dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 0o –30o ;

34

$A_{30 \text{ min}}$ = 3.151 meter.derajat

A_{30} = 45.602 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

$A_{30-40 \text{ min}}$ = 1.719 meter.derajat

A_{30-40} = 12.831 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

Gz 30° min = 0.200 meter

Gz 30° = 1.472 meter

Kondisi = **Accepted**

D. Daerah di bawah kurva antara $\theta = 0^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 5.1566 m.deg)

A₄₀ min = 5.157 meter.derajat

A₄₀ = 58.437 meter.derajat

Kondisi = **Accepted**

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

GZ_{max} min = 10

GZ_{max} = 15.9

Kondisi = **Accepted**

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

GM min = 0.15 meter

GM = 16.16 meter

Kondisi = **Accepted**

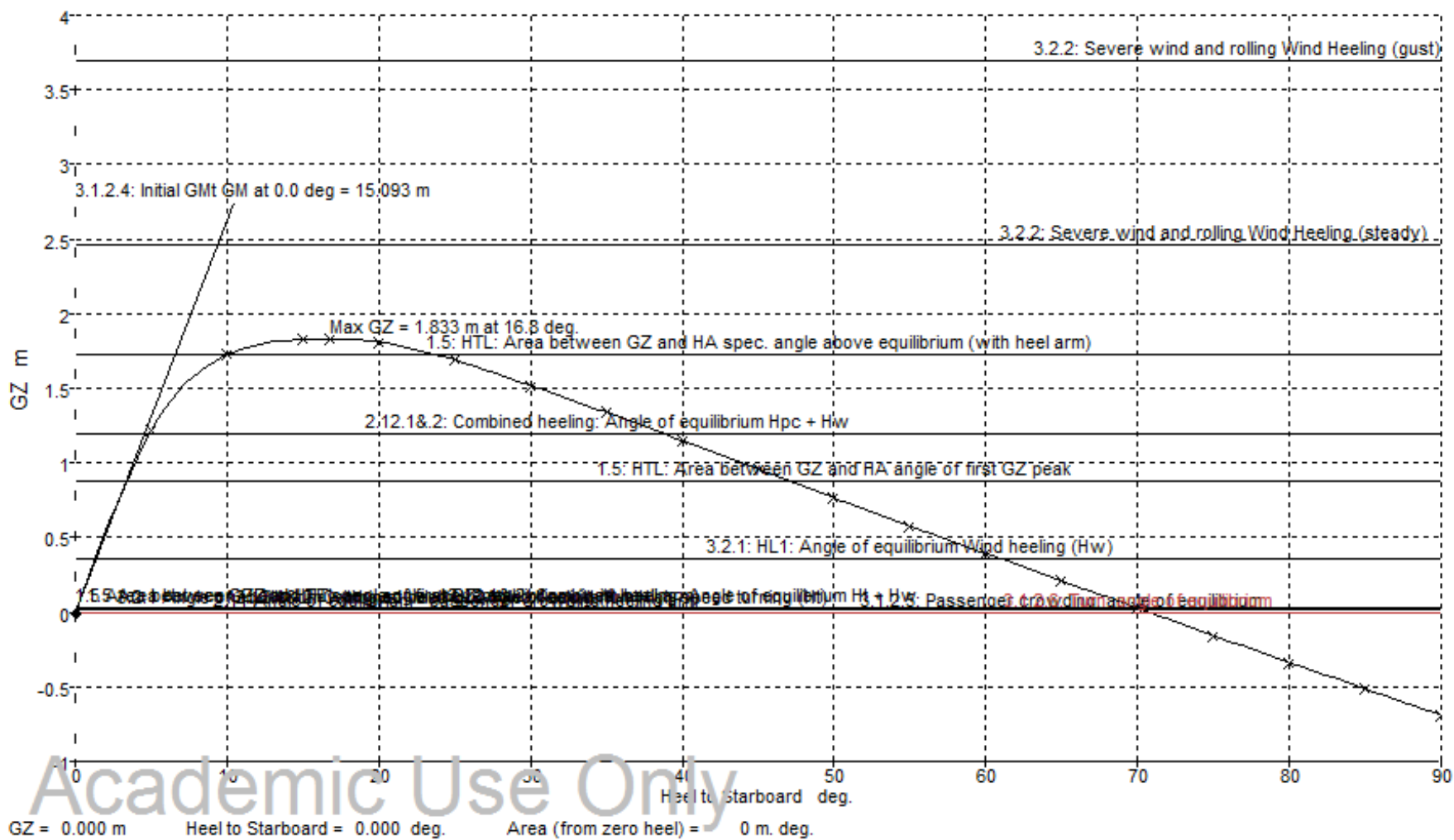
Kondisi muatan consummable 10%		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A_{\theta(30)} \geq 3.1512$	meter.derajat	45.602
$A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	12.831
$GZ_{\theta 30} \geq 0,2$	meter	1.472
$A_{\theta(40)} \geq 5.1566$	meter.derajat	58.437
$\theta GZ_{max} \geq 10^\circ$	derajat	15.900
$GM \geq 0.15$	meter	16.160

Rekap stabilitas

Kriteria	Muatan				Satuan
	100%	75%	50%	10%	
$A_{\theta(30)} \geq 3.1512$	45.749	45.734	45.716	45.602	meter.derajat
$A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$	13.349	13.215	13.081	12.831	meter.derajat
$GZ_{\theta 30} \geq 0,2$	1.517	1.505	1.494	1.472	meter
$A_{\theta(40)} \geq 5.1566$	59.098	58.948	58.797	58.437	meter.derajat
$\theta GZ_{max} \geq 10^\circ$	16.800	16.400	16.400	15.900	derajat
$GM \geq 0.15$	15.093	15.398	15.696	16.160	meter

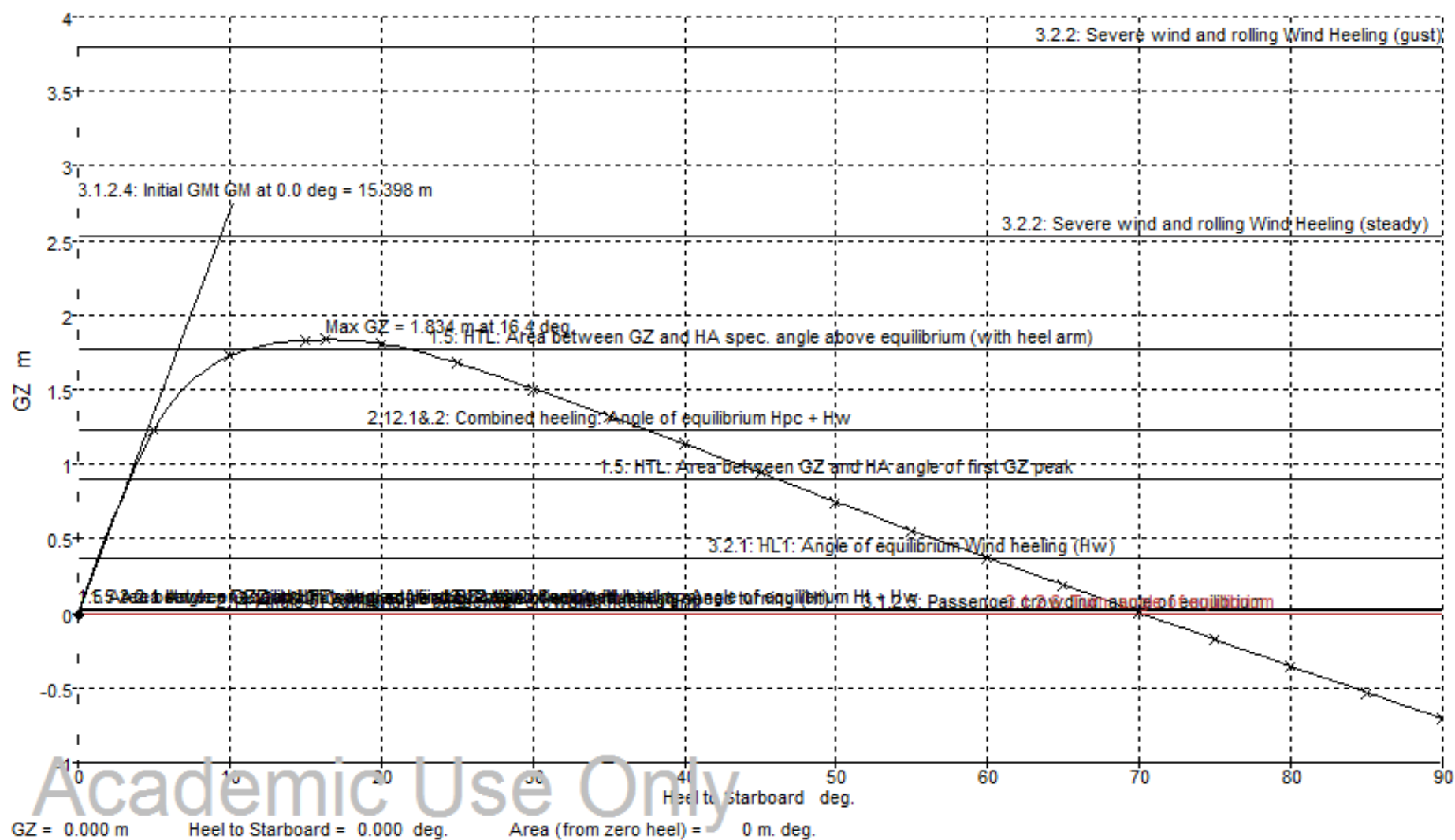
Lampiran stabilitas
1. Kondisi muatan 100 %

	Heel to Starboard deg	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0
1	GZ m	0.000	1.215	1.722	1.829	1.810	1.687	1.517	1.336	1.149	0.957	0.765	0.575	0.391	0.209	0.025	-0.159	-0.339	-0.515	-0.692
2	Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	3.2396	10.8545	19.8159	28.9551	37.7323	45.7488	52.8831	59.0981	64.3649	68.6697	72.0150	74.4282	75.9297	76.5134	76.1767	74.9296	72.7932	69.7747
3	Displacement t	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330	6.330
4	Draft at FP m	0.259	0.240	0.183	0.073	-0.094	-0.319	-0.582	-0.875	-1.206	-1.590	-2.049	-2.617	-3.352	-4.358	-5.830	-8.230	-12.951	-26.957	n/a
5	Draft at AP m	0.697	0.675	0.530	0.336	0.125	-0.111	-0.375	-0.670	-1.006	-1.401	-1.876	-2.476	-3.255	-4.307	-5.838	-8.331	-13.233	-27.791	n/a
6	WL Length m	10.738	10.836	10.887	10.922	10.944	10.950	10.949	10.946	10.943	10.940	10.934	10.927	10.916	10.901	10.880	10.849	10.765	10.486	10.866
7	Beam max extents on WL m	5.776	5.711	3.803	3.589	2.976	2.924	2.893	2.856	2.813	2.767	2.726	2.699	2.572	2.348	2.132	1.914	1.859	1.829	1.781
8	Wetted Area m ²	32.519	30.075	25.612	25.117	23.435	22.066	21.765	21.882	22.060	22.741	23.109	23.640	24.212	24.399	24.522	24.595	24.553	24.421	24.269
9	Waterpl. Area m ²	22.488	19.604	15.028	14.456	12.749	11.875	12.136	12.682	13.312	14.091	15.024	16.204	17.138	17.266	17.425	17.682	17.992	17.857	17.277
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.883	0.886	0.873	0.781	0.735	0.722	0.721	0.722	0.723	0.724	0.725	0.725	0.726	0.729	0.735	0.743	0.755	0.783	0.765
11	Block coeff. (Cb)	0.190	0.142	0.188	0.190	0.227	0.237	0.246	0.255	0.265	0.277	0.293	0.312	0.349	0.410	0.486	0.584	0.643	0.705	0.609
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4.685	4.683	4.692	4.702	4.707	4.707	4.707	4.708	4.710	4.712	4.717	4.724	4.733	4.740	4.746	4.753	4.758	4.763	4.767
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	4.537	4.736	4.807	4.744	4.625	4.537	4.531	4.534	4.545	4.552	4.576	4.607	4.711	4.831	4.938	5.043	5.166	5.249	5.226
14	Max deck inclination deg	2.3504	5.5106	10.1642	15.0601	20.0291	25.0190	30.0140	35.0101	40.0070	45.0045	50.0026	55.0011	60.0003	65.0001	70.0000	75.0000	80.0001	85.0001	90.0000
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2.3504	2.3283	1.8572	1.4074	1.1731	1.1127	1.1095	1.0992	1.0712	1.0122	0.9191	0.7557	0.5234	0.2720	-0.0472	-0.5446	-1.5140	-4.4588	-1.#IND



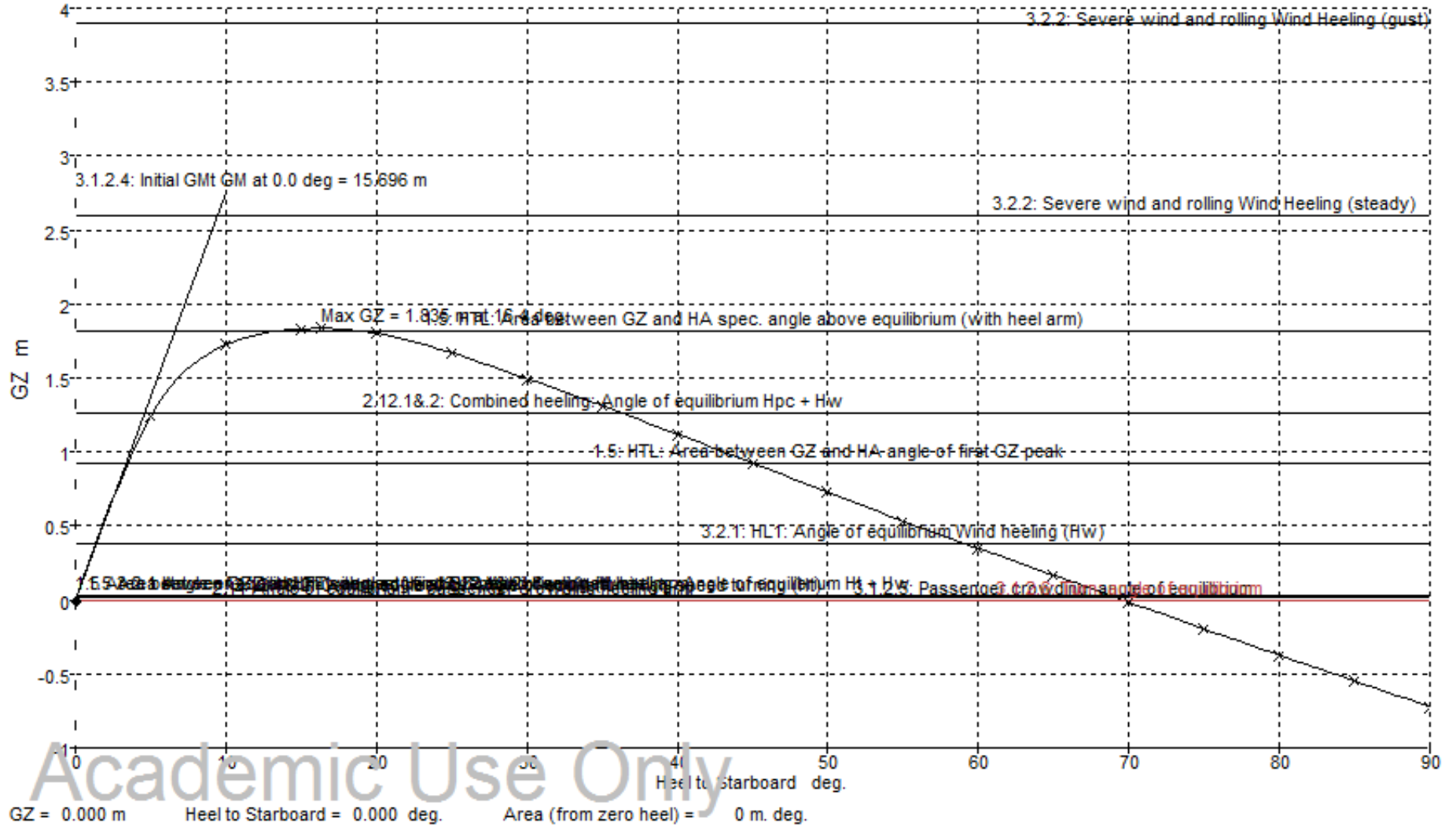
2. Kondisi muatan 75 %

	Heel to Starboard deg	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0
1	GZ m	0.000	1.228	1.722	1.830	1.806	1.678	1.505	1.323	1.134	0.940	0.746	0.554	0.370	0.188	0.005	-0.178	-0.357	-0.532	-0.708
2	Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	3.2825	10.9310	19.8908	29.0267	37.7696	45.7338	52.8054	58.9484	64.1341	68.3489	71.5955	73.9034	75.2996	75.7826	75.3501	74.0126	71.7906	68.6905
3	Displacement t	6.172	6.172	6.172	6.172	6.173	6.172	6.172	6.172	6.172	6.172	6.172	6.172	6.172	6.172	6.173	6.172	6.172	6.172	6.172
4	Draft at FP m	0.263	0.248	0.193	0.082	-0.086	-0.313	-0.576	-0.868	-1.199	-1.583	-2.042	-2.609	-3.344	-4.347	-5.817	-8.213	-12.925	-26.903	n/a
5	Draft at AP m	0.682	0.654	0.502	0.309	0.097	-0.141	-0.405	-0.700	-1.038	-1.434	-1.912	-2.511	-3.293	-4.354	-5.897	-8.410	-13.352	-28.036	n/a
6	WL Length m	10.739	10.839	10.890	10.925	10.946	10.952	10.950	10.948	10.946	10.942	10.936	10.929	10.919	10.905	10.885	10.855	10.779	10.507	10.886
7	Beam max extents on WL m	5.773	5.703	3.802	3.533	2.938	2.914	2.878	2.836	2.790	2.740	2.693	2.657	2.576	2.356	2.139	1.919	1.863	1.827	1.776
8	Wetted Area m ²	32.214	29.612	25.362	24.770	23.078	21.723	21.502	21.620	21.799	22.446	22.811	23.337	23.996	24.194	24.323	24.401	24.357	24.222	24.062
9	Waterpl. Area m ²	22.384	19.339	14.997	14.323	12.616	11.775	12.072	12.597	13.205	13.960	14.875	16.037	17.187	17.314	17.473	17.721	18.001	17.849	17.257
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.876	0.881	0.864	0.772	0.728	0.716	0.716	0.717	0.718	0.718	0.719	0.720	0.721	0.724	0.730	0.738	0.750	0.778	0.760
11	Block coeff. (Cb)	0.189	0.140	0.187	0.191	0.228	0.236	0.245	0.254	0.264	0.277	0.294	0.314	0.346	0.406	0.482	0.579	0.635	0.696	0.600
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4.729	4.729	4.740	4.750	4.755	4.756	4.757	4.757	4.759	4.762	4.767	4.773	4.780	4.789	4.795	4.802	4.808	4.813	4.816
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	4.548	4.777	4.814	4.750	4.631	4.546	4.544	4.552	4.565	4.577	4.602	4.633	4.710	4.832	4.940	5.050	5.181	5.272	5.247
14	Max deck inclination deg	2.2476	5.4465	10.1307	15.0447	20.0204	25.0131	30.0095	35.0068	40.0046	45.0028	50.0015	55.0006	60.0001	65.0000	70.0001	75.0002	80.0002	85.0002	90.0000
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2.2476	2.1706	1.6554	1.2139	0.9816	0.9229	0.9145	0.9002	0.8669	0.7976	0.6956	0.5288	0.2757	-0.0354	-0.4332	-1.0568	-2.2867	-6.0528	-1.#IND



3. Kondisi Muatan consumable 50 %

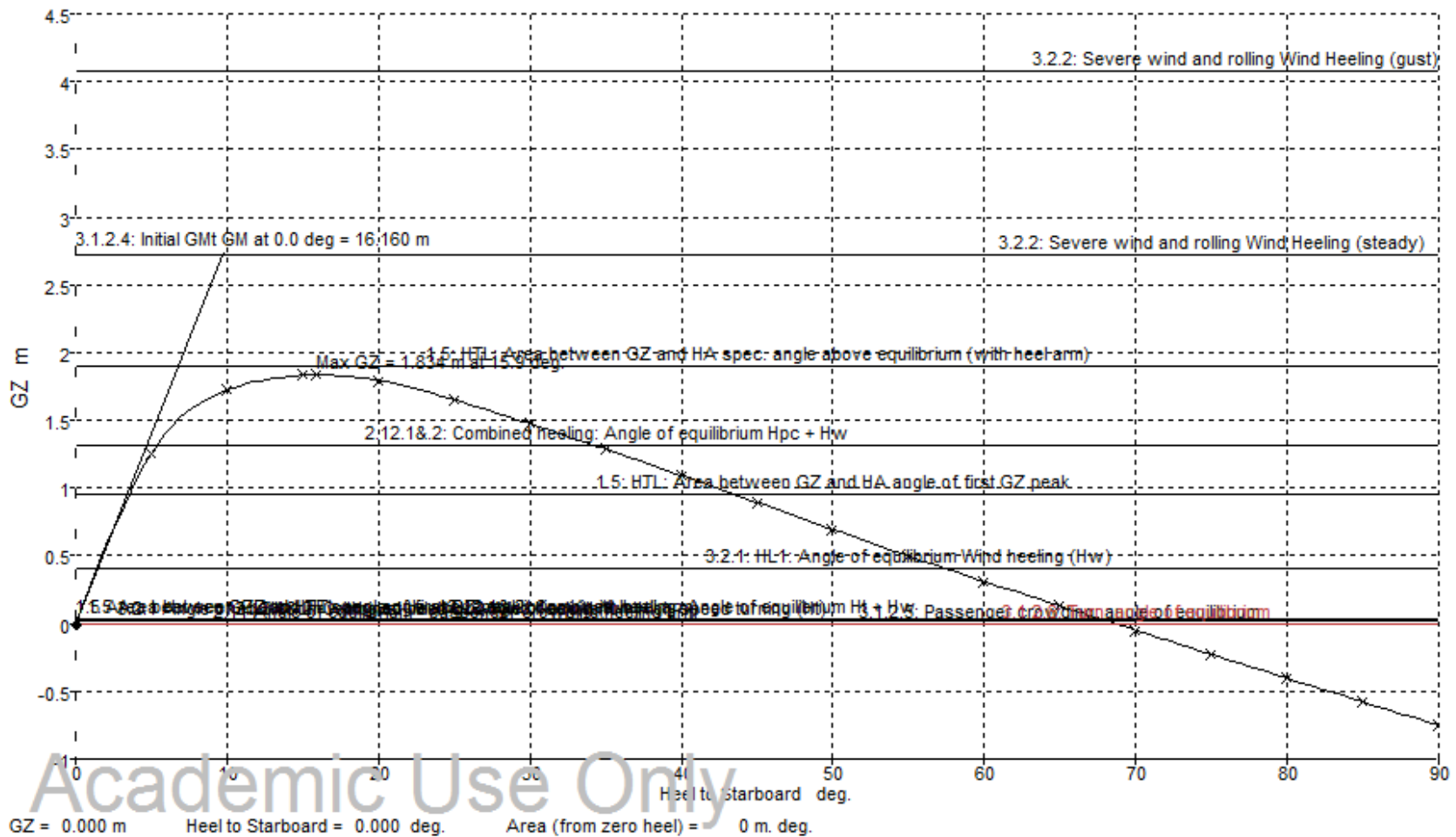
	Heel to Starboard deg	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0
1	GZ m	0.000	1.240	1.722	1.831	1.802	1.669	1.494	1.309	1.118	0.922	0.726	0.532	0.346	0.165	-0.017	-0.198	-0.376	-0.550	-0.725
2	Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	3.3217	11.0020	19.9621	29.0944	37.8031	45.7159	52.7261	58.7973	63.9000	68.0201	71.1606	73.3526	74.6320	75.0046	74.4678	73.0329	70.7192	67.5322
3	Displacement t	6.015	6.015	6.015	6.016	6.015	6.015	6.015	6.015	6.015	6.015	6.014	6.015	6.015	6.015	6.015	6.015	6.015	6.015	6.015
4	Draft at FP m	0.267	0.257	0.203	0.092	-0.079	-0.307	-0.570	-0.862	-1.193	-1.575	-2.034	-2.602	-3.335	-4.337	-5.804	-8.196	-12.900	-26.852	n/a
5	Draft at AP m	0.667	0.632	0.475	0.282	0.068	-0.170	-0.435	-0.731	-1.069	-1.467	-1.946	-2.546	-3.332	-4.401	-5.956	-8.488	-13.471	-28.280	n/a
6	WL Length m	10.741	10.841	10.892	10.928	10.949	10.954	10.952	10.950	10.948	10.944	10.938	10.932	10.922	10.909	10.889	10.860	10.792	10.528	10.907
7	Beam max extents on WL m	5.770	5.694	3.801	3.476	2.932	2.907	2.868	2.820	2.769	2.714	2.663	2.621	2.578	2.365	2.147	1.925	1.868	1.824	1.772
8	Wetted Area m²	31.897	29.170	25.110	24.429	22.717	21.392	21.234	21.354	21.536	22.148	22.509	23.031	23.781	23.991	24.124	24.204	24.159	24.020	23.856
9	Waterpl. Area m²	22.260	19.095	14.963	14.187	12.483	11.680	12.001	12.505	13.094	13.825	14.723	15.866	17.239	17.362	17.521	17.752	18.004	17.838	17.240
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.868	0.875	0.855	0.764	0.721	0.710	0.710	0.711	0.712	0.713	0.714	0.715	0.716	0.719	0.725	0.733	0.745	0.772	0.755
11	Block coeff. (Cb)	0.187	0.139	0.185	0.192	0.226	0.235	0.244	0.253	0.264	0.277	0.294	0.315	0.342	0.401	0.477	0.571	0.626	0.686	0.591
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4.776	4.778	4.789	4.800	4.806	4.807	4.807	4.808	4.810	4.814	4.819	4.825	4.832	4.840	4.847	4.853	4.859	4.865	4.867
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	4.563	4.814	4.822	4.756	4.637	4.556	4.559	4.570	4.586	4.602	4.630	4.661	4.710	4.833	4.942	5.059	5.197	5.294	5.269
14	Max deck inclination deg	2.1430	5.3835	10.1019	15.0315	20.0132	25.0082	30.0059	35.0041	40.0027	45.0015	50.0007	55.0002	60.0000	65.0001	70.0002	75.0004	80.0004	85.0003	90.0000
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2.1430	2.0058	1.4605	1.0189	0.7889	0.7296	0.7240	0.7042	0.6619	0.5835	0.4728	0.2964	0.0185	-0.3424	-0.8153	-1.5657	-3.0585	-7.6081	-1.#IND



4. Kondisi Muatan Consumable 10 %

	Heel to Starboard deg	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0
1	GZ m	0.000	1.256	1.721	1.831	1.793	1.650	1.472	1.284	1.090	0.892	0.692	0.496	0.308	0.129	-0.051	-0.231	-0.407	-0.580	-0.754
2	Area under GZ curve from zero heel m.deg	0.0000	3.3750	11.0950	20.0470	29.1587	37.7947	45.6062	52.4987	58.4368	63.3923	67.3522	70.3203	72.3259	73.4166	73.6106	72.9048	71.3100	68.8430	65.5077
3	Displacement t	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763	5.763
4	Draft at FP m	0.274	0.273	0.219	0.106	-0.067	-0.297	-0.560	-0.851	-1.181	-1.564	-2.021	-2.589	-3.322	-4.322	-5.784	-8.170	-12.859	-26.774	n/a
5	Draft at AP m	0.642	0.595	0.431	0.237	0.021	-0.219	-0.484	-0.782	-1.122	-1.520	-2.002	-2.605	-3.394	-4.474	-6.049	-8.613	-13.662	-28.669	n/a
6	WL Length m	10.744	10.846	10.897	10.933	10.954	10.957	10.955	10.954	10.951	10.947	10.942	10.936	10.928	10.915	10.896	10.869	10.812	10.562	10.942
7	Beam max extents on WL m	5.764	5.677	3.799	3.383	2.923	2.895	2.853	2.804	2.748	2.691	2.635	2.590	2.571	2.380	2.159	1.934	1.873	1.821	1.766
8	Wetted Area m²	31.364	28.485	24.705	23.873	22.138	20.866	20.803	20.925	21.410	21.662	22.019	22.533	23.286	23.663	23.804	23.864	23.840	23.694	23.525
9	Waterpl. Area m²	22.019	18.724	14.905	13.960	12.265	11.525	11.872	12.343	12.910	13.600	14.469	15.585	17.069	17.435	17.587	17.786	17.992	17.818	17.212
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.856	0.865	0.840	0.750	0.709	0.701	0.701	0.702	0.703	0.704	0.705	0.706	0.707	0.711	0.717	0.725	0.737	0.763	0.747
11	Block coeff. (Cb)	0.183	0.137	0.182	0.194	0.223	0.232	0.241	0.251	0.261	0.275	0.292	0.313	0.337	0.393	0.467	0.555	0.609	0.669	0.575
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4.856	4.861	4.876	4.887	4.895	4.895	4.895	4.896	4.899	4.902	4.907	4.913	4.920	4.926	4.934	4.941	4.947	4.952	4.955
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	4.593	4.868	4.836	4.769	4.651	4.578	4.588	4.604	4.621	4.646	4.676	4.708	4.741	4.834	4.948	5.075	5.224	5.330	5.305
14	Max deck inclination deg	1.9719	5.2879	10.0618	15.0148	20.0047	25.0027	30.0019	35.0012	40.0006	45.0002	50.0000	55.0000	60.0002	65.0005	70.0007	75.0009	80.0009	85.0006	90.0000
15	Trim angle (+ve by stern) deg	1.9719	1.7296	1.1366	0.6988	0.4702	0.4178	0.4047	0.3747	0.3173	0.2354	0.1046	-0.0878	-0.3844	-0.8174	-1.4203	-2.3758	-4.2919	-10.055	-1.#IND

Righting Lever (GZ)



LAMPIRAN B :
ANALISA EKONOMIS

BUILDING COST

No.	Nama Barang	Berat	unit	Harga satuan	Kebutuhan	unit	Total Harga	
Lambung								
1	Serat Fiber (CSM)	0.3	kg	Rp8,139.6	1271.151	kg	Rp34,488,868.9	kg
2	Resin Bening 108	1	kg	Rp45,000.0	3177.8775	kg	Rp143,004,487.5	kg
Geladak								
4	Serat Fiber	0.3	kg	Rp8,139.6	297.36	kg	Rp8,067,971.5	kg
5	Resin Bening 108	1	kg	Rp45,000.0	743.4	kg	Rp33,453,000.0	kg
Bangunan atas								
7	Serat Fiber	0.3	kg	Rp8,139.6	190.68	kg	Rp5,173,529.8	kg
8	Resin Bening 108	1	kg	Rp45,000.0	476.7	kg	Rp21,451,500.0	kg
Konstruksi lainnya								
10	Serat Fiber	0.3	kg	Rp8,139.6	114.4794	kg	Rp3,106,055.1	kg
11	Resin Bening 108	1	kg	Rp45,000.0	286.1985	kg	Rp12,878,932.5	kg
12	Cetakan triplek kapal fiber 9 mm (122 x 244 m2)	297.68	lembar	Rp101,000.0	1873.6704		Rp635,718.6	
Perlengkapan		Jumlah	satuan					
13	Kursi penumpang	14	orang	Rp1,356,600.0			Rp18,992,400.0	
14	Kursi Crew Kapal	2	orang	Rp1,356,600.0			Rp2,713,200.0	
15	Glass Tube Akrilik	28.678	m2	Rp569,772.0			Rp16,339,921.4	
16	Bottle Jack hidrolik kapasitas 2 ton	2	buah	Rp150,000.0			Rp300,000.0	
17	Pagar	4.847232	m2	Rp753,727.0			Rp3,653,489.4	
18	Jendela	11.2	m2	Rp1,356.6			Rp15,193.9	
20	Pintu	1	buah				Rp339,150.0	

21	WC	1	buah				Rp1,356,600.0
22	Jangkar	2	buah	1356600			Rp2,713,200.0
23	Life Jacket	16	buah	221030.838			Rp3,536,493.4
	Peralatan Navigasi dan komunikasi						
24	Radar	1	buah				Rp35,271,600.0
25	Kompas	1	buah				Rp813,960.0
26	GPS	1	buah				Rp11,531,100.0
	Lampu Navigasi						
27	- Masthead Light	1	buah				Rp132,268.5
28	- Anchor Light	1	buah				Rp120,737.4
29	- Starboard Light	1	buah				Rp162,792.0
30	- Portside Light	1	buah				Rp162,792.0
32	Telescope Binocular						Rp813,960.0
33	Radiotelephone	1	buah				Rp2,333,352.0
34	Digital Selective Calling (DSC)	1	buah				Rp2,523,276.0
35	EPIRB	1	buah				Rp1,492,260.0
36	Prortable 2-way VHF Radiotelephone	1	buah				Rp6,348,888.0
	Mesin dan genset						
37	Komponen kelistrikan						Rp2,713,200.0
38	Mesin outboard	2	buah	31500000			Rp63,000,000.0
39	Genset	2	buah	6389586			Rp12,779,172.0

TOTAL

Rp452,419,070.0

No.	Rekap Biaya Pembangunan Awal	Nilai
1	Biaya Konstruksi	Rp262,260,063.9
2	Mesin Dan Genset	Rp78,492,372.0
3	Peralatan dan Perlengkapan	Rp111,666,634.1
	Total Biaya	Rp452,419,070.0

Umur pakai kapal

15 thn

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

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

No	Item	Value
1	Keuntungan Galangan	
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>	
	Keuntungan Galangan	Rp 22,620,953.50
2	Biaya Untuk Inflasi	
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>	
	Biaya Inflasi	Rp 9,048,381.40
3	Biaya Pajak Pemerintah	
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>	
4	Biaya Pajak Pemerintah	Rp 45,241,907.0
5	Biaya tenaga kerja	Rp113,104,767.49
6	Biaya Pembangunan Awal	Rp452,419,069.97
7	Biaya Desain	Rp90,483,813.99

Total Biaya Pembangunan Kapal

Rp732,918,893.35

Building Cost

= Biaya Pembangunan + Profit Galangan + Biaya Inflasi + Biaya Pajak Pemerintah + biaya tenaga kerja + biaya desain

= 732,918,893.35

Operasional Cost

Bank Mandiri

Cash Loan

Kredit Investasi

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

Ketentuan :

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

Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % *)

Berdasarkan informasi di atas, biaya pembangunan maksimum yang dapat ditanggung bank adalah 65% dengan bunga 13.5%. Dalam Hal ini pinjaman tersebut akan dilunasi dalam waktu 4 tahun. Berikut ini adalah penjabaran untuk jumlah pinjaman dan cicilan yang harus dibayarkan ;

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	732,918,893	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	476,397,281	Rp
Bunga Bank	11.0%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	52,403,701	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman per tahun	100,043,428.94	Rp

2. Biaya Asuransi Kapal

Biaya asuransi kapal yang dibayarkan setiap tahun adalah diasumsikan 20% dari total biaya produksi. Maka ;

Biaya =	2% x Biaya Produksi
= Rp	14,658,378

3. Biaya Perawatan Kapal

Anggaran biaya perawatan kapal yang dikeluarkan setiap tahun adalah diasumsikan 10% dari total biaya produksi. Maka ;

Biaya =	10% x Biaya Produksi
= Rp	73,291,889

4. Biaya Gaji Kru Kapal

Kru kapal yang mengoperasikan kapal ini berjumlah 2 orang dengan gaji yang diberikan untuk setiap kru adalah 2500000 pada setiap bulannya. Maka biaya yang dikeluarkan setiap tahunnya ;

Biaya =	Jumlah Kru x Gaji x 12 bulan
= Rp	60,000,000

5. Biaya Bahan Bakar

a. Biaya Bahan Bakar Mesin Utama (setiap tahun)

No	Keterangan		Nilai Uang (Rp)
1	Harga Bahan Bakar	=	10000
2	Waktu Kapal Beroperasi dalam 1 hari (jam)	=	1.58
3	Kebutuhan Bahan Bakar (liter/jam)	=	24.00
4	Kebutuhan Bahan Bakar Total (liter)	=	37.99
Maka ;			
5	Harga Bahan Bakar / Hari	=	379920
6	Harga Bahan Bakar / Bulan	=	5698800
7	Harga Bahan Bakar / Tahun	=	68385600

b. Biaya Bahan Bakar Genset (setiap tahun)

No	Keterangan		Nilai Uang (Rp)
1	Harga Bahan Bakar	=	8000
2	Waktu Kapal Beroperasi dalam 1 hari (jam)	=	1.58
3	Kebutuhan Bahan Bakar (liter/jam)	=	10.40
4	Kebutuhan Bahan Bakar Total (liter)	=	16.46

Maka ;			
5	Harga Bahan Bakar / Hari	=	131705.6

6	Harga Bahan Bakar / Bulan	=	1975584
7	Harga Bahan Bakar / Tahun	=	23707008

c. Biaya air tawar

No	Keterangan		Nilai Uang (Rp)
1	Harga Air Tawar	=	5000
2	Waktu Kapal Beroperasi dalam 1 hari (jam)	=	4.20
3	Kebutuhan Bahan Bakar (liter/jam)	=	0.1102926
4	Kebutuhan Bahan Bakar Total (liter)	=	0.4632289
Maka ;			
5	Harga Bahan Bakar / Hari	=	2316.1446
6	Harga Bahan Bakar / Bulan	=	34742
7	Harga Bahan Bakar / Tahun	=	416906

Sehingga biaya total untuk kebutuhan bahan bakar dan air tawar adalah ;

Biaya =	Biaya untuk mesin utama + Biaya untuk genset + biaya air tawar
	= 92509514

Rekapitulasi Biaya Operasional Setiap Tahun			
1	Biaya Cicilan Bank	=	100,043,429
	Biaya Depresiasi	=	48,861,260
2	Biaya Asuransi	=	14,658,378
3	Biaya Perawatan	=	73,291,889
4	Biaya pekerja objek wisata	=	30,000,000

5	Biaya Gaji Kru	=	60,000,000
6	Biaya Bahan Bakar dan air tawar	=	92,509,514
7	Biaya Pajak (10%)	=	73,291,889
Maka Biaya Total yang Dikeluarkan;			
	Rp.	=	492,656,359

Perhitungan Kelayakan Investasi

#

Dalam perhitungan kelayakan investasi ini, akan dihitung *nilai Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)* dan *Break Event Point (BEP)*. Berikut adalah penjelasan singkat terkait ;

1. NPV adalah arus kas yang diperkirakan pada masa mendatang dan didiskonkan pada saat ini dengan *social oppurtunity cost of capital* sebagai diskon faktor. Jika nilai NPV > 0, maka investasi tersebut layak untuk dilakukan.
2. BEP adalah titik dimana besarnya pengeluaran sama dengan pendapatan, atau disebut sebagai titik balik modal.

1. Perencanaan Jumlah Trip dan Harga Tiket Trip

a. Perencanaan Trip

Berdasarkan data pengunjung wisatawan yang berkunjung ke Pulau Tabuhan dan Menjangan

No	Bulan	Jumlah Hari	Jumlah Trip	Jumlah Trip / Bulan
1	Januari	31	1	15
2	Februari	28	1	12

3	Maret	31	1	12
4	April	30	1	12
5	Mei	31	1	12
6	Juni	30	1	15
7	Juli	31	1	15
8	Agustus	31	1	15
9	September	30	1	15
10	Oktober	31	1	15
11	November	30	1	15
12	Desember	31	1	15
TOTAL TRIP				168

b. Harga Tiket Trip

Berdasarkan tarif tiket wisata yang sudah berlaku di objek wisata Bangsring dengan berbagai macam paket wisata yang ditawarkan. Utamanya untuk wisata ke pulau Menjangan dan Tabuhan, kisaran harga tiket mulai dari Rp. 130.000 - Rp. 600.000 . Karena memperhatikan biaya pembangunan dan biaya operasional, tarif Rp. 310.000 per orang.

No	Jenis Biaya	Nilai uang (Rp)	Keterangan
1	Biaya Produksi	Biaya Pembangunan Awal	-
2	Biaya Operasional	492,656,359.06	(1 Tahun)
		2,932,478	(1 Hari)
3	Harga Tiket	310,000.00	1 trip
4	Jumlah Penumpang	14	Orang
5	Pendapatan (poin 3 x 4)	4,340,000.00	(1 Hari)
		729,120,000.00	(1 Tahun)
6	Keuntungan bersih	236,463,641	1 tahun

Item

Biaya Tetap	Tahun	0	1	2	3	4
Biaya Cicilan Bank	Jt-Rp/tahun		100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94
Depresiasi	Jt-Rp/tahun		48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56
Biaya Asuransi	Jt-Rp/tahun		14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378
Biaya Perawatan	Jt-Rp/tahun		73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
Biaya pekerja objek wisata	Jt-Rp/tahun		30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000
Biaya Gaji Kru Kapal	Jt-Rp/tahun		60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000
Biaya Pajak (10%)	Jt-Rp/tahun		73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
Biaya Variabel						
Biaya Bahan Bakar dan air tawar	Jt-Rp/tahun		92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
Sub Total Biaya Tetap	Jt-Rp/tahun		400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04
Sub Total Biaya Variabel	Jt-Rp/tahun		92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
Total Biaya			492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359

Target pendapatan

Item	Tahun	0	1	2	3	4
Per Round Trip	Jt-Rp/tahun		729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000

Arus Kas	Tahun	0	1	2	3	4
Cash Inflow	Jt-Rp/tahun	Rp (732,918,893.35)	236,463,641	236,463,641	236,463,641	236,463,641
PV			213,030,307	191,919,196	172,900,176	155,765,925
Cumulative	Jt-Rp/tahun	Rp (732,918,893.35)	Rp (519,888,586.20)	Rp (327,969,390.57)	Rp (155,069,214.32)	Rp 696,710.22
BEP			-	-	-	BEP

5	6	7	8	9	10
100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94	100,043,428.94
48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56	48,861,259.56
14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378	14,658,378
73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000
60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000
73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889	73,291,889
92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04	400,146,845.04
92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514	92,509,514
492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359	492,656,359

5	6	7	8	9	10
729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000	729,120,000

Investment Criteria	Ket	Value	Criteria	Min
NPV	Jt-Rp	Rp 230,528,599.25	OK	0
IRR	%	15.28%	OK	11.0%
BEP		4	OK	1

Rekapan Perhitungan

Persyaratan

Rute Operasi	:	Pantai Bangsring - P. Menjangan - P. Tabuhan
Radius Pelayaran	:	14.370 nautikal mil
Kecepatan Operasi	:	10 knot
Jumlah Penumpang	:	17 orang

Ukuran Utama dan Koefisien

Displasemen	:	6.400 ton
Panjang Kapal	:	11.300 meter
Tinggi Kapal	:	1.850 meter
Sarat Kapal	:	0.600 meter
Lebar Kapal	:	6.000 meter
Lebar <i>demihull</i>	:	1.200 meter
Koefisien Blok	:	0.397
Koefisien <i>Midship</i>	:	0.274
Koefisien Prismatik	:	0.580
Koefisien Bidang Garis Air	:	0.286
ρ	:	1.025 kg / m ³

Hambatan dan Daya

Hambatan total	:	3.49 kN
BHP	:	37.932 kW
Daya Mesin	:	37.932 kW
Daya Genset	:	9.483 kW

Berat dan Titik Berat

<i>Light Weight</i>		
Berat Permesinan	:	0.000 ton
Berat Konstruksi	:	0.990 ton
Berat Perlengkapan	:	0 ton
Total <i>Light Weight</i>	:	0.990 ton

<i>Dead Weight</i>		
Berat Penumpang dan Barang Bawaan	:	1.120 ton
Berat Kru dan Barang Bawaan	:	0.08 ton
Berat Bahan Bakar	:	0.048 ton
Berat Air Tawar	:	0.454 ton
Total <i>Dead Weight</i>	:	1.702 ton
Total Berat	:	2.692 ton

Koreksi Displasemen

Displasemen	:	6.400	ton
Selisih maksimal yang diijinkan	:	0.640	ton
Berat LWT dan DWT	:	6.188	ton
Status	:	<i>Accepted</i>	

Titik Berat

LCG	:	-0.441	meter dari Midship
VCG	:	1.684	meter dari <i>Baseline</i>

Freeboard

Freeboard Minimum	:	0.312	meter
Freeboard Aktual	:	1.250	meter

Trim

Kondisi Trim : Trim Haluan

Stabilitas

memenuhi

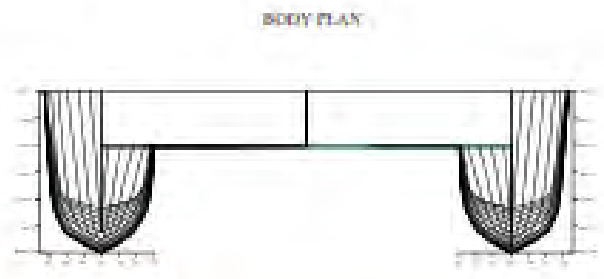
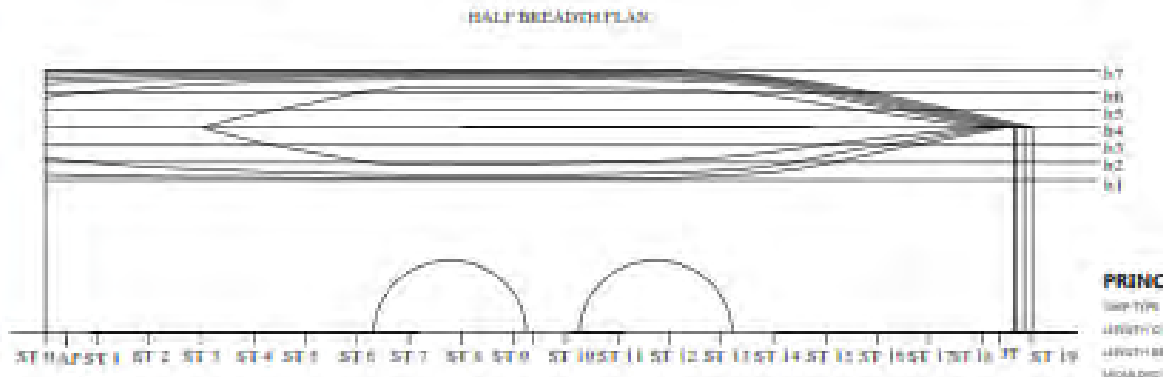
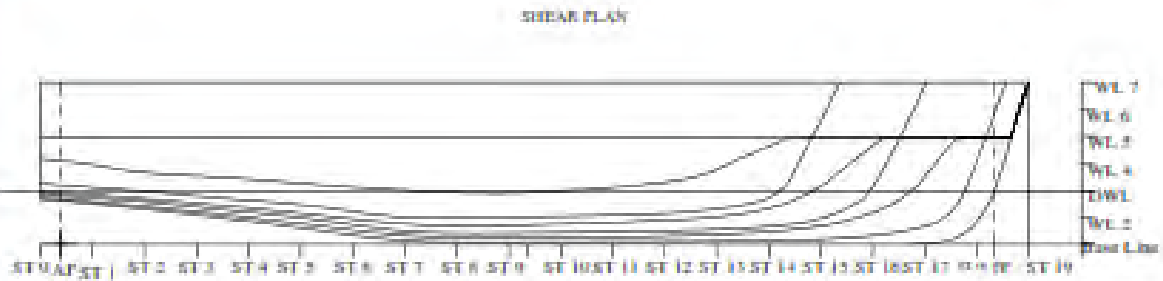
Building Cost

Biaya Produksi	:	732,918,893	Rp
Biaya Operasional	:	492,656,359.06	Rp

Kelayakan Investasi

Suku Bunga	:	11.0%	
<i>Net Present Value</i> (NPV)	:	230,528,599	Rp
IRR	:	15.28%	
<i>Break Event Point</i> (BEP)	:	4.0	tahun

LAMPIRAN C:
DESAIN KAPAL WISATA KATAMARAN




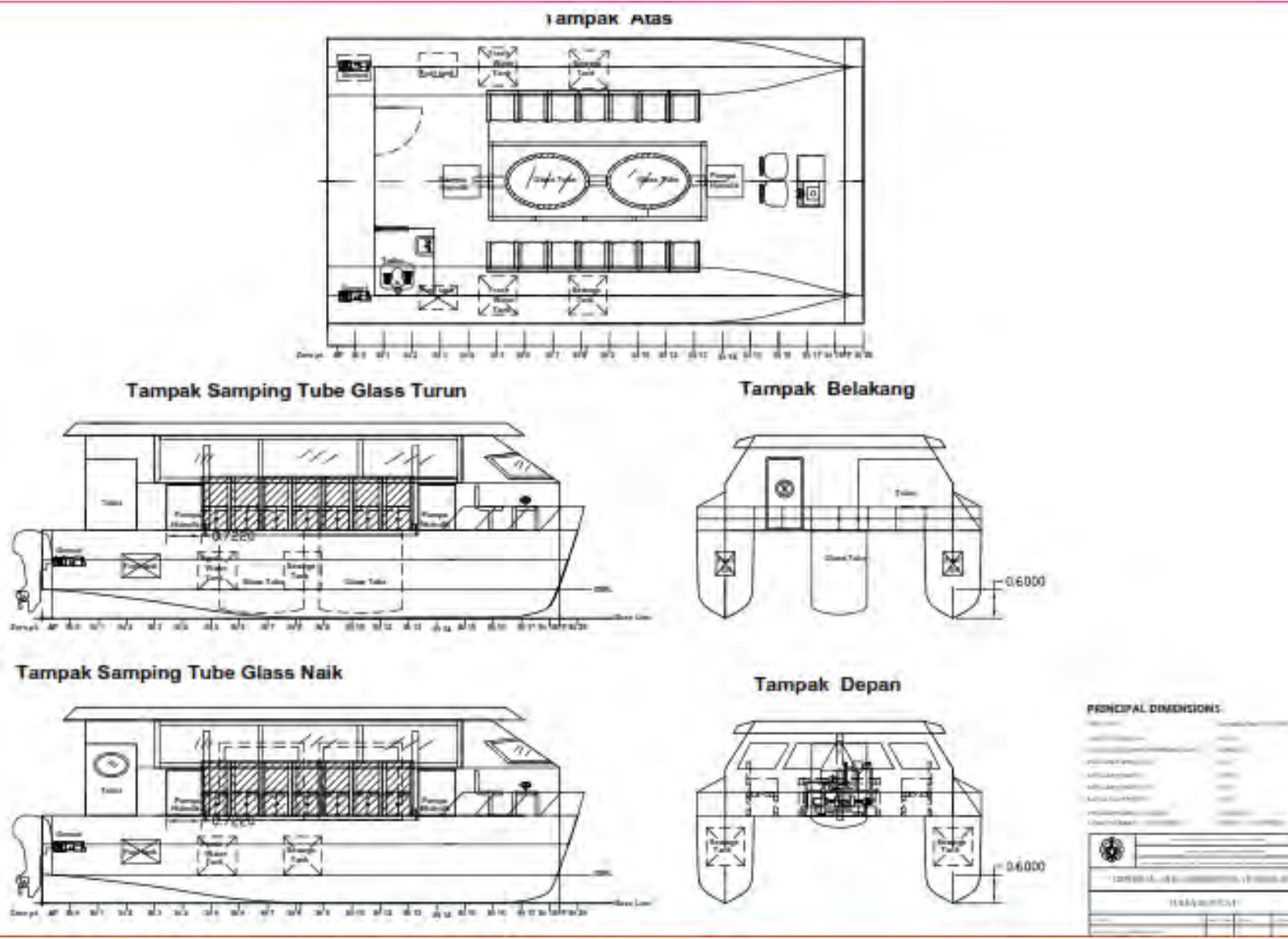
WL 7
 WL 6
 WL 5
 WL 4
 CWL
 WL 3
 Base Line

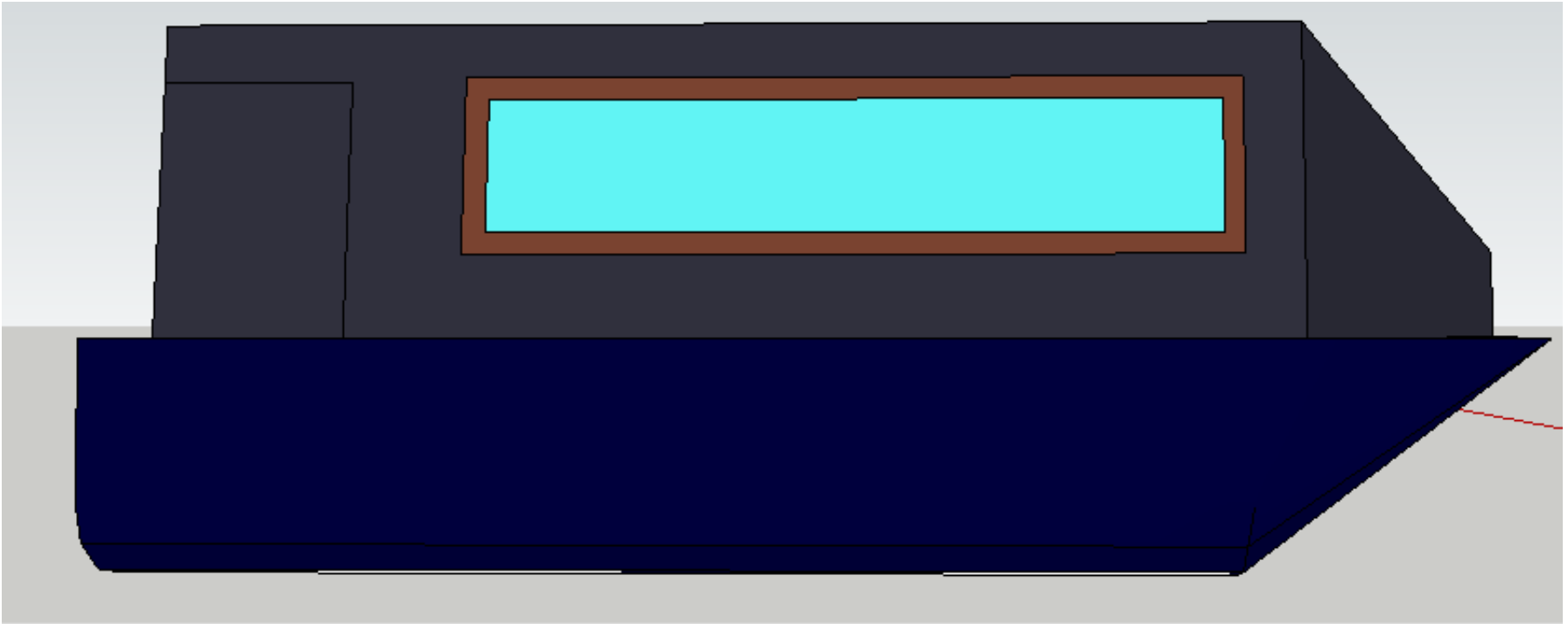
b7
 b6
 b5
 b4
 b3
 b2
 b1

PRINCIPAL DIMENSIONS

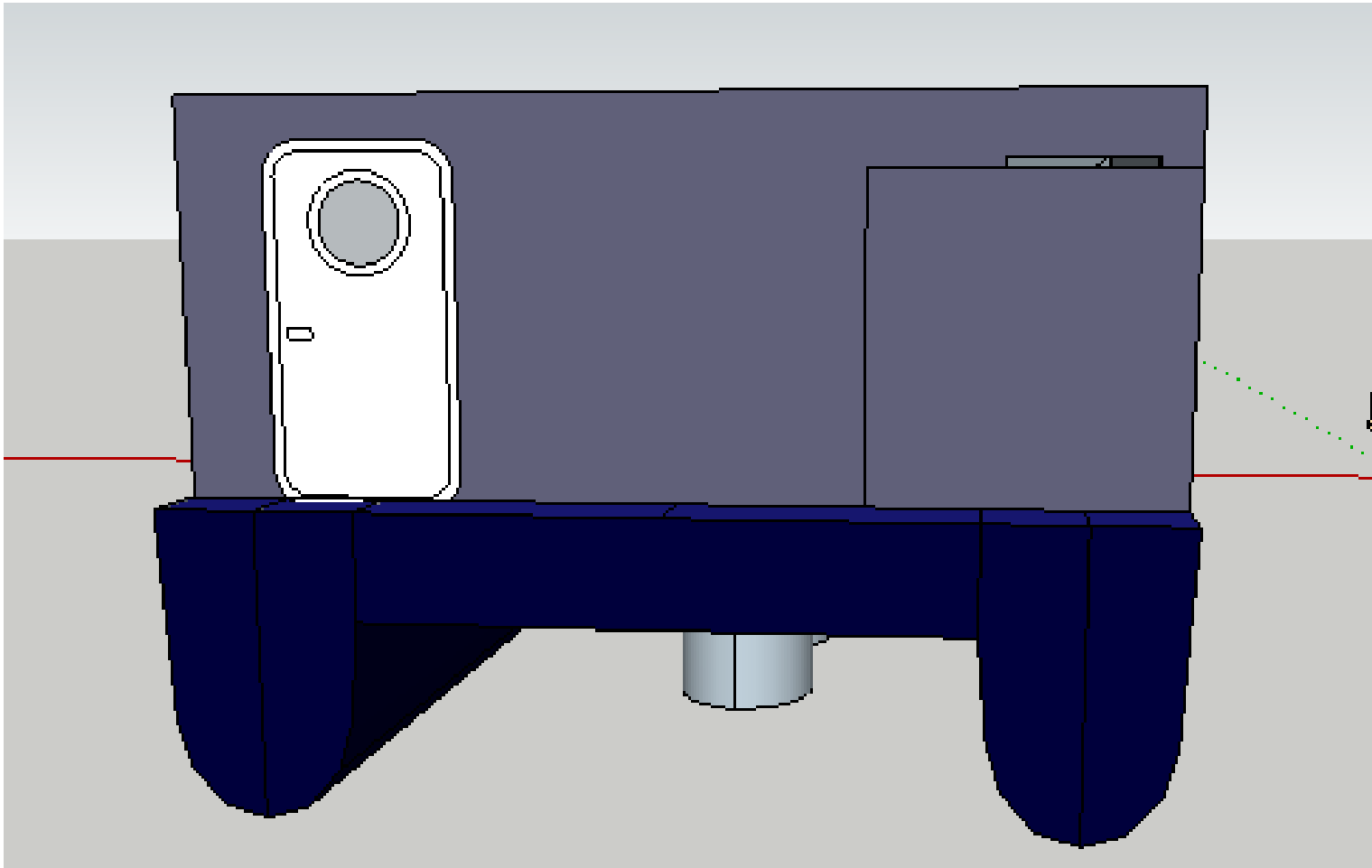
TYPE TYPE	CATAMARAN (TWIN HULL)
DEPTH OVER ALL	34.1m
DEPTH BETWEEN HULLS/DECK	40.00m
HULL/DCK BREADTH	5m
HULL/DCK DEPTH	1.80m
HULL/DCK DRAUGHT	0.60m
HULL/DCK FREIGHT	5.00
DECK/DCK BREADTH SPAN	40.00m
CHINA NUMBER / PAA DEVIATA	2 (0000) / 14 PERIOD

 PT. PERTAMINA GAS PT. PERTAMINA GAS PT. PERTAMINA GAS PT. PERTAMINA GAS PT. PERTAMINA GAS	
LINIS PLAN KATAMARAN	
JULIA SUN CAT	
SCALE:	1:1000
DESIGN BY:	Julia Sun Cat
DATE:	2023/07/07

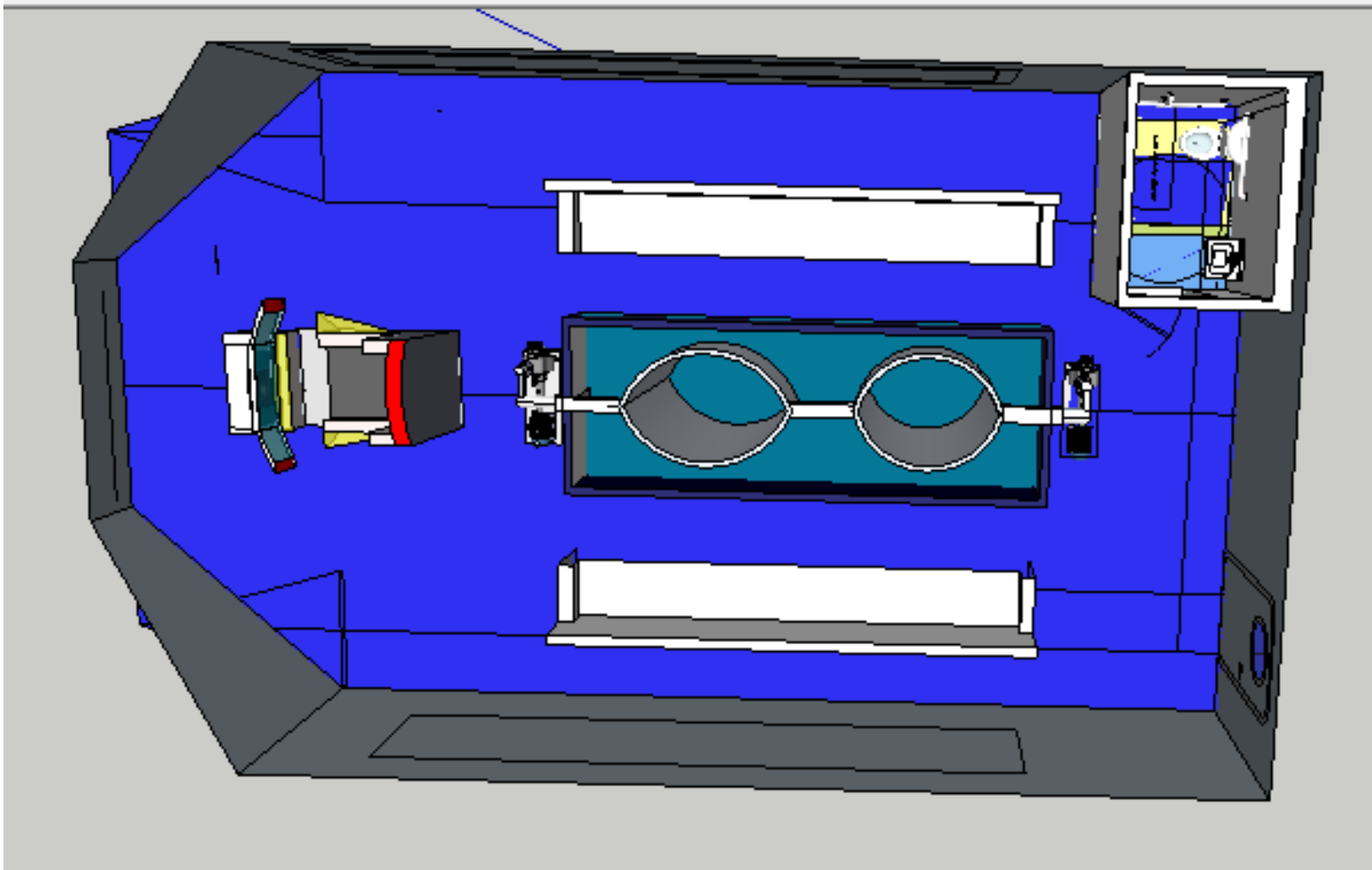




Gambar 1 Model 3D Kapal Katamaran Tampak Samping



Gambar 3 Model 3D Kapal Katamaran Tampak Depan



Gambar 4 Model 3D Kapal Katamaran Tampak Depan

BIODATA PENULIS



KHUSNUL KHOTIMAH. Penulis dilahirkan di Lumajang, pada tanggal 3 Agustus 1993 dan merupakan anak ke 5 dari 6 bersaudara. Putri pasangan Bapak Hasan dan Maryati ini menempuh pendidikan mulai dari sekolah Madrasah Ibtidaiyah AL –GHOZALI pada tahun 2000-2006, SMP N 2 LUMAJANG pada tahun 2006-2009, dan SMA N 1 LUMAJANG pada tahun 2009-2012. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan studinya ke tahap sarjana dan diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK, ITS Surabaya melalui jalur undangan Bidik Misi. Di Jurusan Teknik Perkapalan, penulis mengambil program studi Rekayasa Perkapalan yang menitik beratkan pada bidang keahlian proses desain kapal.

Selama empat tahun masa studi, penulis mengembangkan diri dengan cara terlibat dalam beberapa kegiatan kampus seperti pelatihan ESQ CHARACTER BUILDING, pelatihan PRA-TD, LKMM-TD, pelatihan Auto CAD, pelatihan MAXSURF, pelatihan *Hydrostar and Ariane*, mengikuti beberapa seminar nasional seperti Dialog Interaktif pada SAMPAN 8 ITS, seminar *Entrepreneur*, dan seminar Internasional seperti seminar *Introduction HYDROSTAR AND ARIANE*, *2nd Seminar on Advanced Welding and Joining Technology in Conjunction with 24th Asian Welding Federation Meeting*, menjadi anggota remaja Muslim di jurusan, anggota kepanitiaan acara tahunan SAMPAN untuk dua periode tahun 2013 dan 2014. Selain, kegiatan dalam jurusan, penulis juga aktif di kegiatan luar kampus, seperti mengikuti UKM sub kegiatan : Unit Kegiatan Tari dan Karawitan (UKTK) dan SIKLUS (Pecinta Lingkungan Hidup).

Email : khusnulputrihasan07@gmail.com

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari hasil survey untuk mendapatkan *Owner Requirement* kapal wisata katamaran yang dan analisa regresi untuk menentukan ukuran utama awal kapal sampai pada perhtiungan teknis dan ekonomis, berikut kesimpulan yang diperoleh :

1. Desain kapal wisata katamaran fiber dengan adanya fasilitas pendukung *glass tube* untuk melihat taman bawah laut dari atas kapal yang bisa dinaikkan dan diturunkan
2. Ukuran utama kapal :

Loa	=	11.3	m
Lwl	=	10.919	m
B	=	6	m
B ₁	=	1.2	m
H	=	1.85	m
T	=	0,6	m
S	=	3.6	m
3. Rencana garis dalam hal ini menggunakan bentuk lambung simetris
4. Rencana umum dari kapal wisata terdiri dari beberapa peralatan dan perlengkapan diataranya :
 - Kursi penumpang : 14 orang
 - Meja dan kursi nahkoda kapal
 - Kaca akrilik untuk *glass tube*
 - Jendela kaca akrilik : 9 buah
 - Satu buah pintu masuk
 - Satu buah toilet
 - Pompa Hidrolik kapasitas : 0.5 ton
 - Tangki air tawar kapasitas : 0.216 m³
 - Tangki bahan bakar kapasitas : 0.125 m³
 - Dua mesin Outboard daya @ 25 HP
 - Dua mesin genset daya @ 6.4 HP
 - Satu buah Jangkar
 - *Life jacket* 16 buah
 - Tempat penyimpanan barang penumpang

- Lampu navigasi
 - Alat komunikasi
5. Hasil perhitungan Teknis :
- a. Hambatan kapal sebesar 3.49 kN, BHP sebesar 51.57 HP
 - b. Kondisi stabilitas setiap muatan memenuhi persyaratan kriteria *Intact Stability (IS) High Speef Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Ch. 3*
 - c. Trim kapal memenuhi persyaratan kriteria dengan nilai trim -0.326 m
 - d. Perhitungan *freeboard* memenuhi aturan *Non-Convention Vessel Standard Indonesia Flagged Chapter VI* dengannilai *freeboard* 1.25 m.
 - e. Berat total kapal (LWT+DWT) = 6.188 ton
6. Berdasarkan analisa ekonomi dan kelayakan investasi, pembangunan kapal wisata katamaran ini dapat dilakukan. Berikut hasil analisa ekonomi dan kelayakan invesatasi :
- Biaya Pembangunan Kapal = Rp. 732,918,893.35
 - Biaya Operasional = Rp. 492,656,359
 - Nilai NPV = Rp. 230,528,599.25
 - IRR = 15.28 %
 - BEP = 4 tahun
 - Harga Tiket = Rp. 310,000

VI.2. Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyak perhitungan yang belum dilakukan, maka untuk menyempurnakan Tugas Akhir desain kapal wisata untuk Rute Bangsring – Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan ini terdapat beberapa saran, antara lain sebagai berikut :

1. Perhitungan berat konstruksi agar dilakukan dengan lebih terperinci agar hasil yang didapatkan lebih akurat dan mendekati keadaan yang sebenarnya.
2. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal.
3. Perlu dilakukan perhitungan mengenai kekuatan struktur dari kapal katamaran dengan adanya lubang di tengah geladaknya.
4. Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya tenaga kerja dan material yang digunakan dan waktu yang di butuhkan untuk menyelesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, Wisnu. "Desain Kapa Wisata l Katamaran untuk Kepulauan Karimun Jawa ." *POMITS*, 2015: 1.
- Arief, Ikhwan. 2016. Data Pengunjung Wisata Bangsring. Kantor Objek wisata Bangsring. Banyuwangi
- Atmojo, Dinar Tri. April 12, 2013. <http://www.freemagz.com/spot/travel-note-menikmati-keindahan-bawah-laut-pulau-menjangan-4377> (accessed April 16, 2016).
- Banyuwangitourism*. 2016. <http://banyuwangitourism.com/news/banyuwangi-jadi-sorotan-international.html> (accessed Februari Senin, 2016).
- Department of Naval Architecture and Shipbuilding Engineering ITS. *Ship Resistance and Propulsion*. Jakarta: ITS, 2009.
- Dubrovsky, V., and A. Lyaakhovitsky. *MULTI-HULL SHIPS*. United States of America: Backbone Publishing Company, 2001.
- Fyson, J. *Design of Small Fishing Vessels*. England: Fishing News Book, 1985.
- Geraldine, I.N. Pujawan & L.H. "Supply Chain Risk Management ." In *House of risk : a model for Proactive Supply Chain Risk Management*, 953-967. 2009
- Halme, Terho. "How to Dimension a Sailing Catamaran." 5 11, 2008: 3.
- Ihrami, Yulizar. *Keindahan Daratan dan Bawah Laut Pulau Menjangan Taman Nasional Bali Barat*. 2016. <http://nyegaragung.net/keindahan-daratan-dan-bawah-laut-pulau-menjangan-taman-nasional-bali-barat/> (accessed April 14, 2016).
- Intact Stability (IS) Code - Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18). (n.d.).
- Kohdrata, Naniek. "Analisis Regresi Sederhana." *Website Resmi Fakultas Pendidikan Universitas Udayana*. Mei 21, 2012. <http://www.fp.unud.ac.id> (accessed Juni 7, 2015).
- Krisnan, Nino. *Penggunaan Konstruksi Fiberglass (dan FRP) di Kapal Boat*. 10 30, 2011. <http://boatindonesia.com/2011/10/penggunaan-konstruksi-fiberglass-dan-frp-di-kapal-boat/> (accessed 06 27, 2016).
- Kusbiantoro, Didik. *Antarjatim*. Mei 27, 2014. <http://www.antarajatim.com/lihat/berita/133799/destinasi-wisata-baru-the-sunrise-of-java> (accessed Februari 14, 2016).

- Lewis, Edward V. 1988. *Principle of Naval Architecture Second Revision Vol : II Resistance, Propulsion and Vibration*. The Society of Naval Architects and Marine Engineers 601 Pavonia Avenue jersey City, NJ
- Losaries, Imam. April Minggu, 2013. <http://software-comput.blogspot.co.id/2013/04/makalah-kliping-sistem-pompa-hidrolik.html> (accessed April Rabu, 2016).
- Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1988.
- Molland, M., and A. F. Insel. "An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans." *RINA*, 1992.
- Nasrullah, Fiqhy Dian. *Perancangan Kapal Katamaran Sebagai Sarana Wisata Di Kabupaten Raja Ampat* . Surabaya: 2013, 2013.
- Nurchayadi, M. *Tekno Ekonomi Pembuatan Perahu Fiberglass di Desa Cikahuripan, Kec. Cisolok Sukabumi*. Skripsi, Bogor: Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, 2010.
- Nurhadi, Rusman. 2016. *Sistem Hidrolik*. *System Mutu Engineering Department NCVS Indonesia*. Jakarta: Kementrian Perhubungan, RI, 2009.
- Parsons, Michael G. *Parametric Design*. Cambridge: SNAME, 1999.
- Pasaribu, BP. *Pengembangan Kapal Ikan di Indonesia dalam rangka Implementasi Wawasan Nusantara*. Prosiding Seminar, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 1985.
- Pradana, W. Sindu. *Bangsring Underwater*. maret 10, 2015. http://www.kompasiana.com/dana83/bangsring-underwater_552a642bf17e610406d623f5 (accessed April Senin, 11).
- Pramoko, Arifin. G. *Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat di Perairan Teluk Jakarta*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2013.
- Prapasto. *Tutor Fiberglass*. 2 19, 2014. <https://prasantu.wordpress.com/2014/02/19/tutor-fiberglass/> (accessed 6 21, 2016).
- " *Principle of Naval architecture Vol I-Stability and Strength*, 1988: 16.
- Pujawan, I.N. *Ekonomi Teknik*. Guna Widya, 2009.
- Romadhana, F. (2016). *Analisis Teknis Dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (Lct) Menjadi Kapal Motor Penyebrangan (Kmp) Tipe Ro-Ro Untuk Rute Ketapang (Kabupaten Banyuwangi) - Gilimanuk (Kabupaten Jembrana)*. Surabaya.
- "Rules Regulations for the Classification of Special Service Craft." In *Part 8 Hull Construction in Composite*, 562-611. Lyod's Register, 2016.

- Santosa, I.G.M (1999). *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sahoo, Prasanta K., Marcos Salas, and Adam Schwezt. "Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I." *Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I*, 1997: 14.
- Shuttleworth, John. *Multihull Design Considerations for Seaworthiness*. 1985. Paper page : 7
- Siswa, Maha. *Koefisien Bentuk Kapal (Form Coefficient)*. 6 2015.
<http://ruangmegah.blogspot.co.id/2015/06/koefisien-bentuk-kapal-form-coefficient.html> (accessed 6 15, 2016).
- Suudi, Padli. *Macam dan Jenis Kapal*. 8 2013. <http://materi-perkapalan.blogspot.co.id/2013/08/macam-dan-jenis-kapal.html> (accessed 7 1, 2016).
- Taggart, Robert. *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1980.
- V.Dubrovsky, A Lyakhovitsky. "Multi hull ships." United State of America: Backbone Publishing Company, 2001.
- Watson. *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier, 1998.
- Watson, D. G. M., and A. W. Gilfillan. *Parametric Design*. Oxford: Transaction RINA, 1977.
- Winata, Dita. *Analisis Data Kuantitatif*. Desember 02, 2012.
<http://ditadewinta.blogspot.co.id/2013/12/analisis-data-kuantitatif.html> (accessed April 20, 2016).
- Widodo L. 1994. *Desain dan Konstruksi Kapal Fibre Reinforced Plastic (FRP) di PT. Prima Persada Perkasa [Laporan Praktek Lapang]*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Yulianto, E.S. *Desain Perahu Fiberglass Bantuan LPPM IPB di Desa Cikahuripan Kec. Cisolok Sukabumi*. Skripsi, Bogor: Departemen Pemanfaatan sumber daya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, 2010.

BIODATA PENULIS



KHUSNUL KHOTIMAH. Penulis dilahirkan di Lumajang, pada tanggal 3 Agustus 1993 dan merupakan anak ke 5 dari 6 bersaudara. Putri pasangan Bapak Hasan dan Maryati ini menempuh pendidikan mulai dari sekolah Madrasah Ibtidaiyah AL –GHOZALI pada tahun 2000-2006, SMP N 2 LUMAJANG pada tahun 2006-2009, dan SMA N 1 LUMAJANG pada tahun 2009-2012. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan studinya ke tahap sarjana dan diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK, ITS Surabaya melalui jalur undangan Bidik Misi. Di Jurusan Teknik Perkapalan, penulis mengambil program studi Rekayasa Perkapalan yang menitik beratkan pada bidang keahlian proses desain kapal.

Selama empat tahun masa studi, penulis mengembangkan diri dengan cara terlibat dalam beberapa kegiatan kampus seperti pelatihan ESQ CHARACTER BUILDING, pelatihan PRA-TD, LKMM-TD, pelatihan Auto CAD, pelatihan MAXSURF, pelatihan *Hydrostar and Ariane*, mengikuti beberapa seminar nasional seperti Dialog Interaktif pada SAMPAN 8 ITS, seminar *Entrepreneur*, dan seminar Internasional seperti seminar *Introduction HYDROSTAR AND ARIANE*, *2nd Seminar on Advanced Welding and Joining Technology in Conjunction with 24th Asian Welding Federation Meeting*, menjadi anggota remaja Muslim di jurusan, anggota kepanitiaan acara tahunan SAMPAN untuk dua periode tahun 2013 dan 2014. Selain, kegiatan dalam jurusan, penulis juga aktif di kegiatan luar kampus, seperti mengikuti UKM sub kegiatan : Unit Kegiatan Tari dan Karawitan (UKTK) dan SIKLUS (Pecinta Lingkungan Hidup).

Email : khusnulputrihasan07@gmail.com