



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN *REEF CRUISE* UNTUK WISATA BAHARI DI
PERAIRAN LAGOI, PULAU BINTAN**

**Wahyu Pristiawan Asdela
NRP 4113 100 017**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN *REEF CRUISE* UNTUK WISATA BAHARI DI
PERAIRAN LAGOI, PULAU BINTAN**

**Wahyu Pristiawan Asdela
NRP 4113 100 017**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

**DESIGN OF REEF CRUISE FOR MARINE TOURISM AT
BINTAN, LAGOI SEA**

**Wahyu Pristiawan Asdela
NRP 4113 100 017**

**Supervisor(s)
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *REEF CRUISE* UNTUK WISATA BAHARI DI PERAIRAN LAGOI, PULAU BINTAN

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

WAHYU PRISTIAWAN ASDELA
NRP 4113 100 017

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



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

Dosen Pembimbing I



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

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 14 JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN *REEF CRUISE* UNTUK WISATA BAHARI DI PERAIAN LAGOI, PULAU BINTAN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 6 Juli 2017

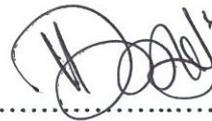
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

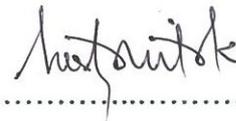
WAHYU PRISTIAWAN ASDELA
NRP 4113 100 017

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

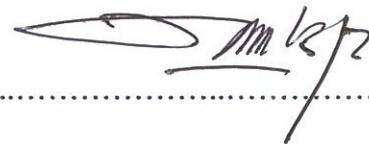
1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



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

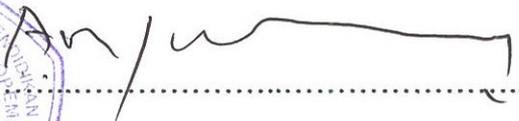


3. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



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



SURABAYA, 14 JULI 2017

*Dedicated for amazing parents,
Delferi and Asnidar,
For their endless love, support, and encouragement.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir yang berjudul “DESAIN *REEF CRUISE* UNTUK WISATA BAHARI DI PERAIRAN LAGOI, PULAU BINTAN” ini dapat diselesaikan dengan baik.

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

1. Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T. selaku dosen wali selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS;
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS
4. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
5. Keluarga penulis, Bapak Drs.H. Delferi dan Ibu Dra.Hj. Asnidar yang selalu memberikan do'a dan dukungan dalam segala hal kepada penulis.
6. Patria Rahmadhani, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, kasih sayang dan inspirasi kepada penulis selama menjalani hidup.
7. Keluarga Besar HIMATEKPAL FTK-ITS, yang telah memberikan arti lebih dari sekedar menuntut ilmu selama menjalani perkuliahan.
8. Saudara seperguruan P-53 (SUBMARINE), sebagai kawan seperjuangan.
9. Harry Budiman, Teguh Asandy, Reyza Kusuma, P. Rino Gema, Mhd. Bonar Yudha, Arie Julianto, Rudy Valentino, Kamel Adityas, dan Ridho Poetra, selaku sahabat penulis yang telah mengajarkan arti lebih dari sebuah persaudaraan
10. Epen (P-52), Dwiko (P-53), Indra (P-53), Titin (P-53), Farhan (P-53), Bimo (P-53), Syaghaf (P-52), Dana (P-52), Suto (P-52), Dedi (P-53), Mayang (P-53), selaku yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

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

Surabaya, 14 Juni 2017

Wahyu Pristiawan Asdela

DESAIN REEF CRUISE UNTUK WISATA BAHARI DI PERAIRAN LAGOI, PULAU BINTAN

Nama Mahasiswa : Wahyu Pristiawan Asdela
NRP : 4113100017
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Posisi Pulau Bintan yang terletak di perbatasan terluar Indonesia memberikan dampak positif bagi kemajuan pembangunan wilayahnya. Hubungan Bilateral antara Indonesia dan Singapura membuahkan sebuah persetujuan yang ditanda tangani antara kedua belah pihak untuk membangun kepulauan Bintan secara bersama-sama yang menguntungkan kedua negara dalam Zona Perdagangan Bebas. Bentuk pertama dari perjanjian ini adalah pembangunan Bintan Resort, destinasi wisata pantai seluas 23.000 hektar yang menghadap laut cina selatan di daerah utama wisata Pulau Bintan yaitu Lagoi. Tercatat lebih dari ratusan ribu mancanegara mengunjungi Lagoi tiap tahunnya dan terus meningkat. Untuk lebih menarik minat pengunjung maka diperlukan inovasi yang belum ada di Lagoi, yaitu *Reef Cruise*. Adalah wahana permainan yang berada di tengah laut antara Pulau Maoi dan Lagoi utara yang merupakan perairan tenang berbentuk *pontoon*. Ukuran utama yang didapat berdasarkan kapal yang nantinya membawa penumpang ke *Reef Cruise* ini. Dari serangkaian proses desain yang sudah dilakukan, maka didapatkan LOA = 40 m, B = 10 m, H = 1.15 m, T = 0.75 m dengan jumlah penumpang sebanyak 248 dan 20 crew. Setelah di dapatkan ukuran utama ini, dilanjutkan dengan pembuatan *Lines Plan*, *General Arrangement* dan desain 3D.

Kata kunci: *Reef Cruise*, Pulau Bintan, Lagoi, Pulau Maoi

DESIGN OF REEF CRUISE FOR MARINE TOURISM AT BINTAN, LAGOI SEA

Author : Wahyu Pristiawan Asdela
ID No. : 4113100017
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

The position of Bintan Island located on the outer border of Indonesia has a positive impact on the progress of the region's development. Bilateral relations between Indonesia and Singapore resulted in an agreement signed between the two sides to jointly build the Bintan archipelago that benefits the two countries in the Free Trade Zone. The first form of this agreement is the Bintan Resort development, a 23,000-hectare beach resort destination that overlooks the southern Chinese sea in Bintan main tourist area of Lagoi. Recorded more than hundreds of thousands of foreign tourists visit Lagoi each year and continue to increase. To further attract visitors then it takes innovation that does not exist in Lagoi, the Reef Cruise. Is a rides sport and game that is in the middle of the sea between Maoi Island and northern Lagoi which is a calm waters shaped pontoon. The main size obtained by ship that will bring passengers to this Reef Cruise. From a series of design processes, LOA = 40 m, B = 10 m, H = 1.15 m, T = 0.75 m with 248 passengers and 20 crew. Once in get this main size, followed by making Lines Plan, General Arrangement and 3D design.

Keywords: Reef Cruise, Bintan Island, Lagoi, Maoi Island.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
Bab I PENDAHULUAN	15
I.1. Latar Belakang Masalah.....	15
I.2. Perumusan Masalah.....	16
I.3. Tujuan.....	16
I.4. Batasan Masalah.....	17
I.5. Manfaat.....	17
I.6. Hipotesis.....	17
Bab II STUDI LITERATUR	19
II.1. Proses Desain	19
II.1.1. Proses Desain Kapal	19
II.1.2. Metode Perancangan Kapal	22
II.1.3. Kategori Memilih Ukuran Utama Kapal	24
II.1.4. Tinjauan Teknis Dalam Proses Perancangan.....	25
II.2. Perencanaan Keselamatan Kapal (<i>Safety Plan</i>)	28
II.2.1. <i>Living Saving Appliances</i>	28
II.2.2. <i>Fire Control Equipment</i>	31
II.3. Faktor Keekonomian Dalam Desain Kapal.....	33
II.3.1. Biaya Pembangunan	33
II.3.2. Biaya Operasional.....	33
II.3.3. Analisis Kelayakan Investasi.....	34
II.4. Pulau Bintang	35
II.5. Kapal Wisata	36
II.6. Pontoon.....	37
II.7. <i>Reef Cruise</i>	37
II.8. <i>Mooring System</i>	38
Bab III METODOLOGI	43
III.1. Diagram Alir	43
III.2. Proses Pengerjaan.....	44
III.2.1. Identifikasi Lapangan dan Perumusan Masalah	44
III.2.2. Pengumpulan Data	44
III.2.3. Studi Literatur	44
III.2.4. <i>Owner Requirment</i>	45
III.2.5. Ukuran Utama Kapal	45

III.2.6.	Perhitungan Teknis	45
III.2.7.	Desain Model	45
III.2.8.	Kesimpulan & Saran	46
Bab IV	ANALISIS TEKNIS	47
IV.1.	Analisis Jumlah Penumpang	47
IV.1.1.	Penumpang.....	47
IV.1.2.	<i>Crew</i>	49
IV.2.	Penentuan Ukuran Utama Kapal	49
IV.3.	Fasilitas <i>Reef Cruise</i>	52
IV.4.	Penentuan Lokasi	57
IV.5.	Penentuan Pola Operasi Kapal	57
IV.5.1.	Rute kapal	57
IV.5.2.	Waktu operasi kapal.....	58
IV.6.	Perhitungan Awal.....	59
IV.6.1.	Perhitungan <i>Coefficient</i>	59
IV.6.2.	Perhitungan <i>Displacement</i>	60
IV.7.	Kebutuhan Listrik.....	60
IV.7.1.	Penentuan Jumlah Titik Lampu Dalam Ruangan	60
IV.7.2.	Penentuan Generator Set.....	62
IV.8.	Perencanaan Tangki	63
IV.8.1.	<i>Fresh Water Tank</i>	64
IV.8.2.	<i>Slop Tank</i>	65
IV.8.3.	<i>Diesel Oil Tank</i>	65
IV.9.	Perhitungan Tebal Pelat	66
IV.10.	Perhitungan Berat Kapal	67
IV.10.1.	Perhitungan DWT	67
IV.10.2.	Perhitungan LWT	68
IV.10.3.	Koreksi <i>Displacement</i>	68
IV.11.	Perhitungan Trim Kapal	69
IV.12.	Perhitungan <i>Freeboard</i>	69
IV.13.	Perhitungan Stabilitas.....	70
IV.14.	Desain Rencana Garis	75
IV.15.	Desain Rencana Umum.....	76
IV.16.	Perencanaan Keselematan Kapal	77
IV.16.1.	<i>Life Saving Appliances</i>	77
IV.16.2.	<i>Fire Control Equipment</i>	82
IV.17.	Desain 3 Dimensi	84
IV.18.	<i>Mooring System</i>	86
Bab V	ANALISIS EKONOMIS.....	89
V.1.	Biaya Pembangunan Kapal (<i>Building Cost</i>).....	89
V.2.	Biaya Operasional Kapal (<i>Operational Cost</i>).....	90
V.3.	Analisis Kelayakan Investasi	91
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN	95
VI.1.	Kesimpulan.....	95
VI.2.	Saran.....	96
DAFTAR	PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A	HASIL ANALISIS TEKNIS	
LAMPIRAN B	<i>LINES PLAN</i>	

LAMPIRAN C *GENERAL ARRANGEMENT*
LAMPIRAN D *SAFETY PLAN*
LAMPIRAN E DESAIN 3 DIMENSI
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Spiral design</i>	20
Gambar II.2 Spesifikasi gambar <i>Lifebuoy</i>	29
Gambar II.3 Spesifikasi gambar <i>Lifejacket</i>	30
Gambar II.4 Spesifikasi gambar <i>Muster Station</i>	31
Gambar II.5 Pulau Bintan	35
Gambar II.6 Bali Hai <i>Luxury Catamaran II</i> (kiri) & Bali Hai <i>Reef Cruise</i> (kanan)	38
Gambar II.7 <i>Spread Mooring</i>	39
Gambar II.8 <i>External Turret</i>	40
Gambar II.9 <i>Internal Turret</i>	40
Gambar IV.1 Grafik Kunjungan Pulau Bintan tahun 2012-2015	47
Gambar IV.2 Rute Kapal dari Singapura ke Bintan	48
Gambar IV.3 MV Queen Star 6.....	50
Gambar IV.4 <i>Layout Awal Reef Cruise</i>	51
Gambar IV.5 Kegiatan <i>Snorkeling</i>	52
Gambar IV.6 Kegiatan <i>Aquanuts</i>	53
Gambar IV.7 <i>Semi-Submarine Rides</i>	53
Gambar IV.8 <i>Banana Boats</i>	54
Gambar IV.9 <i>25 m Water Slide</i>	54
Gambar IV.10 <i>Diving Board</i>	55
Gambar IV.11 <i>Parasailing</i>	55
Gambar IV.12 Kegiatan <i>Scuba Diving</i>	56
Gambar IV.13 <i>Bar</i>	56
Gambar IV.14 Pulau Maoi	57
Gambar IV.15 Rute Kapal MV Queen Star 6.....	58
Gambar IV.16 Generator Set	63
Gambar IV.17 Spesifikasi Generator Set	63
Gambar IV.18 Hasil Perencanaan tangki	71
Gambar IV.19 Perencanaan kondisi tangki penuh (100%)	72
Gambar IV.20 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi Muatan Penuh	73
Gambar IV.21 Grafik Stabilitas Kapal pada Kondisi <i>Loadcase Consumable</i> 100%	74
Gambar IV.22 Tampar Perspektif Desain Menggunakan <i>Maxsurf Modeler</i>	76
Gambar IV.23 Hasil Desain <i>Linesplan</i> dengan <i>AutoCAD</i>	83
Gambar IV.24 Hasil Desain <i>General Arrangement</i> dengan <i>AutoCAD</i>	84
Gambar IV.25 Desain Perencanaan Keselamatan pada Kapal	84
Gambar IV.26 Tampak Samping.....	85
Gambar IV.27 Tampak Depan.....	85
Gambar IV.28 Konfigurasi <i>Spread Mooring Line</i>	86
Gambar IV.29 <i>Taut Mooring System</i>	87
Gambar IV.30 <i>Helix Anchor</i>	88

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Data Kapal MV Queen Star 6	48
Tabel IV.2 Ukuran Utama Kapal.....	51
Tabel IV.3 Perbandingan Ukuran Utama	52
Tabel IV.4 <i>Timeline</i> Kegiatan Wisata	59
Tabel IV.5 Standar Pencahayaan Dalam Ruang	61
Tabel IV.6 Total Kebutuhan Listrik	62
Tabel IV.7 Kebutuhan Air Bersih untuk Fasilitas Umum	64
Tabel IV.8 Dimensi Tangki <i>Fresh Water</i>	65
Tabel IV.9 Dimensi Tangki <i>Slop</i>	65
Tabel IV.10 Dimensi Tangki Bahan Bakar	66
Tabel IV.11 Rekapitulasi Tebal Pelat.....	67
Tabel IV.12 Rekapitulasi Berat DWT Kapal.....	67
Tabel IV.13 Rekapitulasi Berat LWT Kapal	68
Tabel IV.14 Koreksi <i>Displacement</i>	68
Tabel IV.15 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi muatan <i>consumable</i> 100%	74
Tabel IV.16 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi muatan <i>consumable</i> 50%	74
Tabel IV.17 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi muatan <i>consumable</i> 0%	75
Tabel IV.18 Ketentuan Jumlah <i>Lifebuoy</i>	77
Tabel IV.19 Jumlah <i>Lifebuoy</i>	78
Tabel IV.20 Perencanaan jumlah dan peletakan <i>lifejacket</i>	80
Tabel IV.21 <i>Mooring Lines Properties</i>	87
Tabel V.1 Rekapitulasi Harga Kapal Tiap Komponen.....	89
Tabel V.2 Biasa Jasa Galangan, Inflasi dan PPn.....	89
Tabel V.3 Kredit Investasi kepada Bank Mandiri	90
Tabel V.4 Perhitungan biaya operasional kapal	90
Tabel V.5 Perhitungan pendapatan pertahun.....	92
Tabel V.6 Tabel NPV	92

DAFTAR SIMBOL

Loa	=	Length overall (m)
Lpp	=	Length perpendicular (m)
B	=	Lebar kapal (m)
H	=	Tinggi kapal (m)
T	=	Sarat kapal (m)
Δ	=	Displacement (ton)
∇	=	Volume displacement (m ³)
Cb	=	Koefisien blok
Cm	=	Koefisien midship
Cwp	=	Koefisien waterplan area
Cp	=	Koefisien prismatic
\emptyset	=	Total lumen lampu (flux)
LLF	=	Faktor cahaya rugi
CU	=	Faktor pemanfaatan
N	=	Jumlah titik lampu
E	=	Kuat penerangan (lux)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
D	=	<i>Depth</i> (m)
WFW	=	Berat air bersih (ton)
WST	=	Berat air limbah (ton)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Pulau Bintan merupakan pulau terbesar dalam gugusan Kepulauan Riau, yang beribukotakan Kota Tanjung Pinang. Posisi Pulau Bintan berada di Semenanjung Selatan Malaysia yang berbatasan langsung dengan negara tetangga seperti Singapura dan Malaysia, menjadikan Pulau Bintan memiliki posisi strategis dalam jalur pelayaran antar negara. Hal ini juga didukung dengan mudahnya akses menuju pulau ini. Berbeda dengan Pulau di sekitarnya yang lebih ditujukan untuk kepentingan komersil, Pulau Bintan lebih tersohor akan keindahan alamnya yang eksotis dan masih alami.

Seiring dengan berjalannya waktu, posisi Pulau Bintan yang terletak di perbatasan terluar Indonesia tersebut memberikan dampak positif bagi kemajuan pembangunan wilayahnya. Hubungan Bilateral antara Indonesia dan Singapura membuahkan sebuah persetujuan yang ditanda tangani antara kedua belah pihak untuk membangun kepulauan Bintan secara bersama-sama yang akan menguntungkan kedua negara dalam Zona Perdagangan Bebas. Bentuk pertama dari perjanjian ini adalah pembangunan Bintan Resort, destinasi wisata pantai, seluas 23,000 hektare diatas pasir putih nan indah yang menghadap Laut Cina Selatan di daerah utama wisata Pulau Bintan yaitu Lagoi. Tercatat lebih dari ratusan ribu turis manca negara mengunjungi Lagoi setiap tahunnya dan terus meningkat di tahun berikutnya.

Dikutip dari laman [bintankab \(bintankab.go.id, 2016\)](http://bintankab.go.id). Pemerintah Kepulauan Riau menargetkan 2,5 juta kunjungan pelancong asing di tahun 2016 namun masih perlu dilakukan peningkatan fasilitas penunjang dan inovasi-inovasi baru. Inovasi tersebut haruslah yang menjadi daya tarik tersendiri dan belum pernah ada sebelumnya dibangun di Pulau Bintan. Berkaca pada fakta tersebut maka penulis dalam Tugas Akhirnya mendesain sebuah bangunan apung yang fungsinya untuk melihat keindahan bahari yang dilengkapi dengan wahana fasilitas bermain di atas laut yang bernama "*REEF CRUISE*".

Reef Cruise tersebut direncanakan akan dibangun di daerah Lagoi sebagai pusat wisata bahari Pulau Bintan. Didesain dengan mengedepankan kenyamanan bagi para pengunjungnya dan dapat mengakomodir segala kebutuhan wisata karena infrastrukturnya yang modern

sehingga ditargetkan dapat menarik lebih banyak pengunjung untuk datang berwisata dan menikmati pesona bahari Pulau Bintan.

Dalam Pembangunannya tentu banyak faktor penunjang yang perlu diperhatikan. Dalam masalah jumlah pengunjung tentunya sudah sangat mendukung karena dari pihak pemerintah sendiri mencita-citakan Pulau Bintan sebagai pusat wisata bertaraf Internasional di daerah Indonesia Barat. Selain itu kondisi perairan Lagoi yang dianugerahi dengan kekayaan terumbu karang dan keadaan perairan yang tenang menjadikan lokasi tersebut memiliki nilai jual wisata yang sangat tinggi. *Reef Cruise* memanjakan para pengunjungnya untuk merasakan sensasi bermain air langsung di laut lepas dan merasakan keindahan bahari langsung tanpa batas. Dengan dibangunnya *Reef Cruise* diharapkan dapat menjadi alternatif destinasi wisata baru yang menjadi ikon pariwisata Lagoi, Pulau Bintan.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan jumlah penumpang (*passanger*) pada *Reef Cruise*?
2. Bagaimana pengaruh desain bangunan atas terhadap kriteria stabilitas, *freeboard* pontoon?
3. Bagaimana desain *mooring system* yang sesuai untuk *Reef Cruise*?
4. Bagaimana desain *Reef Cruise* yang sesuai dengan karakteristik perairan Lagoi, Bintan meliputi ukuran utama, rencana garis (*linesplan*), dan rencana umum (*general arrangement*)?
5. Berapakah nilai ekonomis dari desain *Reef Cruise*?
6. Bagaiman desain *safety plan* pada *Reef Cruise*?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah penumpang (*passanger*) pada *Reef Cruise*.
2. Menentukan ukuran utama pada *Reef Cruise*.
3. Mendapatkan perhitungan stabilitas, *freeboard* yang sesuai untuk *Reef Cruise*.
4. Memperoleh desain *mooring system* yang sesuai untuk *Reef Cruise*.

5. Mendapatkan desain *Reef Cruise* yang sesuai dengan karakteristik perairan Lagoi, Bintang meliputi rencana garis (*linesplan*), rencana umum (*general arrangement*), dan desain 3 dimensi.
6. Mendapatkan harga tiket dan perhitungan *NPV* pada *Reef Cruise*.

I.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masalah teknis (desain) yang dibahas hanya sebatas *concept design*.
2. Analisa teknis yang dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini meliputi perhitungan stabilitas (*stability*), lambung timbul (*freeboard*), *mooring system*, analisis ekonomis, pembuatan rencana garis (*linesplan*), rencana umum (*general arrangement*) dan desain 3 dimensi
3. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penulis tidak menghitung kekuatan memanjang dan konstruksi.

I.5. Manfaat

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

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan dunia pendidikan di Indonesia.

I.6. Hipotesis

Reef Cruise akan menjadi alternatif destinasi tempat wisata baru yang mampu memanjakan wisatawan dengan fasilitas yang ada untuk menikmati keindahan bahari Pulau Bintang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Proses Desain

Proses desain (*general*) merupakan serangkaian kegiatan maupun pedoman pedoman yang digunakan *desainer* dalam mendefinisikan langkah langkah yang dilakukan mulai dari memvisualisasikan sebuah produk yang dia bayangkan sampai merealisasikannya menjadi bentuk benda atau produk nyata. Seorang desainer biasanya melibatkan jiwanya dalam menuangkan imajinasinya, oleh sebab itulah setiap desainer memiliki ciri khas dalam setiap produk desainnya. Kemampuan desainer dalam membuat sebuah karya membutuhkan *science* dan *art*. *Science* dari proses mendesain ini biasanya banyak digunakan ketika proses memvisualiasikan dalam imajinasinya. *Science* bisa dipelajari dari proses yang sistematis, pengalaman dan teknik penyelesaian masalah. *Art* dalam proses ini banyak dilibatkan dalam proses merealisasikan bayangan menjadi produk nyata. *Art* didapat dengan melakukan latihan dan dedikasi total untuk menjadi ahli. Desain dari sebuah alat atau sistem dapat dilakukan dengan salah satu cara dari 2 hal berikut:

- *Invention*, yaitu sebuah proses pendesainan sebuah produk atau pengenalan sebuah produk yang belum ada sebelumnya.
- *Innovation*, yaitu sebuah proses pengembangan atau penciptaan kontribusi yang signifikan pada sebuah produk ataupun sistem yang sudah ada.

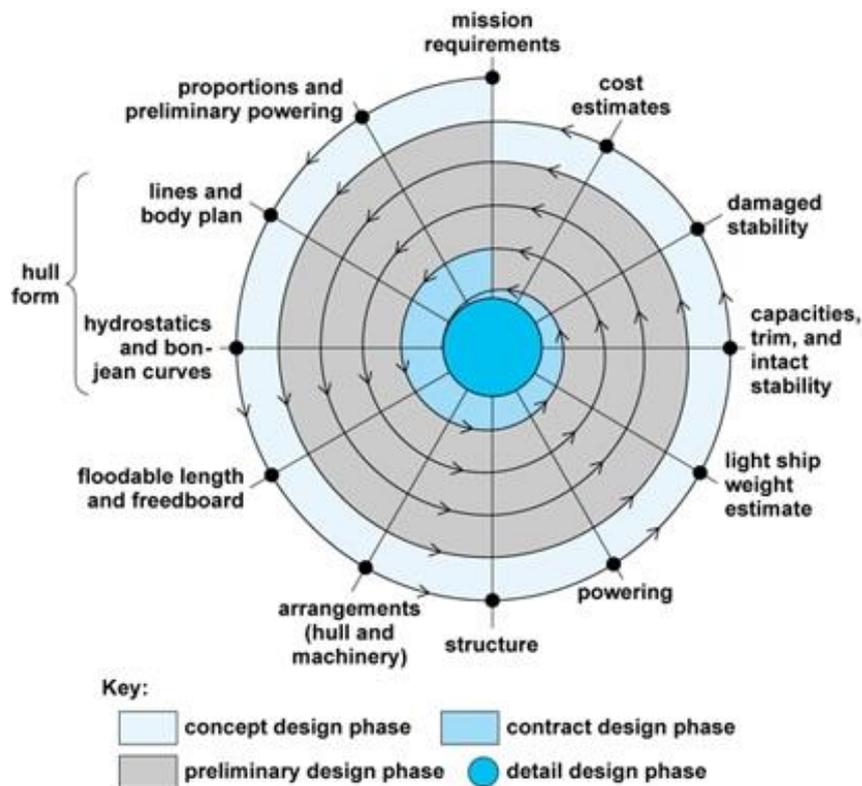
Begitu pula dengan proses pendesainan kapal. Pendesainan kapal dimulai dengan membayangkan bentuk kapal secara umum yang memiliki nilai fungsi dan nilai *art* yang tinggi. Selanjutnya hasil dari desain itu direalisasikan menjadi bentuk kapal yang nyata melalui tahap perhitungan, pencontohan, sampai ditahap akhir yaitu pembangunan kapal (Haik & Shanin, 2011).

II.1.1. Proses Desain Kapal

Proses desain kapal adalah proses yang berulang ualng, artinya semua perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang sampai didapatkan hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain awal kapal pada umumnya didapatkan melalui 4 tahapan pokok yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract deign*, dan *detail design* (Evans, 1959). Proses dari desain awal biasanya diilustrasikan dalam bentuk *spiral design* yang mana

mengindikasikan bahwa untuk mencapai tujuan dari sebuah desain, desainer harus mencari solusi terbaik dalam mengatur dan menyeimbangkan parameter-parameter yang saling terkait satu sama lainnya. Namun sebelum dijalankan keempat tahapan ini seorang desainer harus terlebih dahulu mengetahui *desain statement* dari kapal yang hendak dibangun.

Desain statement adalah tahap paling awal dari proses desain. Proses ini digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan atau kegunaan dari kapal yang akan dibangun. Hal ini sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan kapal dan juga untuk mengarahkan desainer kapal dalam menentukan pilihan yang rasional antara perbandingan desain selama proses desain.



Sumber: (www.marinewiki.org)
Gambar II.1 *Spiral design*

- **Concept design**

Concept design adalah tahapan awal dalam proses pendesainan kapal yang berfungsi untuk menerjemahkan permintaan pemilik kapal kedalam ketentuan - ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan (Evans,1959). Dalam proses ini dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) untuk menghasilkan ukuran utama; panjang, lebar, tinggi, sarat, finnes dan fullness power, karakter lainnya dengan tujuan untuk memenuhi kecepatan, range (endurance), kapasitas, deadweight.

Termasuk juga memperkirakan *preliminary light ship weight* yang pada umumnya diambil dari rumus pendekatan, kurva maupun pengalaman - pengalaman. Hasil – hasil pada *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah langkah pada *concept design* adalah sebagai berikut:

- a. Klasifikasi biaya untuk kapal baru dengan membandingkan terhadap beberapa kapal sejenis yang sudah ada.
- b. Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama
- c. Memilih proses *iterative* yang akan menghasilkan desain yang mungkin
- d. Membuat ukuran yang sesuai (analisis ataupun subyektif) untuk desain
- e. Mengoptimasi ukuran utama kapal
- f. Mengoptimasi detail kapal

- ***Preliminary design***

Preliminary design adalah langkah lanjutan dari *concept design* yaitu dengan melakukan pengecekan kembali ukuran utama kapal yang didapat dari *concept design* untuk kemudian dikaitkan dengan *performance* (Evans, 1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, daya mesin, *dead weight* yang diharapkan tidak banyak merubah pada tahap ini. Hasil dari *preliminary design* ini merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi. Tahap *preliminary design* dilakukan dengan beberapa langkah - langkah sebagai berikut:

- a. Melengkapi bentuk lambung kapal
- b. Pengecekan terhadap analisa detail struktur kapal
- c. Penyelesaian bagian interior kapal
- d. Perhitungan stabilitas dan hidrostatis kapal
- e. Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan, *powering* maupun *performance*
- f. Perhitungan berat kapal secara detil untuk penentuan sarat dan trim kapal
- g. Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detil

- ***Contract design***

Hasilnya sesuai dengan namanya dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral. Oleh karena itu pada langkah ini mungkin terjadi perbaikan hasil-hasil *preliminary design* (Evans, 1959). Tahap merencanakan atau menghitung lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memperbaiki *linesplan*, tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*, *seakeeping* dan *maneuvering characteristic*, pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal, detil

konstruksi, pemakaian jenis baja, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing –masing item dari konstruksi. *General Arrangement* detil dibuat juga pada tahap ini. Kepastian kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar dan ruang - ruang akomodasi. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standar kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

- ***Detail design***

Detail design adalah tahap terakhir dari serangkaian proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail (Evans, 1959). Pada tahap ini mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan instalasi perpipaan dan kabel. Hasil dari tahapan ini adalah berisi petunjuk atau intruksi mengenai instalasi dan detail konstruksi pada *fitters, welders, outfitters, metal workers, machinery vendors, pipe fitters*, dan lain-lainnya.

II.1.2. Metode Perancangan Kapal

Pada proses perancangan kapal, ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk membantu seorang *designer* dalam menentukan atau merencanakan design kapal. Metode metode ini digunakan untuk mempermudah kerja seorang designer sehingga pekerjaan meraka akan semakin efektif dan efisien. Tidak hanya untuk desainer tetapi juga untuk performa kapal karena pada beberapa metode disebutkan parameter parameter yang mampu menunjang performa kapal. Penentuan metode ini didasarkan pada situsai, kondisi dan kebutuhan kapal. Secara umum metode dalam perancangan kapal adalah sebagai berikut:

- ***Parent design approach***

Parent design approach adalah salah satu metode dalam mendesain kapal dengan perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil satu kapal yang dijadikan sebagai acuan pembanding. Satu kapal pembanding ini harus memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Untuk bisa menggunakan metode ini maka *designer* harus sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Tidak hanya itu, kapal pembanding ini haruslah mempunyai *performance* yang bagus yang terbukti baik secara riil maupun perhitungan.

Keuntungan menggunakan metode *parent design approach* adalah:

- a. Proses desain kapal lebih cepat karena sudah ada acuan kapal, sehingga tugas desainer tinggal memodifikasi dan memperbaiki sektor yang dirasa belum maksimal.
- b. *Performance* kapal terbukti (*stabilitas, motion, resistance*), karena bias dilihat di kapal yang sudah ada.

- ***Parametric design approach***

Parametric design approach adalah salah satu metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan cara meregresi beberapa kapal pembanding yang memiliki salah satu parameter yang sama seperti *payload, DWT*, atau parameter lain yang dianggap krusial. Hasil dari regresi ini berupa parameter lain yang belum di ketahui misalnya panjang kapal, lebar, sarat, tinggi, *coeffision block* (*Cb*), dll. Kemudian hasil dari regresi ini dihitung hambatannya, stabilitasnya, daya mesin induk, konstruksinya, *freeboard*, merancang baling-baling, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, *trim*, dan lain-lain.

- ***Iteratif design approach***

Iteratif design approach adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendesain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping, testing, dan analyzing*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

- ***Trend curve approach***

Trend Curve approach atau biasa disebut dengan metode statistik adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendesain kapal dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama awal. Jumlah kapal pembanding akan mempengaruhi hasil dari regresi ini, semakin banyak kapal pembanding maka akan lebih baik. Pada metode *trend curve approach* ini ukuran kapal pembanding dikomparasi dimana ukuran salah satu variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

- ***Optimation design approach***

Optimation design approach adalah salah satu metode mendesain kapal yang digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimal serta kebutuhan lain seperti daya *propulsion* pada tahap *basic design*. Pada penggunaan metode ini, desain optimal dicari

dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost of transport* (ECT) dan *economic cost of production* (ECP). Parameter parameter yang digunakan pada proses optimasi adalah harga kapal, stabilitas, kapasitas ruang muat, *trim*, *freeboard*, dan hukum fisika.

II.1.3. Kategori Memilih Ukuran Utama Kapal

Menentukan ukuran utama kapal merupakan salah satu langkah yang paling krusial dalam proses perancangan kapal. Karena dari ukuran utama inilah nantinya semua proses di *breakdown* menjadi banyak aspek; perhitungan perbandingan ukuran utama, koefisien koefisien, perhitungan daya mesin utama, penentuan *cost* pembangunan dan lain sebagainya. Berdasarkan pertimbangan itulah penentuan ukuran utama kapal harus dilakukan dengan sangat teliti dan hati hati. Dalam rangka menentukan ukuran utama kapal yang sesuai, desain kapal dibagi ke dalam 3 kategori utama yaitu: *the deadweight carrier*, *the capacity carrier*, *the linear dimension ship*.

- ***The deadweight carrier***

The deadweight carrier adalah kategori desain kapal yang dimensinya ditentukan berdasarkan persamaan

$$\text{Dimana} \quad \Delta = C_b \cdot L \cdot B \cdot T \cdot (1,025)(1 + s) = W_d + W_L \quad (\text{II.1})$$

L = Length in metres

B = Breadth moulded in metres

T = Load draught in metres

C_b = Moulded block coefficient at draught T on length L

= Full displacement in tones

s = Shell, stern and appendages displacement expressed as a fraction of the moulded displacement

WD = Full deadweight in tones

WL = Lightship weight in tones

(Watson & Gilfian, 1970)

- ***The capacity carrier***

Volume Carrier merupakan kategori desain kapal yang dimensinya ditentukan berdasarkan persamaan:

$$\text{Dimana} \quad V_h = C_{bd} \cdot L \cdot B \cdot D^1 = \frac{(V_r - V_u)}{(1 - S)} + V_m \quad (\text{II.2})$$

D1	= Capacity Depth in metres
D1	= $D + cm + sm$
D	= Depth moulded in metres
cm	= Mean camber in metres = $2/3c$ for parabolic camber
sm	= Mean sheer in metres = $1/6 (sf + sa)$ for parabolic sheer
CbD	= Block coefficient at the moulded depth
Vh	= Total volume in m ³ of the other ship below the upper deck, and between perpendiculars
Vr	= Total cargo capacity (m ³) required
Vu	= Cargo capacity (m ³) available above the upper deck
S	= Deduction for structure incargo space expressed as a proportion of the moulded volume of these spaces
Vm	= Volume required for machinery, tanks etc, within the volume Vh

(Watson & Gilfillan, 1976)

- ***The linear dimension ship***

Linear dimension ship adalah kategori desain kapal yang mengutamakan pada pertimbangan penentuan dimensinya terlebih dahulu dibandingkan dengan pertimbangan penentuan *deadweight* ataupun volume. Sebagai contoh adalah Panama Canal yang memiliki breadth limit sebesar 32.2 m dan draught limit sebesar 13 m, sehingga dalam desain kapal untuk Panama Canal harus memperhatikan limit tersebut terlebih dahulu.

(Watson & Gilfillan, 1976)

II.1.4. Tinjauan Teknis Dalam Proses Perancangan

Seorang desainer harus mampu menerjemahkan permintaan pemilik kapal (*owner requirement*) ke dalam bentuk gambar, spesifikasi dan data data lainnya dalam rangka memenuhi proses perancangan kapal. Tahap tahap dalam merancang kapal yaitu:

a. Menentukan ukuran utama kapal (awal)

- Lpp (*Length between perpendicular*)

Lpp adalah panjang kapal yang di ukur diantara dua garis tegak, yaitu jarak horizontal antara garis tegak buritan AP (*After Perpendicular*) dan garis tegak haluan FP (*Fore Perpendicular*)

- LOA (*Length Overall*)

LOA adalah panjang keseluruhan kapal, yaitu jarak horizontal yang di ukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal

- B_m (*Breadth Moulded*)
 B_m adalah lebar kapal terlebar yang diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam lainnya, diukur jarak antara dua sisi terluar kulit kapal
- H (*Height*)
 $Height$ adalah jarak *vertical* yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak disisi kapal
- T (*Draught*)
 $Draught$ adalah jarak *vertical* yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air
- DWT (*Deadweight Ton*)
DWT adalah berat dalam ton dari total muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum
- LWT (*Deadweight Ton*)
LWT adalah berat kapal dalam keadaan kosong tanpa perbekalan dan muatan
- V_s (*Service Speed*)
Ini adalah kecepatan dinas, yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal dibawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai dengan sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.

b. Perhitungan DWT dan titik pusat massa DWT

DWT terdiri dari payload atau muatan bersih, *consummable* dan *crew*. *Consummable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan barang bawaan (*provision and store*). Setelah berat diketahui maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG (*Keel to Gravity*).

c. Perhitungan LWT dan titik pusat massa LWT

LWT terdiri dari berat badan kapal, peralatan dan perlengkapan dan permesinan atau kata lain berat kapal kosong tanpa muatan dan *consummable*.

d. Perhitungan trim

Trim adalah gerakan kapal yang mengakibatkan tidak terjadinya *even keel* atau gerakan kapal mengelilingi sumbu Y secara tepatnya. Trim ini terjadi akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. Trim dibedakan menjadi dua yaitu trim haluan dan trim buritan.

e. Perhitungan freeboard

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. 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 diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat sentabila geladak tanpa penutup kayu. *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 pengapungan apabila mengalami kerusakan.

f. Perhitungan biaya pembangunan kapal

Biaya Investasi diartikan sebagai biaya pembangunan kapal yang terdiri dari biaya material untuk struktur bangunan kapal, biaya peralatan, biaya permesinan dan biaya pekerja, *model cost*, *trial cost*, asuransi dan lain-lain. Perhitungan biaya pembangunan diperoleh berdasarkan regresi berat baja dengan harga baja per ton (Watson, 1998).

g. Mendesain Rencana Garis

Gambar rencana garis (*Lines Plan*) adalah suatu gambar yang terdiri dari bentuk lengkung potongan badan kapal, baik potongan vertikal memanjang (*Sheer Plan*), atau potongan secara horizontal memanjang (*Half Breadth Plan*), maupun potongan secara melintang badan kapal (*Body Plan*).

Potongan badan kapal:

- *Sheer Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara memanjang sesuai dengan pembagian *Buttock Line* yang telah ditentukan.

- *Half Breadth Plan*

Gambar proyeksi dari badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara horizontal sesuai dengan pembagian *Water Line* yang telah ditentukan.

- *Body Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara melintang, jika kapal tersebut dipotong secara melintang sesuai dengan pembagian *station* yang telah ditentukan.

k. Mendesain Rencana Umum

Rencana umum atau *general arrangement* dari suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Sehingga dari batasan tersebut, ada 4 langkah yang harus dikerjakan, yaitu:

- Menetapkan ruangan utama.
- Menentukan batas-batas dari setiap ruangan.
- Memilih dan menempatkan perlengkapan dan peralatan dalam batas dari ruangan tersebut.
- Menyediakan jalan untuk menuju ruangan tersebut.

II.2. Perencanaan Keselamatan Kapal (*Safety Plan*)

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Regulasi life saving appliances* mengacu pada *LSA code*, sedangkan *fire control equipment* mengacu pada *FSS code*.

II.2.1. *Living Saving Appliances*

Life saving appliances adalah standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal dan penumpang ketika terjadi bahaya. Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terkait terlebih dulu. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

Lifebuoy

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

1. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
2. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
3. Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg

4. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

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

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

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

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

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

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



Sumber: (google image)
Gambar II.2 Spesifikasi gambar *Lifebuoy*

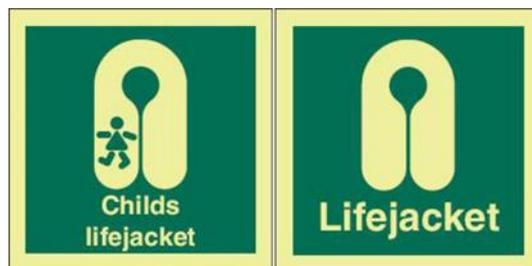
Lifejacket

LSA Code Chapt. II Part 2.2

– Persyaratan umum *lifejacket*

1. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.
2. *Lifejacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:
 - Setidaknya 75 % dari total penumpang, yang belum terbiasa dapat dengan benar-benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
 - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan.
 - Nyaman untuk digunakan.

- Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4,5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak lifejacket tersebut.
Sebuah *lifejacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang.
3. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
 4. Sebuah *lifejacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
 5. Sebuah *lifejacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.
 - ***Lifejacket lights***
 1. Setiap Lifejacket lights harus:
 - Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas.
 - Memiliki sumber energy yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
 - Berwarna putih.
 2. Jika lampu yang dijelaskan diatas merupakan lampu berkedip, maka:
 - Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan
 - Tingkat berkedip (*flash*) dengan tidak kurang dari 50 berkedip dan tidak lebih dari 70 berkedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0,75 cd.



Sumber: (google image)
Gambar II.3 Spesifikasi gambar *Lifejacket*

Muster / Assembly Station

Menurut *MSC/Circular.699 - Revised Guidelines for Passenger Safety Instructions - (adopted on 17 July 1995) - Annex - Guidelines for Passenger Safety Instructions - 2 Signs*, ketentuan *muster stasion* adalah:

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



Sumber: (google image)

Gambar II.4 Spesifikasi gambar *Muster Station*

II.2.2. Fire Control Equipment

Fire control equipment adalah standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal:

- *Fire valve*
Adalah katup yang digunakan untuk kondisi kebakaran.
- *Master valve*
Adalah katup utama yang digunakan untuk membantu fire valve dan valve yang lainnya.
- *Emergency fire pump*
FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12
Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1
- *Fire pump*
SOLAS Chapter II-2 Part C Regulasi 10.2.2 Water Supply System
Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (otomatis).

- *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

- *Portable CO₂ fire extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3

Pemadam kebakaran jenis karbon dioksida tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi.

Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran portabel:

1. Berat pemadam kebakaran portabel tidak boleh lebih dari 23 kg
2. Untuk pemadam kebakaran jenis powder atau karbon dioksida harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg, dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9L.

- *Portable foam extinguisher*

FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher

Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau karbon dioksida harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (*foam*) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.

- *Portable dry powder extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part G Regulation 19 3.7

Alat pemadam kebakaran portabel dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan pada ruang muat. Pemadam ini harus di tambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.

- *Bell fire alarm*

MCA Publication LY2 section 13.2.9 Live Saving appliances

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

- *Push button for fire alarm*

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

- *Smoke detector*

HSC Code-Chapter 7-Fire Safety- Part A 7.7.2.2

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

- *Co₂ nozzle*

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

- *Fire alarm panel*

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

II.3. Faktor Keekonomian Dalam Desain Kapal

Secara umum dalam perhitungan keekonomian kapal, dapat dibagi menjadi 3 elemen utama, yaitu; biaya pembangunan, biaya operasional dan kelayakan investasi.

II.3.1. Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari:

- Biaya pembangunan komponen baja (structural weight cost)
- Biaya permesinan (machinery cost)
- Biaya peralatan dan perlengkapan (hull outfitting cost)

II.3.2. Biaya Operasional

Perhitungan biaya operasional disesuaikan dengan jarak pelayaran, waktu pelayaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Secara umum, biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap. Kedua biaya tersebut di antaranya adalah:

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

II.3.3. Analisis Kelayakan Investasi

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 3 (tiga) metode alternatif dalam melakukan investasi:

1. *Metode Net Present Value (NPV)*
2. *Metode Internal Rate of Return (IRR)*
3. *Metode Payback Period (PP)*

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* (biaya). Bentuk persamaan secara matematis adalah sebagai berikut:

$$\text{NPV} = \text{PVB} - \text{PVC} \quad (\text{II.3})$$

Dimana: NPV = *Net Present Value*
 PVB = *Present Value of Benefit*
 PVC = *Present Value of the Cost*

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).

Metode Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) adalah tingkat suku bunga yang akan dijadikan jumlah nilai sekarang dari pengeluaran modal proyek. Secara Matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^n} \quad (\text{II.4})$$

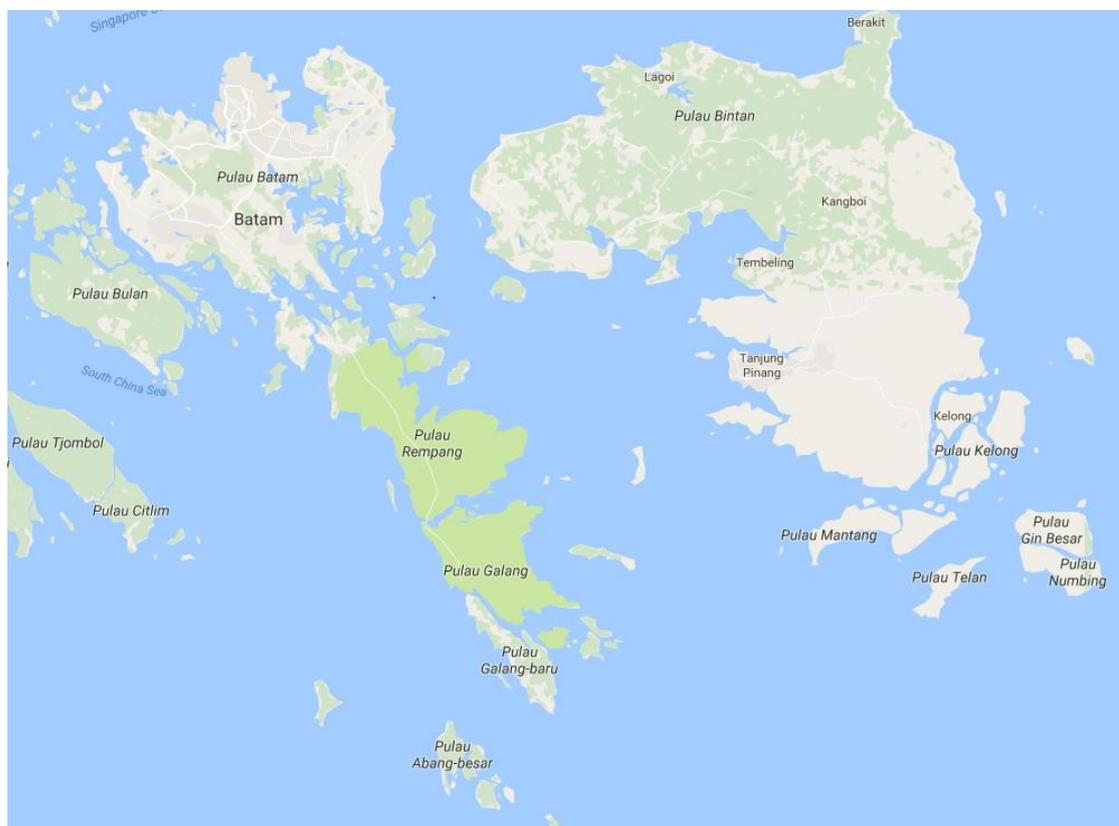
Dimana; i = *Discount rate* yang digunakan
 Bt = Jumlah benefit dalam periode tahun t
 T = Jumlah tahun analisa
 Ct = Jumlah *cost* dalam periode tahun t
 n = Periode yang terakhir dari arus kas yang diharapkan

(Riyanto, 1995)

II.4. Pulau Bintan

Pulau Bintan adalah pulau di provinsi Kepulauan Riau, di mana terdapat Kota Tanjungpinang, Ibu kota Provinsi Kepulauan Riau. Di Pulau ini memiliki tiga Pemerintahan, Pemerintah Kota Tanjungpinang yang terletak di Senggarang, Pemerintah Kabupaten Bintan terletak di Bandar Seri Bintan, serta Pemerintahan Provinsi Kepulauan Riau di Pulau Dompak (Tanjungpinang). Pulau ini berdekatan dengan negara Singapura.

Bintan adalah pulau terbesar di Kepulauan Riau, yang terdiri dari hampir 3.000 pulau besar dan kecil, terbentang di sebrang Singapura dan Johor Baru, Malaysia. Pulau ini melebar dari Malaka ke Laut Cina Selatan.



Sumber: (Google Maps, 2017)
Gambar II.5 Pulau Bintan

Tanjungpinang merupakan ibu kota provinsi ini, terletak di pantai barat selatan Bintan. Secara strategis terletak di semenanjung selatan Malaysia di mulut Selat Malaka, kepulauan Riau, dahulu pada abad pertama masehi, merupakan tempat favorit bagi kapal dagang India dan Cina.

Pulau Bintan terletak antara $^{\circ}00'$ Lintang Utara $1^{\circ}20'$ Lintang Selatan dan $104^{\circ}00'$ Bujur Timur $108^{\circ}30'$ Bujur Barat. Memiliki luas wilayah mencapai $87.777,84 \text{ Km}^2$, tetapi luas daratannya hanya 1,49%, $1.319,51 \text{ Km}^2$ saja. Kecamatan Gunung Kijang merupakan kecamatan

terluas yaitu 344,28 Km², sedangkan kecamatan yang paling kecil adalah Tambelan yang memiliki luas hanya 90,96 Km². Dengan iklim yang pada umumnya beriklim tropis dengan temperatur rata-rata terendah 23,9°C dengan kelembaban udara sekitar 85% menjadikan pulau Bintan cocok untuk wisata di segala musim.

II.5. Kapal Wisata

Kapal wisata merupakan kapal yang dipergunakan untuk mendukung kegiatan pariwisata para wisatawan (Syahrial, 2009). 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, kalau kapal wisata fungsinya lebih untuk jalan-jalan ke pulau wisata.

Kapal pesiar (cruise ship atau cruise liner) adalah kapal penumpang yang dipakai untuk pelayaran pesiar. Penumpang menaiki kapal pesiar untuk menikmati waktu yang dihabiskan di atas kapal yang dilengkapi fasilitas penginapan dan perlengkapan bagaikan hotel berbintang. Sebagian kapal pesiar memiliki rute pelayaran yang selalu kembali ke pelabuhan asal keberangkatan. Lama pelayaran pesiar bisa berbeda-beda, mulai dari beberapa hari sampai sekitar tiga bulan tidak kembali ke pelabuhan asal keberangkatan.

Kapal wisata juga berbeda dengan kapal samudra (ocean liner) yang melakukan rute pelayaran reguler di laut terbuka, kadang antar benua, dan mengantarkan penumpang dari satu titik keberangkatan ke titik tujuan yang lain. Kapal yang lebih kecil dan sarat air kapal yang lebih rendah digunakan sebagai kapal pesiar sungai.

Hal ini berarti bahwa kapal wisata harus didesain supaya wisatawan bisa menikmati wisatanya dengan maksimal dengan cara menciptakan suasana dikapal yang menarik dan lengkap dengan fasilitas fasilitas yang menyenangkan. Didalam kapal wisata biasanya terdapat fasilitas-fasilitas yang mewah dan tidak bisa ditemui di kapal kapal lain seperti contohnya kamar hotel, bar, restaurant, cafe, dan fasilitas fasilitas lainnya yang memanjakan wisatawan.

Sama halnya dengan kapal dagang atau niaga lainnya, kapal wisata juga didesain berdasarkan alur pelayarannya, kualitas dan kuantitas penumpangnya. Kapal jenis ini biasanya

dikembangkan oleh Negara negara yang memiliki wilayah lautan yang luas, terutama yang memiliki pemandangan alam yang menakjubkan seperti yang ada di perairan Indonesia.

II.6. Pontoon

Pontoon atau *barge* adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan *tugboat* atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung.

Untuk keperluan wisata, ponton juga masih digunakan. Banyak ponton yang dimodifikasi maupun dikonversi sedemikian rupa menjadi suatu tempat wisata. Selain itu juga ponton memiliki stabilitas yang baik, seperti contohnya untuk meningkatkan kestabilan kapal biasanya digunakan dua ponton yang digabungkan secara paralel.

Barge sendiri tidak memiliki sistem pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya karena biasanya ditarik dengan menggunakan *tugboat*. Pembuatan *barge* juga berbeda karena hanya konstruksi saja, tanpa sistem seperti kapal pada umumnya. *Barge* sendiri umum digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batubara, pasir dan lain-lain. Di Indonesia sendiri *barge* banyak diproduksi di daerah Batam (Kepulauan Riau) yang merupakan salah satu basis produksi perkapalan di Indonesia.

Untuk *barge* atau ponton yang dimodifikasi menjadi bangunan apung statis (diam di tempat) biasanya digunakan sistem penjangkaran atau *mooring system* agar menjaga kedudukan ponton tetap pada posisinya. Rata-rata panjang ponton adalah 230 ft – 330 ft (70 meter – 100 meter) dengan rata-rata kemampuan mengangkut muatan sekitar 2700 m³ – 6000 m³. Ciri-ciri lain dari ponton adalah memiliki tanki *void* dimana digunakan untuk mengisi air *ballast* pada saat muatan kosong untuk menjaga stabilitas dari ponton tersebut.

II.7. Reef Cruise

Reef Cruise adalah sebuah *pontoon* (*barge*) berukuran besar yang mengapung di atas permukaan laut dan di tambatkan sehingga tidak bergerak dan tetap pada posisinya. *Reef Cruise* ini nantinya akan digunakan sebagai tempat bersandarnya kapal wisata ketika pagi sampai siang hari. Kapal akan di tambatkan di sebelahnya dan semua penumpang kapal bebas bermain di atas mega *pontoon* ini maupun di kapal. Di mega *pontoon* inilah semua perlengkapan dan kegiatan rekreasi bahari dilakukan mulai dari *Waterboom*, *Subsea*, *Snorkeling*, *Waterslide*, *Ocean Water treatment*, *Banana Boat Rides*, *Underwater Observatory*, *Scuba Diving*, *Jetski* dan berbagai jenis permainan lainnya.



Sumber: (www.balihalicruises.com)

Gambar II.6 Bali Hai *Luxury Catamaran II* (kiri) & Bali Hai *Reef Cruise* (kanan)

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, terlihat bahwa Bali Hai *Cruise* sedang bersandar pada *Reef Cruise* yang ditambat ditengah laut. Pada gamba ini juga terlihat ada beberapa kapal kapal kecil yang bersandar di *Reef Cruise*. Kapal kapal kecil ini bisa digunakan oleh pengunjung untuk berlayar ke daratan terdekat maupun mengantarkan wisatawan menuju *spot diving* yang lain selain di sekitar *pontoon*. *Reef Cruise* dan Bali Hai *Cruise* adalah wahana wisata baharí yang dimiliki oleh Bali Hai yang berada di Bali.

II.8. *Mooring System*

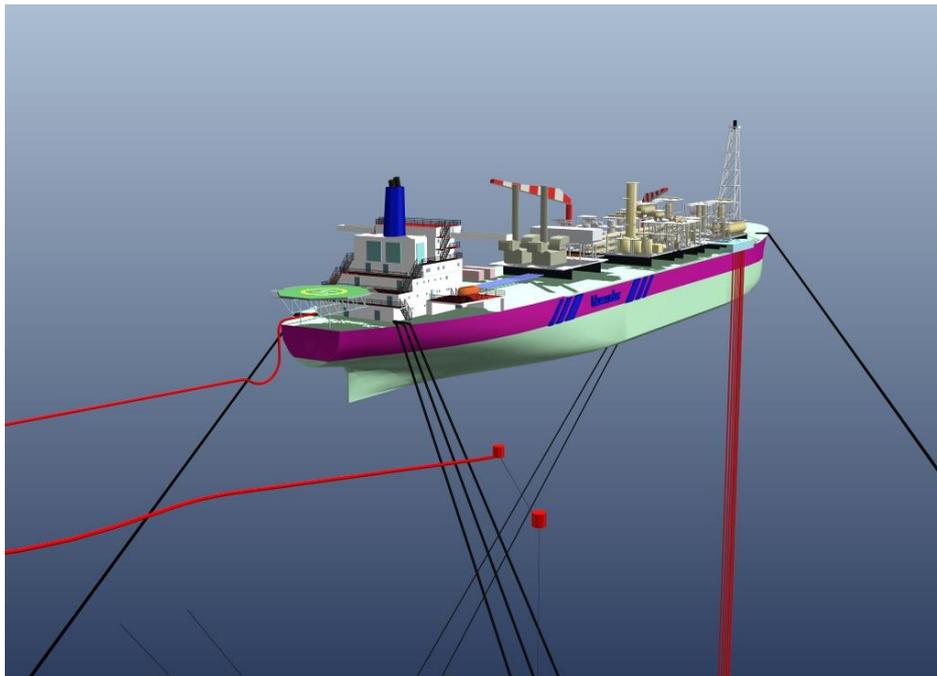
Prinsip dasar dari fungsi mooring adalah untuk “mengamankan” posisi kapal atau bangunan apung agar tetap pada tempatnya. Kapal atau Bangunan apung di laut pada umumnya menerima beban gelombang dan arus pada lokasi dimana dia berada, maka dari itu perlu adanya sebuah *mooring system* pada bangunan tersebut agar beban yang diterima tidak memberikan efek yang terlalu besar. *Mooring system* memiliki beberapa jenis diantaranya adalah:

- *Spread Mooring*

Pada system ini tidak memungkinkan bagi kapal untuk bergerak atau berputar guna mencapai posisi dimana efek-efek lingkungan semisal angin, arus dan gelombang relatif kecil. Namun hal ini akan mengakibatkan beban lingkungan terhadap kapal menjadi

semakin besar, yang dapat mengakibatkan bertambahnya jumlah mooring lines dan atau line tension-nya.

Pada system ini digunakan satu set anchor ligs dan mooring lines yang biasanya terletak pada posisi bow dan stern kapal. Karena peralatan yng digunakan relatif sederhana, maka tidak perlu dry docking untuk melakukan modifikasi terhadap moring systemnya. Spread mooring dapat diterapkan pada setiap type kapal, namun dengan tetap memperhatikan fasilitas produksi di atas kapal.



Sumber: (www.kisi2pelaut.com)
Gambar II.7 *Spread Mooring*

- *Turret Mooring*

Turret mooring system ini yakni kapal dihubungkan dengan turret sehingga bearing memungkinkan kapal untuk berputar. Jika dibandingkan dengan *spread mooring* tadi, sistem *turret mooring* ini *riser* dan *umbilical* yang diakomodasi dapat lebih banyak lagi. Ada dua jenis *turret mooring* yaitu:

1. *External Turret*

External turret dapat diletakkan pada posisi stern kapal pada luar lambung kapal, agar kapal dapat berputar 360 derajat dan mampu beroperasi pada kondisi cuaca normal atau *extreme*. Chain leg ditanam pada dasar laut dengan menggunakan anchor. Untuk biaya pembuatannya sedikit murah jika dibandingkan dengan internal turret dan modifikasi yang dilakukan pada kapal haya sedikit.



Sumber: (www.kisi2pelaut.com)

Gambar II.8 *External Turret*

2. *Internal Turret*

Internal turret pada system ini mempunyai keunggulan yaitu bisa dipasang secara permanen maupun tidak dan dapat diaplikasikan pada lapangan yang mempunyai kondisi lingkungan yang *extreme* dan sesuai untuk kedalaman air. Sistem *internal turret* ini bisa mengakomodasi *riser* sampai 100 unit dengan kedalaman laut hingga 10.000 feet.



Sumber: (www.kisi2pelaut.com)

Gambar II.9 *Internal Turret*

- *Tower Mooring*

Pada sistem *tower mooring* ini FSO atau FPSO dihubungkan ke tower dengan permanen *wishbone* atau permanen *hauser*, sistem ini dihubungkan sesuai untuk laut dangkal ataupun sedang dengan arus yang cukup kuat.

Keuntungan dari sistem ini antara lain:

1. Dapat akses langsung dari kapal ke tower.
2. Transfer fluida yang sangat sederhana.
3. Modifikasi pada kapal tidak banyak.

- *Bouy Mooring*

Pada sistem *bouy mooring* ini digunakan untuk *mooring point* kapal dan *offloading* fluida. Adapun tujuan utamanya dari sistem ini untuk transfer fluida dari daratan atau fasilitas *offshore* ke kapal yang sedang ditambatkan.

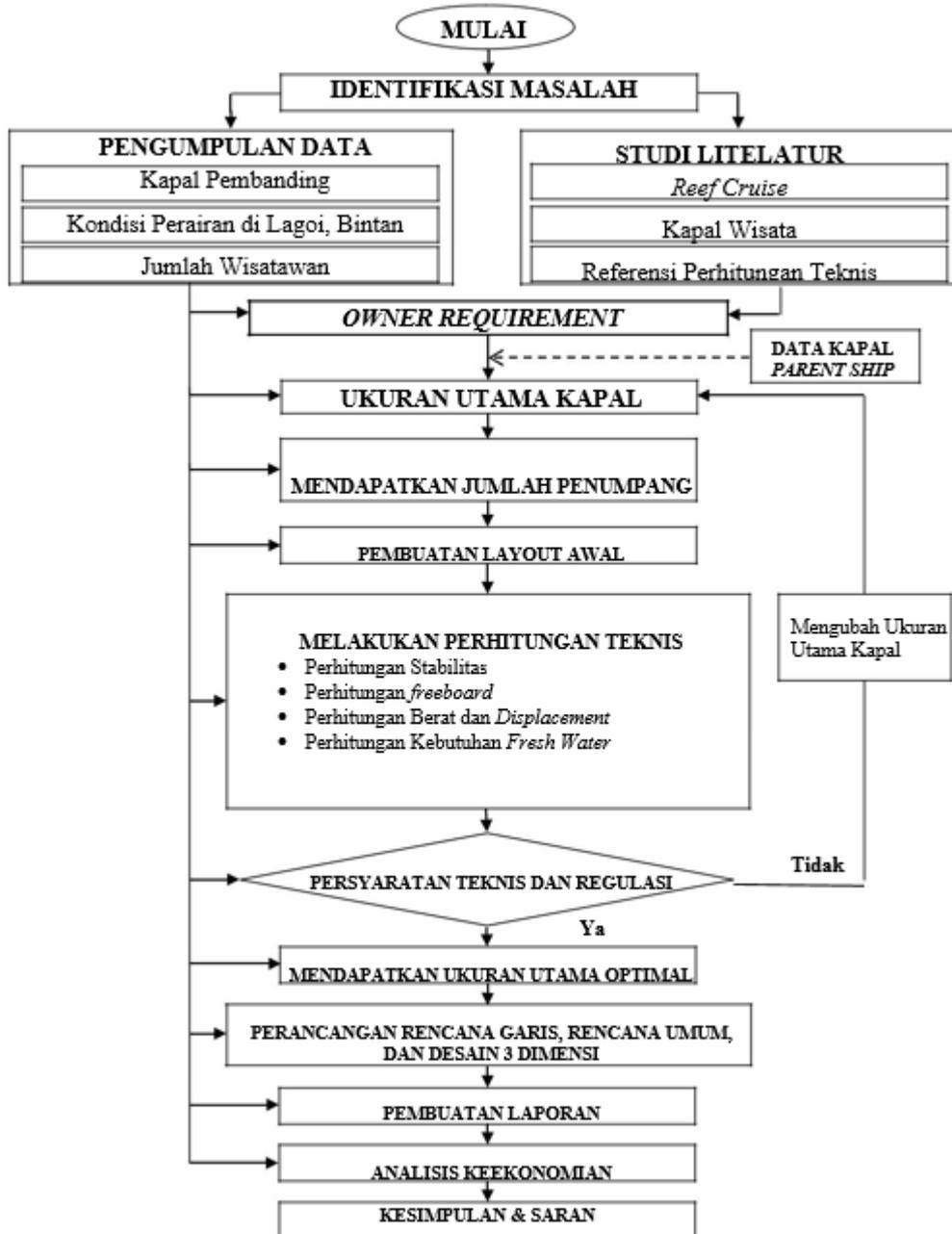
Berikut ini komponen-komponennya:

1. *Bouy body* berfungsi sebagai penyedia stabilitas dan *buoyancy*.
2. Komponen *mooring* dan *anchoring* sebagai penghubung *bouy* dengan *seabed* dan *hawser* menghubungkan *bouy* dengan kapal.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

III.1. Diagram Alir



III.2. Proses Pengerjaan

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

III.2.1. Identifikasi Lapangan dan Perumusan Masalah

Identifikasi lapangan diperlukan untuk meninjau kondisi sebenarnya dari wilayah yang ingin dijadikan daerah penelitian. Beberapa hal yang perlu diidentifikasi adalah, apakah daerah tersebut layak dijadikan untuk penelitian, bagaimana kondisi lingkungan di daerah tersebut, seberapa besar potensi perekonomian daerah, dan lain sebagainya. Selanjutnya setelah diketahui kondisi *real* dari lingkungan yang akan dijadikan lokasi penelitian, barulah dirumuskan masalah apa saja yang ingin dikaji dalam penelitian berdasarkan kondisi yang telah ditinjau sebelumnya.

III.2.2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan tugas ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

- Data jumlah wisatawan Pulau Bintan
Data mengenai jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Bintan dibutuhkan untuk mengetahui fluktuasi jumlah wisatawan dari tahun ke tahun. Selain itu juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan jumlah payload kapal. Data-data ini diperoleh dari media cetak dan elektronik Dinas Pariwisata Bintan serta beberapa sumber referensi lainnya.
- Kondisi perairan
Data teknis yang diperlukan adalah data tentang kedalaman perairan dan obyek wisata yang ada disana. Dari kedalaman perairan didapatkan batasan tentang sarat kapal yang nantinya dirancang sehingga dapat mengurani resiko kapal kandas.
- Data kapal ferry yang berlayar ke Bintan
Data kapal yang digunakan didapat dari internet. Data ini digunakan untuk menentukan ukuran utama awal (masih perkiraan). Ukuran kapal pembanding kemudian disesuaikan dengan *layout* atau gambaran awal yang dibuat oleh penulis. Dengan demikian maka akan lebih mudah dalam penentuan ukuran lainnya seperti displacement dan yang lain.

III.2.3. Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan bersumber dari jurnal lokal maupun internasional, dapat juga bersumber dari Tugas Akhir yang pernah dikaji sebelumnya juga beserta buku-buku yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur diperlukan untuk mendapatkan

pemahaman tentang *Reef Cruise*, kapal wisata, dan referensi perhitungan teknis yang merupakan inti dari Tugas Akhir ini.

III.2.4. Owner Requirement

Dari data yang telah terkumpul, langkah selanjutnya dalam tahap pengerjaan adalah melakukan analisis terhadap data tersebut. Analisis diperlukan untuk memperoleh requirement mengenai jenis lambung kapal, kapasitas penumpang yang dapat diangkut, dan sebagainya.

III.2.5. Ukuran Utama Kapal

Dalam penentuan ukuran utama kapal, digunakan metode *parental design approach* yaitu dengan membandingkan model penelitian dengan kapal induk yang sudah ada atau sudah pernah dibuat sebelumnya. *Parental design approach* yang digunakan adalah Bali Hai Reef Cruise. Kemudian, dari hasilnya dianalisis dengan batasan perbandingan rasio ukuran utama. Jika nilai perbandingan ukuran utama tidak sesuai dengan batasan rasio yang disyaratkan, maka ukuran utama harus diubah dan dimodelkan ulang.

III.2.6. Perhitungan Teknis

Perhitungan teknis yang dilakukan meliputi Perhitungan Stabilitas, perhitungan *freeboard*, perhitungan berat dan *displacement*, perhitungan kebutuhan *fresh water*, penentuan penggunaan genset, serta analisis ekonomi

III.2.7. Desain Model

Pada tahap ini dilakukan perencanaan terhadap *Reef Cruise* ini sehingga didapatkan desain yang sesuai dengan karakteristik perairan di daerah pelayaran dan dapat diaplikasikan secara optimal. Perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- **Desain Rencana Garis**

Pembuatan Rencana Garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Bentuk lambung katamaran dibuat supaya semua *coefficient* dan parameternya terpenuhi. Kemudian hasil dari desain di *maxsurf* dapat langsung diambil *lines plan*-nya. Selanjutnya untuk memperhalus hasilnya dilakukan dengan *software AutoCad*.

- **Desain Rencana Umum**

Dari desain Rencana Garis yang dilakukan pada tahap sebelumnya, dibuat Rencana Umum untuk tampak samping dan tampak atas. Penataan muatan, pemasangan peralatan dan perlengkapan, dan lainnya direncanakan dengan baik di sini.

- **Desain Interior Tiga Dimensi**

Dari desain Rencana Garis dan Rencana Umum kemudian dibuat desain tiga dimensinya menggunakan *software Google Sketchup*. Pembuatan bentuk 3D ini supaya memudahkan untuk melihat bentuk kapal dan pembagian ruangan serta penataan peralatan di kapal.

III.2.8. Kesimpulan & Saran

Setelah dilakukan desain model yang sudah sesuai lalu dapat ditarik kesimpulan akhir terhadap perancangan yang ada. Apakah perancangan tersebut sudah sesuai dan memenuhi requirement yang telah ditentukan sebelumnya apa belum. Jika dapat dikatakan sudah memenuhi maka dapat dilakukan analisis terhadap nilai keekonomian *Reef Cruise*. Pada akhirnya saran dipergunakan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini yang dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

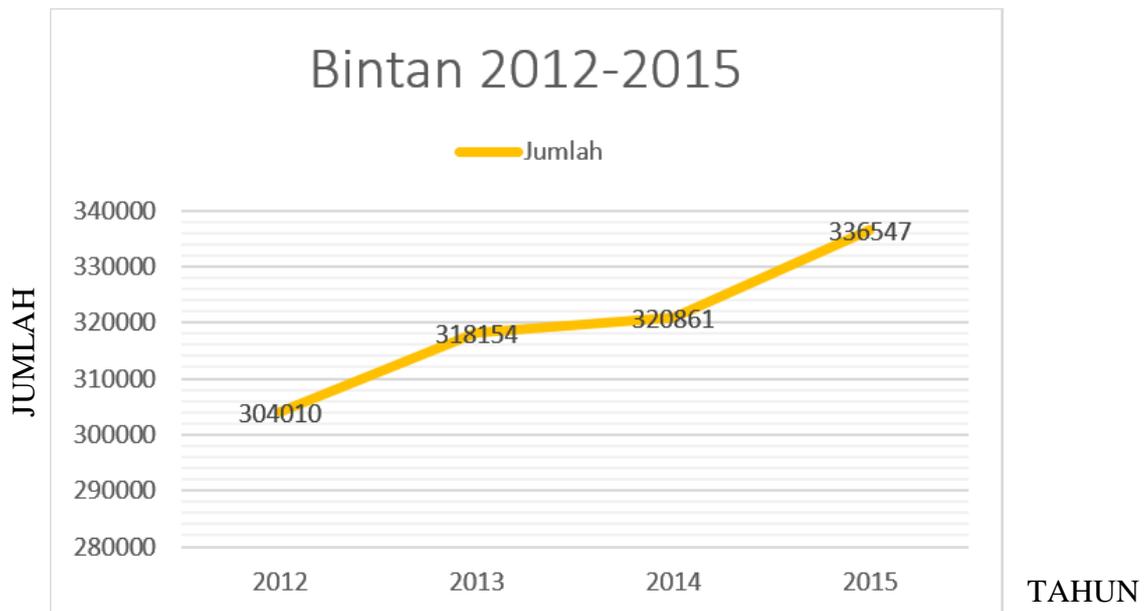
BAB IV ANALISIS TEKNIS

IV.1. Analisis Jumlah Penumpang

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan jumlah penumpang yang dapat diangkut menuju kapal *Reef Cruise* dan juga jumlah *crew* kapal yang akan membantu pengeoperasian kapal.

IV.1.1. Penumpang

Di Provinsi Kepulauan Riau, Pulau Bintan termasuk salah satu pulau yang paling banyak dikunjungi wisatawan mancanegara daripada Pulau Batam. Karena dianugerahi dengan kondisi daratan dan perairan yang sangat menarik perhatian wisatawan. Jumlah pengunjung pulau ini setiap tahunnya akan ditampilkan pada kurva dibawah ini. Data ini akan dijadikan penulis sebagai referensi untuk menentukan jumlah penumpang di kapal *Reef Cruise* ini.

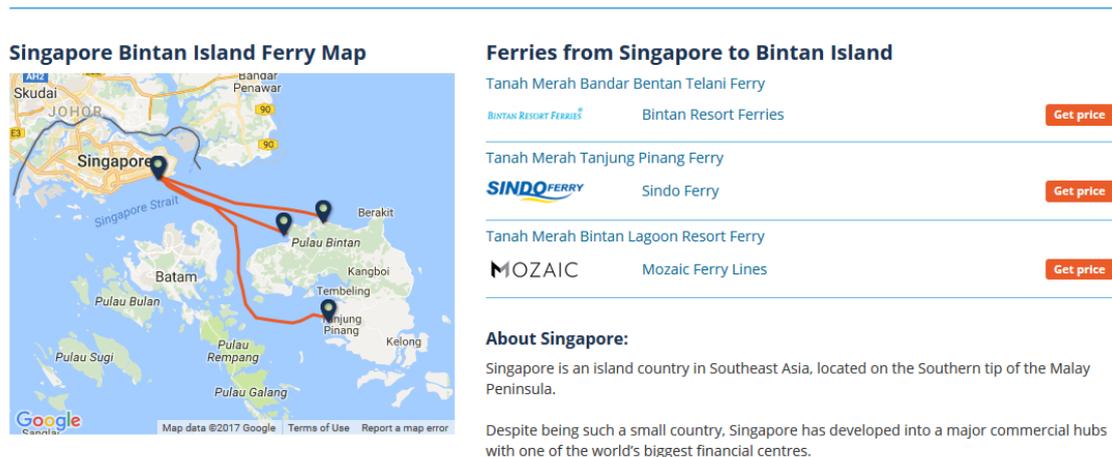


Sumber: (Statistik Pariwisata Kabupaten Bintan)
Gambar IV.1 Grafik Kunjungan Pulau Bintan tahun 2012-2015

Grafik diatas menunjukkan bahwa hamper setiap tahun jumlah pengunjung Pulau Bintan selalu meningkat. Dengan rata-rata jumlah wisatawan manca negara perhari adalah 876 orang. Dari data statistik diatas penulis juga mendapatkan tidak hanya dari negara Singapura saja yang berkunjung ke Pulau Bintan ini juga terdapat pengunjung dari negara lain seperti, Jepang, Korea Selatan, India, Inggris dan lain-lain. Berdasarkan jumlah rata-rata wisatawan

manca negara perhari disini penulis berasumsi mengambil 20% dari jumlah tersebut yang nantinya akan datang ke *Reef Cruise*, sehingga untuk penumpang yang dapat diangkut oleh *Reef Cruise* adalah $20\% \times 876 = 175$ wisatawan.

Untuk mengangkut penumpang sebanyak 175 orang, maka dibutuhkan kapal *existing* yang akan membawa wisatawan menuju *Reef Cruise*. Berdasarkan hasil tinjauan daerah pulau Bintan terdapat 3 akses utama para wisatawan dapat masuk ke pulau Bintan itu sendiri yaitu dengan akses jalur laut. Rute kapal itu sendiri berdasarkan rute dari Singapur (Tanah Merah) ke pulau Bintan. Terdapat 3 pelabuhan yaitu pelabuhan Bintan Lagoon Resort, pelabuhan Bandar Bentan Telani, dan pelabuhan Tanjung Pinang.



Sumber: (Directferries.co.uk)
Gambar IV.2 Rute Kapal dari Singapura ke Bintan

Dengan masing-masing rute dimiliki oleh perusahaan kapal feri yang berbeda-beda. Untuk rute menuju pelabuhan Bandar Bentan Telani memakai jasa Bintan Resort Ferries. Sedangkan rute menuju pelabuhan Tanjung Pinang menggunakan jasa Sindo Ferry, dan terakhir rute dari Singapur menuju pelabuhan Bintan Lagoon Resort menggunakan jasa Mozaic Ferry Lines. Dari ketiga rute tersebut penulis mengambil salah satu yang nantinya akan digunakan untuk mengangkut penumpang menuju *Reef Cruise*. Berdasarkan hasil data sekunder yang didapatkan penulis menggunakan Sindo Ferry sebagai kapal yang nantinya akan bersandar di *Reef Cruise*. Didapatkan datanya sebagai berikut:

Tabel IV.1 Data Kapal MV Queen Star 6

IMO	9797113
Name	Queen Star 6
MMSI	563012600
Vessel Type	Passangers Ship
Gross Tonnage	279

Summer DWT	31 t
Build	2016
Flag	Singapore
Length Overall	34.85 m
Breadth Extreme	6.89 m
Draft	1.2 m
Vessel Speed	25.6 knots
Passangers	268

Data diatas menunjukkan bahwa jumlah penumpang yang dapat diangkut oleh kapal Queen Star 6 adalah 268 penumpang. Jadi jumlah penumpang yang dibawa menuju *Reef Cruise* adalah 175, yaitu 65% dari total penumpang yang dapat diangkut oleh kapal MV Queen Star 6 tersebut.

IV.1.2. Crew

Untuk *crew* kapal disini dibagi menjadi 2 bagian yaitu *marine crew* dan *non-marine crew*. Disini penulis menentukan jumlah *crew* berdasarkan kebutuhan kapal. Karena kapal ini diam maka yang dibutuhkan dalam *marine crew* adalah:

- Seorang kapten/*manager*
- 2 teknisi permesinan
- 2 *boatswain* yang bertanggung jawab atas perlengkapan kapal (*mooring system*)

Sedangkan untuk *non-marine crew*:

- 2 *chef*
- 1 dokter
- 1 *ticketing*
- 4 pramusaji
- 2 *lifeguard*
- 15 *crew* untuk fasilitas yang ada di kapal

Jadi total *crew* pada kapal *Reef Cruise* adalah 30 orang.

IV.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, sebenarnya untuk menentukan ukuran utama kapal menggunakan metode kapal *existing*. Kapal pembanding yang dijadikan acuan untuk mendesain *Reef Cruise* ini adalah Bali Hai *Reef Cruise*, namun karena keterbatasan data atau informasi dari Bali Hai itu sendiri untuk ukuran utama awalnya berdasarkan kapal yang nantinya akan bersandar yaitu kapal Queen Star 6 yang dapat mengakomodasi penumpang sebanyak 175 orang.

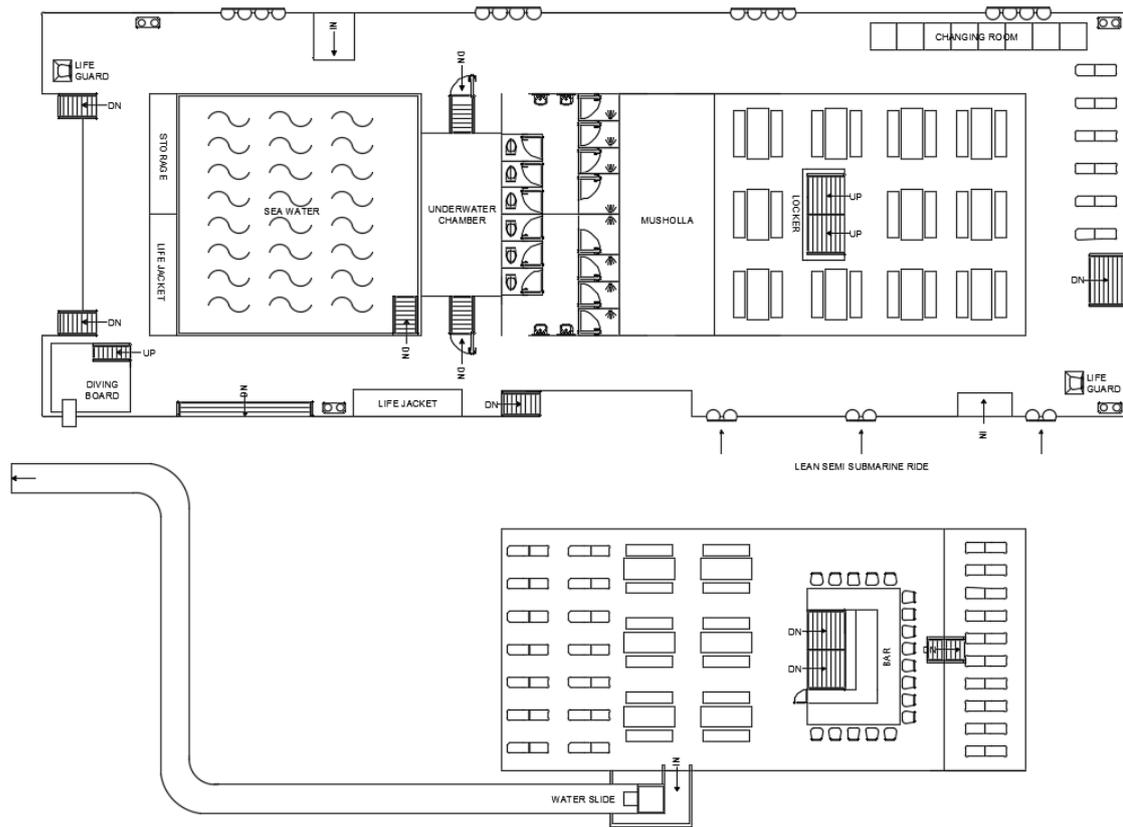


Sumber: (marinetraffic)
Gambar IV.3 MV Queen Star 6

Kapal Queen Star 6 ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

LOA 34.85 m; Breadth Extreme 6.89 m; Draft 1.2 m; Gross Tonnage 279; Speed Max 28.1 knots; Speed 25.6 knots; Construction = Aluminum; Passangers 268.

Berdasarkan spesifikasi kapal ini, penulis membuat layout kapal awal yang mampu menampung penumpang dengan dilengkapi fasilitas yang ada pada *Reef Cruise* untuk bisa difungsikan secara optimal di perairan sekitar pulau Maoi. Penulis membagi menjadi 2 deck, dimana deck 1 terdapat peralatan-peralatan diving & snorkeling, toilet, ruang ganti, tempat ibadah, locker, kursi pantai untuk bersantai dll. Sedangkan di deck kedua terdapat *water slide*, bar, dan kursi yang nyaman untuk menikmati keindahan bahari pulau Bintan. Hasil dari pembagian berdasarkan fasilitas kapal inilah yang digunakan sebagai dasar pembuatan layout awal.



Gambar IV.4 *Layout Awal Reef Cruise*

Berdasarkan *layout* awal yang dibuat, maka kebutuhan minimum ukuran utama kapal adalah sebagai berikut:

Tabel IV.2 Ukuran Utama Kapal

<i>Reef Cruise</i>				
Loa	=	40	m	Loa=lpp=lwl
B	=	10	m	
T	=	2	m	
H	=	3	m	
Vs	=	0	knot	Kapal diam

Data ini kemudian dianalisa perbandingan ukuran utamanya menggunakan batasan perbandingan ukuran utama kapal. Batasan perbandingan ukuran utama kapal didapat dari *Principle of Naval Architecture* Vol.1 halaman 19.

Tabel IV.3 Perbandingan Ukuran Utama

Batasan Perbandingan Ukuran Utama				
L/B	=	4	→	$3.5 \leq L/B \leq 10$
B/T	=	5	→	$1.8 \leq L/B \leq 5$
L/T	=	20	→	$10 \leq L/B \leq 30$

Berdasarkan data perbandingan ukuran utama kapal diatas maka kriteria-kriteria yang ada pada *Principle of Naval Architecture* Vol.1 halaman 19 sudah dipenuhi. Dalam kasus perbandingan B/T dalam kondisi maksimal. Kondisi ini tidak banyak mengganggu performa kapal karena nilai perbandingan ini berada pada kondisi optimum kapal.

IV.3. Fasilitas Reef Cruise

Fasilitas-fasilitas yang nantinya akan dihadirkan pada *Reef Cruise* ini mengacu pada Bali Hai *Reef Cruise*. Namun karena keterbatasan desain (H kapal hanya 1.15 m dan sarat kapal 0.75 m) salah satu fasilitas akan dihilangkan yaitu *underwater viewing chamber*. Dari segi ukuran tidak dapat mengakomodir penumpang (wisatawan) yang datang karena keterbatasan ukuran / dimensi. Berikut adalah fasilitas-fasilitas yang ditawarkan pada *Reef Cruise*:

- *Snorkeling*

Snorkeling itu sendiri merupakan kegiatan berenang menggunakan peralatan *life jacket*, *mask & snorkel* dan juga *fins* atau yang dikenal dengan kaki katak. Bertujuan untuk melihat keindahan terumbu karang dan hewan laut.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)
Gambar IV.5 Kegiatan Snorkeling

- *Aquanuts*

Sama-sama untuk melihat keindahan terumbu karang dan hewan laut namun, yang membedakan dengan *snorkeling* adalah lokasi *Aquanuts* yaitu didasar laut dengan bisa melihat lebih dekat keindahan ekosistem laut menggunakan *snuba helmet* yang dialiri udara oksigen menggunakan selang dari *reef cruise*.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)
Gambar IV.6 Kegiatan *Aquanuts*

- *Semi-Submarine Rides*

Fasilitas lainnya yang ditawarkan adalah *semi-submarine rides* yaitu wisatawan dapat menaiki kapal berbentuk kapal selam ini untuk melihat ekosistem laut melalui kaca yang transparan.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)
Gambar IV.7 *Semi-Submarine Rides*

- *Banana Boats*

Wisatawan dapat merasakan keseruan menaiki *banana boats* dengan dilengkapi *life jacket* lalu ditarik menggunakan *jetski* sampai akhirnya nanti dijatuhkan dari *banana boats*.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)

Gambar IV.8 *Banana Boats*

- *20 m Water Slide*

Bermain *water slide* atau seluncuran dengan sensasi yang berbeda yaitu dari *2nd Deck* sepanjang 20 meter menuju laut langsung.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)

Gambar IV.9 *25 m Water Slide*

- *Diving Board*

Peralatan yang digunakan sama seperti di kolam renang pada umumnya yaitu *diving board* tapi yang membedakan disini wisatawan dapat lompat langsung ke laut dengan *diving board*.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)

Gambar IV.10 Diving Board

- *Parasailing*

Fasilitas ini merupakan fasilitas yang paling seru diantara fasilitas-fasilitas yang lainnya. dan hanya mampu menampung satu orang. Wisatawan akan menggunakan satu set parasut yang nantinya ditarik menggunakan *jetski*.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)

Gambar IV.11 Parasailing

- *Scuba Diving*

Dengan *scuba diving* wisatawan dapat leluasa melihat keindahan ekosistem laut dan harus ada penyelam pendamping yang berpengalaman sehingga mengurangi terjadinya resiko kecelakaan. Peralatan yang dibutuhkan dalam *diving* juga sangat beragam seperti, *wet suit, fins, mask & snorkel, gloves & boots, buoyancy compensator, regulator, oxygen tank, octo, & gauge.*



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)

Gambar IV.12 Kegiatan *Scuba Diving*

- *Bar*

Fasilitas terakhir yang ditawarkan oleh *reef cruise* adalah *bar*. Wisatawan dapat membeli minuman disini sambil duduk menikmati keindahan bahari yang ditawarkan pada *Reef Cruise*. Fasilitas ini belum ada di Bali Hai Reef Cruise dan baru ditambahkan pada Tugas Akhir ini.



Sumber: (Bali Hai Reef Cruise, 2017)

Gambar IV.13 Bar

IV.4. Penentuan Lokasi

Disini penulis memilih lokasi Pulau Maoi sebagai tempat nantinya *Reef Cruise* beroperasi berdasarkan sumber dari website bintannow, disitu disebutkan salah satu spot diving yang berada di Pulau Bintan adalah di sekitaran Pulau Maoi. Pulau Maoi itu sendiri berlokasi di Bintan utara diantara Pulau Sungbang, Lagoi, dan Pulau Manjin Besar. Memiliki potensi ekosistem yang sangat baik seperti terumbu karang yang indah dan spesies hewan laut yang beragam. Pulau Maoi ini berjarak 427,42m dari bibir pantai Bintan utara (Lagoi). Dengan kedalam rata-rata 12m dengan maksimum 15m. Dan menurut BMKG tinggi gelombang pada daerah ini kisaran 0,1 – 0,5 m karena merupakan perairan cukup tenang.



Sumber: (Google Earth, 2017)
Gambar IV.14 Pulau Maoi

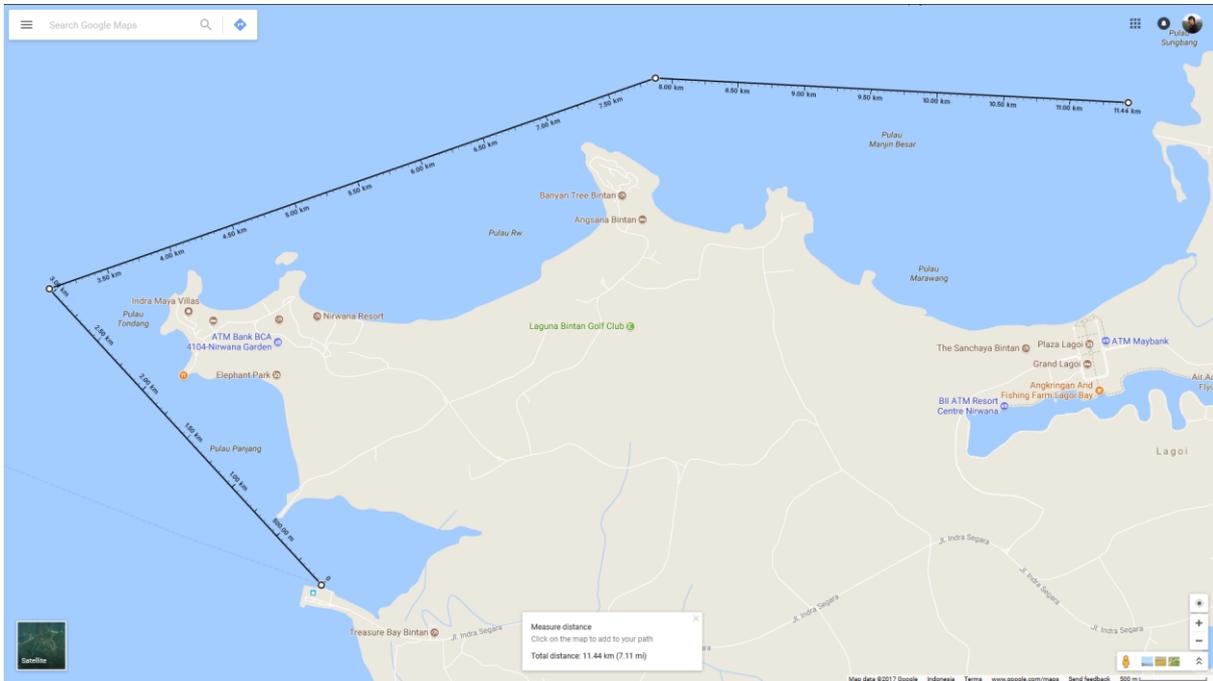
IV.5. Penentuan Pola Operasi Kapal

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan pola operasi kapal *Reef Cruise* yang meliputi rute dan pelayanan kapal wisata serta waktu operasional kapal.

IV.5.1. Rute kapal

Berdasarkan hasil dari tinjauan daerah yang sudah dilakukan pada perairan Pulau Bintan, penulis menyadari adanya potensi yang bisa dikembangkan pada lokasi tersebut dan juga berdasarkan situs bintannow.com lokasi sekitaran Pulau Maoi merupakan salah satu spot *diving*

yang ada di Pulau Bintan. Dengan tinggi gelombang kisaran 0,1 – 0,5 m dan dianugerahi dengan kekayaan bawah laut dan masih terjaga sehingga sangat cocok untuk dijadikan destinasi *diving* maupun *snorkeling*.



Sumber: (Google Maps, 2017)
Gambar IV.15 Rute Kapal MV Queen Star 6

Dari Gambar IV.15 diatas rute yang dimaksud adalah kapal MV Queen Star 6 yang akan membawa wisatawan menuju kapal *Reef Cruise* yang diam di daerah Pulau Maoi. Jadi dimulai dari pelabuhan Bandar bintang telani langsung menuju *Reef Cruise* dengan jarak 11,45 km (7,11 mil).

IV.5.2. Waktu operasi kapal

Setelah menentukan rute pelayaran kapal MV Queen Star 6 menuju kapal *Reef Cruise* maka selanjutnya adalah menentukan waktu operasional pada kapal. Biasanya menentukan waktu operasional kapal menggunakan rumus $sea\ time = A / V_s$, yaitu *sea time* kapal (jam) itu sama dengan Jarak pelayaran dibagi dengan kecepatan dinas kapal. Karena berhubung kapal ini diam maka lama nya waktu operasi kapal berdasarkan *timeline* kegiatan wisata.

Tabel IV.4 *Timeline* Kegiatan Wisata

Kegiatan	Waktu		Keterangan
	Mulai	Selesai	
Perisapan	08.00	08.45	Berkumpul di Pelabuhan
Pelabuhan Bandar Bintang Telani – <i>Reef Cruise</i>	08.45	09.00	-
Menikmati Fasilitas	09.00	11.30	-
Makan Siang / Istirahat	11.30	12.30	-
Wisata Bahari	12.30	16.00	-
Perisapan Pulang	16.00	16.45	-
<i>Reef Cruise</i> – Pelabuhan Bandar Bintang Telani	16.45	17.00	-

Jadi waktu operasi kapal dimulai pukul 09.00 – 17.00 WIB (8 jam) dengan menikmati segala fasilitas yang ada pada *Reef Cruise*.

IV.6. Perhitungan Awal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan *Froude number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p , C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*. Namun karena *Froude number* menggunakan variabel kecepatan dinas kapal dan kapal ini tidak bergerak maka untuk perhitungan *Froude number* diabaikan atau sama dengan nol.

IV.6.1. Perhitungan *Coefficient*

a. *Block Coefficient* (C_b)

$$\begin{aligned}
 C_b &= \nabla / (L.B.T) && \text{(IV.1)} \\
 &= 257.61 / 40 \times 10 \times 0.75 \\
 &= 0.859
 \end{aligned}$$

Karena kapal berbentuk kotak harusnya c_b yang diperoleh adalah 1 tapi karena pada bagian kapal juga terdapat beberapa bagian yang sengaja dihilangkan jadi untuk volume kapal dihitung dikurangi dengan bagian yang dihilangkan.

b. *Midship Coefficient* (C_m)

$$\begin{aligned}
 C_m &= A_m / B.T && \text{(IV.2)} \\
 &= 7.5 / 10 \times 0.75 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

c. *Prismatic Coefficient* (C_p)

$$\begin{aligned} C_p &= C_b / C_m && \text{(IV.3)} \\ &= 0.859 / 1 \\ &= 0.859 \end{aligned}$$

d. *Waterplan Coefficient* (C_{wp})

$$\begin{aligned} C_{wp} &= A_{wp} / L.B && \text{(IV.4)} \\ &= 302.41 / 40 \times 10 \\ &= 0.756 \end{aligned}$$

IV.6.2. Perhitungan *Displacement*

Perhitungan *displacement* kapal berdasarkan perhitungan dasar yaitu volume *displacement* kapal dikalikan dengan massa jenis atau densitas air laut.

$$\begin{aligned} \nabla &= L.B.T.C_b && \text{(IV.5)} \\ &= 40 \times 10 \times 0.75 \times 0.859 \\ &= 257.61 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \nabla \cdot \gamma && \text{(IV.6)} \\ &= 257.61 \text{ m}^3 \times 1.025 \text{ ton/ m}^3 \\ &= 264.05 \text{ ton} \end{aligned}$$

IV.7. Kebutuhan Listrik

Karena kapal diam, maka tidak dibutuhkan mesin induk untuk menggerakkan *propeller*. Tetapi tetap membutuhkan mesin untuk menghasilkan listrik yang nantinya menunjang kebutuhan kapal. Hal yang paling mendasar untuk kebutuhan listrik sebuah kapal adalah penerangan, disini nantinya menentukan jumlah listrik yang dibutuhkan kapal sehingga dapat memilih mesin genset yang sesuai.

IV.7.1. Penentuan Jumlah Titik Lampu Dalam Ruangan

Langkah pertama adalah menentukan jenis lampu yang digunakan, pada kapal ini menggunakan lampu LED 12 watt. Adapun formula dari perhitungan didapatkan melalui website jasainstalistrik.blogspot.co.id dimana formula untuk menghitung jumlah titik lampu dalam ruangan sebagai berikut:

Dimana:

- N = Jumlah titik lampu
- E = Kuat penerangan / target penerangan yang akan dicapai
- L = Panjang ruangan (m)
- W = Lebar ruangan (m)

- \emptyset = Total lumen lampu / *lamp luminous flux*
 LLF = Faktor cahaya rugi / *light loss factor* (0.7-0.8)
 CU = Faktor pemanfaatan / *coefficient of utilization* (50%-65%)
 n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

Tabel IV.5 Standar Pencahayaan Dalam Ruangan

Perkantoran	200 – 500 Lux
Apartemen Rumah	100 – 250 Lux
Hotel	200 – 400 Lux
Rumah Sakit/Sekolah	200 – 800 Lux
Basement / Toilet / Coridor / Hall / Lobby	100 – 200 Lux
Restaurant / Store / Toko	200 – 500 Lux

Adapun ruangan tertutup pada kapal sebagai berikut:

1. Toilet

- E = 200 (100 – 200 Lux)
 L = 4.33 m
 W = 4 m
 \emptyset = 2640 (didapat dari spesifikasi lampu led 12 watt)
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50 – 65%)
 n = 1

Formula yang digunakan:

$$\begin{aligned}
 N &= E.L.W / \emptyset.LLF.CU.n && (IV.7) \\
 &= 200 \times 4.33 \times 4 / 2640 \times 0.8 \times 65\% \times 1 \\
 &= 2.018648 = 2 \text{ Titik Lampu}
 \end{aligned}$$

Karena memiliki 2 toilet jadi untuk jumlah lampu yang dibutuhkan toilet yaitu berjumlah 4 buah lampu.

2. Musholla

- E = 200 (100 – 200 Lux)
 L = 4 m
 W = 3.5 m
 \emptyset = 2640 (didapat dari spesifikasi lampu led 12 watt)
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50 – 65%)

$$n = 1$$

Formula yang digunakan:

$$\begin{aligned} N &= E.L.W / \emptyset.LLF.CU.n && (IV.7) \\ &= 200 \times 4 \times 3.5 / 2640 \times 0.8 \times 65\% \times 1 \\ &= 1.631702 = 2 \text{ Titik Lampu} \end{aligned}$$

Jumlah lampu yang digunakan untuk musholla adalah 2 buah.

3. Ruang ganti

$$E = 200 \text{ (100 – 200 Lux)}$$

$$L = 4 \text{ m}$$

$$W = 3.5 \text{ m}$$

$$\emptyset = 2640 \text{ (didapat dari spesifikasi lampu led 12 watt)}$$

$$LLF = 0.8 \text{ (0.7 - 0.8)}$$

$$CU = 65\% \text{ (50 – 65\%)}$$

$$n = 1$$

Formula yang digunakan:

$$\begin{aligned} N &= E.L.W / \emptyset.LLF.CU.n && (IV.7) \\ &= 200 \times 4 \times 3.5 / 2640 \times 0.8 \times 65\% \times 1 \\ &= 1.631702 = 2 \text{ Titik Lampu} \end{aligned}$$

Jumlah lampu yang digunakan untuk ruang ganti adalah 2 buah.

Total lampu led 12-watt yang digunakan pada *reef cruise* adalah 16 buah.

IV.7.2. Penentuan Generator Set

Berikutnya adalah pemilihan mesin genset, dimana mesin genset ditentukan berdasarkan kebutuhan listrik pada kapal. Untuk kebutuhan listrik lainnya adalah *water pump* untuk memenuhi kebutuhan salah satu fasilitas yaitu *water slide* dan toilet maka disini menggunakan 2 pompa listrik *centrifugal pump* 2.2KW. Total kebutuhan listrik di kapal sebagai berikut:

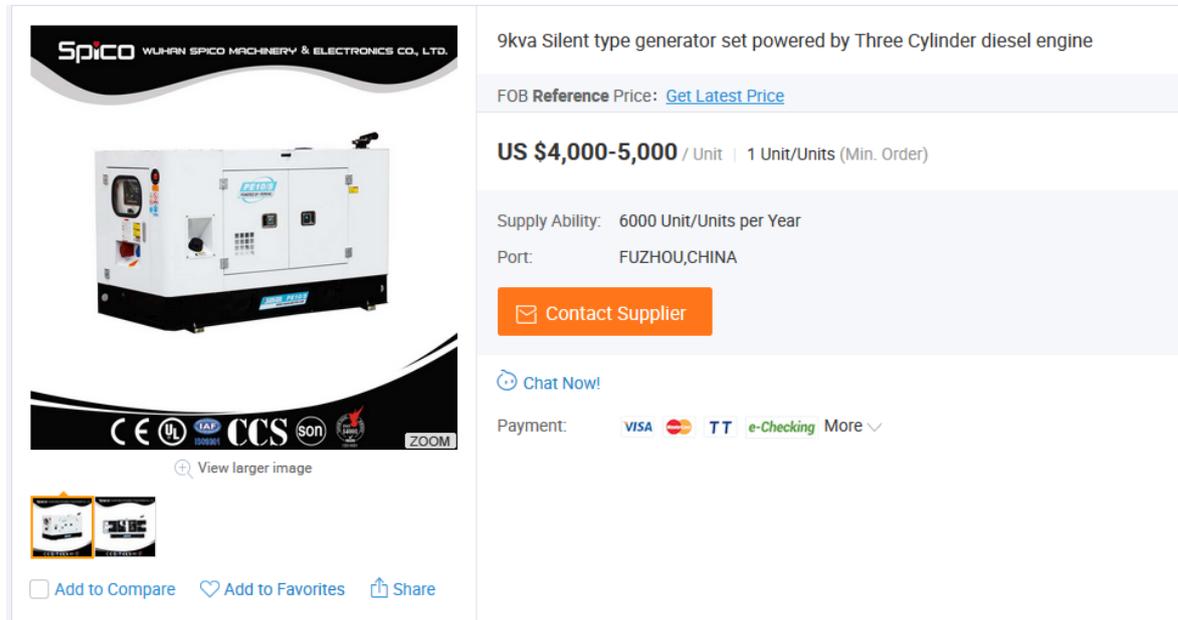
Tabel IV.6 Total Kebutuhan Listrik

Kebutuhan Listrik				
Lampu LED	16 bh	12	W	0.192 KW
Lampu Navigasi	1 bh	65	W	KW
Water Pump	3 bh	2.2	KW	6.6 KW
			Total	6.857 KW

1 KVA = 0.8 KW

6.857 KW = 8.57125KVA (diambil 9 KVA)

Jadi Generator set harus memiliki kapasitas 9 KVA. Disini menggunakan generator set merk Spico dengan berat 1100 Kg dan konsumsi bahan bakar 2.6 Liter / Jam.



9kva Silent type generator set powered by Three Cylinder diesel engine

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

US \$4,000-5,000 / Unit | 1 Unit/Units (Min. Order)

Supply Ability: 6000 Unit/Units per Year

Port: FUZHOU, CHINA

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Payment: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [e-Checking](#) [More](#) ∨

Sumber: (Alibaba, 2017)
Gambar IV.16 Generator Set

Overview

Quick Details

Place of Origin:	Fujian, China (Mainland)	Brand Name:	OEM	Model Number:	S10PE
Output Type:	AC Three Phase	Speed:	1500RPM	Frequency:	50HZ
Rated Power:	7KW/9KVA	Rated Voltage:	400V	Rated Current:	Depend
Standby power:	8kw/10kva	Engine model:	403A-11G1	Character:	Water-cooled
Displacement:	1.131L	Rated Fuel Con...:	2.6L/h	Lub Oil Capacity:	4.9L
Alternator:	SLG164B	Protection Grad...:	IP21	Class of insulat...:	H
Warranty:	12 months				

Sumber: (Alibaba, 2017)
Gambar IV.17 Spesifikasi Generator Set

IV.8. Perencanaan Tangki

Pada umumnya tangka pada kapal digunakan untuk menampung kebutuhan permesinan pada kapal serta kebutuhan manusia di kapal. Tangki yang direncanakan pada kapal ini adalah *fresh water tank*, *slop tank*, dan *fuel oil tank*. Karena disini tidak memiliki mesin induk maka hanya memakai satu tangka bahan bakar untuk generator set saja. Proses perencanaannya dimulai dengan melakukan perhitungan kebutuhan *consumable* yang nantinya akan ditampung

oleh tangka-tangka tersebut. Setelah didapatkan ukuran dari tangka maka dilanjutkan dengan mendesain menggunakan *software maxsurf stability enterprise* untuk mengetahui titik berat kapal dan analisis stabilitasnya.

IV.8.1. *Fresh Water Tank*

Untuk mendesain sebuah tangki yang salah satunya adalah *fresh water* maka harus diketahui dahulu seberapa besar kebutuhannya. Kebutuhan *fresh water* pada perhitungan ini hanya dibatasi untuk kebutuhan manusia saja. Penentuan kebutuhan air untuk tiap sektor diambil berdasarkan kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dep. PU.

Tabel IV.7 Kebutuhan Air Bersih untuk Fasilitas Umum

SEKTOR	NILAI	SATUAN
SEKOLAH	10	LITER/ MURID / HARI
MASJID	3000	LITER / UNIT / HARI
MUSHOLLA	2000	LITER / UNIT / HARI
PASAR	12000	LITER / HEKTAR / HARI
FASILITAS OLAHRAGA	10	LITER / ORANG / HARI
KANTOR	10	LITER / PEGAWAI / HARI
PERTOKOAN	10	LITER / PEGAWAI / HARI
PUSKESMAS	2000	LITER / UNIT / HARI

Berdasarkan tabel diatas, haya ada dua sektor yang diambil dengan kebutuhan masing- masing sebagai berikut:

Musholla	= 2000	liter / hari	
Fasilitas Olahraga	= 10 x 265 orang		
	= 2650	liter / hari	
Total Kebutuhan	= 4650	liter / hari	
	= 32550	liter / minggu	
Kapasitas tangki	= 32550	liter	
Berat	= 32.550	ton	
Volume	= Berat x Densitas air tawar		(IV.8)
	= 32.550 x 1		
	= 32.550	m ³	

Langkah selanjutnya adalah merencanakan bentuk dan ukuran tangka menggunakan *software maxsurf* dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel IV.8 Dimensi Tangki *Fresh Water*

Dimensi Tangki	
Panjang	3.5 m
Lebar	10 m
Tinggi	1 m
Volume	35.000 m ³
Berat	35.000 ton

IV.8.2. Slop Tank

Kapasitas *slop tank* diambil dari berat *fresh water* ditambah dengan margin 5%. Pemberian margin 5% ini untuk mengantisipasi adanya *black water* (limbah manusia).

$$\begin{aligned}
 \text{WFW} &= 32.550 \quad \text{ton} \\
 \text{Margin 5\%} &= 5\% \times \text{WFW} && \text{(IV.9)} \\
 &= 1.750 \quad \text{ton} \\
 \text{WST} &= 36.75 \quad \text{ton} && \rho \text{ Slops} = 0.913 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 40.2519 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel IV.9 Dimensi Tangki *Slop*

Dimensi Tangki	
Panjang	4.5 m
Lebar	10 m
Tinggi	1 m
Volume	45.000 m ³
Berat	41.085 ton

IV.8.3. Diesel Oil Tank

Kapasitas *diesel oil* untuk kapal ini diambil dari konsumsi bahan bakar mesin generator set saja karena tidak menggunakan mesin induk.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Genset} &= 9 \quad \text{KVA} \\
 \text{Komsumsi bahan bakar} &= 2.6 \quad \text{liter/jam} \\
 \text{Konsumsi dalam 8 jam} &= 20.8 \quad \text{liter (Karena waktu operasi kapal hanya 8 jam saja)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Seminggu} &= 145 \text{ liter} \\
&= 0.1456 \text{ ton} \\
\rho \text{ Solar} &= 0.85 \text{ ton/m}^3 \\
\text{Volume} &= \text{Berat} / \rho \text{ Solar} \quad (\text{IV.10}) \\
&= 0.1456 / 0.85 \\
&= 0.17129 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Tabel IV.10 Dimensi Tangki Bahan Bakar

Dimensi Tangki	
Panjang	1 m
Lebar	1 m
Tinggi	0.2 m
Volume	0.2 m ³
Berat	0.170 ton

IV.9. Perhitungan Tebal Pelat

Reef Cruise ini menggunakan material baja sebagai bahan dasar konstruksinya, sehingga dalam perhitungan tebal pelatnya bisa menggunakan klasifikasi BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) karena mempunyai aturan tebal pelat dengan kapal dibawah 90 meter. Perhitungan tebal pelat ini diambil berdasarkan beban yang diterima pada setiap bagian pelat yang dihitung. Semakin besar beban yang diterima maka semakin tebal pelat yang digunakan. Perhitungan tebal pelat selengkapnya akan ditampilkan pada halaman lempira. Secara umum perhitungan mengenai tebal pelat didapatkan dari persamaan:

Sebagai contoh Untuk pelat alas

$$t_{B1} = 1,9 \times n_f \times a \times (PB \times k)^{1/2} + tK \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m} \quad (\text{IV.11})$$

$$t_{B2} = 1,21 \times a \times (PB \times k)^{1/2} + tK \quad (\text{IV.12})$$

Dibandingkan dan diambil nilai yang paling besar

Untuk pelat sisi

$$t_{S1} = 1,9 \times n_f \times a \times (PS \times k)^{1/2} + tK \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m} \quad (\text{IV.13})$$

$$t_{S1} = 1,21 \times a \times (PS \times k)^{1/2} + tK \quad (\text{IV.14})$$

Dibandingkan dan diambil nilai yang paling besar, yang membedakan dari setiap pelat adalah beban yang diterima dari setiap bagian berbeda-beda makanya tebal pelat setiap bagian juga berbeda. Disini kapal tidak memakai *double bottom*.

Tabel IV.11 Rekapitulasi Tebal Pelat

Bagian Pelat	Tebal Pelat (mm)
Pelat alas	8
Pelat sisi	8
Pelat geladak	6
Pelat dinding yang tak terlindungi	6
Pelat dinding yang terlindungi	4
Pelat geladak atas	4

IV.10. Perhitungan Berat Kapal

Pada perhitungan berat kapal *Reef Cruise* ini, terdapat dua kelompok utama yang dihitung yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). Keduanya memiliki elemen yang berbeda-beda dan apabila dijumlahkan akan menjadi berat total kapal. Pada sub bab ini akan ditampilkan perhitungan DWT dan LWT kapal.

IV.10.1. Perhitungan DWT

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, komponen DWT kapal terdiri dari berat penumpang dan barang bawaannya, berat crew kapal dan bawaannya, berat bahan bakar, berat air tawar, berat *slop*. Komponen berat DWT dapat dihitung secara langsung. Perhitungan berat selengkapnya dapat dilihat di Lampiran, pada sub bab ini hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat DWT kapal.

Tabel IV.12 Rekapitulasi Berat DWT Kapal

Komponen DWT	Berat	Keterangan
Berat Penumpang & Barang Bawaan	17.5 ton	Asumsi Berat 80 kg
Berat Crew & Barang Bawaan	3 ton	Asumsi Barang 20kg
Berat <i>Fresh Water</i>	26.25 ton	-
Berat <i>Slop</i>	28.531 ton	-
Berat Bahan Bakar Generator Set	0.170 ton	-
	96.755 ton	

IV.10.2.Perhitungan LWT

LWT adalah berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja, berat generator set, berat peralatan dan fasilitas. Dibawah ini akan ditampilkan perhitungan berat LWT. Perhitungan berat selengkapnya dapat dilihat di Lampiran, pada sub bab ini hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat LWT kapal.

Tabel IV.13 Rekapitulasi Berat LWT Kapal

Komponen LWT	Berat	Keterangan
Berat Lambung Kapal (<i>Hull</i>)	65.986 ton	-
Berat Geladak Kapal (<i>Deck</i>)	43.304 ton	-
Berat Konstruksi Lmabung Kapal	27.322 ton	-
Berat Bangunan Atas Kapal	3.103 ton	-
Berat Railing	1.33 ton	-
Tiang Penyangga	3.207 ton	-
Equipment & Outfitting	6.138 ton	-
Berat Generator Set	1.244 ton	-
	151.635 ton	

IV.10.3.Koreksi *Displacement*

Setelah diketahui total LWT dan DWT kapal, maka dilanjutkan dengan menghitung koreksi *displacement*. Selisih antara penjumlahan dari LWT dan DWT dengan *displacement* dari *Reef Cruise* ini didesain untuk tidak lebih dari 6%. Untuk Perician dari koreksi *displacement* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel IV.14 Koreksi *Displacement*

Komponen	Berat	Keterangan
LWT	151.635 ton	-
DWT	96.755 ton	-
Total	248.390 ton	-
<i>Displacement</i>	264.050 ton	-
$\Delta - (LWT + DWT)$	15.660 ton	-
Koreksi	5.93%	

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, maka didapatkan koreksi sebesar 15.660 ton (5.93% Δ). Nilai *displacement* kapal yang lebih besar daripada jumlah LWT dan DWT menunjukkan bahwa kapal dapat mengapung.

IV.11. Perhitungan Trim Kapal

Perhitungan trim didapatkan langsung dari model *maxsurf stability enterprise* setelah melakukan perhitungan stabilitas yang batasannya didapatkan dari NCVS (*Non Conventional Vessel Standard*) yaitu nilai trim tidak boleh melebihi batasan yaitu Lpp dibagi dengan 50.

Batasan Trim

Trim maksimal menurut NCVS (*Non Conventional Vessel Standard*)

$$Lpp / 50 = 0.8 \text{ m}$$

Perhitungan Trim menurut *maxsurf stability enterprise*

$$\text{Trim} = 0.28 \text{ m}$$

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

$$\text{Hasil} = \textit{Accepted}$$

IV.12. Perhitungan Freeboard

Perhitungan *Freeboard* mengacu pada "International Convention of Load Lines, 1966, Protocol of 1988". Hasil yang didapatkan adalah tinggi minimum *freeboard* yang diijinkan.

- Tipe Kapal

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* menyebutkan bahwa kapal tipe A adalah:

1. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah air.
2. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
3. Kapal yang memiliki tingkat permeabilitas rendah pada ruang muat

Kapal tipe B adalah selain kapal tipe A, Sehingga *Reef Cruise* termasuk kapal **tipe B**

- Lambung Timbul

(ICLL Chapter 3, Reg. 28, *Freeboard Table for Type B Ships*)

$$Fb_1 = 334 \text{ mm} \quad \text{untuk kapal dengan } L = 40 \text{ m}$$

$$Fb_1 = 33.4 \text{ cm}$$

$$= 0.334 \text{ m}$$

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27*

Untuk kapal tipe B dengan panjang dibawah 108 meter, tinggi *freeboard* ditambah 50 mm

$$\begin{aligned} F_{b2} &= 384 \quad \text{mm} \\ &= 0.384 \quad \text{m} \end{aligned}$$

- Koreksi

1. Koreksi Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

$$C_B = 0.8587 \quad \text{Tidak ada koreksi}$$

2. Depth (D)

$$L / 15 = 2.666667$$

$$D = 1 \quad \text{m}$$

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

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

Karena $D < L / 15$ maka, tidak ada koreksi

3. Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 meter

(*ICLL Chapter 3, Reg. 29, Correction to the Freeboard for Ships under 100 metres (328 feet) in length*)

Untuk *enclosed superstructures* $E =$ panjang bangunan atas

$$\text{Koreksi} = 7.5(100 - L) \times (0.35 - (E / L))$$

Tapi tidak perlu koreksi karena *superstructures* nya terbuka bukan tertutup

- Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= F_b - \text{koreksi lambung timbul dibawah 100 m} & \text{(IV.15)} \\ &= 0.384 \quad \text{m} \end{aligned}$$

- Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_b &= H - T & \text{(IV.16)} \\ &= 0.4 \quad \text{m} \end{aligned}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar dari lambung timbul disyaratkan

Kondisi = **Diterima**

IV.13. Perhitungan Stabilitas

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, perhitungan stabilitas kapal menggunakan *software Maxsurf Stability Enterprise*. Tahapan dari pengerjaan stabilitas *Reef Cruise* adalah sebagai berikut:

- Pertama dimulai dengan membuka *software Maxsurf Stability Enterprise* kemudian membuka *file* permodelan lambung kapal yang telah dilakukan sebelumnya di *software Maxsurf Modeler*.
- Setelah *file* model lambung kapal terbuka, maka dilanjutkan dengan memasukan desain tangki-tangki yang sudah dibuat pada saat perencanaan tangki. Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah penentuan massa jenis muatan. Pada *software Maxsurf Stability Enterprise* terdapat analisis massa jenis (*density*) muatan yang berdasarkan massa jenis dari tiap tiap muatan tangki tersebut. Sebagai contoh massa jenis air tawar adalah 1 ton/m³ dan massa jenis solar adalah 0.84 ton/m³

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m
1	FWT (P)	Tank	100	100	1	Fresh Wate	none	13.8	18.3
2	SWT (P)	Tank	100	100	0.913	Slops	none	18.3	23.8
3	Diesel Oil	Tank	100	100	0.84	Diesel	none	23.8	24.8
4	FWT (S)	Tank	100	100	1		none	13.8	18.3
5	SWT(S)	Tank	100	100	1		none	18.3	23.8

F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m	A.Stbd. m	A.Top m	A.Bott. m	Formed
-5	0	1	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
-5	0	1	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
-0.5	0.5	0.2	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
0	5	1	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
0	5	1	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes

Gambar IV.18 Hasil Perencanaan tangki

- Setelah perencanaan tangki selesai, maka dilakukan input data berat kapal yang lainnya. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini data berat kapal yang dimasukkan adalah LWT yaitu berat kapal kosong. Serta data yang diperlukan lainnya adalah LCG kapal yang didapatkan dari perhitungan stabilitas.
- Selanjutnya adalah pemilihan kriteria stabilitas untuk kapal. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini kriteria yang digunakan adalah *Ch2, Monohulls HSC Code*
- Perencanaan kondisi pemuatan (*loadcase*). Hal ini dilakukan karena pada kondisi nyata nantinya, kapal akan memiliki banyak variasi kondisi seperti kondisi setengah muatan, kondisi muatan kosong dan lainnya. Maka pada pengerjaan Tugas Akhir ini kondisi yang direncanakan adalah kondisi muatan tangki penuh, kondisi muatan tangki setengah penuh, dan kondisi tangki kosong.

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	150.400	150.400			21.200	0.000	0.000	0.000	User Specific
2	FWT (P)	100%	22.500	22.500	22.500	22.500	16.050	-2.500	0.500	0.000	Maximum
3	SWT (P)	0%	25.108	0.000	27.500	0.000	18.331	-2.500	0.000	0.000	Maximum
4	Diesel Oil	100%	0.168	0.168	0.200	0.200	24.300	0.000	0.100	0.000	Maximum
5	SWT(S)	0%	27.500	0.000	27.500	0.000	18.331	2.500	0.000	0.000	Maximum
6	FWT (S)	100%	22.500	22.500	22.500	22.500	16.050	2.500	0.500	0.000	Maximum
7	Total Loadca			195.568	100.200	45.200	20.018	0.000	0.115	0.000	
8	FS correction								0.000		
9	VCG fluid								0.115		

Gambar IV.19 Perencanaan kondisi tangki penuh (100%)

- Langkah terakhir dari proses perhitungan stabilitas dengan *maxsurf stability enterprise* ini adalah mengalisis stabilitas dan melihat hasilnya.

Stabilitas adalah kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal yang mengacu pada *IMO A.749 (18) Chapter 3*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut:

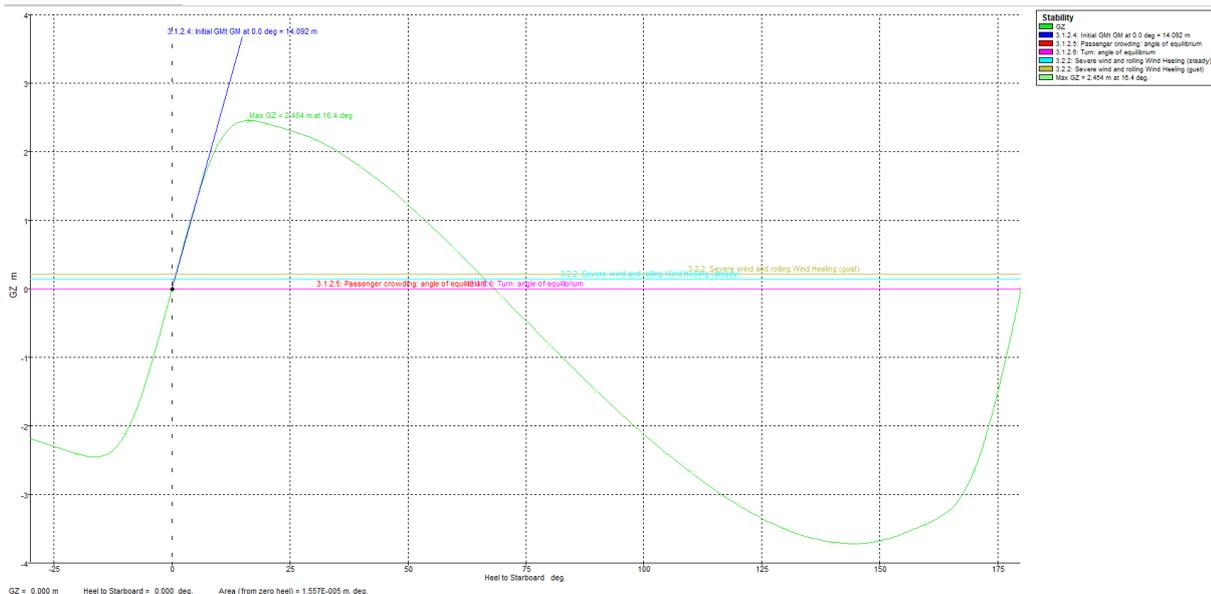
- Luas (A) dibawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat tidak kurang dari 3.1513 meter.deg
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- Luas (A) dibawah kurva GZ sampai sudut 40 derajat atau *downflooding* θ_f , jika sudut ini kurang dari 40 derajat, tidak boleh kurang dari 5.1566 meter.deg
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- Luas dibawah 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 1.7189 meter.deg
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- GZ maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)

Setelah dilakukan analisis stabilitas menggunakan *software maxsurf* maka dilakukan pemeriksaan kondisi stabilitas. Semua kondisi stabilitas berdasarkan kriteria diatas harus dipenuhi. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini semua kondisi *loadcase* kapal harus diperiksa dan hasilnya harus memenuhi kriteria. Hasil dari pemeriksaan kondisi tersebut adalah sebagai berikut:

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	A.749(18) C	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		<i>from the greater of</i>					
3		spec. heel angle	0.0	deg	0.0		
4		<i>to the lesser of</i>					
5		spec. heel angle	30.0	deg	30.0		
6		angle of vanishing stability	68.3	deg			
7		shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	58.7402	Pass	+1764.00
8							
9	A.749(18) C	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		<i>from the greater of</i>					
11		spec. heel angle	0.0	deg	0.0		
12		<i>to the lesser of</i>					
13		spec. heel angle	40.0	deg	40.0		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	68.3	deg			
16		shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	78.7514	Pass	+1427.20
17							
18	A.749(18) C	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		<i>from the greater of</i>					
20		spec. heel angle	30.0	deg	30.0		
21		<i>to the lesser of</i>					
22		spec. heel angle	40.0	deg	40.0		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	68.3	deg			
25		shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	20.0111	Pass	+1064.18
26							
27	A.749(18) C	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		<i>in the range from the greater of</i>					
29		spec. heel angle	30.0	deg	30.0		
30		<i>to the lesser of</i>					
31		spec. heel angle	90.0	deg	90.0		
32		angle of max. GZ	16.4	deg			
33		shall not be less than (\geq)	0.200	m	2.188	Pass	+994.00
34		<i>Intermediate values</i>					
35		angle at which this GZ occurs		deg	30.0		

Gambar IV.20 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi Muatan Penuh

Gambar IV.20 menunjukkan bahwa kriteria pada *IMO A.749 (18) Chapter 3* untuk kondisi muatan penuh *consumable* (100%) memenuhi atau pada hasil diatas ditunjukkan dengan *pass*. Selain kondisi muatan penuh *consumable* (100%) harus dianalisis juga kondisi muatan yang lain yaitu kondisi muatan *consumable* 50% dan *consumable* 0%. Berdasarkan garfik dibawah maka dapat diketahui nilai maksimum GZ adalah 2.454 meter pada sudut 16.4 derajat.



Gambar IV.21 Grafik Stabilitas Kapal pada Kondisi *Loadcase Consumable* 100%

- Kondisi muatan *consumable* 100%

Tabel IV.15 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi muatan *consumable* 100%

Kriteria	Nilai Minimal	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
Area 0 to 30	3.1513	58.7402	meter.deg	Accepted
Area 0 to 40	5.1566	78.7514	meter.deg	Accepted
Area 30 to 40	1.7189	20.011	meter.deg	Accepted
Max GZ at 30 or greater	0.2	2.188	meter	Accepted
$\theta_{GZmax} \geq 15^\circ$	15	16.4	degree	Accepted
$GM \geq 0,15$	0.15	14.092	meter	Accepted

- Kondisi muatan *consumable* 50%

Tabel IV.16 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi muatan *consumable* 50%

Kriteria	Nilai Minimal	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
Area 0 to 30	3.1513	50.3725	meter.deg	Accepted
Area 0 to 40	5.1566	64.6011	meter.deg	Accepted
Area 30 to 40	1.7189	14.2286	meter.deg	Accepted
Max GZ at 30 or greater	0.2	1.677	meter	Accepted
$\theta_{GZmax} \geq 15^\circ$	15	15.5	degree	Accepted
$GM \geq 0,15$	0.15	12.815	meter	Accepted

- Kondisi muatan *consumable* 0%

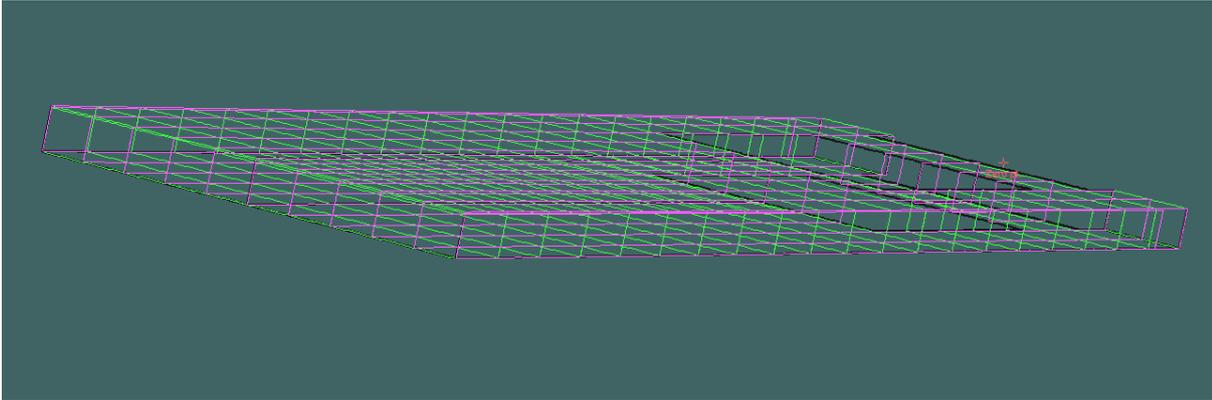
Tabel IV.17 Hasil Analisis Stabilitas pada Kondisi muatan *consumable* 0%

Kriteria	Nilai Minimal	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
Area 0 to 30	3.1513	56.6612	meter.deg	Accepted
Area 0 to 40	5.1566	76.0801	meter.deg	Accepted
Area 30 to 40	1.7189	19.4188	meter.deg	Accepted
Max GZ at 30 or greater	0.2	2.124	meter	Accepted
$\theta_{GZmax} \geq 15^\circ$	15	16.4	degree	Accepted
$GM \geq 0,15$	0.15	13.471	meter	Accepted

IV.14. Desain Rencana Garis

Proses pembuatan desain rencana garis dimulai setelah ukuran utama kapal diketahui, yaitu pada saat penentuan ukuran utama kapal. Dalam proses desainnya, penulis menggunakan *software maxsurf modeler advanced* untuk membuat model lambung kapal. Sebenarnya bisa juga menggunakan *software AutoCAD* karena desainnya yang cukup gampang berbentuk kotak, namun karena harus merencanakan tangki juga makanya dibutuhkan *software maxsurf modeler advanced* untuk dapat membuat model lambung kapal yang nantinya akan di-*import* kedalam *software maxsurf stability*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam desain rencana garis (*linesplan*) dengan *software maxsurf* adalah sebagai berikut:

- Membuka *software maxsurf modeler advanced*
- Membuat *surface* kotak dengan ukuran yang telah ditentukan
- Mengukur ukuran utama pada *size surface*
- Pengaturan *station, water line, buttock line* pada *design grid*
- Pengaturan *unit, grid spacing* dan *frame of references*
- Pengaturan *control point*
- Pengecekan kesesuaian *hidrostatik*



Gambar IV.22 Tampak Perspektif Desain Menggunakan *Maxsurf Modeler*

Setelah didapatkan desain seperti pada gambar diatas maka langkah terakhir dari proses pembuatan *linesplan* ini adalah meng-*eksport* ke format *dxf* untuk selanjutnya diperhalus garisnya menggunakan *software AutoCAD*. Selanjutnya dilakukan penggabungan dari setiap penampakan gambar menjadi satu gambar dan memberikan keterangan garis dan nama gambar.

IV.15. Desain Rencana Umum

Berdasarkan gambar *Linesplan* yang sudah di desain, maka dilanjutkan dengan pembuatan *General Arrangement* untuk merencanakan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD*. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement* ini yaitu penataan geladak pada kapal dengan baik agar memberikan kenyamanan dan kesesuaian dengan konsep desain yang diusung. Pada Tugas Akhir ini acuan menentukan rencana umum adalah dari Bali Hai *Reef Cruise* itu sendiri agar menjaga estetika kapal secara utuh sehingga mampu menjadi daya tarik sendiri bagi penumpang. Semakin menarik desain kapal wisata maka semakin banyak pula penumpang yang tertarik menggunakannya. Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal.

Pada langkah penentuan ukuran utama kapal, sudah dibuat *layout* awal kapal yang akan digunakan sebagai dasar dalam membuat desain *General Arrangement*. *Reef Cruise* ini memiliki 2 Geladak dan pada umumnya galadaknya terbuka kecuali untuk ruangan toilet, musholla, dan kamar ganti. Pada dasarnya konsep yang digunakan adalah pantai jadi serba terbuka. Pada Geladak pertama terdapat kursi dan meja untuk penumpang bersantai di atas *Reef Cruise*. Terdapat juga tempat penyimpanan peralatan untuk fasilitas yang gunakan diluar *Reef Cruise* seperti, *life jacket* peralatan *snorkeling & scuba diving* dan juga penyimpanan minuman. Pada bagian geladak utama juga terdapat *diving board* dan 2 *life guard*, serta akses langsung

ke laut dari bagian tengah kapal untuk penumpang yang ingin menikmati fasilitas *scuba diving*. Sebelum ke geladak kedua terdapat tangga sebagai penghubung antar geladak yang dikelilingi dengan *locker* penyimpanan barang bawaan penumpang *Reef Cruise*.

Pada *2nd Deck* terdapat lebih banyak kursi pantai untuk menikmati keindahan bahari dari atas geladak yang ditutupi dengan terpal sehingga lebih terkesan seperti di pantai. Terdapat juga *bar* untuk tempat bersantai sambil memesan minum karena tidak ada makanan pada kapal ini, makanan sudah didapatkan dari kapal yang nantinya membawa penumpang menuju *Reef Cruise* ini. Terakhir diatas geladak kedua ini terdapat fasilitas *water slide* sepanjang 25 meter yang nantinya akan menjadi wahan bermain yang mengacu adrenalin karena berawal dari geladak kedua menuju laut langsung. Setelah *layout* pembagian ruangan dan spesifikasinya selesai, maka dilanjutkan dengan proses desain dengan memasukkan *item* yang sudah direncanakan menggunakan *software AutoCAD*. Untuk menambah estetika kapal maka dilakukan beberapa penambahan *item* pada gambar *General Arrangement*.

IV.16. Perencanaan Keselamatan Kapal

Reef Cruise ini di desain untuk mengangkut 175 penumpang dan 30 *crew* kapal. Sehingga, harus dilakukan perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah manusia yang ada di kapal dan ruang akomodasi yang ada di kapal.

IV.16.1. Life Saving Appliances

- *Lifebuoy*

Ketentuan jumlah *lifebouy* untuk kapal penumpang menurut SOLAR Reg. III/22-1 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel IV.18 Ketentuan Jumlah *Lifebuoy*

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

Panjang kapal *Reef Cruise* adalah 40 meter, sehingga jumlah minimum *lifebuoy* yang harus tersedia adalah 8. Spesifikasi *lifebuoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut:

- Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg
- Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peletak *lifebuoy* menurut SOLAR Reg. III/7-1 adalah:

- Didistribusikan dikedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *lifebuoy*.
- Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat.
- Tidak kurang dari 1.5 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*lifebuoy self-igniting lights*). Sedangkan untuk kapal penumpang setidaknya 6 *lifebuoy* harus dilengkapi *lifebuoy self-igniting lights*.
- Tidak kurang dari 2 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation bridge*.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan jumlah dan peletakan *lifebuoy* pada kapal *Reef Cruise* dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel IV.19 Jumlah *Lifebuoy*

Jenis <i>Lifebuoy</i>	Jumlah	
	<i>1st Deck</i>	<i>2nd Deck</i>
<i>Lifebuoy</i>	2	-
<i>Lifebuoy with line</i>	2	-
<i>Lifebuoy with self-igniting lights</i>	4	2
<i>Lifebuoy with smoke signal</i>	-	2

- ***Lifejacket***

Ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut:

- a. Sebuah *lifejacket* harus tersedia untuk setiap orang diatas kapal, dan dengan ketentuan:
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi didalam kapal.
 - Jumlah *lifejacket* untuk anak-anak sedikitnya sama dengan 10% dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai permintaan ketersediaan *lifejacket* untuk setiap anak.
 - Jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia untuk orang-orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Lifejacket* tersedia untuk orang-orang yang berada di *bridge deck*, ruang control mesin, dan tempat awak kawal lainnya.
 - Jika *lifejacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkar dada mencapai 1.75 m, jumlah *lifejacket* yang cukup harus bersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.
- b. *Lifejacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas.
- c. *Lifejacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman.

Ketentuan perencanaan peletakan *lifejacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut:

- a. *Lifejacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster station*.
- b. *Lifejacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster station*, atau diantaranya.
- c. *Lifejacket* yang digunakan pada kapal penumpang harus tipe *lifejacket lights*

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan peletakan *lifejacket* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel IV.20 Perencanaan jumlah dan peletakan *lifejacket*

Jenis <i>Lifejacket</i>	Jumlah	
	<i>1st Deck</i>	<i>2nd Deck</i>
<i>Lifejacket Lights</i>	150	25
<i>Childs Lifejacket</i>	3	3

- ***Liferaft***

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

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

Karena disini kapal tidak berlayar jadi tidak diperlukan *liferaft* dan dikarenakan masih berada didaerah sekitaran pulau.

- ***Line Throwing Appliances***

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

- Mampu melontarkan tali dengan tepat.
- Didalamnya terdapat minimal 4 proyektil yang masing-masing dapat membawa tali setidaknya 230 meter pada kondisi cuaca yang baik dengan *breaking strength* min 2kN.
- Terdapat instruksi yang jelas di bagian luarnya untuk menjelaskan penggunaan dari *line throwing appliances*.

Berdasarkan ketentuan tersebut maka akan dipasang 2 *line throwing appliances* pada bagian depan geladak utama.

- ***Muster/Assembly Station***

Muster station merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi bahaya. Rencananya *muster stasion* akan diletakkan hanya dibagian geladak utama saja yaitu dibagian belakang. Ketentuan letak *muster stasion* berdasarkan MSC/*Circular.699/II-2* adalah sebagai berikut:

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

- ***Escape Routes***

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

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

- ***Visual Signal***

Visual signal merupakan alat yang digunakan untuk komunikasi darurat ketika dalam keadaan bahaya. Jenis *visual signal* yang rencananya digunakan adalah *rocket parachutes flare* yang dipasang di *navigation room*, *lifeboat*, dan *liferaft*. Berdasarkan ketentuan LSA code IV/4.1, sebanyak 4 (empat) *rocket parachute flare* harus dipasang di setiap *lifeboat*. Sedangkan menurut SOLAS Reg. III/6 untuk kapal penumpang dan barang lebih dari 300 GT setidaknya 12 *rocket parachute flare* harus dipasang di bagian *navigation deck*. Namun karena kapal diam jadi tidak diperlukan *visual signal*.

- ***Radio and Navigation***

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

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di *lifeboat* atau *liferaft* ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.

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

Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 MHz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung.

c. *Radio Telephone Apparatus*

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, Terdapat paling sedikit tiga set *radio telephone* yang memenuhi standart dan diletakkan di *navigation room* (2 buah) dan 1 di *engine room*. Dikarenakan kapal diam jadi tidak diperlukan *radio dan navigation*.

IV.16.2. Fire Control Equipment

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

1. Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant

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

2. Fixed CO₂ fire system

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

3. Sprinkler

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

4. Portable CO₂ fire extinguisher

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

5. Portable foam extinguisher

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

6. Portable dry powder extinguisher

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

Sedangkan alat pendeteksi kebakaran yang harus dipasang berdasarkan ketentuan HSC Code VII/7 antara lain sebagai berikut:

1. **Bell fire alarm**

Untuk kapal kurang dari 500 GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal.

2. **Push button for fire alarm**

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

3. **Heat detector**

Heat Detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi.

4. **CO₂ alarm**

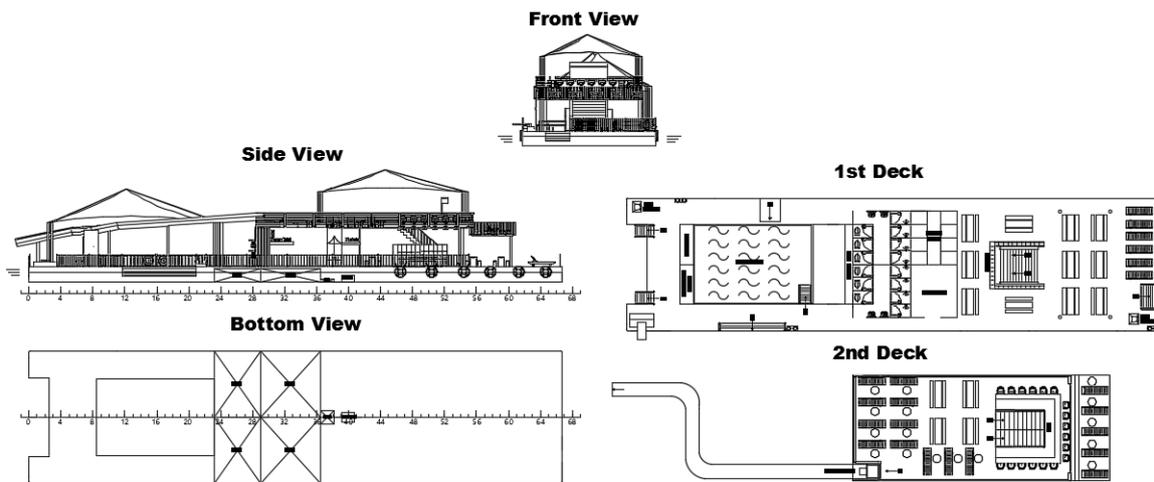
Berfungsi jika terdapat kontaminasi karbon dioksida berlebih pada satu ruangan / bagian kapal.

5. **Fire alarm panel**

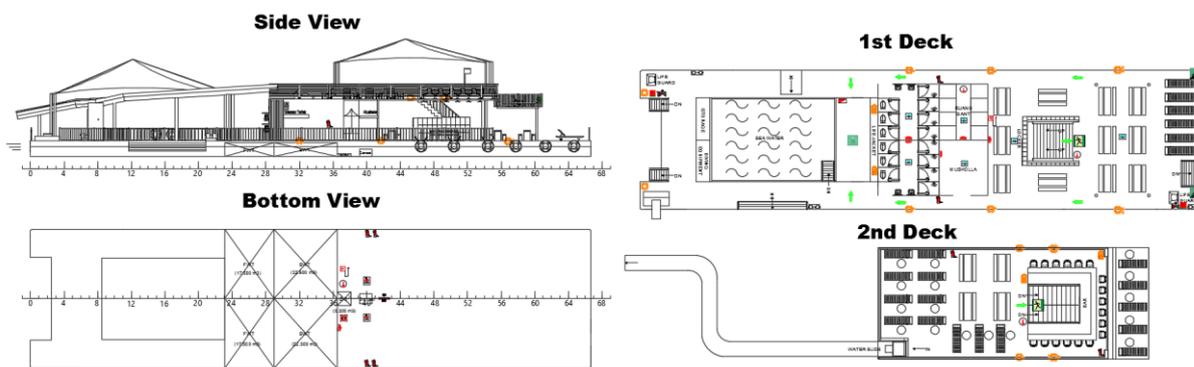
Control Panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.



Gambar IV.23 Hasil Desain *Linesplan* dengan *AutoCAD*



Gambar IV.24 Hasil Desain *General Arrangement* dengan AutoCAD



Gambar IV.25 Desain Perencanaan Keselamatan pada Kapal

IV.17. Desain 3 Dimensi

Dari hasil desain *General Arrangement* yang sudah dibuat maka dilanjutkan dengan pembuatan desain interior atau desain 3 dimensi menggunakan *software Google SketchUp 2017*. Pembuatan desain interior ini dimaksud untuk memudahkan dalam memvisualisasikan bentuk dari *Reef Cruise* ini. Berikut akan ditampilkan gambar-gambar hasil desain interior.



Gambar IV.26 Tampak Samping

Terdapat *banana boat & jetski* yang ditambatkan disebelah *reef cruise*. Terdapat juga *semi submarine* yang bersandar disebelahnya. Untuk geladak dilapisi dengan PVC kayu jati untuk melapisi geladak agak tidak kelihatan kerangka baja. Dilengkapi dengan *water slide* sepanjang 25-meter menambah keseruan bermain di kapal ini.



Gambar IV.27 Tampak Depan

Di geladak kedua terdapat *bar* untuk penumpang yang ingin bersantai sambil menikmati keindahan bahari didalam kapal menggunakan kursi pantai menambah kesan tropis.

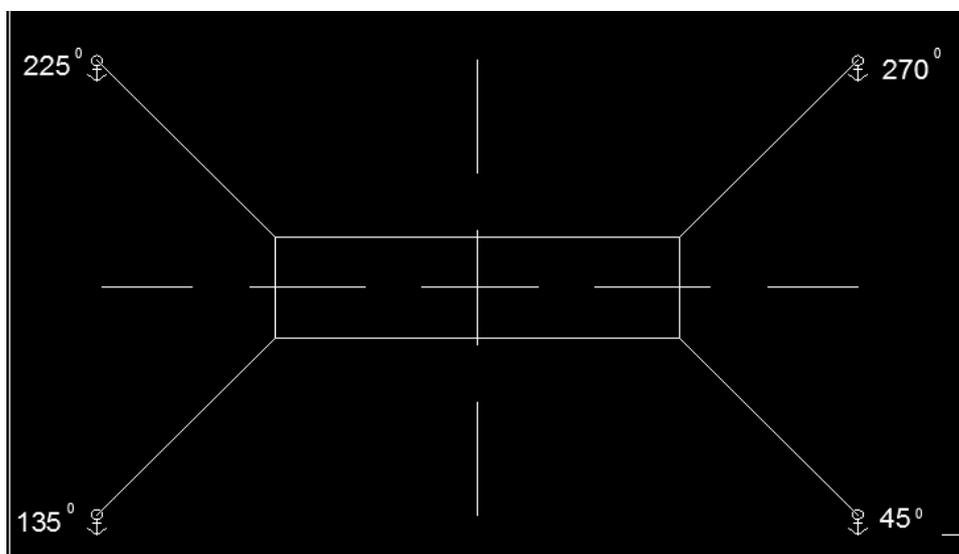
IV.18. Mooring System

Mooring system didesain dengan tujuan untuk mempertahankan kedudukan *pontoon* tetap berada pada posisinya. Desain *mooring system* mengacu pada kebutuhan *pontoon* pada saat beroperasi. Berikut adalah skenario perancangan *mooring system* pada *Bintang Reef Cruise*.

1. Konfigurasi *mooring system*

Konfigurasi *mooring* menggunakan *spread mooring* berjumlah 4 buah yang dipasang pada setiap ujung *pontoon* dengan sudut 45° , 135° , 225° , dan 270° . *Spread mooring* dipilih karena dinilai sangat efisien digunakan agar *pontoon* dapat tetap pada posisinya dibanding tipe

yang lain seperti SPM yang malah akan membuat pontoon ber-*weathervanning* atau berputar 360° mengikuti arah gelombang yang datang. Konfigurasi *spread mooring* pada *pontoon* dapat dilihat pada gambar dibawah.

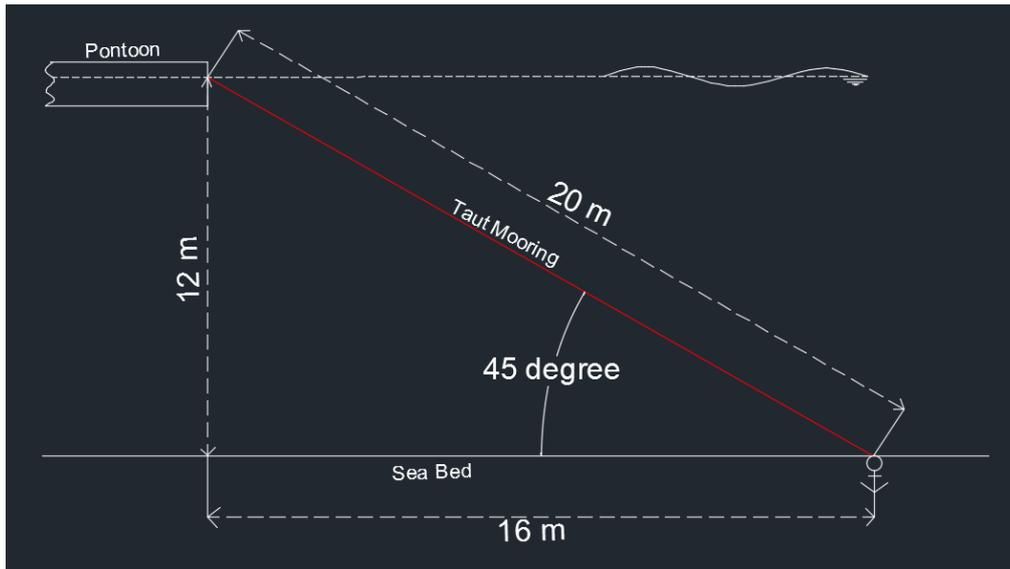


Gambar IV.28 Konfigurasi *Spread Mooring Line*

2. Jenis *mooring lines*

Jenis *mooring lines* yang digunakan adalah jenis taut yang lebih ekonomis karena panjang tali yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan. Berbeda dengan jenis *catenary* yang mengharuskan panjang *mooring* dlebihkan agar dapat menggantung bebas dan membutuhkan biaya yang lebih mahal. Taut mooring dipasang dengan sudut 30°-45° yang diukur dari titik letak *anchoring*.

Karena gelombang pada perairan Bintan yang hanya berkisar 0.1-0.5 m maka tidak akan menimbulkan *tension* yang terlalu besar pada *mooring system*. Ketika ponton bergerak karena beban lingkungan, maka mooring dengan jenis taut akan menegang dengan cepat dan mengembalikan pontoon pada posisi semula juga dengan cepat, sehingga hal ini memberikan keuntungan stabilitas yang lebih baik terhadap pontoon. Dimensi dan gambaran mengenai *mooring lines* jenis *taut* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar IV.29 Taut Mooring System

3. Mooring lines properties

Keseluruhan *mooring lines* menggunakan *chain* karena kedalaman perairan yang berkisar antara 12-15m sehingga tidak dibutuhkan penggunaan *wire rope*. Perpaduan antara *chain* dan *wire rope* biasanya hanya digunakan untuk perairan dalam dan digunakan pada struktur yang besar. Dimensi chain yang digunakan mengacu pada BV *Classification of Mooring System for Permanent and Mobile Offshore Units*. Tabel dibawah menjelaskan tentang *properties mooring lines* yang digunakan.

Tabel IV.21 Mooring Lines Properties

	Type	Studless Initial Link
	Grade	R3
	Diameter	55 mm
	Panjang Keseluruhan	20 m

4. *Anchor property*

Jarak *anchoring* yang ditetapkan adalah sepanjang 16 m dari *pontoon*. Desain peletakan *anchor* tidak boleh kurang dari *Safety Factor* yang ditetapkan oleh BV yaitu sebesar 1,5 pada saat kondisi kondisi *mooring line intact*. Nilai tersebut didapatkan dengan cara membagi nilai *tension* yang mampu ditahan *anchor* dengan nilai *tension* yang terjadi pada *mooring line*.

Jenis *anchor* yang digunakan adalah *Helix Anchor* dimana jenis tersebut adalah jenis *anchor* yang paling ramah lingkungan namun tetap kuat untuk menahan beban *tension* dari *mooring line*. Seperti yang diketahui, *Bintan Reef Cruise* akan dioperasikan pada wilayah yang banyak terumbu karang, karena sifat *Helix Anchor* yang akan ditanam di dalam tanah maka kemungkinan untuk merusak keindahan terumbu karang sangatlah kecil. Sebuah *Helix Anchor* dapat menahan beban hingga mencapai 10,4 ton atau setara dengan menahan tarikan dari *Tug Boat* bertenaga 800hp.



(Sumber: ecomooringsystem)
Gambar IV.30 *Helix Anchor*

BAB V

ANALISIS EKONOMIS

V.1. Biaya Pembangunan Kapal (*Building Cost*)

Analisis biaya pembangunan kapal dilakukan dengan cara membagi komponen biaya menjadi 3 bagian utama yaitu; badan kapal dan konstruksinya, perabotan (*equipment*), dan tenaga penggerak. 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.1 Rekapitulasi Harga Kapal Tiap Komponen

Komponen	Harga
Pelat Kapal & Elektroda	\$ 133,786
Equipment & Outifitting	\$ 62,709
Permesinan	\$ 6,660
Total	\$ 203,115

Selain total biaya diatas, perlu juga dilakukan perhitungan biaya untuk jasa galangan, inflasi, dan pajak yang dibayarkan ke Negara (PPn).

Tabel V.2 Biasa Jasa Galangan, Inflasi dan PPn

Jasa Galangan	10% dari biaya pembangunan	Rp 444.852.302,92
Inflasi	2% dari biaya pembangunan	Rp 88.970.460,58
PPn	10%	Rp 444.852.302,92
Total Harga Keseluruhan		Rp 978.675.066,92

V.2. Biaya Operasional Kapal (*Operational Cost*)

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:

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

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

Tabel V.3 Kredit Investasi kepada Bank Mandiri

Biaya	Nilai	Total
Pembangunan		Rp 5.427.198,096
Pinjaman dari bank	40%	Rp 2.170.879.238
Bunga bank	13.5%	Rp 293.068.697
Masa Pinjaman	10 tahun	
Nilai cicilan pinjaman		Rp 510.156.621

Operational cost adalah biaya yang dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, perhitungan *operational cost* ditentukan berdasarkan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, serta biaya bahan bakar.

Tabel V.4 Perhitungan biaya operasional kapal

Biaya	Nilai	Total
Angsuran		
Biaya perawatan	10% per tahun	Rp 542.719.810
Asuransi	2%	Rp 108.543.962
Gaji Crew		
Jumlah	30	
Gaji Crew per bulan	Rp 3.500.000	Rp 3.150.000.000

Air Bersih		
Harga air bersih	Rp 560.000 per 8000 liter	Rp 116.480.000
Bahan Bakar		
Harga per liter	Rp 5.150	Rp 5.150
Pengeluaran perhari	16 Liter	Rp 29.664.000
Rekapitulasi		
Biaya	Nilai	Masa
Angsuran	Rp 510.156.621	Per tahun
Gaji Crew	Rp 3.150.000.000	Per tahun
Air Bersih	Rp 116.480.000	Per tahun
Bahan Bakar	Rp 29.664.000	Per tahun
Rp 4.457.564.392		Per tahun

Berdasarkan table diatas maka dapat disimpulkan bahwa biaya operasional kapal setiap tahunnya adalah 4.457.564.392 rupiah.

V.3. Analisis Kelayakan Investasi

Analisis investasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembagunan 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 tahun, menentukan harga tiket untuk menghitung pendapatan per tahun, dan penghitungan NPV (*Net Present Value*) untuk mengetahui perkembangan selisih pemasukan dan pengeluaran kapal setiap tahunnya.

- **Perencanaan Trip Kapal**

Kapal *Reef Cruise* ini direncanakan akan melakukan trip selama 1 hari lebih tepatnya 8 jam perhari yang dimulai dari jam 9 pagi sampai jam 5 sore dan hanya waktu *weekend* saja dilakukan trip yaitu jumat – minggu. Sehingga dalam setahun bisa dilakukan sebanyak 144 trip.

- **Penentuan Harga Tiket**

Penentuan harga tiket juga berdasarkan fasilitas yang ada di *Reef Cruise*, untuk yang *family* penumpang bisa memainkan semua fasilitas kecuali *parasailing & scuba diving*. Dan untuk yg VIP penumpang dapat menikmati seluruh fasilitas yang ada.

Tabel V.5 Perhitungan pendapatan pertahun

Tipe	Jumlah Tiket	Harga Tiket	Pendapatan
Family	165	Rp 200.000	Rp 33.000.000
VIP	10	Rp 500.000	Rp 5.000.000
Total			Rp 38.000.000
			Rp 5.472.000.000

- **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 (*present value/PV*) yang dijumlahkan selama masa hidup dari proyek tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

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. Tabel dibawah ini menyajikan perhitungan NPV yang dilakukan.

Tabel V.6 Tabel NPV

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-5,427,198,095.60		-5,427,198,096	-5,427,198,096
1	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	-4,412,762,488
2	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	-3,398,326,881
3	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	-2,383,891,273
4	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	-1,369,455,665
5	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	-355,020,058
6	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	659,415,550
7	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	1,673,851,157
8	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	2,688,286,765
9	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	3,702,722,372
10	5,472,000,000.00	-4,457,564,392	1,014,435,608	4,717,157,980

Bunga Bank	=		13.5%
NPV	=	Rp	8.906.267.654
IRR	=		-3%
Payback Period	=	6.1	tahun

Karena Nilai NPV > 0, maka investasi proyek ini layak dilakukan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari seluruh pembahasan yang sudah dipaparkan pada bab sebelumnya maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis penumpang maka didapatkan penumpang yang bisa diangkut sebanyak 175 penumpang dan 30 crew
2. Ukuran utama kapal yang didapat adalah:
 - *Length Overal* : 40 meter
 - *Breadth* : 10 meter
 - *Draught* : 0.75 meter
 - *Depth* : 1.15 meter
 - *Block Coefficient* : 0.859
3. Berdasarkan perhitungan stabilitas menggunakan *software maxsurf stability enterprise* dengan kriteria mengacu kepada *IMO A.749 (18) Chapter 3*. Bahwa stabilitas dari *Reef Cruise* ini sudah memenuhi kriteria tersebut. Dan untuk perhitungan *freeboard* mengacu kepada *International Convention of Load Lines, 1966, Portocol of 1988* dengan kapal tipe B dan *freeboard* minimum adalah 0.334 m untuk kapal dengan panjang 40 m dan *freeboard* sebenarnya adalah 0.4 m. Karena *freeboard* minimum < *freeboard* sebenarnya maka kondisi *freeboard* diterima.
4. Konfigurasi *mooring system* yang digunakan adalah *spread mooring system* berjumlah 4 buah yang dipasang dengan sudut 45°, jenis *mooring line* yang digunakan adalah taut dengan panjang 20 m dan menggunakan *chain*. Jarak *anchoring* yang ditetapkan adalah 16 m dari *Reef Cruise* dan jenis *anchor* adalah *helix anchor* karena ramah lingkungan dan ditancapkan disekitar terumbu karang jadi tidak merusak terumbu karang tersebut.
5. Berdasarkan hasil rencana garis dengan ukuran utama tersebut diatas, maka didapatkan bentuk lambung kapal adalah U atau kotak karena kapal diam dan juga perairan tenang.

Berdasarkan hasil rencana umum dengan area terbatas yang terbagi didalam 2 deck, maka didapatkan fasilitas yang ada diatas kapal adalah:

- *Water slide* 20 meter
- *Bar*
- Musholla
- Ruang ganti
- Toilet
- Ruang terbuka dengan kursi dan meja pantai

Berdasarkan hasil desain interior tiga dimensi yang mengacu pada rencana umum, maka didapatkan konsep desain yang dipakai adalah tropis.

6. Berdasarkan hasil analisis keekonomian, dapat disimpulkan bahwa *Reef Cruise* ini layak untuk dibangun dengan nilai NPV 6.1 tahun.

VI.2. Saran

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

1. *Reef Cruise* ini merupakan kapal wisata, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap konsep pariwisata berkelanjutan yang mendalam mengenai aspek ekonomi, sosial dan budaya serta aspek lingkungan.
2. Karena *Reef Cruise* ini merupakan inovasi dari kapal yang sudah ada di Bali, maka perlu dilakukan perbandingan secara langsung terhadap semua aspek pada kapal sehingga akan lebih efektif.
3. Perlu dilakukan analisis terhadap *mooring system* untuk memastikan kenyamanan wisatawan.
4. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal.
5. Perlu dilakukan analisis terhadap wahana-wahana permainan yang baru agar menambah minat wisatawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. (2017, May 1). *Global trade start here*. Retrieved from Alibaba:
<https://www.alibaba.com/>
- Arie, H. R. (2016). *Desain Self-Propelled Resort untuk Wisata Bahari di Perairan Bali - Lombok*. Surabaya: ITS.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bintan. (2016). Wisatawan Mancanegara Menurut Bulan dan Negara Asal. In H. Ahmadini, *Statistik Pariwisata Kabupaten Bintan* (pp. 46-47). Tanjung Pinang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bintan.
- Bali Hai Cruises. (2016, February 1). *Bali Hai Reef Cruise*. Retrieved from Bali Hai Cruises:
<https://www.balihaicruises.com/reef-cruise>
- BeritaTRANS. (2016, December 27). *Kapal MV Queen Berkapasitas 268 Penumpang*. Retrieved from BeritaTRANS: <http://beritatrans.com/2016/12/27/kapal-mv-queen-star-6-berkapasitas-268-penumpang-diluncurkan-di-pelabuhan-batam-centre/>
- Blogger. (2016, November 1). *Mooring System*. Retrieved from Kisi-Kisi Pelaut:
<http://www.kisi2pelaut.com/2016/11/mooring-system-mengenal-mooring-system.html>
- Boatmoorings.com. (2014, February 2). *Helix Anchor*. Retrieved from Eco-Mooring System:
<http://www.ecomooringssystems.com/helix-anchors>
- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). Analisis Kebutuhan Air Bersih. In B. YUWONO, *Rencana Strategis Direktorat Jendral Cipta Karya* (pp. 55-61). Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum.
- Dive Asia Now Pte.Ltd. (2016, February 1). *Diving In Bintan*. Retrieved from Dive Site In Bintan: <https://www.bintannow.com/>
- Google. (2017, May 1). *Google Earth*. Retrieved from Google Earth:
<https://www.google.com/earth/>
- Google. (2017, May 1). *Google Maps*. Retrieved from Google Maps:
<https://maps.google.com/>
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- van Dokkum, K. (2005). *Ship Knowledge*. Enkhuizen, The Netherlands: Dokmar.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.
- Weber, B. (1985, October 20). The Myth Maker: The Creative Mind. *New York Times Magazines*, 42. New York.
- Wordpress. (2012, December 11). *Menghitung Kebutuhan Jumlah Titik Lampu Dalam Ruangan*. Retrieved from Penyedia Jasa Konstruksi Listrik di Wilayah Jawa Timur:
<https://cvalfaelektro.wordpress.com/2012/12/11/menghitung-kebutuhan-jumlah-titik-lampu-dalam-ruangan/>

LAMPIRAN

LAMPIRAN A: HASIL ANALISIS TEKNIS

LAMPIRAN B: *LINES PLAN*

LAMPIRAN C: *GENERAL ARRANGEMENT*

LAMPIRAN D: *SAFETY PLAN*

LAMPIRAN E: DESAIN 3 DIMENSI

LAMPIRAN A
HASIL ANALIS TEKNIS

A. Payload

Wisatawan mancanegara menurut negara asal di Pulau Bintan 2012-2015

Negara Asal	2012	2013	2014	2015
Singapura	86727	92227	84075	98274
Tiongkok	63986	49259	65602	38914
Jepang	18089	23477	20395	25289
Korea Selatan	14159	20493	18315	24710
India	18265	17653	18655	20375
Inggris	12143	13524	13024	14949
Malaysia	12581	12684	13046	13712
Australia	10407	12620	12383	13413
Philipina	10847	11311	11189	12200
Hongkong	5478	6239	7419	9005
Lainnya	51328	58667	56758	65706
Jumlah	304010	318154	320861	336547

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata wisatawan perhari} &= \frac{319893}{365} \\
 &= 876.4191781 \\
 &= 876 \text{ org perhari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Payloadnya} &= 175 \text{ Penumpang} + 30 \text{ Crew} \\
 &= 205 \text{ orang} \\
 &\quad 20\% \text{ dari rata rata wisatawan} \\
 &\quad \text{perhari} = 175.2 \\
 \text{Payloadnya adalah} &= 175 \text{ wisatawan}
 \end{aligned}$$

Disini diambil data yang dari singapore karena penumpangnya datang dari kapal ferry yang tujuannya

Dari singapore ke bintang yang nantinya akan bersandar ke Reef Cruise itu sendiri.

B. Perhitungan Koefisien

Input Data :

$$\begin{aligned}
 L_o &= 40.00 \text{ m} & F_n &= 0.000 \\
 B_o &= 10.00 \text{ m} & V_s &= 0 \text{ knot} \\
 H_o &= 1.15 \text{ m} & &= 0.000 \text{ m/s} \\
 T_o &= 0.75 \text{ m} & \rho &= 1.025 \text{ ton/m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

• Lwl

$$\begin{aligned}
 Lwl &= Lpp = L_o \\
 &= 40.0 \text{ m} \quad (\text{Karena kapal tipe pontoon dan berbentuk kotak})
 \end{aligned}$$

• **Froude Number (Fn)**

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

L = Lpp g = 9.81 m/s²
 (Disini kapal posisinya tidak berlayar melainkan diam ditempat/fixed)
 (Principles of Naval Architecture Vol.2 hlm.54)

= 0.000

• **Perhitungan ratio ukuran utama kapal :**

(Principle of Naval Architecture Vol.1 hlm.19)

Ratio	Ketentuan	Nilai	Status
L _o /B _o	3.5 <= L/B <= 10	4.00	Memenuhi
B _o /T _o	1.8 <= B/T <= 5	13.33	Memenuhi
L _o /T _o	10 <= L/T <= 30	53.33	Memenuhi

• **Block Coeffisien (Cb) :**

$$Cb = \text{Volume kapal} / L \cdot B \cdot T$$

= 0.859

(Principle of Naval Architecture Vol.1 hlm.18)

• **Midship Section Coeffisien (Cm)**

$$Cm = \frac{\text{Immersed area of midship section}}{B \cdot T}$$

= 1.000

(Principle of Naval Architecture Vol.1 hlm.18)

• **Prismatic Coeffisien (Cp)**

$$Cp = \frac{Cb}{Cm}$$

= 0.859

(Principle of Naval Architecture Vol.1 hlm.19)

• **Waterplan Coeffisien (Cwp)**

$$Cwp = \frac{Awp}{L \cdot B}$$

= 0.756

(Principle of Naval Architecture Vol.1 hlm.19)

• **Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)**

$$LCB = \frac{[(- 13.5) + 19.4 \cdot Cp] \cdot Lpp}{100}$$

= 3.1646 % Lpp

(Parametric design halaman 11-19)

LCB dari Midship :

$$(LCB\%/100) \cdot Lpp$$

= 1.2635 m dari Midship

LCB dari AP

:

$$\begin{aligned}
0.5 \cdot L_{PP} + \\
\text{LCBm} &= 21.3 \text{ m dari AP} \\
\text{LCB dari FP} \\
&: \\
\text{lpp-LCB dari} \\
\text{AP} &= 18.74 \text{ m dari FP}
\end{aligned}$$

• ∇ (m³)

$$\begin{aligned}
\nabla &= L \cdot B \cdot T \cdot CB & L &= L_{pp} \\
&= 257.61 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

• Δ (ton)

$$\begin{aligned}
\Delta &= L \cdot B \cdot T \cdot CB \cdot \gamma & L &= L_{pp} \\
&= 264.00 \text{ ton}
\end{aligned}$$

C. Freeboard

Kapal REEF CRUISE merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966.

Input Data

H	=	1.15 m	\tilde{N}	=	257.61 m ³
d	=	0.85 · H	B ₁	=	10.00 m
	=	0.9775 m	C _B	=	$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$
L	=	L _{wl}			
	=	40 m		=	0.6588
L	=	40 m		=	0.8587

1. Tipe Kapal

(*ICLL*) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* menyebutkan bahwa Kapal Tipe A adalah :

- a. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- b. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- c. Kapal yang memiliki tingkat permeabilitas rendah pada ruang muat

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal reef cruise termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul (ICLL Chapter 3, Reg. 28, Freeboard Table for Type B Ships)

F _{b1}	=	334 mm	Untuk kapal dengan L = 40 m
F _{b1}	=	33.4 cm	

$$= 0.334 \text{ m}$$

Untuk kapal Tipe B dengan panjang dibawah 108 meter, tinggi freeboard ditambah 50 mm
(ICLL) International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27

$$\begin{aligned} Fb_2 &= 384 \text{ mm} \\ &= 0.384 \text{ m} \end{aligned}$$

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

$$C_B = 0.8587 \quad \text{Tidak ada koreksi}$$

2. Depth (D)

$$L/15 = 2.666667$$

$$D = 1.15 \text{ m}$$

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

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

dimana $R = (L/0.48)$

$$D > L/15 \quad \text{maka,} \quad R = 83.33333333$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= (3.8 - (44 / 15)) \times R \text{ mm} \\ &= -126.389 \text{ mm} \end{aligned} \quad = -0.12639 \text{ m}$$

$$Fb_3 = 0.2076 \text{ m}$$

3. Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 meter

(ICLL Chapter 3, Reg. 29, Correction to the Freeboard for Ships under 100 metres (328 feet) in length)

untuk *enclosed superstructures* E = panjang efektif bangunan atas

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= 7.5(100-L)(0.35-(E / L)) \text{ millimetres} \\ &= 157.50 \text{ mm} \\ &= 1.58 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas = 0.000 m

tidak perlu koreksi karena *superstructures* nya terbuka bukan tertutup

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= Fb_3 - \text{Koreksi lambung timbul kapal dibawah 100 m} \\ &= 0.384 \text{ m} \end{aligned}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$F_b = H - T$$
$$= 0.40 \text{ m}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Disyaratkan

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.384	m
Lambung Timbul Sebenarnya	0.4	m
Kondisi	Diterima	

D. Kebutuhan Listrik

Penentuan Jumlah titik lampu dalam ruangan

- N = Jumlah titik lampu
- E = Kuat penerangan/ target penerangan yang akan dicapai (Lux)
- L = Panjang ruangan (m)
- W = Lebar ruangan (m)
- Ø = Total lumen lampu / Lamp luminous flux
- LLF = Light loss factor / Faktor cahaya rugi (0.7-0.8)
- CU = Coeffisien of utilization / Faktor pemanfaatan (50%-65%)
- n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

Kuat Penerangan (E)

Perkantoran	=	200 - 500 Lux
Apartemen / Rumah	=	100 - 250 Lux
Hotel	=	200 - 400 Lux
Rumah Sakit / Sekolah	=	200 - 800 Lux
Basement/ Toilet/ Coridor/ Hall/ Gedung / Lobby	=	100 - 200 Lux
Restaurant/ Store/ Toko	=	200 - 500 Lux

1. Toilet

Menggunakan lampu led 12W

- E = 200 (100 - 200 Lux)
- L = 4.33 m
- W = 4 m
- Ø = 2640
- LLF = 0.8 (0.7-0.8)
- CU = 65% (50%-65%)

$$\begin{aligned}
 n &= 1 \\
 N &= E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n \\
 &= 2.018648 \\
 &= 2 \quad \text{Titik lampu} \qquad 4 \quad \text{Titik lampu}
 \end{aligned}$$

Karena ada 2 Toilet dengan ukuran yg sama maka terdapat 4 Titik lampu untuk toilet

2. Musholla

Menggunakan lampu led 12W

$$\begin{aligned}
 E &= 200 \quad (100 - 200 \text{ Lux}) \\
 L &= 4 \quad \text{m} \\
 W &= 3.5 \quad \text{m} \\
 \emptyset &= 2640 \\
 LLF &= 0.8 \quad (0.7-0.8) \\
 CU &= 65\% \quad (50\%-65\%) \\
 n &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n \\
 &= 1.631702 \\
 &= 2 \quad \text{Titik lampu}
 \end{aligned}$$

3. Ruang ganti

Menggunakan lampu led 12W

$$\begin{aligned}
 E &= 200 \quad (100 - 200 \text{ Lux}) \\
 L &= 4 \quad \text{m} \\
 W &= 3.5 \quad \text{m} \\
 \emptyset &= 2640 \\
 LLF &= 0.8 \quad (0.7-0.8) \\
 CU &= 65\% \quad (50\%-65\%) \\
 n &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n \\
 &= 1.631702 \\
 &= 2 \quad \text{Titik lampu}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 8 \text{ Lampu LED 12W}$$

Karena pada *reef cruise* hanya sedikit ruang tertutup

				Waktu operasi kapal 09.00 - 17.00	
		Kebutuhan Listrik		WIB	
16	Lampu LED	12 w	0.192	KW	8 jam

1	Lampu Navigasi	65 w	0.065	KW
3	Water Pump	2.2Kw	6.6	KW
			6.857	KW
1KVA = 0.8 Kw / 800 watt				
			= 8.57125	KVA
			= 9	KVA

Generator set harus memiliki daya 9 KVA

E. Perencanaan Tangki

Fresh Water Tank

(Sumber : Ditjen Cipta Karya
Dep. PU)

SEKTOR	NILAI	SATUAN
SEKOLAH	10	LITER/MURID/HARI
MASJID	3000	LITER/UNIT/HARI
MUSHOLLA	2000	LITER/UNIT/HARI
PASAR	12000	LITER/HEKTAR/HARI
FASILITAS OLAHRAGA	10	LITER/ORANG/HARI
KANTOR	10	LITER/PEGAWAI/HARI
PERTOKOAN	10	LITER/PEGAWAI/HARI
PUSKESMAS	2000	LITER/UNIT/HARI

Berdasarkan tabel diatas diambil 2 sektor dengan kebutuhan masing-masing sebagai berikut,

Musholla =	2000 liter	
Fasilitas Olahraga	10 x 205	
=	org	
=	2050 liter/hari	
Total Kebutuhan =	4050 liter/hari	Efisiensi= 80% x Total kebutuhan
Kapasitas/tanki =	28350 liter	= 22.680 ton
per minggu	28.350 ton	= 22.680 m3
	28.350 m3	

Dimensi Tanki

Length =	3.5	m
Width =	10	m
Height =	1	m
Vol =	35.000	m3
Weight =	35.000	ton

Slop Tank

Kapasitas slop tank diambil dari berat fresh water ditambah dengan margin 5%

Pemberian margin 5% ini untuk mengantisipasi adanya black water (limbah manusia)

$$\begin{aligned}
 \text{WFW} &= 35 \text{ ton} \\
 \text{Margin} &= 5\% \times \text{WFW} \\
 &= 1.75000 \text{ ton} \\
 \text{WST} &= 36.7500 \text{ ton} & \rho \text{ Slops} &= 0.913 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Volume} &= 40.2519 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi Tanki	Length =	4.5 m
	Width =	10 m
	Height =	1 m
	Vol =	45.000 m ³
	Weight =	41.085 ton

Diesel Oil Tank

Kebutuhan listrik di kapal menggunakan genset merk Spico

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Genset} &= 9 \text{ KVA} \\
 \text{Konsumsi bahan bakar} &= 2.6 \text{ Liter/Jam} \\
 &= 16 \text{ Liter/8Jam} \\
 \text{Seminggu} &= 112 \text{ Liter} \\
 &= 0.112 \text{ Ton} \\
 \text{Densitas } (\rho) \text{ Solar} &= 0.85 \text{ Ton/m}^3 \\
 \text{Volume Bahan Bakar} &= \text{Berat} / \text{Densitas} \\
 &= 0.13176470 \\
 &= 6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi Tanki	Length =	1 m
	Width =	1 m
	Height =	0.2 m
	Vol =	0.200 m ³
	Weight =	0.170 ton

F. Perhitungan Beban

INPUT DATA :

$$\begin{aligned}
 L_{pp} &= 40 & C_b &= 0.859 \\
 B &= 10.00 & C_m &= 0.971 \\
 H &= 1.15 & C_p &= 0.859
 \end{aligned}$$

$$T = 0.75 \quad lwl = 40$$

$$Fn = 0$$

PERHITUNGAN

:

- L konstruksi

$$L_{pp} = 40 \text{ m}$$

$$0.96 Lwl = 38.40 \text{ m}$$

$$0.97 Lwl = 38.80 \text{ m}$$

Yang diambil :

$$L \text{ konstruksi} = 38.80 \text{ m}$$

- Pelat Lunas Alas dan Bilga

Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :

$$b = 800 + 5L$$

$$= 800 + 5 * 15.62$$

$$= 994.0 \text{ mm}$$

Jadi : Lebar pelat lunas diambil = 1000 mm

Lebar pelat bilga diambil = 1000 mm

- Wrang Pelat

Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = 55B - 45$$

$$= 505 \text{ mm}$$

$$h_{min} = 180 \text{ mm}$$

Jadi : h yang diambil ialah : 180 mm

- Basic external dynamic load (P0)

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$C_0 = ((L/25)+4.1) \times C_{rw} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_0 = 4.239$$

$$f = 1 \quad \text{untuk pelat kulit, geladak cuaca}$$

$$f = 0.75 \quad \text{untuk gading biasa, balok geladak}$$

$$f = 0.6 \quad \text{Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 0.657$$

$$C_{RW} = 0.75 ; \text{ untuk pelayaran lokal (L)}$$

$$2.1 \times (0.000 + 0.7) \times 4.239 \times 0.657 \times 1 \times$$

$$P_0 = 0.75$$

$$= 9.110 \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$P_{01} = 2,6 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$= 11.280 \quad [\text{kN/m}^2]$$

- Beban pelat pada sisi kapal (PS)

Tabel 1

	Range	Factor C_D	Factor C_F
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$
	$x/L = 0.100$	$C_D = 1.100$	$C_F = 1.582$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	$x/L = 0.450$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$
	$x/L = 0.850$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $C_D = 1.250$	$C_F = 1.524$

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

$$P_0 = 9.110 \quad \text{kN/m}^2$$

untuk, $Z_1 = 1.000$ m (di bawah garis air)

$$P_s = 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \quad (\text{Ref: BKI vol 2 section 4})$$

$$= 10 (0.8 - 1.000) + 9.110 \times 0 \times (1 + 1.000/0.8)$$

$$= 31.136 \quad \text{kN/m}^2$$

untuk, $Z_2 = 2.375$ m (di atas garis air)

$$P_s = 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T)$$

$$= 20 \times 9.110 \times 1.582 / (10 + 2.375 - 1.2)$$

$$= 24.800 \quad \text{kN/m}^2$$

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

untuk, $Z_1 = 1.000$ m (di bawah garis air)

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

$$= 10 (0.8 - 1.000) + 9.110 \times 0 \times (1 + 1.000/0.8)$$

$$= 18.758 \quad \text{kN/m}^2$$

untuk, $Z_2 = 2.375$ m (di atas garis air)

$$P_s = 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T)$$

$$= 20 \times 9.110 \times 1 / (10 + 2.375 - 0.8)$$

$$= 15.674 \quad \text{kN/m}^2$$

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

untuk, $z_1 = 1.000$ m (dibawah garis air)

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

$$= 10 (0.8 - 1.000) + 9.110 \times 1.524 \times (1 + 1.000/0.8)$$

$$\begin{aligned}
 &= 29.898 \quad \text{kN/m}^2 \\
 \text{untuk, } z_2 &= 2.375 \quad \text{m} \quad (\text{diatas garis air}) \\
 P_s &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\
 &= 20 \times 9.110 \times 1.524 / (10 + 2.375 - 0.8) \\
 &= 23.888 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada sisi kapal

A	31.136	kN/m ²
	24.800	
M	18.758	kN/m ²
	15.674	kN/m ²
F	29.898	kN/m ²
	23.888	kN/m ²

diambil nilai maksimal,
maka

$$P_s = 31.136 \quad \text{kN/m}^2$$

Beban pada dasar kapal (P_B)

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

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

$$\begin{aligned}
 P_B &= 10 \times 0.8 + 9.110 \times 1.582 \\
 &= 21.915 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 P_B &= 10 \times 0.8 + 9.110 \times 1 \\
 &= 16.610 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 P_B &= 10 \times 0.8 + 9.110 \times 1.524 \\
 &= 21.385 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada dasar kapal

A	21.915	kN/m ²
M	16.610	kN/m ²
F	21.385	kN/m ²

diambil nilai maksimal,
maka

$$P_B = 21.915 \quad \text{kN/m}^2$$

Perbandingan beban sisi (P_s) dengan beban dasar (P_B)

$$\begin{aligned}
 P_s &= 31.136 \quad \text{kN/m}^2 \\
 P_B &= 21.915 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 31.136 \quad \text{kN/m}^2$$

Beban pada geladak cuaca (P_D)

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

$$P_0 = 9.110 \quad \text{kN/m}^2$$

$$H = 1.15 \quad \text{m}$$

$$Z = 1.15 \quad \text{m}$$

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

$$C_D = 1.100$$

$$(9.110 \times 20 \times 0.8 \times 1.100) / [(10 + 1.150 - 0.8) \times$$

$$P_D = 1.150]$$

$$= 12.569 \quad \text{kN/m}^2$$

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

$$C_D = 1$$

$$(9.110 \times 20 \times 0.8 \times 1.000) / [(10 + 1.150 - 0.8) \times$$

$$P_D = 1.150]$$

$$= 11.426 \quad \text{kN/m}^2$$

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

$$C_D = 1.250$$

$$(9.110 \times 20 \times 0.8 \times 1.250) / [(10 + 1.150 - 0.8) \times$$

$$P_D = 1.150]$$

$$= 14.283 \quad \text{kN/m}^2$$

Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	12.569	kN/m ²
M	11.426	kN/m ²
F	14.283	kN/m ²

diambil nilai maksimal,
maka

$$P_D = 14.283 \quad \text{kN/m}^2$$

Beban pada geladak bangunan atas (P_{DA})

$$P_{DA} = P_D n \quad \text{kN/m}^2$$

(Ref : BKI vol 2 section 4)

dimana :

$$P_D = (P_0 \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T)H)$$

$$n = 1 - [(z - H)/10]$$

$$n_{\min} = 0.5$$

$$n = 1.0 \quad ; \text{ untuk forecastle}$$

Untuk rumah geladak, nilai yang dihasilkan dikalikan dengan faktor :

$0.7 b' / B' + 0.3$; dimana:

b = lebar rumah geladak

B' = lebar kapal maks

Top Deck

$$z = 5.75 \quad \text{m} \quad b' = 8.00 \quad \text{m}$$

$$n = 1 - [(5.75 - 1.2)/10] \quad B' = 10.00 \quad \text{m}$$

$$= \frac{0.43}{0.7 b' / B' + 0.3} = 0.86$$

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

$$C_D = 0.000$$

$$P_D = \frac{(9.110 \times 20 \times 0.8 \times 1.100)}{[(10 + 5.750 - 0.8) \times 1.150]} = 12.569 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{DA} = 4.5938837 \text{ kN/m}^3$$

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

$$C_D = 0$$

$$P_D = \frac{(9.110 \times 20 \times 0.8 \times 1.000)}{[(10 + 5.750 - 0.8) \times 1.150]} = 11.426 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{DA} = 4.176258 \text{ kN/m}^3$$

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

$$C_D = 0.000$$

$$P_D = \frac{(9.110 \times 20 \times 0.8 \times 1.250)}{[(10 + 5.750 - 0.8) \times 1.150]} = 14.283 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{DA} = 5.2203224 \text{ kN/m}^3$$

Rekapitulasi beban pada bangunan atas

A	4.594	kN/m ²
M	4.176	kN/m ²
F	5.220	kN/m ²

diambil nilai maksimal,
maka

$$P_{DA} = 5.220 \text{ kN/m}^2$$

Load on Deckhouse Walls (Beban Dinding Rumah Geladak)

$$P_A = n \cdot c (b \cdot f - z) \quad [\text{kN/m}^2]$$

dimana,

$$f = c_o \cdot c_L \cdot c_{RW}$$

$$c_o = 4.24$$

$$c_L = 1$$

$$c_{RW} = 0.75$$

$$f = 4.24 \times 1 \times 0.8$$

$$= 2.09$$

Untuk L diantara 50 s/d 250 m P_A tdk boleh kurang dari :

Dinding tak terlindungi paling bawah:

$$P_{A \text{ min}} = 25 + L/10 \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$= 25 + 0.00/10$$

$$= 25.0 \quad \text{kN/m}^2$$

Selain dinding tak terlindungi paling bawah :

$$P_{A \text{ min}} = 12.5 + L/20 \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$= 12.5 + 0.00/20$$

$$= 12.5 \quad \text{kN/m}^2$$

Maindeck

Dinding tak terlindungi

$$x = 16.67 \quad \text{m}$$

$$x/L = 0.43$$

$$n = 20 + (L/12)$$

$$= 20 + (38.80/12)$$

$$= 23.23$$

$$b = 1 + [(x/L - 0.45)/(Cb + 0.2)]^2 \quad ; \text{untuk } x/L < 0.45$$

$$= 1 + [(0.43 - 0.45)/(0.859 + 0.2)]^2$$

$$= 1.00$$

$$c = 0.3 + 0.7(b'/B')$$

$$b' = 8.00 \quad \text{m}$$

$$B' = 10.00 \quad \text{m}$$

$$c = 0.3 + 0.7(8.0/10.0)$$

$$= 0.86$$

$$z = 2.25 \quad \text{m (jarak vertikal dari sarat ke middle plate)}$$

$$P_A = n \cdot c (b \cdot f - z) \quad \text{kN/m}^2$$

$$= 23.23 \times 0.86 \times (1.00 \times 2.09 - 2.25)$$

$$= -3.23 \quad \text{kN/m}^2$$

Sehingga P_A yang digunakan : $25.00 \quad \text{kN/m}^2$

Dinding terlindungi

$$x = 16.67 \quad \text{m}$$

$$x/L = 0.43$$

$$n = 7 + (L/100) - 8(x/L)$$

$$= 7 + (38.80/100) - 8(0.430)$$

$$= 3.95$$

$$b = 1 + [(x/L - 0.45)/(Cb + 0.2)]^2 \quad ; \text{untuk } x/L < 0.45$$

$$= 1 + [(0.43 - 0.45)/(0.86 + 0.2)]^2$$

$$= 1.00$$

$$c = 0.3 + 0.7(b'/B')$$

$$b' = 8.00 \quad \text{m}$$

$$B' = 20.00 \quad \text{m}$$

$$c = 0.3 + 0.7(8.0/20.0)$$

$$= 0.58$$

$$z = 2.25 \quad \text{m (jarak vertikal dari sarat ke middle plate)}$$

$$P_A = n \cdot c (b \cdot f - z) \quad \text{kN/m}^2$$

$$= 3.95 \times 0.58 \times (1.00 \times 2.09 - 2.25)$$

$$= -0.4 \quad \text{kN/m}^2$$

Sehingga P_A yang digunakan : $12.50 \quad \text{kN/m}^2$

G. Tebal Pelat

INPUT DATA :

$L_{pp} =$	40	$C_b =$	0.859
$B =$	10.00	$C_m =$	0.971
$H =$	1.15	$C_p =$	0.859
$T =$	0.75	$l_{wl} =$	40
$F_n =$	0		

PERHITUNGAN :

- Jarak Gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

$$a_0 = L/500 + 0,48 \text{ m} \quad (\text{Ref: BKI 98})$$

$$= 0.52$$

diambil : $a = 0.60 \text{ m}$

- Tebal Pelat Minimum

$$(1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot (L \cdot k)^{1/2}; \text{ untuk } L < 50$$

$$t_{\min} = m$$

$$= 5.814 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

$$t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

- Tebal Pelat Alas

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K; \text{ untuk } L < 90$$

$$m$$

untuk 0.1 L di belakang AP dan 0.05 L di depan FP minimal :

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana

:

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

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

$a =$ jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5$$

untuk $t' < 10 \text{ mm}$

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

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

$$P_B = 20.404 \quad \text{kN/m}^2$$

$$t_{B1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(20.404 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 5.149 + t_K$$

$$= 5.149 + 1.5$$

$$= 6.649 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 7 \quad \text{mm}$$

$$t_{B2} = \frac{1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(20.404 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 3.279 + t_K$$

$$= 3.279 + 1.5$$

$$= 4.779 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 5 \quad \text{mm}$$

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

$$t = 7 \quad \text{mm}$$

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

$$P_B = 16.337 \quad \text{kN/m}^2$$

$$t_{B1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.337 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 4.608 + t_K$$

$$= 4.608 + 1.5$$

$$= 6.108 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 7 \quad \text{mm}$$

$$t_{B2} = \frac{1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.337 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 2.934 + t_K$$

$$= 2.934 + 1.5$$

$$= 4.434 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 5 \quad \text{mm}$$

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

$$t = 7 \quad \text{mm}$$

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

$$P_B = 19.998 \quad \text{kN/m}^2$$

$$t_{B1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(19.998 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 5.098 + t_K$$

$$= 5.098 + 1.5$$

$$= 6.598 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 7 \quad \text{mm}$$

$$t_{B2} = \frac{1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(19.998 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 3.247 + t_K$$

$$\begin{aligned}
&= 3.247 + 1.5 \\
&= 4.747 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

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

$$t = 7 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat alas :

A	7	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka t alas = 7 mm
M	7	mm	
F	7	mm	

Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{s1} = \frac{1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K}{m}; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

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

$$t_{s2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana

:

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

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5$$

untuk $t' < 10 \text{ mm}$

untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)

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

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

L

$$P_s = 18.606 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{s1} = \frac{1,9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(18.606 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 4.917 + t_K$$

$$= 4.917 + 1.5$$

$$= 6.417 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

$$t_{s2} = \frac{1,21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(18.606 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 3.132 + t_K$$

$$= 3.132 + 1.5$$

$$= 4.632 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

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

$$t = 7 \text{ mm}$$

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

$$P_s = 16.337 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{s1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.337)}{1} + t_K$$

$$= 4.608 + t_K$$

$$= 4.608 + 1.5$$

$$= 6.108 \text{ mm} \gg 7 \text{ mm}$$

$$t_{s2} = \frac{1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.337 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 2.934 + t_K$$

$$= 2.934 + 1.5$$

$$= 4.434 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

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

$$t = 7 \text{ mm}$$

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

$$P_s = 19.998 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{s1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(19.998)}{1} + t_K$$

$$= 5.098 + t_K$$

$$= 5.098 + 1.5$$

$$= 6.598 \text{ mm} \gg 7 \text{ mm}$$

$$t_{s2} = \frac{1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(18.606 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 3.247 + t_K$$

$$= 3.247 + 1.5$$

$$= 4.747 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

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

$$t = 7 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat sisi :

A	7	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka t sisi = 7 mm
M	7	mm	
F	7	mm	

- Tebal Pelat Geladak**

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_D = 1,21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana

:

$k =$ Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2
 $k = 1$
 $a =$ jarak gading
 $a = 0.60 \text{ m}$
 $t_K = 1.5$ untuk $t' < 10 \text{ mm}$
 untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)
 $t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil $0.1 L$

$$\begin{aligned}
 P_D &= 5.301 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{E1} &= 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(5.301 \times 1) + t_K \\
 &= 1.672 + t_K \\
 &= 1.672 + 1.5 \\
 &= 3.172 \text{ mm} \gg 4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$t = 5 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil $0.5 L$

$$\begin{aligned}
 P_D &= 4.819 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{E1} &= 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(4.819 \times 1) + t_K \\
 &= 1.594 + t_K \\
 &= 1.594 + 1.5 \\
 &= 3.094 \gg 4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$t = 5 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil $0.8 L$

$$\begin{aligned}
 P_D &= 6.024 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{E1} &= 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(6.024 \times 1) + t_K \\
 &= 1.782 + t_K \\
 &= 1.782 + 1.5 \\
 &= 3.282 \text{ mm} \gg 4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$t = 5 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat geladak :

A	5	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka
M	5	mm	

F	5	mm	t geladak = 5 mm
---	---	----	------------------------

Walls Plating (Pelat Dinding)

Tebal pelat tidak kurang dari nilai terbesar berikut :

$$t = 0.95 \cdot a \left(\sqrt{P_A \cdot k} \right) + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = (5.0 + L/100) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] ; \text{ for the lowest tier}$$

$$= (5.0 + 38.80/100) \sqrt{1}$$

$$= 5.00 \quad \text{mm}$$

$$t_{\min} = (4.0 + L/100) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] ; \text{ for the upper tier, } t > 5 \text{ mm}$$

$$= (4.0 + 38.80/100) \times \sqrt{1}$$

$$= 4.00 \quad \text{mm}$$

Maindeck

Dinding tak terlindungi

$$P_A = 25.00 \quad \text{kN/m}^2$$

$$t = 0.95 \cdot a \left(\sqrt{P_A \cdot k} \right) + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$= 0.95 \times 0.60 \sqrt{(25.00 \times 1)} + t_k$$

$$= 2.85 + t_k$$

$$t' = 2.85 \quad \text{mm, } t' < 10 \text{ mm}$$

sehingga

$$t_k = 1.50 \quad \text{mm}$$

$$\text{jadi, } t = 2.85 + 1.50 = 4.35 \quad \text{mm}$$

diambil yang terbesar

$$t = 4.35 \approx 5 \quad \text{mm}$$

Dinding terlindungi

$$P_A = 12.50 \quad \text{kN/m}^2$$

$$t = 0.95 \cdot a \left(\sqrt{P_A \cdot k} \right) + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$= 0.95 \times 0.60 \sqrt{(12.50 \times 1)} + t_k$$

$$= 2.02 + t_k$$

$$t' = 2.02 \quad \text{mm, } t' < 10 \text{ mm}$$

sehingga

$$t_k = 1.50 \quad \text{mm}$$

$$\text{jadi, } t = 2.02 + 1.50 = 3.52 \quad \text{mm}$$

diambil yang terbesar

$$t = 3.52 \approx 4 \quad \text{mm}$$

Deck Plating (Pelat Geladak)

Tebal pelat tidak kurang dari nilai terbesar berikut

:

$$t_E 1 = C \cdot a \left(\sqrt{P_{DA} \cdot k} \right) + t_k \quad [\text{mm}]$$

tebal pelat tween

$$t_E 2 = \text{deck} = 0 \quad \text{mm}$$

tE 2 dihitung pada perhitungan sebelumnya

$$t_E \text{ min} = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

dimana,

$$C = 1.21$$
$$t_2 = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$$
$$= (5.5 + 0.02 \times 129.60) (0)^{0.5}$$
$$= 5.50 \quad \text{mm}$$

Top deck

$$P_{DA} = 5.22 \quad \text{kN/m}^2$$
$$t_1 = C \cdot a \left(\sqrt{P_{DA} \cdot k} \right) + t_k \quad [\text{mm}]$$
$$= 1.21 \times 0.60 \sqrt{(5.22 \times 1) + t_k}$$
$$= 1.66 + t_k$$
$$t' = 1.66 \quad \text{mm}, \quad t' < 10 \quad \text{mm}$$

sehingga

$$t_k = 1.50 \quad \text{mm}$$
$$t_1 = 1.66 + 1.50 = 3.16 \quad \text{mm}$$

diambil yang terbesar

$$t = 3.16 \approx 4 \quad \text{mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan :

	A	M	F	Diambil	Unit
Pelat alas	7	7	7	8	mm
Pelat sisi	7	7	7	8	mm
Pelat geladak	5	5	5	6	mm
Pelat dinding tdk terlindungi	5	5	5	6	mm
Pelat dinding terlindungi	4	4	4	4	mm
Pelat geladak atas	4	4	4	4	mm

H. Berat

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	175	persons
	Berat penumpang	80	kg/person
	Berat barang bawaan	20	kg/person
	Berat total penumpang	14000	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	3500	kg
	Berat total	17500	kg
		17.500	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	30	persons
	Berat crew kapal	80	kg/persons
	Berat barang bawaan	20	kg/persons
	Berat total crew kapal	2400	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	600	kg
	Berat total	3000	kg
		3.000	ton
3	Berat Fresh Water	35.000	ton
4	Berat Slop Water	41.085	ton
5	Berat bahan bakarn untuk Generator Set	0.170	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	17.500	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	3.000	ton
3	Berat Fresh Water	35.000	ton
4	Berat Slop Water	41.085	ton
5	Berat Bahan Bakar untuk Genset	0.170	ton
Total		96.755	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas Bottom	686.96	m ²
	Luas Sisi (Kiri + Kanan)	220	m ²
	Luas Depan	27.500	m ²

	Luas Belakang	35.750	m ²
	Luas Sisi dalam	80.520	m ²
	Total luasan lambung kapal	1050.730	m ²
	Tebal pelat lambung	8	mm
		0.008	m
	Volume shell plate = luas x tebal	8.406	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	65985.844	kg
		65.986	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Luasan 1st deck kapal	686.960	m ²
	Luasan 2nd deck kapal	154.400	m ²
	Tebal pelat 1st deck	0.006	m ²
	Tebal pelat 2st deck	0.004	m ²
	Volume shell plate = luas x tebal	4.739	m ³
	Luasan pelapisan PVC	841.360	m ²
	Tebal pelapisan	0.005	m ²
	Volume pelapisan	4.207	m ³
	<i>r</i> PVC	1450	kg/m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	43303.836	kg
		43.304	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat aluminium lambung + geladak kapal	109.290	ton
	25% dari berat aluminium kapal	27.322	ton
	Berat Konstruksi Total	27.322	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal		
	Luas permukaan dinding terlindungi	39.83	m ²
	Luas permukaan dinding tidak terlindungi	26.16	m ²
	Tebal pelat dinding terlindungi	0.004	m ²
	Tebal pelat dinding tidak terlindungi	0.006	m ²
	Volume total	0.31628	m ³

	Densitas jenis baja	7850	kg/m ³
	Berat total	2482.798	m ³
		2.482798	ton
	<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat konstruksi bangunan atas	0.6206995	ton
	Berat Total	3.1034975	ton
5	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum material railing menggunakan baja dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang Railing	112.360	m
	Diameter pipa	0.020	m
	Tebal pipa	3.000	mm
		0.003	m
	Luas permukaan railing	7.060	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.169	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	1330.064	kg
		1.330	ton
6	Berat Tiang Penyangga		
	<i>material tiang menggunakan pipa baja dengan tebal 3 mm</i>		
	Tinggi Tiang	3.000	m
	Jumlah Tiang	17.000	
	Diameter Pipa	0.050	m
	Tebal pipa	0.003	m
	Luas permukaan tiang	8.011	m ²
	Volume Tiang	0.024	
	<i>r</i> baja	7850.000	kg/m ³
	Berat Total	3207.228	kg
		3.207	ton
7	Equipment & Outfitting		
	Berat Total	6138.000	kg
		6.138	ton
8	Genset		
	Berat Genset	1100.000	kg
	Berat Water pump	144.000	kg
	Berat Total	1244.000	kg
		1.244	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	65.986	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	43.304	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	27.322	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	3.103	ton
5	Berat Railing	1.330	ton
6	Tiang Penyangga	3.207	ton
7	Equipment & Outfitting	6.138	ton
8	Berat Genset	1.244	ton
Total		151.635	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	96.755	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	151.635	ton
Total		248.390	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement = $L \times B \times T \times C_b \times \rho$	264.050	ton
2	DWT	96.755	ton
3	LWT	151.635	ton
4	Displacement = DWT + LWT	248.390	ton
Selisih		15.660	ton
		5.93%	

I. Titik Berat

Lwl	=	40.00	m	
Lpp	=	40.00	m	
B	=	10.00	m	
H	=	1.15	m	
T	=	0.75	m	
\square	=	264.1	ton	
LCB	=	1.263512	m	dari Midship
C _B	=	0.859		

Titik Berat Hull

Ref : Parmetric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan
hal 11-22

Berat 1 lambung = 65.98584 kg

LCG

hull = - 0.15 + LCB

= 1.113512 m dari Midship

VCG_{hull} = 0.01D (46.6 + 0.135(0.81 - C_B). (L/D)²) + 0.008D(L/B -

= 6.5)

= 0.209072 m dari baseline

LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
65985.844	1.114	0.209	43303.836	1.114	0.500	27322.420	1.114	0.209

Bangunan Atas			Railing			Tiang Penyangga		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
3103.498	6.700	2.500	1330.064	0.000	0.000	3207.228	5.500	2.000

Equipment & Outfitting			Genset		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
6138	3.50	5.80	1244	4.45	0.25

TOTAL LWT		
Berat	LCG	VCG
151634.89	212035.439	0.602

DWT						
Penumpang				Crew		
n	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
175	17500	0.000	4.372	3000	0.000	4.372

Fresh Water			Slop			Diesel Oil		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
35000	-3.850	0.500	41085	0.150	0.500	170	-2.180	0.100

TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG
96755	-1.333	1.320

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG [m]	VCG [m]	[kg]	LCB [m]	VCB [m]	[kg]	%	OK
248389.89	129441.023	0.881	264050.3	1.263512	1.2	15660.360	5.93%	

J. Trim Kapal

Perhitungan trim dilakukan dengan menggunakan software *Maxsurf Stability Enterprise* dan dibandingkan dengan beberapa batasan berikut ;

Ukuran Utama

Lpp	=	40.00	m
T	=	0.75	m
H	=	1.15	m
B	=	10.00	m
\square	=	257.61	m ³
C _B	=	0.859	
C _M	=	1.000	
C _P	=	0.859	
C _{WP}	=	0.756	

Batasan Trim

Trim Maksimal menurut NCVS (Non Conventional Vessel Standard)

$$\pm Lpp/50 = 0.800 \text{ m}$$

Perhitungan Trim Menurut *Maxsurf Stability Enterprise*

$$\text{Trim} = 0.28 \text{ m}$$

Kondisi Trim	=	Trim Buritan
Kesimpulan	=	<i>Accepted</i>

K. Stabilitas

Lengan Statis (GZ)

Sudut (°)	Lengan Gz (m)
-30	-2.081
-20	-2.231
-10	-1.794
0	-0.024
10	1.747
20	2.186
30	2.04
40	1.638
50	1.076
60	0.436
70	-0.238
80	-0.915
90	-1.572
100	-2.181
110	-2.716

120	-3.158
130	-3.484
140	-3.658
150	-3.611
160	-3.26
170	-2.293
180	0.024

Kriteria : *IMO A.749 (18) Chapter 3*

- 1 Luas (A) dibawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat tidak kurang dari 3.151 meter.deg

IMO A.749 (18)

Chapter 3

$$A_{0-30 \text{ min}} = 3.1513 \quad \text{meter.deg}$$

$$A_{0-30} = 58.7402 \quad \text{meter.deg}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

- 2 Luas (A) dibawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 40 derajat tidak kurang dari 5.1566 meter.dag

IMO A.749 (18)

Chapter 3

$$A_{0-40 \text{ min}} = 5.1566 \quad \text{meter.deg}$$

$$A_{0-40} = 78.7514 \quad \text{meter.deg}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

- 3 Luas dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 1.7189 meter.deg

IMO A.749 (18)

Chapter 3

$$A_{30-40 \text{ min}} = 1.7189 \quad \text{meter.deg}$$

$$A_{30-40} = 20.011 \quad \text{meter.deg}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

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

IMO A.749 (18)

Chapter 3

$$\text{GZ } 30^\circ \text{ min} = 0.2 \quad \text{meter}$$

$$\text{GZ } 30^\circ \text{ actual} = 2.188 \quad \text{meter}$$

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

- 5 Sudut maksimum dari GZ harus lebih besar dari 15 derajat

IMO A.749 (18) Chapter 3 for monohull θ GZ maksimum diubah dari 25 derajat menjadi 15 derajat

$$\theta_{\text{GZmax}} (\text{min}) = 15 \quad \text{deg}$$

$$\theta_{\text{GZmax}} = 16.4 \quad \text{deg}$$

Kondisi = Accepted

6 Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 meter
IMO A.749 (18)

Chapter 3

GM min = 0.15 meter

GM = 14.092 meter

Kondisi = Accepted

L. Building Cost

No	Item	Value	Unit
Pelat Kapal & Elektroda	1 Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 8 mm, jenis material = baja)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-detail/ah36-steel-plate-for-shipbuilding-60239600140.html?s=p</i>		
	Harga	800.00	USD/ton
	Berat hull	65.99	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	52788.68	USD
	2 Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = baja)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-detail/ah36-steel-plate-for-shipbuilding-60239600140.html?s=p</i>		
	Harga	800.00	USD/ton
	Berat geladak	43.30	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	34643.07	USD
	3 Konstruksi Lambung		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-detail/ah36-steel-plate-for-shipbuilding-60239600140.html?s=p</i>		
	Harga	800.00	USD/ton
	Berat konstruksi	27.322	ton
Harga Konstruksi Lambung	21857.9	USD	
4 Bangunan Atas			
<i>(tebal pelat = 4 mm, jenis material = aluminium)</i>			
<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-detail/ah36-steel-plate-for-shipbuilding-60239600140.html?s=p</i>			
Harga	800.00	USD/ton	
Berat bangunan atas	3.10	ton	
Harga Bangunan Atas Kapal	2482.80	USD	
5 Elektroda			
<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>			
<i>Sumber: Nekko Steel - Aneka Maju.com</i>			

	Harga	2626	USD/ton
	Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)	8.383	ton
	Harga Elektroda	22014	USD
	Total Harga Pelat Kapal	133786	USD

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(pipa baja d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
	Harga	60.00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	113.21	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	6792.60	USD
2	Table Set		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://www.alibaba.com/product-detail/HE-203-Wooden-Folding-Beer-Table_1268521540.html?spm=a2700.7724838.0.0.QuwvWM</i>		
	Harga per unit	42.0	USD
	Jumlah	15.00	unit
	Harga Total	630	USD
3	Beach Chair		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://www.alibaba.com/product-detail/Outdoor-wooden-beach-chair_60590437572.html?spm=a2700.7724838.4.9.lpQo61&s=p</i>		
	Harga per unit	45.0	USD
	Jumlah	23.00	unit
	Harga Total	1035.00	USD
4	Round table		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	17	unit
	Harga per unit	13	USD
	Harga Total	221	USD
5	Bar Chair		
	Jumlah	18	unit
	Harga per unit	16	USD
	Harga Total	288	USD
6	Diving Equipment		
	Jumlah	10	unit
	Harga per unit	499	USD
	Harga Total	4990.00	USD
7	Life Guard Chair		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	116	USD
	Harga Total	232	USD
8	Locker		

Equipment & Outfitting

	Jumlah	5	unit
	Harga per unit	65	USD
	Harga Total	325	USD
9	Lemari Bar		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	300	USD
	Harga Total	300	USD
10	Parasailing Paracute		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	3500.00	USD
	Harga Total	3500.00	USD
11	Underwater helmet		
	Jumlah	6	unit
	Harga per unit	2471.00	USD
	Harga Total	14826.00	USD
12	Water Slide		
	Panjang	25	meter
	Harga per m	1000.00	USD
	Harga Total	25000.00	USD
13	Terpal		
	Luas	352	m2
	Harga per meter kubik	5	USD
	Harga Total	1584.00	USD
14	Jetski		
	Harga	8000.00	USD
	Jumlah	2	
	Total	16000.00	USD
15	Banana Boat		
	Harga	1000.00	USD
	Jumlah	2	
	Total	2000.00	USD
16	Semi Submarine		
	Harga	112000.00	USD
	Jumlah	1.00	
	Total	112000.00	USD
14	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Lifebuoy		
	Jumlah	16	unit
	Harga per unit	19	USD
	Harga Total	306	USD
	Life Jacket		
	Jumlah	205	unit

	Harga per unit	10	USD
	Harga Total	2050.00	USD
	Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	2355.60	
	Total Harga Equipment & Outfitting	192079	USD

Tenaga Penggerak	c	Item	Value	Unit
	3	Genset		
		<i>(1 unit Genset merk BISON)</i>		
		Jumlah Genset	1	unit
		Harga per unit	620	USD/unit
		Shipping Cost	1000.00	USD
		Harga Genset	1620	USD
	2	Komponen Kelistrikan		
		<i>saklar, kabel, dll</i>		
		Diasumsikan sebesar	3000.00	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	3000.00	USD	
3	Water Pump			
	<i>(2 unit water pump merk freesea)</i>			
	Jumlah Genset	2	unit	
	Harga per unit	520	USD/unit	
	Shipping Cost	1000.00	USD	
	Harga Water pump	2040	USD	
	Total Harga tenaga penggerak	6660	USD	

Total	Biaya Pembangunan			
	No	Item	Value	Unit
	1	Pelat Kapal & Elektroda	133786	USD
	2	Equipment & Outfitting	192079	USD
	3	Tenaga Penggerak	6660	USD
		Total Harga (USD)	332525	USD
		Kurs Rp - USD (per 4 Juni 2017, BI)	13378	Rp/USD
		Total Harga (Rupiah)	4,448,523,029.18	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Tugas Akhir "Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat Di Perairan Teluk Jakarta", 2012

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	444,852,302.92	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		

	2% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Inflasi	88,970,460.58	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Dukungan Pemerintah	444,852,302.92	Rp
	Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	978,675,066.42	Rp

$$\begin{aligned}
&= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} - \text{Bantuan} \\
&= \text{Pemerintah} \\
&= 4,448,523,029 + 444,852,303 + 88,970,461 + 444,852,303 \\
&= \mathbf{Rp \quad \quad \quad 5,427,198,095.60}
\end{aligned}$$

M. Operational 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 penguasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.
Ketentuan :
<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai Feasibility Study. • Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll. • Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun. • Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan. • Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.
Bunga :
Suku bunga kredit 13,5 % *)

Pinjaman Bank

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	5,427,198,096	Rp
Pinjaman dari Bank	40%	
Pinjaman	2,170,879,238	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	293,068,697.2	Per tahun

Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	510,156,621	Rp

5,937,354,716.58

Biaya Perawatan
Diasumsikan 10% total dari building cost

Total maintenance cost Rp 542,719,810 per tahun

Asuransi
Diasumsikan 2% total dari building cost

Biaya asuransi Rp 108,543,962 per tahun

Gaji Crew Kapal

Jumlah crew kapal 30 orang

Gaji crew kapal per bulan Rp 3,500,000 per orang

Gaji crew kapal per tahun Rp 105,000,000 per orang

Gaji Total Crew Rp 3,150,000,000

Bahan Bakar Diesel

Asumsi Operasional Diesel 8 jam/hari

Kebutuhan Bahan Bakar 2 liter/jam

Harga bahan bakar Rp 5,150 per liter solar

Harga bahan bakar Rp 82,400 per hari

Harga bahan bakar Rp 2,472,000 per bulan

Harga bahan bakar Rp 29,664,000 per tahun

Air Bersih

Harga air bersih Rp 560,000 per 8000 liter / 8 ton

Harga air bersih per 32 ton Rp 2,240,000 per minggu per trip

Harga air bersih Rp 116,480,000 per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 510,156,621	per tahun
Gaji Crew	Rp 3,150,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 542,719,810	per tahun
Asuransi	Rp 108,543,962	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 29,664,000	per tahun
Air Bersih	Rp 116,480,000	per tahun
Total	Rp 4,457,564,392	per tahun

N. Investasi

Building Cost	Rp 5,427,198,096	
Operational Cost	Rp 4,457,564,392	per tahun
	Rp 12,212,505	per hari

Trip hanya ketika weekend (Jumat Sabtu Minggu)

Perencanaan Trip

Bulan	Trip per Hari	Trip per Minggu	Trip per Bulan
Januari	1	3	12
Februari	1	3	12
Maret	1	3	12
April	1	3	12
Mei	1	3	12
Juni	1	3	12
Juli	1	3	12
Agustus	1	3	12
September	1	3	12
Oktober	1	3	12
November	1	3	12
Desember	1	3	12
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			144

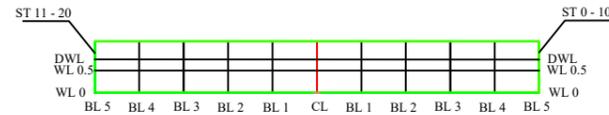
Kapasitas maksimal kapal 175 Orang

Perencanaan Harga Tiket

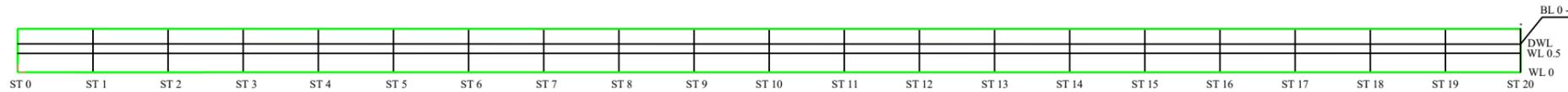
Tipe	Jumlah Tiket	Harga Tiket	Pendapatan
Family	165	Rp 200,000	Rp 33,000,000

LAMPIRAN B
LINES PLAN

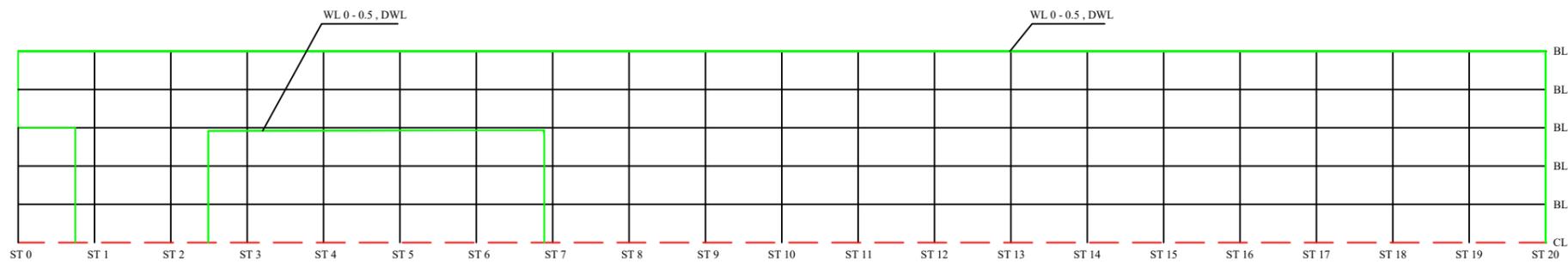
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



MAIN DIMENSIONS

SHIP TYPE	: Pontoon
LENGTH OF WATER LINE (LWL)	: 40 m
LENGTH OF PERPENDICULARS (LPP)	: 40 m
BREADTH (B)	: 10 m
HEIGHT (H)	: 1.15 m
DRAFT (T)	: 0.75 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	: 0.859



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA

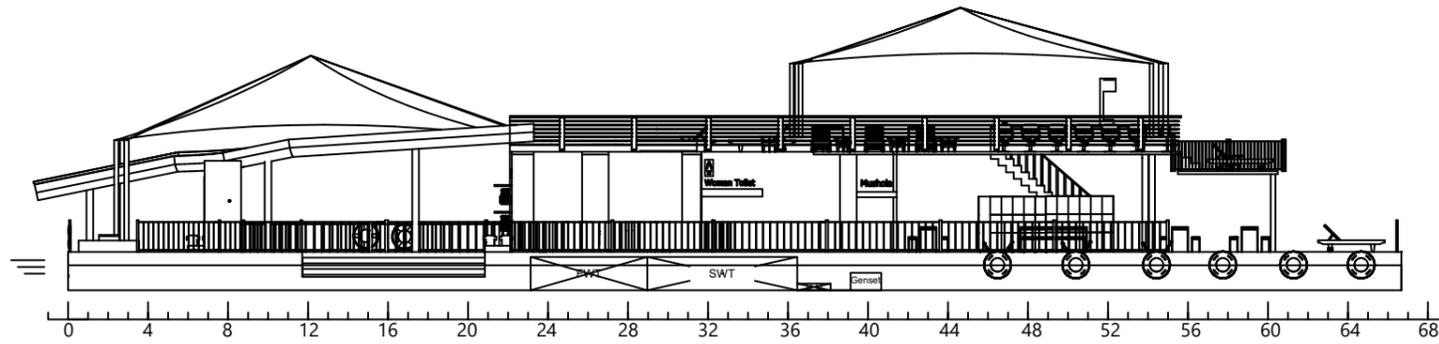
"REEF CRUISE"

LINES PLAN

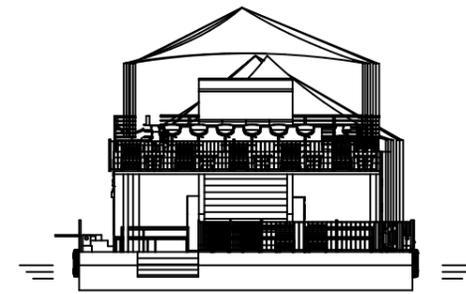
Scale	: 1 : 150	Date		Sign.		Note
Drawn by	: Wahyu Pristiawan Asdela					
Approved by	: Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.					

LAMPIRAN C
GENERAL ARRANGEMENT

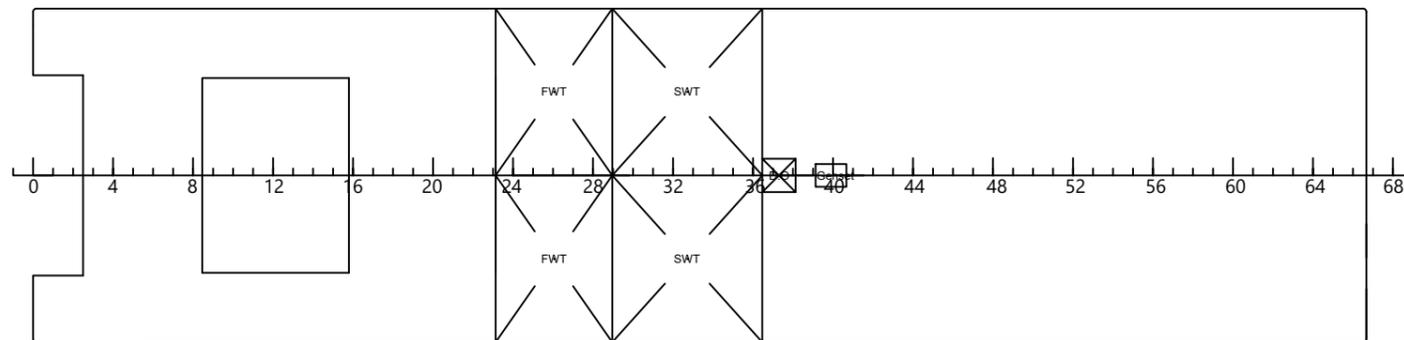
Side View



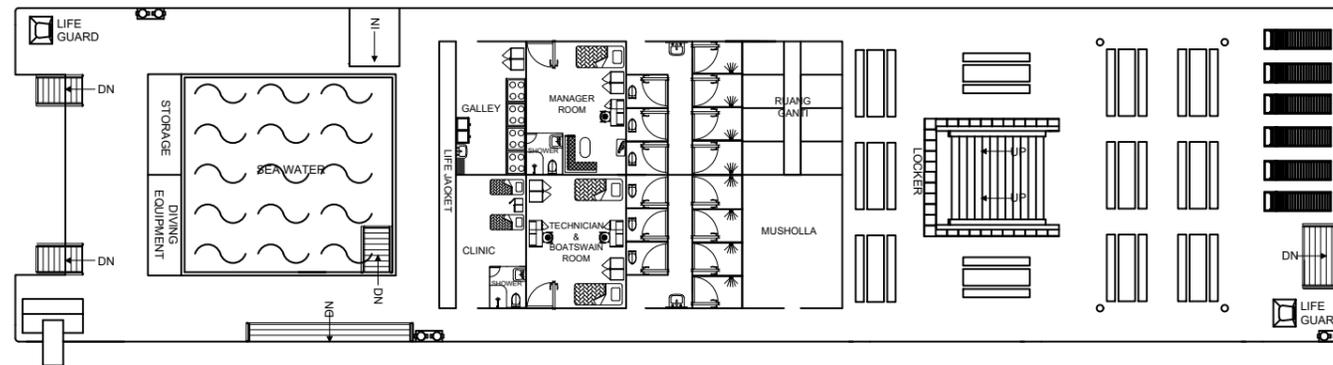
Front View



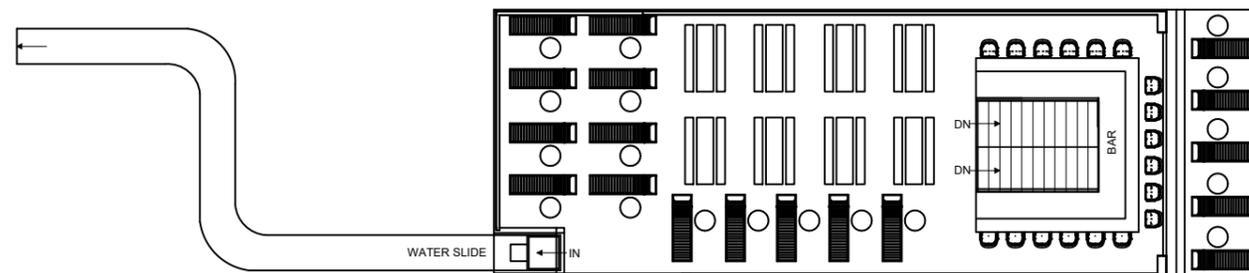
Bottom View



1st Deck



2nd Deck



MAIN DIMENSIONS

SHIP TYPE	: Pontoon
LENGTH OF WATER LINE (LWL)	: 40 m
LENGTH OF PERPENDICULARS (LPP)	: 40 m
BREADTH (B)	: 10 m
HEIGHT (H)	: 1.15 m
DRAFT (T)	: 0.75 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	: 0.859



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA

"REEF CRUISE"

GENERAL ARRANGEMENT

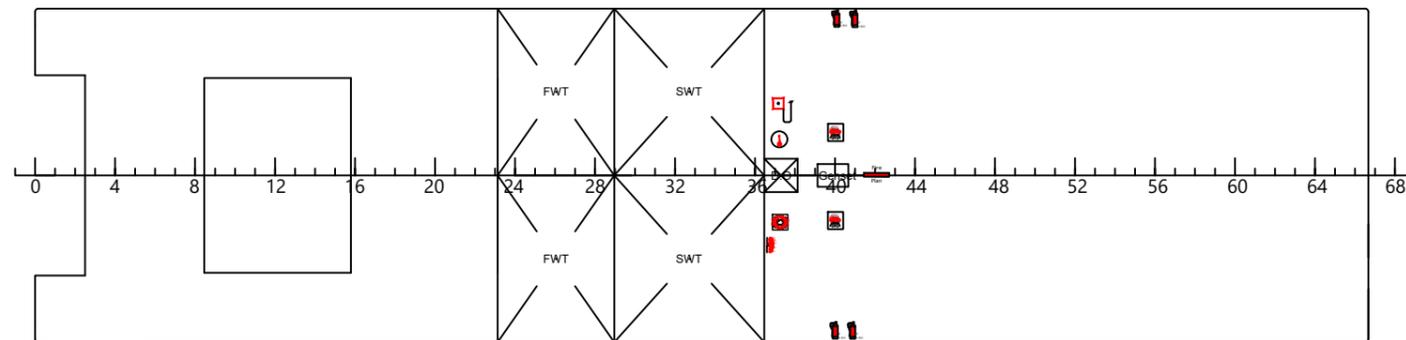
Scale	: 1:200	Date	Sign.	Note
Drawn by	: Wahyu Pristiawan Asdela			
Approved by	: Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			

LAMPIRAN D
SAFETY PLAN

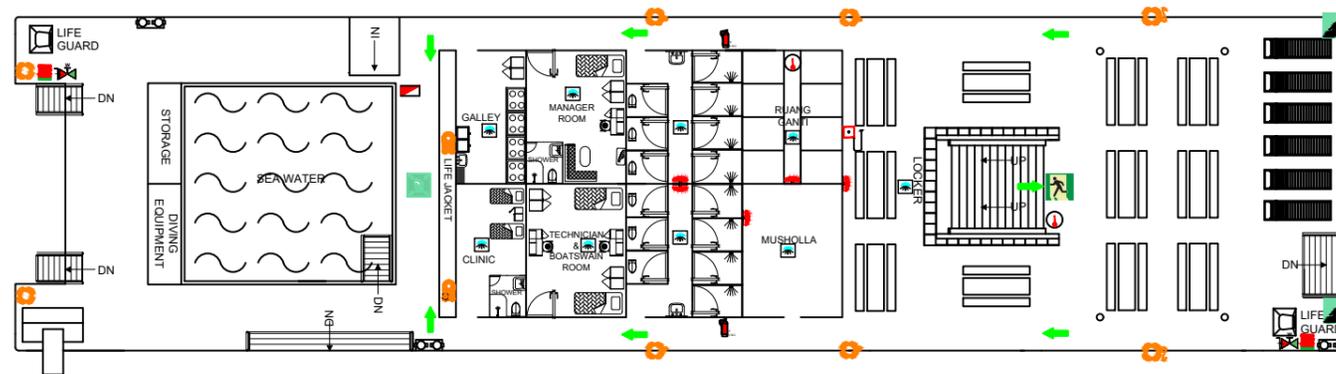
Side View



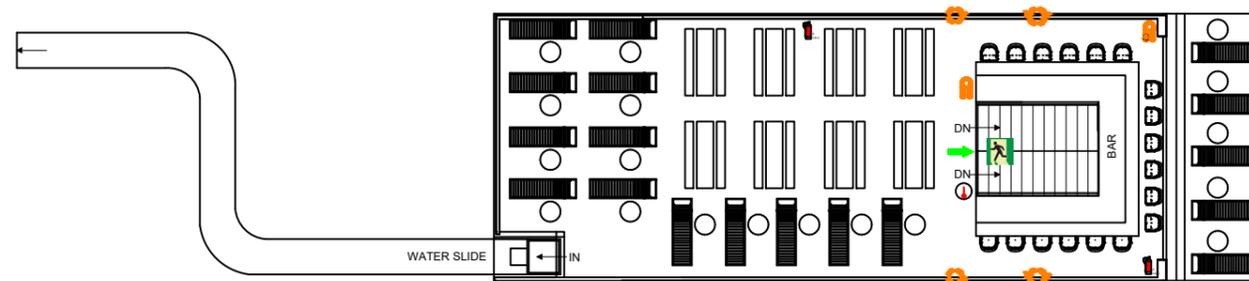
Bottom View



1st Deck



2nd Deck



SAFETY PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	MASTER STATION	- 1st DECK
	LIFEBUOY	- 1st Deck - 2nd Deck
	LIFEBUOY WITH IGNITING LIGHT	- 1st DECK - 2nd DECK
	LIFEBUOY WITH LIGHT AND SMOKE SIGNAL	- 1st Deck - 2nd Deck
	LIFEBUOY WITH LINE	- 1st Deck
	ROCKET PARACHUTE FLARE	- 2nd Deck
	SURVIVAL CRAFT PORTABLE RADIO	- NAVIGATION DECK
	LINE THROWING APPLIANCE	- 1st Deck
	EPIRB	-
	CHILDS LIFEJACKET	- 1st Deck - 2nd Deck
	LIFEJACKET LIGHTS	- 1st Deck - 2nd Deck
	INMARSAT	-
	NAVTEC RECEIVER	-
	WATCH RECEIVER	-
	VHF RADIO - TELEPHONE	-
	LIFERAFT	-
	RADAR TRANSPONDER	-

FIRE PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM	- 1st DECK
	FIRE CONTROL SAFETY PLAN	- GENSET ROOM
	FIRE ALARM BELL	- 1st DECK - GENSET ROOM
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (POWDER)	- 1st DECK - 2nd DECK
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM)	- GENSET ROOM
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (CO2)	- GENSET ROOM
	FIRE HOSE AND NOZZLE	- 1st DECK
	FIRE HYDRANT	- 1st DECK
	HEAT DETECTOR	- 1st DECK - 2nd DECK - GENSET ROOM
	MANUALLY OPERATED CALL POINT	- GENSET ROOM - 1st DECK
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (BATTERY)	- GENSET ROOM
	SPRINKLER	- 1st DECK
	FIRE EXTINGUISHING SYSTEM (CO2)	- GENSET ROOM

MAIN DIMENSIONS

SHIP TYPE	: Pontoon
LENGTH OF WATER LINE (LWL)	: 40 m
LENGTH OF PERPENDICULARS (LPP)	: 40 m
BREADTH (B)	: 10 m
HEIGHT (H)	: 1.15 m
DRAFT (T)	: 0.75 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	: 0.859



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA

"REEF CRUISE"

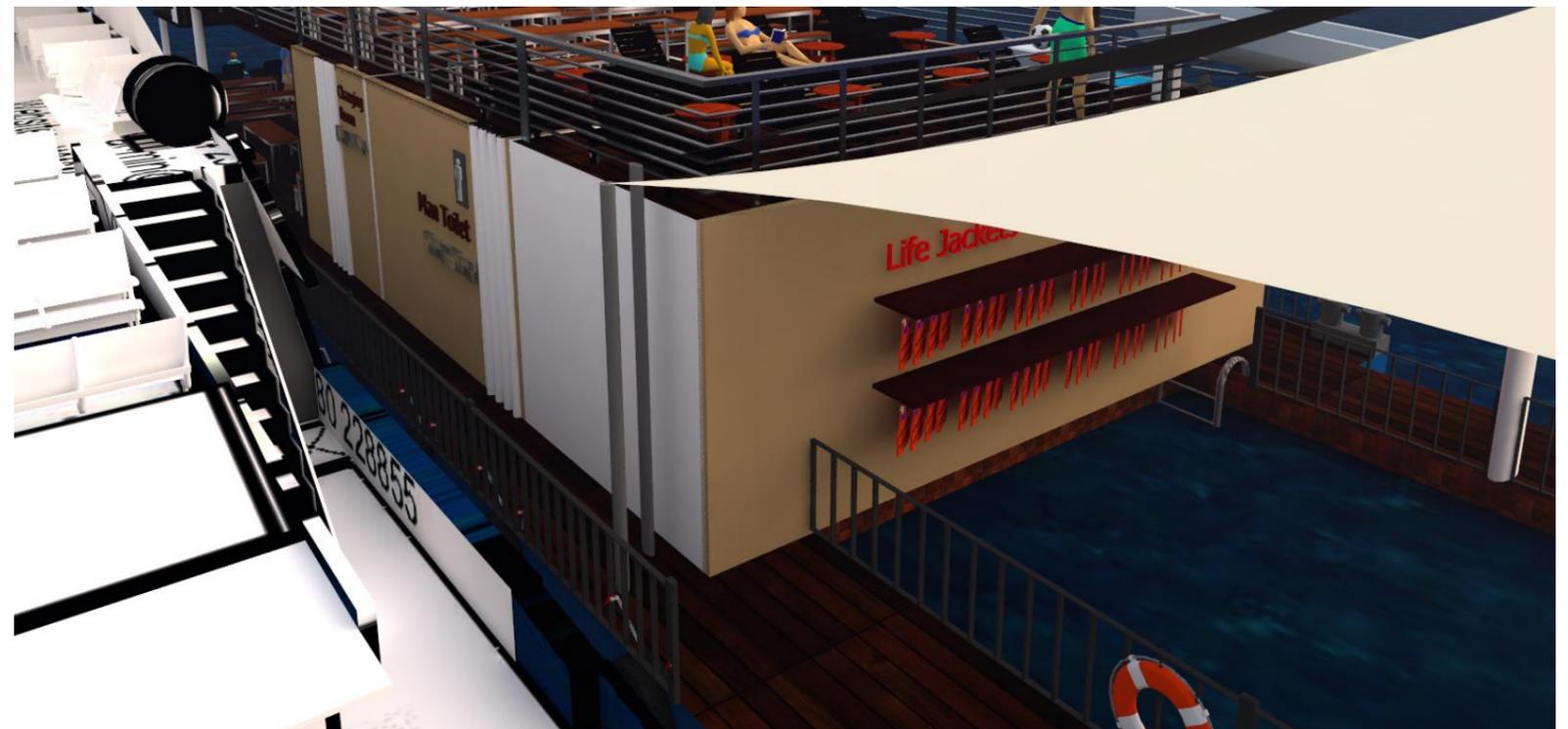
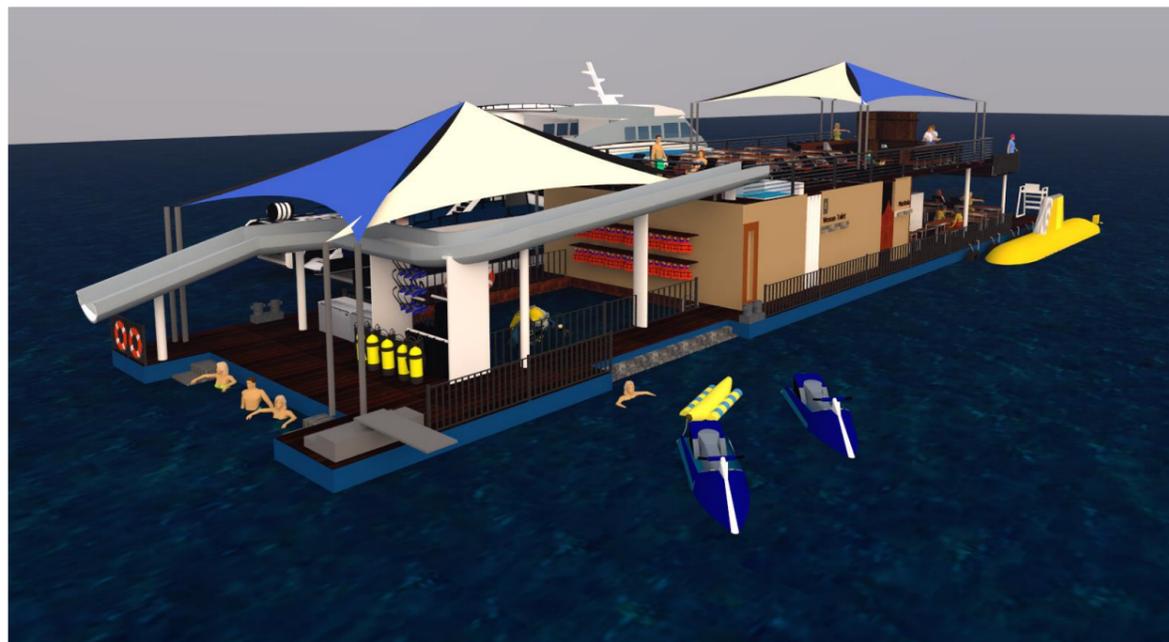
SAFETY PLAN

Scale	Date	Sign.	Note
: 1:200			
Drawn by : Wahyu Pristiawan Asdela			
Approved by : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			

LAMPIRAN E
DESAIN 3 DIMENSI



Bintan Reef Cruise



DESAIN INTERIOR TIGA DIMENSI

BIODATA PENULIS



Wahyu Pristiawan Asdela, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Pekanbaru pada 24 November 1995 silam, Penulis merupakan anak pertama dan satu-satunya dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Bhayangkara, kemudian melanjutkan ke SDN 004 Belakang Padang, SMPN 3 Batam dan SMAN 1 Batam, Selama di SMA penulis pernah menjadi anggota PASKIBRAKA KOTA BATAM tahun 2012. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan. Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal.

Selama masa empat tahun studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen PSDM KPMKR 2014/15. Panitia LOKARINA divisi akomodasi dalam *event* SAMPAN 8 & 9. Penulis juga pernah menjadi pemain futsal untuk tim Departemen dalam acara tahunan ITS Futsal Championship. Penulis memiliki ketertarikan dibidang *e-sport* tercatat pernah mengikuti beberapa turnamen *e-sport* cabang DOTA 2 dan di beberapa turnamen berhasil mendapatkan juara.

Email: wahyupristiawan@gmail.com