



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL KATAMARAN 3-IN-1 PENUMPANG-
KONTAINER-KENDARAAN UNTUK RUTE DERMAGA
BOOM MARINA, BANYUWANGI - PELABUHAN BENOA,
BALI**

**Abdullah Azam
NRP 0411134000054**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL KATAMARAN 3-*IN*-1 PENUMPANG-
KONTAINER-KENDARAAN UNTUK RUTE DERMAGA
BOOM MARINA, BANYUWANGI - PELABUHAN BENOA,
BALI**

**Abdullah Azam
NRP 0411134000054**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF 3-IN-1 CATAMARAN PASSENGER-
CONTAINER-VEHICLE FOR BOOM MARINA QUAY,
BANYUWANGI - BENOA PORT, BALI**

**Abdullah Azam
NRP 0411134000054**

**Supervisor
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL KATAMARAN 3-IN-1 PENUMPANG-KONTAINER-KENDARAAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI – PELABUHAN BENOA, BALI

TUGAS AKHIR

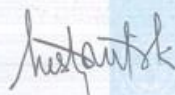
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ABDULLAH AZAM
NRP 0411134000054

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
NIP 19681212 199402 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL KATAMARAN 3-IN-1 PENUMPANG-KONTAINER-KENDARAAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI – PELABUHAN BENOA, BALI

TUGAS AKHIR

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

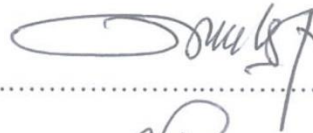
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ABDULLAH AZAM
NRP 0411134000054

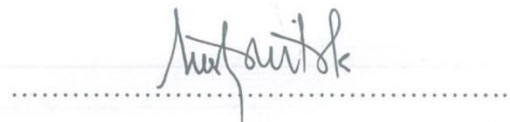
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.
2. Hasanudin, S.T., M.T.
3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
4. Danu Utama, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc



SURABAYA, 16 JANUARI 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

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

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

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Kedua orangtua serta keluarga besar yang terus memberikan dukungan dan doa.
3. Dedi Budi Purwanto S.T., M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
4. 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. Teman-teman P53, P52, P51, P54 dan P55 yang terus memberikan motivasi dan dukungannya
6. Ridho, Fajar, Albert, Mikael, Haikal selaku teman seperjuangan Tugas Akhir atas motivasi dan bantuannya 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, 20 Januari 2020

Abdullah Azam

DESAIN KAPAL KATAMARAN 3-IN-1 PENUMPANG-KONTAINER-KENDARAAN UNTUK RUTE DERMAGA BOOM MARINA, BANYUWANGI – PELABUHAN BENOA, BALI

Nama Mahasiswa : Abdullah Azam
NRP : 0411134000054
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRAK

Sejak 12 September 2015 lalu Pantai Boom Banyuwangi sedang dalam proses pembangunan oleh pemerintah daerah menjadi dermaga kapal pesiar dan berganti nama menjadi Dermaga Boom Marina Banyuwangi yang diharapkan menjadi bagian dari jaringan marina dunia sekaligus untuk mempromosikan wisata bahari Indonesia di dunia Internasional. Dermaga ini kemudian dikoneksikan dengan pelabuhan Benoa, Bali. Namun hingga saat ini belum ada alat transportasi laut yang beroperasi di jalur pelayaran tersebut. Pada Tugas Akhir ini akan didesain kapal katamaran 3-in-1 penumpang-kontainer-kendaraan dengan metode *point-based design* hingga tahap analisis ekonomisnya. Dari serangkaian proses desain didapatkan kapasitas penumpang sebanyak 65 orang, kapasitas kendaraan sebanyak 12 unit mobil jenis SUV dan kontainer sebanyak 6 TEU's dengan jenis muatan berupa buah, sayur, dan daging ternak. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan ukuran utama kapal yaitu $LoA = 54$ m, $B = 16$ m, $B1 = 4.2$ m, $H = 3.6$ m, $T = 2$ m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain kapal katamaran 3-in-1 layak dibangun dan investasi terhadap pembangunan kapal katamaran 3-in-1 dilakukan dengan *Net Present Value* Rp Rp1,679,747,762, *Internal Rate of Return* 21%, dan *Payback Period* dalam empat tahun satu bulan 13 hari.

Kata kunci: Dermaga Boom Marina Banyuwangi, Katamaran 3-in-1, Pelabuhan Benoa Bali. Penumpang-Kontainer-Kendaraan

DESIGN OF 3-IN-1 CATAMARAN PASSENGER-CONTAINER-VEHICLE FOR BOOM MARINA QUAY, BANYUWANGI – BENOA PORT, BALI

Author : Abdullah Azam
Student Number : 04111340000054
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRACT

Since September 12nd 2015, Boom Beach Banyuwangi has been constructed by the Local Government to be a yacht quay and renamed to Boom Marina Quay, Banyuwangi which is expected to be part of world's marine network and also to promote Indonesia's marine tourism to the world. The quay will then be connected to Benoa Port, Bali. Yet, there hasn't been any sea transportations operated on its traffic lane. This Final Project designed 3-in-1 Catamaran Passenger-Container-Vehicle with Point-Based Design method. By a series of design processes, has been obtained the passenger capacity of 65 persons, vehicle capacity of 12 units SUV type of car, and 6 TEU's containers which carry fruits, vegetables, and meats; The result of this research shows that 3-in-1 Catamaran is deserved to be built and its dimensions LOA = 54 m, B = 16 m, B₁ = 16 m, H = 3,6 m, T = 2 m. The investment of building this 3-in-1 Catamaran is feasible with the NPV Rp 13.917.091.275, IRR 3%, and Payback Period is 8 years 6 months and 16 days.

Keywords: 3-in-1 Catamaran, Benoa Port Bali, Boom Marina Quay Banyuwangi. Passenger-Container-Vehicle

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
AMAN PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Hipotesis.....	2
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	3
2.1. Dasar Teori.....	3
2.1.1. Metode Desain Kapal	3
2.1.2. Ukuran Utama Kapal	3
2.1.3. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal.....	4
2.1.4. Koefisien Bentuk Badan Kapal	4
2.1.5. Hambatan Kapal	6
2.1.6. Propulsi Kapal	7
2.1.7. <i>Freeboard</i>	8
2.1.8. <i>Trim</i>	9
2.1.9. Stabilitas	9
2.2. Tinjauan Pustaka	10
2.2.1. Rute Pelayaran.....	10
2.2.2. Dermaga Boom Marina Banyuwangi	11
2.2.3. Pelabuhan Benoa	12
2.2.4. Kapal Katamaran	12
2.2.5. Kapal <i>3-in-1</i>	13
BAB 3 METODOLOGI	15
3.1. Tahap Pengerjaan	15
3.2. Bagan Alir	17
BAB 4 ANALISIS TEKNIS	19
4.1. Penentuan Muatan Kapal	19
4.1.1. Penumpang	19
4.1.2. Muatan Kendaraan.....	20
4.1.3. Muatan Kontainer	21
4.2. Penentuan Ukuran Utama Awal.....	21
4.3. Hasil Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal.....	22

4.4.	Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal.....	23
4.5.	Hasil Perhitungan Hambatan Kapal.....	23
4.6.	Hasil Perhitungan Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin.....	23
4.7.	Hasil Perhitungan Berat Kapal	25
4.7.1.	<i>Dead Weight Tonnage</i> (DWT).....	25
4.7.1.1.	Berat <i>Payload</i>	25
4.7.1.2.	Berat Bahan Bakar	25
4.7.1.3.	Berat Minyak Pelumas.....	26
4.7.1.4.	Berat Air Tawar	26
4.7.1.5.	Berat <i>Provision</i>	27
4.7.2.	<i>Light Weight Tonnage</i> (LWT).....	27
4.7.2.1.	Berat Bangunan Atas	27
4.7.2.2.	Berat Lambung Kapal.....	27
4.7.2.3.	Berat Peralatan dan Perlengkapan	28
4.7.2.4.	Berat Permesinan	28
4.7.3.	Berat Total.....	29
4.8.	Hasil Perhitungan Titik Berat	29
4.8.1.	<i>Dead Weight Tonnage</i> (DWT).....	29
4.8.1.1.	Titik Berat <i>Payload</i>	29
4.8.1.2.	Titik Berat Bahan Bakar	30
4.8.1.3.	Titik Berat Minyak Pelumas	30
4.8.1.4.	Titik Berat Air Tawar	30
4.8.1.5.	Titik Berat Perlengkapan Penumpang	31
4.8.2.	<i>Light Weight Tonnage</i> (LWT).....	31
4.8.2.1.	Titik Berat <i>Deckhouse</i>	31
4.8.2.2.	Titik Berat Lambung Kapal	31
4.8.2.3.	Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan.....	32
4.8.2.4.	Titik Berat Permesinan	32
4.9.	Hasil Perhitungan <i>Freeboard</i>	32
4.10.	Desain Rencana Garis.....	32
4.11.	Desain Rencana Umum	33
4.11.1.	Penentuan Tata Letak ABK dan Muatan.....	34
4.12.	Sistem Bongkar Muat	35
4.12.1.	Penumpang	36
4.12.2.	Kontainer	36
4.12.3.	Kendaraan.....	36
4.13.	Penentuan <i>Load Case</i>	39
4.14.	Hasil Analisis <i>Trim</i>	40
4.15.	Hasil Analisis Stabilitas.....	41
4.16.	Hasil Ukuran Utama Akhir.....	42
4.17.	Rencana Keselamatan (<i>Safety Plan</i>).....	42
4.17.1.	<i>Life Saving Appliances</i>	42
4.17.2.	<i>Fire Control Equipments</i>	43
4.18.	Gambar 3D Kapal	43
BAB 5	ANALISIS EKONOMIS	45
5.1.	Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	45
5.2.	Biaya Investasi.....	50
5.3.	Biaya Operasional.....	50
5.4.	Harga Tiket Penumpang-Kontainer-Kendaraan	51

5.5. Perhitungan NPV.....	52
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	55
6.1. Kesimpulan.....	55
6.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A DATA BPS	
LAMPIRAN B PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN C PERHITUNGAN EKONOMIS	
LAMPIRAN D GAMBAR LINES PLAN	
LAMPIRAN E GAMBAR GENERAL ARRANGEMENT	
LAMPIRAN F GAMBAR SAFETY PLAN	
LAMPIRAN G SPESIFIKASI PERMESINAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rute Pelayaran Dermaga Boom Marina-Pelabuhan Benoa	11
Gambar 2.2 Dermaga Boom Marina Banyuwangi.....	11
Gambar 2.3 Pelabuhan Benoa Bali	12
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir	17
Gambar 4.1 <i>Layout</i> Awal Kapal	22
Gambar 4.2 Rencana Garis (<i>Linesplan</i>).....	33
Gambar 4.3 Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>).....	35
Gambar 4.4 Akses Keluar Masuk Penumpang	36
Gambar 4.5 Skema <i>Loading Unloading</i> Kontainer	37
Gambar 4.6 Skema <i>Loading Unloading</i> Kendaraan	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Ukuran Utama terhadap Performa Kapal	4
Tabel 4.1 Jumlah Penumpang Ketapang-Gilimanuk	19
Tabel 4.2 Peramalan Jumlah Penumpang Ketapang-Gilimanuk	20
Tabel 4.3 Jumlah <i>Supply</i> dan <i>Demand</i> Daerah Jawa Timur - Bali	21
Tabel 4.4 Rasio L, B, H, T Kapal	22
Tabel 4.5 Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal	23
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal	23
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Propulsi Kapal	24
Tabel 4.8 Spesifikasi Mesin Induk	24
Tabel 4.9 Spesifikasi Mesin Bantu	24
Tabel 4.10 Berat <i>Payload</i> Kapal	25
Tabel 4.11 Berat Bahan Bakar Kapal	26
Tabel 4.12 Berat Minyak Pelumas Kapal	26
Tabel 4.13 Berat Air Tawar	26
Tabel 4.14 Berat <i>Provision</i> Kapal	27
Tabel 4.15 Berat <i>Deckhouse</i>	27
Tabel 4.16 Berat Lambung Kapal	28
Tabel 4.17 Berat Perlengkapan dan Peralatan Kapal	28
Tabel 4.18 Berat Permesinan Kapal	28
Tabel 4.19 Berat Total Kapal	29
Tabel 4.20 Titik Bert <i>Payload</i>	30
Tabel 4.21 Titik Berat Bahan Bakar	30
Tabel 4.22 Titik Berat Minyak Pelumas	30
Tabel 4.23 Titik Berat Air Tawar	30
Tabel 4.24 Titik Berat Perlengkapan Penumpang	31
Tabel 4.25 Titik Berat <i>Deckhouse</i>	31
Tabel 4.26 Titik Berat Lambung Kapal	31
Tabel 4.27 Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal	32
Tabel 4.28 Titik Berat Permesinan Kapal	32
Tabel 4.29 Perhitungan <i>Freeboard</i>	32
Tabel 4.30 <i>Load Case</i> Kapal	39
Tabel 4.31 Hasil Analisis <i>Trim</i>	40
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Stabilitas <i>Load Case</i> 1 s/d 4	41
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Stabilitas <i>Load Case</i> 5 s/d 8	41
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Stabilitas <i>Load Case</i> 9 s/d 12	41
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Stabilitas <i>Load Case</i> 13 s/d 16	42
Tabel 5.1 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	45
Tabel 5.2 Perhitungan Koreksi Keadaan Ekonomi Biaya Pembangunan Kapal	49
Tabel 5.3 Biaya Investasi	50
Tabel 5.4 Pinjaman Bank	50
Tabel 5.5 Perhitungan Biaya Operasional	51
Tabel 5.6 <i>High and low season</i>	52
Tabel 5.7 Harga Tiket Muatan Kapal	52

Tabel 5.8 Perhitungan NPV 52
Tabel 5.9 Tabel *Payback Period*..... 53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pantai Boom merupakan pantai yang sering digunakan sebagai tempat dalam perhelatan besar yang diadakan oleh Pemerintah Kabupaten Banyuwangi. Sejak 12 September 2015 lalu Pantai Boom sedang dalam proses pembangunan oleh pemerintah menjadi dermaga kapal pesiar dan berganti nama menjadi Dermaga Boom Marina Banyuwangi yang diharapkan menjadi bagian dari jaringan marina dunia sekaligus untuk mempromosikan wisata bahari Indonesia di dunia Internasional. Sebelumnya Menteri Pariwisata telah meresmikan program peluncuran rencana pengembangan marina atau dermaga kapal pesiar di Pantai Boom Banyuwangi pada 11 September 2015. Pembangunan marina di kawasan Pantai Boom dilakukan BUMN PT. Pelindo III melalui anak usahanya yaitu PT. Pelindo Properti Indonesia dan Pemerintah Kabupaten Banyuwangi. Peluncuran proyek tersebut berarti penataan kawasan Pantai Boom juga dimulai. Proyek pengembangan marina tersebut akan dikoneksikan dengan Pantai Tanjung Benoa di Bali dan Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur. Dermaga Boom Marina Banyuwangi direncanakan dapat beroperasi pada pertengahan 2017. Namun disisi lain, seretnya kucuran dana subsidi PSO dari pemerintah menjadikan penghasilan dari industri kapal penumpang menjadi menurun.

Berdasarkan penjelasan diatas maka pada penelitian dilakukan pembuatan *concept design* (desain awal) kapal katamaran *3-in-1* penumpang-kontainer-kendaraan sebagai sarana penyeberangan di Dermaga Boom Marina Banyuwangi-Pelabuhan Benoa Bali dengan tetap memerhatikan faktor keamanan, kenyamanan, efisiensi bahan bakar, kecepatan kapal, dan jangkauan pelayaran, serta sesuai dengan *owner requirement*.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang diatas permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana menentukan *Payload* kapal?
2. Bagaimana menentukan Ukuran Utama kapal?
3. Bagaimana melakukan analisis teknis pada kapal.
4. Bagaimana membuat desain Rencana Garis (*Linesplan*) kapal?

5. Bagaimana membuat desain Rencana Umum (*General Arrangement*) kapal?
6. Bagaimana membuat desain 3D kapal?
7. Bagaimana membuat desain *Safety Plan* kapal?
8. Bagaimana melakukan analisis ekonomis dari kapal?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Menentukan *payload* kapal.
2. Menentukan ukuran utama kapal.
3. Melakukan analisis teknis pada kapal.
4. Membuat desain rencana garis (*linesplan*) kapal.
5. Membuat desain rencana umum (*general arrangement*) kapal.
6. Membuat desain 3D kapal.
7. Membuat desain *safety plan* kapal.
8. Melakukan analisis ekonomis dari kapal.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Penelitian ini hanya sebatas *concept design*.
2. Tidak menghitung konstruksi kapal secara detail.

1.5. Manfaat

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

1. Secara Akademik, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi desain dan pengadaan kapal katamaran *3-in-1*.

1.6. Hipotesis

Kapal katamaran 3-in-1 penumpang-kontainer-kendaraan dapat mempermudah akses bepergian wisatawan Bali serta meningkatkan penghasilan dari perusahaan kapal penumpang sehingga dapat meningkatkan perekonomian Indonesia di sektor transportasi laut.

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Dasar Teori

Pada Sub Bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan pada Tugas Akhir ini. Dasar teori digunakan sebagai dasar dalam membahas masalah yang telah dirumuskan.

2.1.1. Metode Desain Kapal

Metode *Parent Design Approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi dengan mengambil sebuah desain kapal pembanding sebagai acuan yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan didesain. Langkah-langkah untuk menentukan ukuran utama kapal dengan metode *Parent Design Approach* sangat sederhana dan hal tersebut merupakan salah satu keuntungan dari metode ini yang dapat mempercepat proses mendesain. Dalam hal ini desainer sudah memiliki referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan didesain, sehingga proses mendesain dapat lebih cepat dan hanya menambahkan beberapa modifikasi sesuai dengan *owner requirements* (Watson, 1998).

2.1.2. Ukuran Utama Kapal

- a. Lpp (*Length between perpendicular*) yaitu panjang kapal yang diukur antara garis tegak vertikal di buritan (*after perpendicular*) dan garis tegak vertikal di haluan (*fore perpendicular*).
- b. Loa (*Length Overall*) yaitu panjang keseluruhan kapal yang diukur secara horizontal dari titik depan terluar hingga titik belakang terluar kapal.
- c. Bm (*Breadth Moulded*) yaitu lebar terbesar diukur dari bidang tengah kapal. Untuk kapal baja dan logam lainnya, *breadth moulded* diukur tanpa kulit, sedangkan untuk kapal kayu atau berbahan non-logam diukur dari jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
- d. H (*Height*) yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal dari atas lunas hingga sisi atas geladak disisi kapal.
- e. T (*draught*) yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas hingga ke permukaan air.

2.1.3. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Pengecekan ukuran utama kapal dilakukan dengan membandingkan rasio perbandingan ukuran utama kapal yang di desain dengan rasio yang di syartkan. Rasio yang harus diperiksa meliputi L/B, B/T, T/H, L/H, dan B/H. Pemeriksaan ini dilakukan karena setiap ukuran kapal mempengaruhi performa kapal seperti pada **Error! Reference source not found.** (Hardjono, 2010).

Tabel 2.1 Pengaruh Ukuran Utama terhadap Performa Kapal

Ukuran Utama	Pengaruh Terhadap Performa
Panjang (L)	<i>Resistance, longitudinal strength, maneuverability, sea keeping, hull volume, capital cost.</i>
Lebar (B)	<i>Transverse stability, hull volume, resistance, maneuverability.</i>
Sarat (T)	<i>Displacement, transverse stability, freeboard, resistance</i>
Tinggi (H)	<i>Hull volume, longitudinal strength, transverse stability, capital cost, freeboard</i>

Sumber: (Hardjono, 2010)

2.1.4. Koefisien Bentuk Badan Kapal

Perhitungan koefisien bentuk badan kapal yang dianalisis meliputi nilai koefisien *block* (C_B), koefisien *midship* (C_M), koefisien *prismatik* (C_P), koefisien *waterplane* (C_{WP}), LCB dan juga *displacement*.

A. Koefisien *Block* (C_B)

Koefisien Blok adalah perbandingan volume antara badan kapal yang tercelup air dengan volume balok yang memiliki dimensi L x B x H kapal.

$$C_B = \nabla L.B.T \quad (II.1)$$

Persamaan II.1 merupakan persamaan untuk mencari nilai C_B jika *displacement* kapal diketahui. Untuk mendapatkan nilai C_B pada desain dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi *Froud Number* seperti yang di tunjukkan pada persamaan di bawah,

$$C_B = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1Fn + 46.6Fn^3 \quad (II.2)$$

Dimana *Froud Number* merupakan fungsi dari kecepatan kapal. (Parsons, 2001).

B. Koefisien *Midship* (C_M)

Koefisien Midship merupakan perbandingan antara luas penampang di bagian tengah kapal (*midship*) yang tercelup ke air dengan luas persegi yang memiliki

ukuran B dan T. Untuk mencari nilai CM bisa dilakukan dengan dengan persamaan berikut.

$$CM = \frac{Am}{B.T} \quad (II.3)$$

Untuk mendapatkan nilai CM pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi CB (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan berikut,

$$CM = 0.997 + 0.085(CB - 0.6) \quad (II.4)$$

C. Koefisien Prismatic (CP)

Koefisien Prismatic adalah perbandingan antara volume badan kapal yang tercelup di dalam air dengan volume prisma segi empat yang memiliki luas penampang gading terbesar dan panjang L.

$$CP = \frac{\nabla}{AM.L} \quad (II.5)$$

Nilai CP juga dapat dicari dengan perbandingan nilai CB dengan CM.

$$CP = \frac{CB}{CM} \quad (II.6)$$

D. Koefisien Waterplane (CWP)

Koefisien *waterplan* merupakan perbandingan luas bidang air pada sarat dengan luas persegi yang memiliki dimensi Lwl x B. Nilai CWP dapat dicari dengan persamaan,

$$CWP = \frac{Awp}{Lwl.B} \quad (II.6)$$

Untuk mendapatkan nilai CWP pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi CP (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan berikut.

$$CWP = 0.262 + 0.810CP \quad (II.7)$$

E. LCB

LCB merupakan letak memanjang dari titik apung (*buoyancy*). Nilai LCB dapat bernilai positif maupun negatif dari titik tengah kapal (*midship*) yang mempengaruhi hambatan kapal dan juga trim (Parsons, 2001).

$$LCB = -13.5 + 19.4 CP \quad (II.8)$$

F. Displacement

Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang merupakan hasil konversi dari volume air yang dipindahkan (*volume displacement*) menjadi satuan massa (ton).

$$Volume\ Disp (\nabla)=L \times B \times T \times C_B (m^3) \quad (II.9)$$

$$Disp (\Delta)=L \times B \times T \times C_B \times \rho (ton) \quad (II.10)$$

2.1.5. Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya fluida yang bekerja berlawanan arah gerak kapal pada kecepatan tertentu. Hambatan tersebut merupakan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerak kapal. Untuk menghitung hambatan kapal dengan metode Holtrop dapat menggunakan persamaan umum berikut.

$$RT = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F(1 + k) + C_A] + \frac{R_W}{W} W \quad (II.11)$$

A. Koefisien Hambatan Gesek (C_F)

Fluida memiliki suatu sifat yaitu kekentalan atau viskositas. Dengan adanya viskositas, fluida dapat menimbulkan gesekan apabila dilewati oleh suatu benda. Untuk menentukan nilai koefisien hambatan gaya gesek, dapat menggunakan persamaan,

$$C_F = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2} \quad (II.12)$$

B. Luas Permukaan Basah (S_{tot})

Luas permukaan basah adalah seluruh luasan badan kapal yang tercelup di dalam air. Selain luasan badan kapal, terdapat luasan tambahan seperti luas *rudder*, *bilge keel*, dll. Luasan permukaan basah dapat mempengaruhi hambatan, semakin besar luasan permukaan basah maka hambatan yang dihasilkan juga akan besar.

C. Koefisien Bentuk (1+k)

Koefisien bentuk badan kapal dapat dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$(1+k)=(1+k_1)+[(1+k_2)-(1+k_1)]SappStot \quad (II.13)$$

D. Coleration Allowance (C_A)

Nilai C_A merupakan faktor dari perbandingan sarat (T) dengan panjang garis air (Lwl).

$$C_A = T/Lwl \quad (II.14)$$

E. Koefisien Hambatan Gelombang (R_w)

Hambatan gelombang adalah gaya yang menghambat gerak kapal. Gaya tersebut diperoleh melalui gelombang air yang memiliki kemampuan untuk menahan gerak kapal (Harvald, 1983). Untuk mendapatkan nilai RW dapat menggunakan persamaan berikut,

$$RW = C1.C2.C3.em1xFnd+m2cos(\lambda Fn2) \quad (II.15)$$

F. Gaya Berat (W)

Dengan menggunakan hukum Newton II, maka gaya berat adalah hasil kali dari *displacement* kapal (ton) dengan percepatan gravitasi (m/s²).

2.1.6. Propulsi Kapal

Setelah mengetahui hambatan total yang dihasilkan kapal, desainer dapat menentukan kapasitas mesin induk untuk melawan hambatan tersebut. Kapasitas dari mesin induk yang memenuhi dapat ditentukan dengan mencari nilai *Break Horse Power* (BHP) (Chandra, 1989). Berikut adalah cara mendapatkan BHP.

A. *Effective Horse Power* (EHP)

EHP merupakan daya yang diperlukan kapal untuk melawan hambatan yang terjadi sehingga kapal mampu bergerak sesuai dengan kecepatan yang ditentukan (Parsons, 2001). Untuk mendapatkan nilai EHP dapat dilakukan dengan persamaan di bawah,

$$PE = RT \times v \text{ (kW)} \quad (II.16)$$

B. *Delivered Horse Power* (DHP)

DHP merupakan daya yang sampai pada propeller. Dipengaruhi oleh efisiensi *hull* (η_H), *relative-rotative efficiency* (η_R), dan *open water efficiency* (η_o). Untuk mencari nilai DHP dapat menggunakan persamaan di bawah, 10

$$PD = PE / \eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_o \text{ (kW)} \quad (II.17)$$

C. *Shaft Horse Power* (SHP)

SHP merupakan daya yang telah melewati proses transmisi pada *reduction gear*. SHP dipengaruhi oleh letak kamar mesin dikarenakan letak kamar mesin di bagian belakang dan di tengah kapal memiliki *seal efficiency* (η_S) dan *line shaft bearing efficiency* (η_B).

$$PS = PD / \eta_S \cdot \eta_B \text{ (kW)} \quad (II.18)$$

D. *Break Horse Power* (BHP)

BHP merupakan daya yang dibutuhkan oleh mesin induk untuk mencapai kecepatan yang direncanakan. Persamaan untuk menghitung BHP adalah,

$$PB = PD \eta_S \cdot \eta_B \text{ (kW)} \quad (II.19)$$

E. Maximum Continues Rates (MCR)

MCR adalah daya yang telah ditambahkan akibat *loss* dari hal yang lain. Pertambahan daya dari BPH menuju MCR disebut *service margin* yang nilainya sebesar 15%-25%.

2.1.7. Freeboard

Freeboard adalah selisih antara tinggi kapal, termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, dengan sarat kapal (T) muatan penuh yang diukur pada sarat musim panas (*Summer freeboard*). Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur dari 96% panjang garis air (Lwl) pada 85% tinggi kapal kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% Lwl pada 85% tinggi *moulded*. Lebar *freeboard* adalah lebar yang diukur pada bidang tengah kapal. *Freeboard* memiliki tujuan sebagai daya apung cadangan untuk menjaga keselamatan penumpang, *crew*, muatan, dan kapal itu sendiri. *Freeboard* pada kapal harus memenuhi persyaratan dari *International Maritime Organization* (IMO) melalui *International Convention on Load Lines* (ICLL).

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Tipe kapal

a. Kapal tipe A

Kapal dengan persyaratan salah satu dari:

- Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam curah.
- Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang *equivalent*.
- Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

b. Kapal tipe B

Kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

2. Perhitungan *Freeboard standard*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada tabel *standard freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

3. Koreksi

- Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m.
- koreksi blok koefisien (C_b).
- Koreksi tinggi kapal.
- Tinggi standar bangunan atas dan koreksi bangunan atas.
- Koreksi bangunan atas.
- Minimum *Bow height*.

2.1.8. *Trim*

Trim adalah kemiringan kapal secara memanjang akibat perbedaan sarat depan dan sarat belakang kapal. Berdasarkan *International Maritime Organization* (1998) dalam SOLAS Reg II/7, kondisi maksimum dari *trim* adalah 0,5%Lwl.

2.1.9. Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi kesetimbangan pada kondisi air tenang saat kapal tersebut mengalami gangguan. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu:

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/*cargo*, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan.
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai
Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah:
 - KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas) KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM).
 - KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas) Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972).
 - BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris) BM dinamakan jari-jari metasentris atau *metacentris radius* karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

- KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas) Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.
- GM (Tinggi Metasentris) Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.
- Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*) Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996).

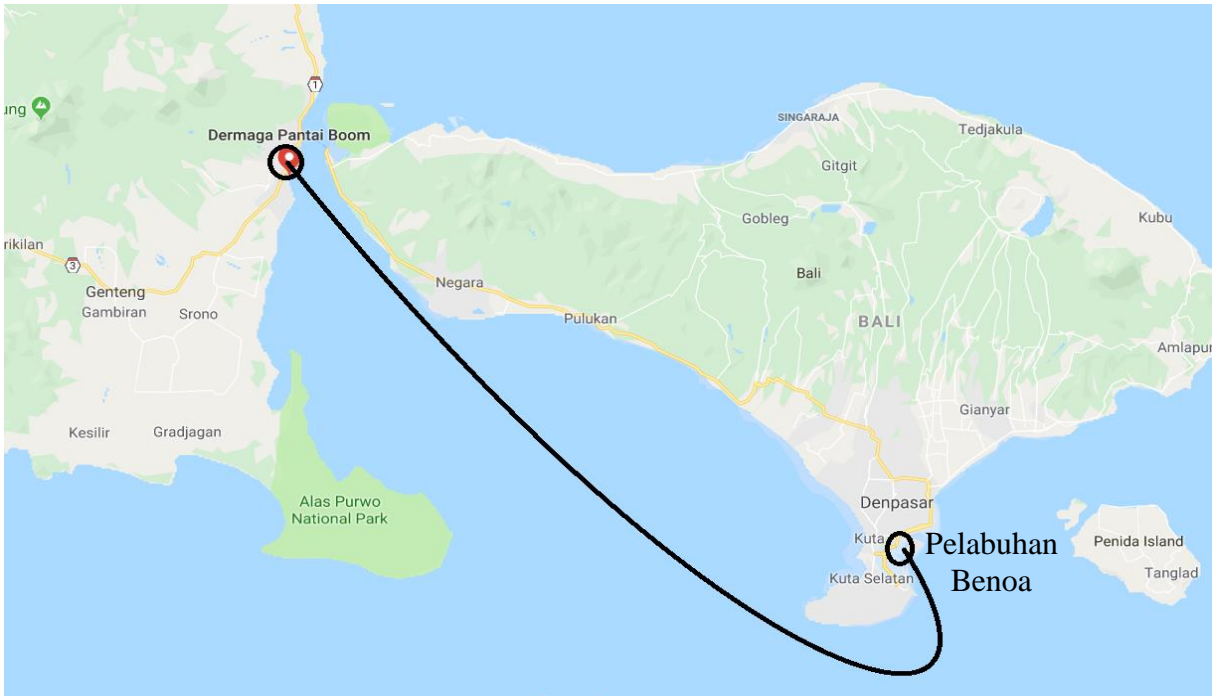
2.2. Tinjauan Pustaka

Pada Sub Bab ini akan dibahas mengenai tinjauan pustaka yang digunakan sebagai referensi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini seperti tinjauan terhadap rute pelayaran yang direncanakan akan dilalui, kapal katamaran, dan kapal *3-in-1*.

2.2.1. Rute Pelayaran

Pelabuhan Benoa berada di Kota Denpasar kecamatan Denpasar Selatan Bali. Jika di tempuh dari Kuta Regency berjarak 8 km melalui Jl. Bypass Ngrah Rai, Dari Sanglah Denpasar 8,6 km melalui Jalan Diponegoro Sesetan. **Error! Reference source not found.** menunjukkan rute pelayaran dari pelabuhan Boom Marina ke Pelabuhan Benoa.

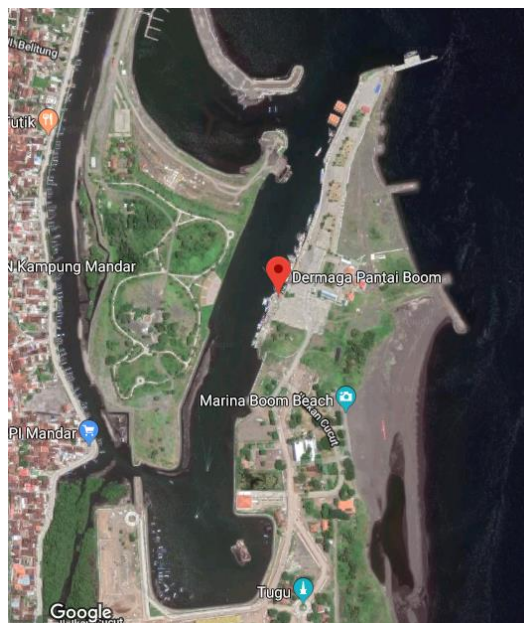
Pelabuhan Marina adalah kawasan pelabuhan khusus yang disediakan untuk kapal pesiar, dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang dibutuhkan. Pelabuhan Marina Boom terletak di Kelurahan Kampung Mandar, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi. Pelabuhan Benoa. Jarak dari Dermaga Boom Marina ke Pelabuhan Benoa adalah 78,3 nm.



Gambar 2.1 Rute Pelayaran Dermaga Boom Marina-Pelabuhan Bena

2.2.2. Dermaga Boom Marina Banyuwangi

Dermaga Boom Marina berlokasi di kawasan strategis yaitu di pusat Kota Banyuwangi yang berjarak 20 km dari Bandara International Banyuwangi. Dermaga tersebut dibangun oleh PT. Pelindo Properti Indonesia, anak usaha PT. Pelindo III. Peta Dermaga Boom Marina Banyuwangi disajikan pada gambar II.2.



Gambar 2.2 Dermaga Boom Marina Banyuwangi

Hingga saat ini proses pembangunan kawasan Boom Marina masih terus berlanjut dan belum sampai pada tahap alokasi terminal penumpang, barang, dan kendaraan.

2.2.3. Pelabuhan Benoa

Pelabuhan Benoa adalah pelabuhan buatan yang dibangun sekitar tahun 1920 dengan posisi geografis pada 08°– 45′– 00″ LS dan 115°– 13′– 00″ BT, dengan jarak 10 KM dari ibukota Denpasar.



Gambar 2.3 Pelabuhan Benoa Bali

Saat ini terdapat 3 dermaga di pelabuhan benoa Bali yaitu Dermaga Timur, Dermaga Barat, dan Dermaga Selatan. Dermaga timur digunakan untuk tempat sandar kapal-kapal penyebrangan dikarenakan paling dekat dengan terminal penumpang, kontainer dan kendaraan. Dermaga selatan biasa digunakan untuk tempat sandar kapal-kapal *Yacht*. Sementara Dermaga Barat digunakan untuk sektor perikanan.

2.2.4. Kapal Katamaran

Kapal katamaran merupakan kapal yang mempunyai dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak atau *bridging platform* di tengahnya. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air, sehingga *slamming* dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Penentuan

ketinggian struktur bagian atas dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk transportasi muatan antar kota maupun pariwisata. (RINA, 2004)

Karakter tahanan di air tenang tipe katamaran lebih besar dibandingkan dengan kapal *monohull*. Dominasi tahanan gesek mencapai 40% dari tahanan total pada kecepatan rendah. Penurunan kecepatan akibat kondisi gelombang tinggi tidak dijumpai pada kasus katamaran. Kapal tipe ini dapat dioperasikan pada kecepatan relatif tinggi dan masih mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis. Tahanan tambahan akibat gelombang pada kapal katamaran adalah kecil dan kualitas *seakeeping* relatif bagus untuk beroperasi pada kecepatan cepat antara 25-40 knots. (Wijnolst, 1996)

2.2.5. Kapal 3-in-1

Kapal 3-in-1 merupakan salah satu kapal yang diperkenalkan oleh PT. PELNI. Salah satu contoh kapal 3-in-1 milik PT. PELNI adalah KM. Dobonsolo yang mampu mengangkut 1500 penumpang, 80 *unit* kontainer, dan 300 unit mobil. Kapal ini merupakan hasil modifikasi kapal penumpang yang dilakukan PT. PELNI. Dengan mengoperasikan KM. Dobonsolo, PT. PELNI meraup keuntungan mencapai 40% (Farras, 2018).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Tahap Pengerjaan

Secara garis besar pengerjaan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

A. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan teori-teori dan pembelajaran yang berkaitan dengan desain kapal, wilayah Dermaga Boom Marina, Banyuwangi, Pelabuhan Benoa, Bali, kapal katamaran, kapal 3-in-1 penumpang-kendaraan-kontainer dan kelayakan investasi.

B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode survei data sekunder didapatkan dari media internet untuk mendapatkan data yang dibutuhkan selama proses penelitian berlangsung.

C. Payload dan Ukuran Utama Awal

Penentuan *payload* dari Kapal Katamaran 3-in-1 dilakukan dengan menggunakan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) penyebrangan Ketapang-gilimanuk, Ukuran utama awal ditentukan berdasarkan kebutuhan luasan geladak kapal berdasarkan jumlah *payload* yang telah ditentukan.

D. Analisis Teknis

Pada tahap ini dilakukan perhitungan teknis dan pemeriksaan ukuran utama awal terhadap persyaratan teknis dan regulasi, sebagai berikut:

- Perhitungan hambatan menggunakan metode *Slender body* dan penentuan kapasitas mesin.
- Perhitungan berat *deadweight* (DWT) dan *lightweight* (LWT) dan titik berat dengan metode pos per pos.
- Pemeriksaan berat dan *displacement* terhadap hukum Archimedes.
- Pemeriksaan lambung timbul.
- Pemeriksaan stabilitas menggunakan kriteria 2008 *Intact Stability Code*.
- Pemeriksaan *trim* menggunakan kriteria SOLAS Reg II/.

E. Desain

Pada tahap ini dilakukan desain Rencana Garis (*Lines Plan*) dari bentuk badan kapal katamaran 3-in-1. Setelah itu dilakukan desain Rancangan Umum (*General Arrangement*) dengan *outline* yang telah dibuat pada rencana garis, dan pembuatan model tiga dimensi.

F. Analisis Ekonomis

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai kelayakan investasi dari pembangunan kapal katamaran, sebagai berikut:

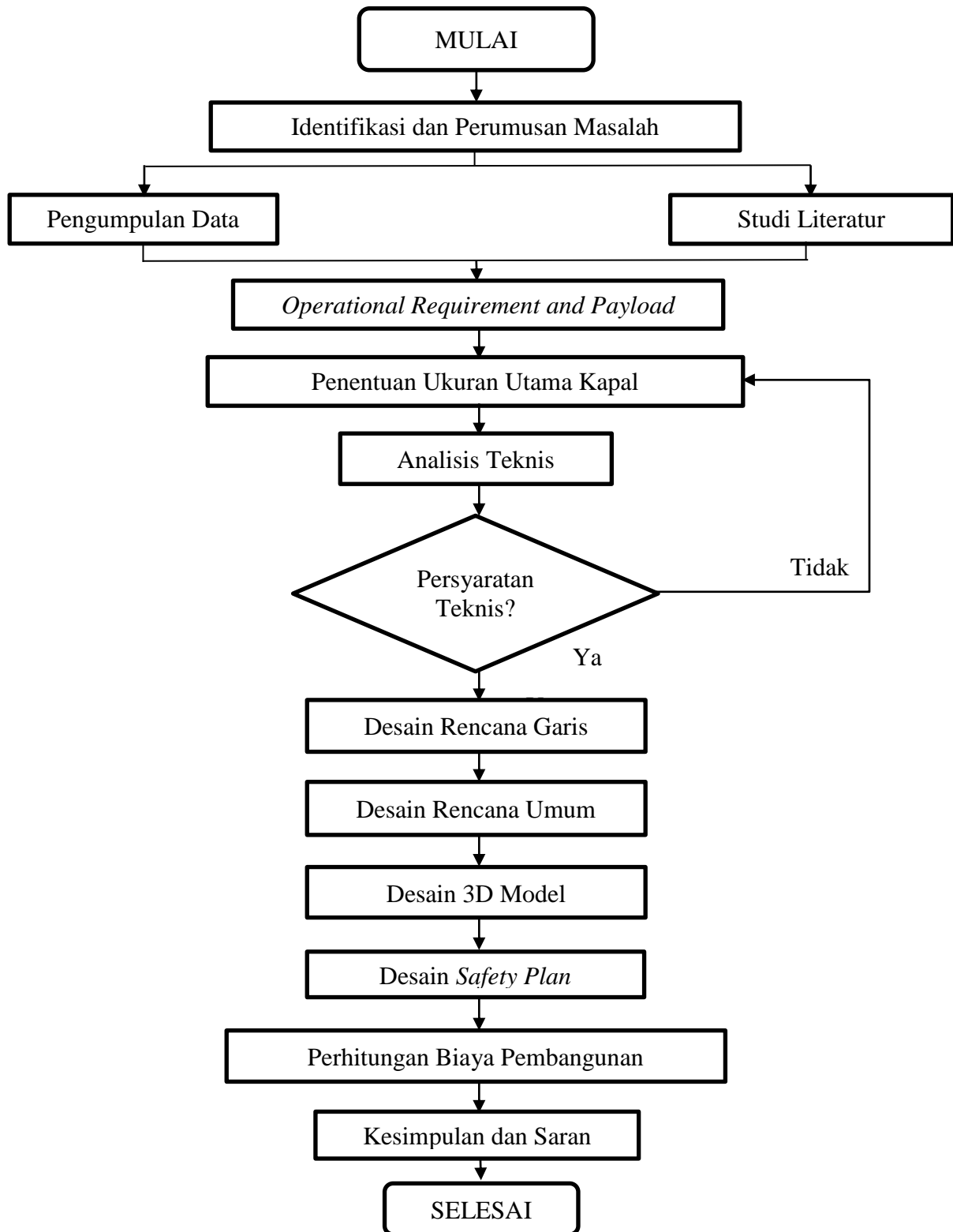
- Perhitungan biaya pembangunan kapal katamaran.
- Perhitungan biaya operasional.
- Perhitungan proyeksi pendapatan.
- Perhitungan dan analisis dengan metode NPV, IRR dan *Payback Period*.

G. Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir yang merupakan pernyataan singkat mengenai hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada tahap-tahap sebelumnya.

3.2. Bagan Alir

Bagan alir dari penelitian Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 ANALISIS TEKNIS

4.1. Penentuan Muatan Kapal

Penentuan muatan kapal dibagi menjadi tiga bagian, berdasarkan jenis muatan kapal 3-in-1 ini muatan kapal yang diangkut yaitu penumpang, muatan kendaraan dan muatan kontainer.

4.1.1. Penumpang

Muatan penumpang diambil berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Banyuwangi yang menunjukkan jumlah penumpang pada rute pelayaran Ketapang-Gilimanuk yang ada pada Lampiran. Dikarenakan tidak semua penumpang pada rute tersebut merupakan demand dari penelitian ini sehingga dilakukan spesifikasi data penumpang yang bepergian hanya menuju ke daerah Denpasar yaitu dengan dilakukan interview dengan pihak PT. ASDP Cabang Ketapang.

Adapun jumlah penumpang Ketapang-Gilimanuk selama 5 tahun terakhir disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Penumpang Ketapang-Gilimanuk

No	Tahun	Jumlah Penumpang
1	2013	6.932.805
2	2014	6.322.519
3	2015	7.147.049
4	2016	6.447.749
5	2017	6.761.398

(Sumber : www.attn-go.id)

Dari data jumlah penumpang Ketapang-Gilimanuk yang ada pada Tabel IV.1 dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *exponential smoothing*. Peramalan dilakukan hingga tahun 2025 dengan tujuan agar didapatkan jumlah penumpang pada tahun ke 2025 yang kemudian dijadikan sebagai data perhitungan jumlah penumpang. Adapun data peramalan jumlah penumpang Ketapang-Gilimanuk disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Peramalan Jumlah Penumpang Ketapang-Gilimanuk

Tahun	Value	Forecast
2013	6.932.805	
2014	6.322.519	
2015	7.147.049	
2016	6.447.749	
2017	6.761.398	6.761.398
2018		6.253.584
2019		6.940.024
2020		6.244.920
2021		6.931.360
2022		6.236.255
2023		6.922.695
2024		6.227.591
2025		6.914.031

Dari Tabel 4.2 didapatkan banyaknya jumlah penumpang Ketapang-Gilimanuk ditahun 2025 yaitu sebanyak 6.914.031 penumpang. Berdasarkan hasil interview dengan Kepala Bidang Pengelolaan Dokumen PT. ASDP Cabang Ketapang mengenai karakteristik dari penumpang kapal penyebrangan Ketapang-Gilimanuk, ada sebanyak 80% dari total penumpang memiliki tujuan akhir Denpasar, sehingga jumlah penumpang pada kapal dapat ditentukan sebagai berikut.

- A = Jumlah total penumpang : 6.914.031 orang
 - B = Jumlah hari dalam 1 tahun : 365 hari
 - C = Rata-rata trip perhari : 236 trip
 - D = Penumpang menuju Denpasar : 80% total penumpang ketapang-Gilimanuk
- Penentuan jumlah penumpang = $A : B : C \times D$
 = 65 orang

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa jumlah penumpang kapal katamaran 3-in-1 penumpang-kontainer-kendaraan untuk rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi-Pelabuhan Benoa, Bali adalah sebanyak 65 orang.

4.1.2. Muatan Kendaraan

Berdasarkan data yang disajikan oleh BPS ada sekitar 8% dari total penumpang di kapal rute Ketapang-Gilimanuk merupakan pejalan kaki dan sisanya menggunakan kendaraan. sehingga dari 65 penumpang yang diangkut ada sekitar 60 penumpang berkendara dan 5 penumpang merupakan pejalan kaki. Muatan kendaraan ditentukan berdasarkan konfigurasi yang telah dibuat dengan batasan yang digunakan yaitu 60 orang

yang berkendaraan dan diambil pada kondisi luasan maksimum kendaraan yang dapat diangkut dalam satu kali trip dengan jumlah orang tersebut. Terdapat 3 jenis kendaraan yang direncanakan pada konfigurasi tersebut yaitu mobil jenis SUV, sepeda motor supra X 125 dan mobil bus ukuran sedang. Dari hasil perhitungan didapatkan luasan maksimum adalah saat 60 penumpang menggunakan kendaraan mobil dengan jumlah mobil sebanyak 12 *unit* masing-masing terdapat empat orang penumpang dan satu orang supir. Sehingga didapatkan jumlah muatan kendaraan sebesar 12 *unit* kendaraan bermotor jenis SUV.

4.1.3. Muatan Kontainer

Muatan kontainer diambil berdasarkan penentuan jumlah presentase *demand* yang akan diangkut dari total *demand* yang ada saat ini. Ada 33 jenis komoditas menurut pemerintah Indonesia yang beredar saat ini. Setiap komoditas memiliki jumlah *supply* dan *demand* yang berbeda dan bervariasi untuk setiap daerahnya. Data yang telah disajikan oleh departemen perhubungan menunjukkan bahwa daerah Jawa timur banyak memberikan *supply* komoditas berupa buah-buahan, sayuran dan daging ternak (daging potong) ke daerah Bali. Adapun jumlah komoditas yang disebarkan dari Jawa timur ke Bali ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah *Supply* dan *Demand* Daerah Jawa Timur - Bali

Komoditas	<i>Demand</i> / bulan (ton)	<i>Demand</i> /hari (ton)	<i>Demand</i> diambil (ton)	Presentase <i>demand</i>
Buah	224,951	7498.367	34.45	0.46%
Sayur	12807	426.9	38.10	8.92%
Daging ternak	38764	1292.133	41.41	3.20%

Sumber : www.attn-go.id

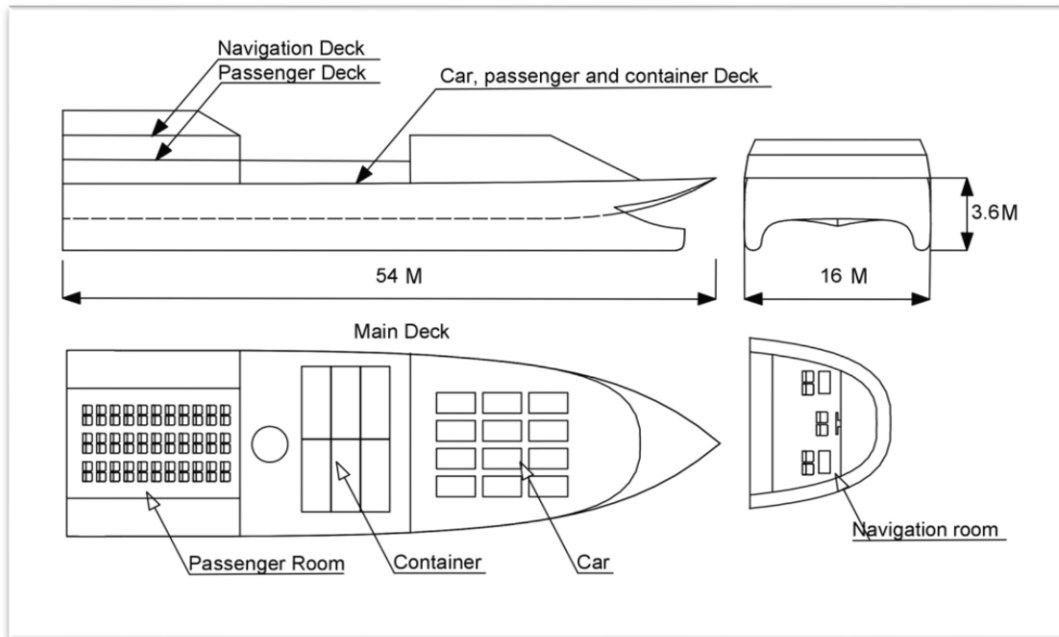
Dari jumlah *supply* dan *demand* yang telah disajikan pada TABEL IV.3 ditentukan jumlah kontainer yang dibutuhkan untuk mengangkut komoditas tersebut adalah sebanyak 6 TEU's dengan masing-masing komoditas membutuhkan kontainer sebanyak 2 TEU's.

4.2. Penentuan Ukuran Utama Awal

Ukuran utama awal ditentukan dari hasil *plotting layout* berdasarkan luasan kapal yang dibutuhkan untuk mengangkut jumlah muatan yang akan diangkut. Gambar 4.1 menunjukkan gambar dan dimensi layout awal kapal. Berikut adalah Ukuran Utama awal kapal yang direncanakan

- Loa : 54 m
- Lwl : 44.7 m

- B : 16 m
- B1 : 4.2 m
- H : 3.6 m
- T : 2 m
- Vs : 12 m



Gambar 4.1 Layout Awal Kapal

4.3. Hasil Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Setelah mendapatkan ukuran utama awal dilakukan pemeriksaan ukuran utama kapal dengan rasio L, B, H, dan T yang disyaratkan pada kapal katamaran *3-in-1* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rasio L, B, H, T Kapal

Rasio	Nilai	Referensi	Margin
L/B1	12,86	Sahoo, Browne & Salas (2004)	$10 < L/B1 < 15$
B/H	4,444	Insel & Molland (1992)	$0,7 < B/H < 4,1$
S/L	0,219	Insel & Molland (1992)	$0,19 < S/L < 0,51$
S/B1	2,810	Insel & Molland (1992)	$0,9 < S/B < 4,1$
B1/T	2,100	Insel & Molland (1992)	$0,9 < B/T < 3,1$
B1/B	0,263	Multi Hull Ships, hal. 61	$0,15 < B1/B < 0,3$
CB	0,567	Insel & Molland (1992)	$0,36 < CB < 0,59$

4.4. Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal

Koefisien bentuk badan kapal ditentukan setelah proses penentuan ukuran utama awal kapal dengan menggunakan *software Maxsurf*. Perhitungan koefisien kapal dibantu dengan menggunakan *software Maxsurf* yang disajikan pada lampiran A.

Tabel 4.5 Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal

Nama		Nilai	Satuan
Koefisien Blok	C_B	0,567	
Koefisien Prismatik	C_P	8,55	
Koefisien Midship	C_M	0,679	
Koefisien Waterplan	C_{WP}	0,916	
Longitudinal Center of Bouyancy	LCB	-1,277	m dari Midship
Volume Displacement		333,659	m ³
Displacement		342	Ton

Tabel 4.5 menunjukkan hasil perhitungan koefisien bentuk badan kapal dengan menggunakan *software Maxsurf*. Koefisien yang ditentukan meliputi koefisien blok (C_B), Koefisien prismatik (C_P), Koefisien *Midship* (C_M) dan koefisien *Waterplane* (C_{WP}). Pada sub bab ini juga dihitung nilai LCB dan *displacement* untuk mengetahui karakteristik kapal.

4.5. Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan kapal dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* yang disajikan pada lampiran A.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

Komponen Hambatan Kapal			
Nama		Nilai	Satuan
Koefisien Hambatan Gesek	C_F	0,0019	
Koefisien Hambatan Gelombang	C_W	0,0053	
Luas Permukaan Basah	S_{Tot}	398,2417	m ²
Hambatan Total	R_T	28,6	kN

Tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan hambatan kapal dengan metode *Slender Body* menggunakan *software* yang telah ditambahkan *sea margin* sebesar 15% sesuai ITTC 1957 didapatkan besarnya Hambatan total (R_T) yaitu 28.6 KN.

4.6. Hasil Perhitungan Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin

Perhitungan propulsi kapal dilakukan dengan menggunakan persamaan pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Propulsi Kapal

Komponen Propulsi Kapal			
Nama		Nilai	Satuan
<i>Effective Horse Power</i>	EHP	239,867	kW
<i>Delivery Horse Power</i>	DHP	320,935	kW
<i>Break Horse Power</i>	BHP	297,618	kW

Berdasarkan hasil perhitungan propulsi kapal pada Tabel 4.7 pemilihan daya mesin induk harus lebih besar dari nilai MCR yang telah dihitung. Mesin induk yang direncanakan berjumlah 2 *unit* sehingga mesin induk yang dipilih sebagai penggerak kapal memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 4.8 Spesifikasi Mesin Induk

Spesifikasi Mesin Induk	
Tipe Mesin	Scania DI12 <i>Marine</i>
Daya	301 kW
RPM	1800 rpm
Panjang	1341 mm
Lebar	853 mm
Tinggi	1128 mm
Berat Bersih	2300 kg
Konsumsi Bahan Bakar	197 g/kWh

Selain pemilihan mesin induk juga dilakukan pemilihan mesin bantu yang dayanya adalah sebesar 25% dari besarnya daya mesin induk. Sehingga keperluan daya mesin bantu adalah sebesar 74,405 KW. Mesin bantu yang direncanakan berjumlah 2 *unit*.

Tabel 4.9 Spesifikasi Mesin Bantu

Spesifikasi Mesin Induk	
Tipe Mesin	IWATA/IW100 WS
Daya	100 kW
RPM	1500 rpm
Panjang	3250 mm
Lebar	1050 mm
Tinggi	1800 mm
Berat Bersih	2120
Konsumsi Bahan Bakar	197 g/kWh

Dari data yang tertulis pada Tabel 4.9 di ketahui besarnya mesin bantu yang direncanakan adalah sebesar 100 KW dengan jumlah mesin bantu sebanyak 2 *unit*.

4.7. Hasil Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal dibedakan menjadi dua bagian yaitu *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan *Light Weight Tonnage* (LWT). Dalam subbab ini dibahas hasil perhitungan DWT dan LWT kapal.

4.7.1. *Dead Weight Tonnage* (DWT)

Perhitungan DWT meliputi perhitungan seluruh payload, konsumsi bahan bakar, pelumas, air tawar, barang bawaan penumpang dan kebutuhan penumpang.

4.7.1.1. Berat *Payload*

Pada Tugas Akhir ini, terdapat tiga komponen berat yang termasuk dalam perhitungan *payload* yaitu berat penumpang, berat kontainer dan berat kendaraan dengan rincian yang dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Berat *Payload* Kapal

Berat Penumpang	
Jumlah Penumpang	65 orang
Berat Satu Orang	75 kg
Berat Barang Bawaan	10 kg/orang
Berat Total Penumpang	4875 kg
Berat Total Barang Bawaan	650 kg
Berat Kontainer	
Jumlah Kontainer	6 TEUs
Kontainer Buah	34,45 ton
Kontainer Sayur	38,10 ton
Kontainer Daging ternak	41,41 ton
Berat Total Kontainer	113,96 ton
Berat Kendaraan	
Jumlah Kendaraan	12 <i>unit</i> mobil
Berat Total Kendaraan	13,02 ton

Dari Tabel 4.10 berat muatan penumpang dianggap 75 kg/orang, berat kontainer dianggap 24 ton/*box* dan berat kendaraan dianggap 1,085 ton/*unit*. Sehingga didapatkan berat total muatan yaitu 127,63 ton.

4.7.1.2. Berat Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar dihitung berdasarkan *fuel consumption* yang terdapat pada spesifikasi mesin, jarak yang ditempuh kapal, dan kecepatan, sehingga didapatkan hasil perhitungan berat bahan bakar yang dibutuhkan kapal seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Berat Bahan Bakar Kapal

Berat Bahan Bakar	
BME	197 g/kWh
Panjang Rute	145 <i>nautical miles</i>
Kecepatan	11,5 knots
W _{FO}	2,15 ton

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 4.11 berat bahan bakar tersebut adalah berat bahan bakar yang digunakan untuk satu kali *trip* Dermaga Boom Marina – Pelabuhan Bena dengan kecepatan dinas sebesar 11,5 knots.

4.7.1.3. Berat Minyak Pelumas

Perhitungan minyak pelumas dilakukan berdasarkan *fuel consumption* yang terdapat pada spesifikasi mesin, jarak yang ditempuh kapal, dan kecepatan hasil perhitungan berat minyak pelumas yang dibutuhkan kapal seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Berat Minyak Pelumas Kapal

Berat Minyak Pelumas	
BME	0,5 g/kWh
Panjang Rute	145 <i>nautical miles</i>
Kecepatan	11,5 knots
W _{FO}	0,005 ton

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 4.12 berat minyak pelumas kapal tersebut adalah berat minyak pelumas yang digunakan untuk satu kali *trip* yaitu 0,005 ton.

4.7.1.4. Berat Air Tawar

Perhitungan kebutuhan air tawar dilakukan dengan menghitung jumlah penggunaan air setiap penumpang yang berada di atas kapal. Berikut adalah hasil perhitungan berat air tawar yang dibutuhkan kapal dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Berat Air Tawar

Berat Air Tawar	
Persamaan	15 liter/orang.hari
Jumlah Penumpang	65 orang
Jumlah ABK	20 orang
W _{FW}	1,8 ton

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 4.13 berat air tawar kapal tersebut adalah berat air tawar yang digunakan untuk satu kali *trip* yaitu sebesar 1,8 ton.

4.7.1.5. Berat Provision

Berdasarkan yang tertera pada subbab II berikut adalah hasil perhitungan berat *provision* yang dibutuhkan saat berlayar.

Tabel 4.14 Berat *Provision* Kapal

Berat <i>Provision</i>	
Persamaan	0,01 ton/orang.hari
Jumlah Penumpang	65 orang
Jumlah ABK	20 orang
W _{PR}	0,98 ton

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 4.14 berat *provision* kapal tersebut adalah berat *provision* yang digunakan untuk satu kali *trip*.

4.7.2. Light Weight Tonnage (LWT)

Berat LWT meliputi perhitungan berat struktur *deckhouse*, lambung kapal, permesinan peralatan dan perlengkapan kapal.

4.7.2.1. Berat Bangunan Atas

Berikut adalah hasil perhitungan berat *deckhouse* kapal.

Tabel 4.15 Berat *Deckhouse*

Berat <i>Deckhouse</i>		
Luas permukaan dinding bangunan atas	409.888.000	mm ²
Luas permukaan dinding bangunan atas	409.888	m ²
Ketebalan pelat dinding bangunan atas	6	mm
Berat jenis baja	2.700	kg/m ³
Volume shell plate = luas x tebal	2.459	m ³
Berat	6.640	ton
<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris</i>		
<i>20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 20%)</i>		
Berat konstruksi bangunan atas	1.328	ton
Berat Total	7,968	ton

Berdasarkan Tabel 4.15 berat *deckhouse* adalah 7.968 ton. Perhitungan berat *deckhouse* dibantu dengan *software Autodesk Autocad, maxsurf dan Microsoft Excel*. Untuk perhitungan lebih lengkap terlampir.

4.7.2.2. Berat Lambung Kapal

Berikut adalah hasil perhitungan berat lambung kapal.

Tabel 4.16 Berat Lambung Kapal

Berat Konstruksi Lambung Kapal		
<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris</i>		
20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 20%)		
Berat lambung + geladak kapal	107,442	ton
20% dari berat kapal	21,488	ton
Berat Konstruksi Total	21,488	ton

Berdasarkan Tabel 4.16 berat lambung kapal adalah 21,488 ton. Perhitungan berat lambung kapal dibantu dengan *software Autodesk Autocad* dan *Microsoft Excel*. Untuk perhitungan lebih lengkap terlampir.

4.7.2.3. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Berikut adalah hasil perhitungan berat lambung kapal.

Tabel 4.17 Berat Perlengkapan dan Peralatan Kapal

<i>Equipment & Outfitting</i>	Berat	Satuan
Kursi Penumpang	396,500	kg
Jangkar	330,000	kg
Peralatan Navigasi	300,000	kg
<i>Life Boat</i>	2800,000	kg
<i>Life Raft</i>	640,000	kg
Berat Total	4.466,500	kg
	4,467	ton

Berdasarkan Tabel 4.17 berat perlengkapan dan peralatan kapal adalah 4,467 ton. Perhitungan berat perlengkapan dan peralatan kapal dibantu dengan *software*. Untuk perhitungan lebih lengkap terlampir.

4.7.2.4. Berat Permesinan

Berikut adalah hasil perhitungan berat permesinan kapal.

Tabel 4.18 Berat Permesinan Kapal

<i>Main Engine</i>		
Jumlah <i>Inboard</i> motor	2	<i>unit</i>
Berat <i>Inboard</i> motor	1.150	kg/ <i>unit</i>
Berat Total	2.300	kg
	2,300	ton

Berdasarkan Tabel 4.18 berat permesinan kapal adalah 2.3 ton. Perhitungan berat permesinan kapal dibantu dengan *software*. Untuk perhitungan lebih lengkap terlampir.

4.7.3. Berat Total

Berdasarkan perhitungan dari subbab sebelumnya didapatkan rekapitulasi berat total kapal sebagai berikut.

Tabel 4.19 Berat Total Kapal

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (<i>hull</i>) Kapal	74,654	ton
2	Berat Geladak (<i>deck</i>) Kapal	32,788	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	21,488	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	7,968	ton
5	Berat <i>Railing</i>	0,155	ton
7	<i>Equipment & Outfitting</i>	4,467	ton
8	Berat Atap Kapal	1,193	ton
9	Berat Kaca	1,765	ton
10	Berat <i>Intboard</i> Motor	2,300	ton
11	<i>Generator Set</i> (Genset)	4,240	ton
12	<i>Crane</i>	38,000	ton
Total		189,019	ton
Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	141.423	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	189,019	ton
Total		333.643	ton

Berdasarkan Tabel 4.19 berat total kapal adalah 325,568 ton. Perhitungan berat total kapal dibantu dengan *software*. Untuk perhitungan lebih lengkap terlampir.

4.8. Hasil Perhitungan Titik Berat

Titik berat kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu titik berat *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan titik berat *Light Weight Tonnage* (LWT).

4.8.1. *Dead Weight Tonnage* (DWT)

Perhitungan titik berat DWT meliputi titik berat *payload*, bahan bakar, minyak pelumas, air tawar, bawaan penumpang dan kebutuhan penumpang.

4.8.1.1. Titik Berat *Payload*

Perhitungan titik berat *payload* dibagi menjadi tiga bagian yaitu titik berat penumpang, titik berat kendaraan dan titik berat kontainer.

Tabel 4.20 Titik Bert *Payload*

<i>Payload</i>	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
Penumpang	5525	kg	7,37	m
Kendaraan	13.020	kg	37,15	m
Kontainer	113.959,67	kg	25,5	m

Berdasarkan Tabel 4.20 perhitungan titik berat penumpang dihitung dari penyebaran penumpang pada geladak penumpang. Untuk titik berat kontainer dihitung berdasarkan peletakan kontainer pada sketsa *layout* kapal. Untuk titik berat kendaraan dianggap berada ditengah ruang muat kendaraan dari sketsa *layout* kapal. Titik berat dihitung dari Ap. Perhitungan lebih lengkap tertera pada lampiran A.

4.8.1.2. Titik Berat Bahan Bakar

Perhitungan titik berat bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Titik Berat Bahan Bakar

Bahan Bakar	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
<i>Fuel Oil</i>	2,149	ton	9	m
<i>Diesel Oil</i>	0,322	ton	10,5	m

Perhitungan titik berat bahan bakar dilakukan dengan membuat peletakkan tangki pada sketsa *General Arrangement* kemudian dihitung LCG dan VCG dari tangki tersebut. Perhitungan lebih lengkap tertera pada lampiran A.

4.8.1.3. Titik Berat Minyak Pelumas

Perhitungan titik berat minyak pelumas dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Titik Berat Minyak Pelumas

Pelumas	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
<i>Lubricating Oil</i>	0,007	ton	11,1	m

Perhitungan titik berat minyak pelumas dilakukan dengan membuat peletakkan tangki pada sketsa *General Arrangement* kemudian dihitung LCG dan VCG dari tangki tersebut. Perhitungan lebih lengkap tertera pada lampiran.

4.8.1.4. Titik Berat Air Tawar

Perhitungan titik berat air tawar dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Titik Berat Air Tawar

Air Tawar	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
<i>Fresh Water</i>	4,7394565	ton	5,5	m

Perhitungan titik berat air tawar dilakukan dengan membuat peletakkan tangki pada sketsa *General Arrangement* kemudian dihitung LCG dan VCG dari tangki tersebut. Perhitungan lebih lengkap tertera pada lampiran A.

4.8.1.5. Titik Berat Perlengkapan Penumpang

Perhitungan titik berat Perlengkapan Penumpang dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Titik Berat Perlengkapan Penumpang

	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
Perlengkapan Penumpang	650	kg	7,37	m

Perhitungan titik berat Perlengkapan Penumpang dilakukan dengan membuat peletakkan tangki pada sketsa *General Arrangement* kemudian dihitung LCG dan VCG dari tangki tersebut. Perhitungan lebih lengkap tertera pada lampiran A.

4.8.2. Light Weight Tonnage (LWT)

Perhitungan LWT meliputi perhitungan berat struktur *superstructure*, *deckhouse*, lambung kapal, permesinan, peralatan dan perlengkapan kapal.

4.8.2.1. Titik Berat Deckhouse

Perhitungan titik berat *Deckhouse* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Titik Berat *Deckhouse*

	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
<i>Deck House</i>	7,968	ton	7,37	m

Titik berat *Deckhouse* dihitung di tengah *Deckhouse* secara memanjang dan vertikal pada setiap *deck*. Sehingga didapatkan LCG dan VCG *Deckhouse*.

4.8.2.2. Titik Berat Lambung Kapal

Perhitungan titik berat lambung kapal dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Titik Berat Lambung Kapal

	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
Lambung	74,654	ton	24,092	m

Titik berat lambung kapal dihitung di tengah lambung kapal secara memanjang dan vertikal. Sehingga didapatkan LCG dan VCG Lambung Kapal.

4.8.2.3. Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan

Perhitungan titik berat peralatan dan perlengkapan kapal dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal

	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
E & O	4,467	ton	7,34	m

Titik berat peralatan dan perlengkapan dihitung dengan membuat terlebih dahulu penempatan peralatan dan perlengkapan kapal pada sketsa *General Arrangement* sehingga didapatkan LCG dan VCG dari peralatan dan perlengkapan kapal.

4.8.2.4. Titik Berat Permesinan

Perhitungan titik berat permesinan kapal dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Titik Berat Permesinan Kapal

	Berat	Satuan	Titik Berat	Satuan
Permesinan	6,540	ton	0,895	m

Titik berat permesinan kapal dihitung dengan membuat terlebih dahulu penempatan permesinan kapal pada sketsa *General Arrangement* sehingga didapatkan LCG dan VCG dari permesinan kapal.

4.9. Hasil Perhitungan *Freeboard*

Hasil perhitungan *freeboard* dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Perhitungan *Freeboard*

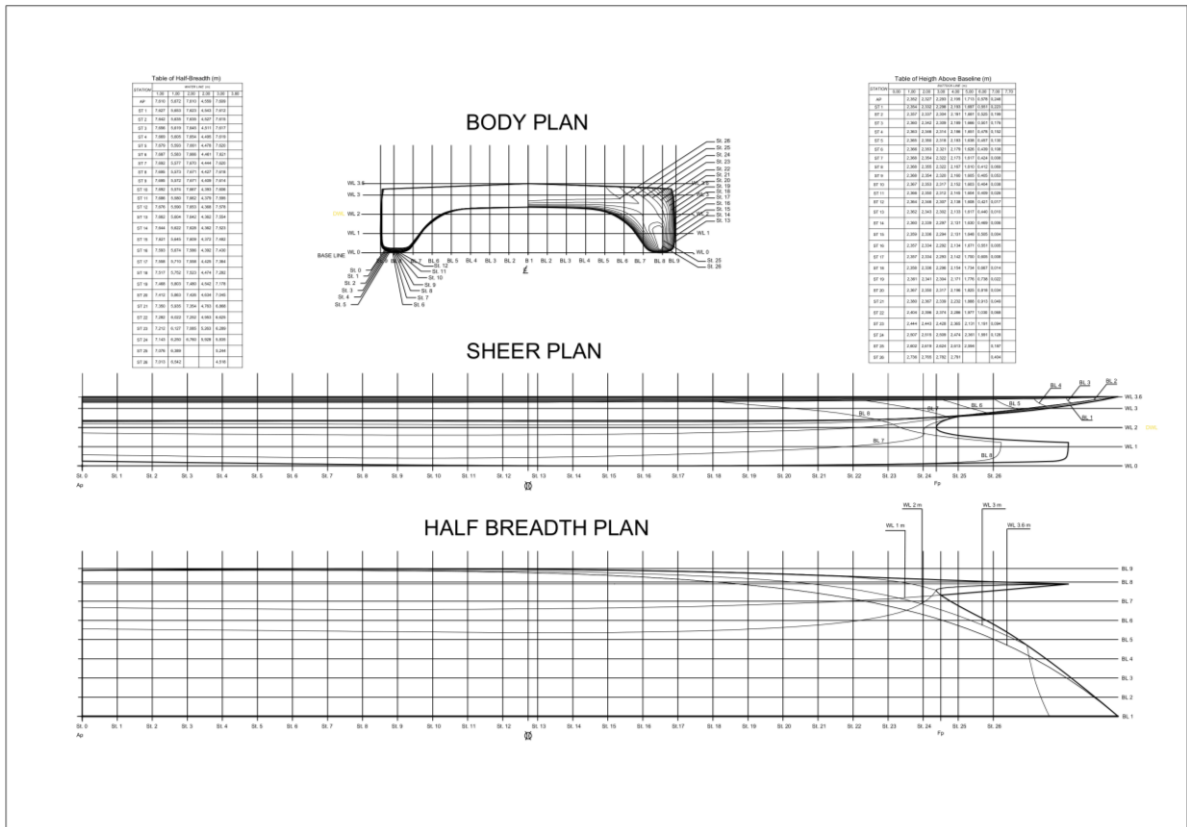
Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0,122	m
Lambung Timbul sebenarnya	1,600	m
Kondisi	Diterima	

4.10. Desain Rencana Garis

Dalam pembuatannya diawali dengan pembuatan model 3D lambung kapal yang memiliki karakteristik yang sama dengan perhitungan koefisien pada sub bab IV.5. Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan Rencana Garis. Untuk gambar Rencana Garis terlampir.

1. Dilakkan pembuatan *surface* baru yang akan digunakan dalam membuat Rencana Garis. Jumlah *surface* dan *control point* disesuaikan agar pembuatan desain lebih mudah.
2. Dilakukan pengukuran terhadap *surface* yang telah dibuat sehingga ukuran sesuai dengan ukuran utama kapal.
3. Dilakukan penyesuaian titik AP, FP dan ketinggian sarat kapal menggunakan perintah *frame of reference*.

4. Dilakukan perencanaan jarak *station*, *waterline*, dan *buttock line*. Dalam proses ini digunakan perintah *grid spacing*.
 5. Setelah persiapan dilakukan kemudian dilanjutkan dengan membuat bentuk lambung kapal. Proses ini dilakukan dengan memindahkan *control point*..
 6. Dilakukan pembuatan tabel *offset*.
- Gambar Rencana Garis dapat dilihat pada gambar IV.2.



Gambar 4.2 Rencana Garis (*Linesplan*)

4.11. Desain Rencana Umum

Berikut tahapan yang dilakukan dalam mendesain Rencana Umum.

1. Langkah awal adalah menentukan jarak gading. Untuk kapal 3-in-1 ini jarak gading yang direncanakan adalah 600 mm. Untuk jarak gading di kamar mesin, gading besar yang akan didesain diusahakan mampu menyangga ujung depan dan ujung belakang mesin induk sehingga jarak gading yang digunakan adalah tiga jarak gading.
2. Sekat dipasang sebanyak 3 buah yaitu sekat ceruk haluan, sekat depan kamar mesin dan sekat buritan.

3. Kamar mesin yang didesain memiliki panjang 5 meter dan mampu menampung dua mesin induk. Tinggi dari kamar mesin yang didesain setinggi 3,6 meter.
4. *Double Bottom* dipasang dari sekat ceruk haluan hingga sekat depan kamar mesin dengan tinggi $H_{db} = 1$ m.
5. *Double hull* tidak dipasang dikarenakan hanya mengangkut muatan sebesar 141,423 ton DWT. *Double hull* hanya dipasang pada kapal dengan muatan 5000 ton DWT atau lebih.
6. Tangki *seawage* memiliki kapasitas 80% dari *fresh water* dengan rincian 80% dari kapasitas total *seawage* untuk *grey water* dan sisanya untuk *black water*. Selain itu kapasitas tangki yang akan didesain dikalikan margin 4% untuk ekspansi dan juga konstruksi (Suhardjito, 2008).

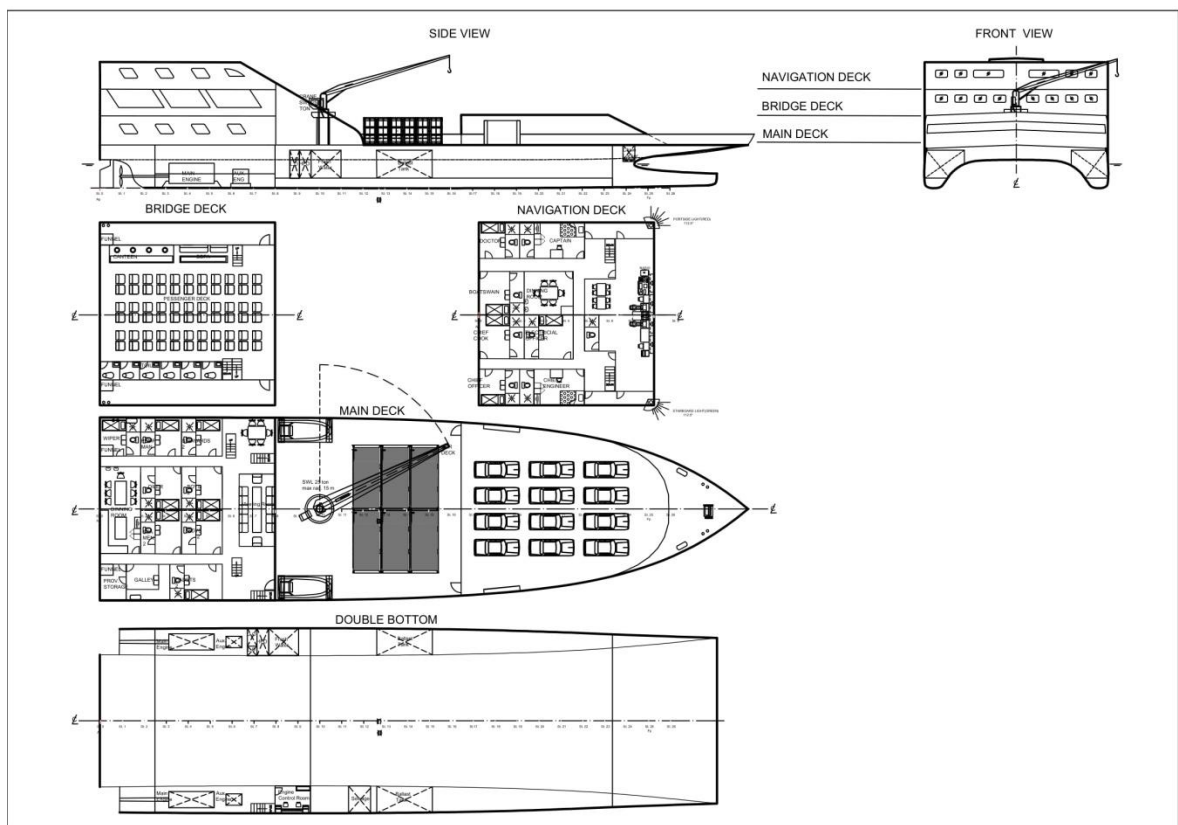
4.11.1. Penentuan Tata Letak ABK dan Muatan

Berikut merupakan penentuan tata letak ABK dan muatan pada kapal.

1. Ruang ABK diletakkan di *navigation deck* dan *poop deck* hal ini didesain agar supaya memudahkan ABK dalam melakukan akses ke kamar mesin tanpa mengganggu kenyamanan penumpang. Luas ruangan 75 m² tinggi ruangan 2.5 m.
2. Ruang penumpang ditempatkan di *bridge deck* dengan fasilitas tempat duduk, *toilet*, *mini bar* dan layar tv. Luas ruangan 65 m² dan tinggi 2.5 m. Hal ini ditujukan agar supaya penumpang dapat menikmati keindahan laut lebih leluasa dari bagian atas kapal sehingga memberikan kenyamanan lebih selama berlayar. Penumpang dapat melihat pemandangan laut dari sisi kiri, kanan, depan dan belakang ruangan.
3. Ruang kendaraan ditempatkan di atas *main deck* bagian depan dengan luasan 55 m² dan tinggi 3 m². Hal ini ditujukan atas dasar letak geografis dari Dermaga Boom Marina yang hanya bisa dijadikan akses bongkar muat kendaraan dari sisi samping sehingga *ramp door* kapal berada di sisi *port side* dan *starboard* kapal. Selain itu peletakan kendaraan di bagian depan juga dimaksudkan untuk memaksimalkan stabilitas kapal sehingga kapal memiliki stabilitas yang baik.
4. Kontainer diletakkan di atas *main deck* antara *forecastle deck* dan *poop deck*. Hal ini dikarenakan kontainer merupakan bagian paling berat di antara ketiga muatan yang diangkut oleh kapal sehingga pengaruhnya terhadap stabilitas kapal sangat besar. Oleh karena itu kontainer didesain sedekat mungkin dengan *midship*.

5. *Crane* diletakan di atas *main deck* antara *forecastle deck* dan *poop deck* tepat di belakang kontainer. *Crane* yang digunakan memiliki SWL sebesar 25 ton, *Jib radius* 15 m dan *hosting speed* 10-30 m/min.
6. *Life Boat* diletakan di depan *poop deck* pada bagian *starboard* dan *port side* dengan kapasitas muatan 35 penumpang. *Life Boat* dipasang sebanyak 2 buah.
7. *Life Raft* diletakan di *bridge deck* pada bagian *starboard* dan *port side* dengan kapasitas muatan 25 penumpang. *Life Raft* dipasang sebanyak 4 buah.
8. *Life Jacket* diletakan di *bridge deck* pada ruangan *passenger deck* sebanyak 85 buah berdasarkan jumlah penumpang dan *crew* kapal.

Rencana Umum didesain dengan bantuan *Software Autodesk Autocad Student Version*, gambar Rencana Umum (*General Arrangement*) dapat dilihat pada gambar 4.3.



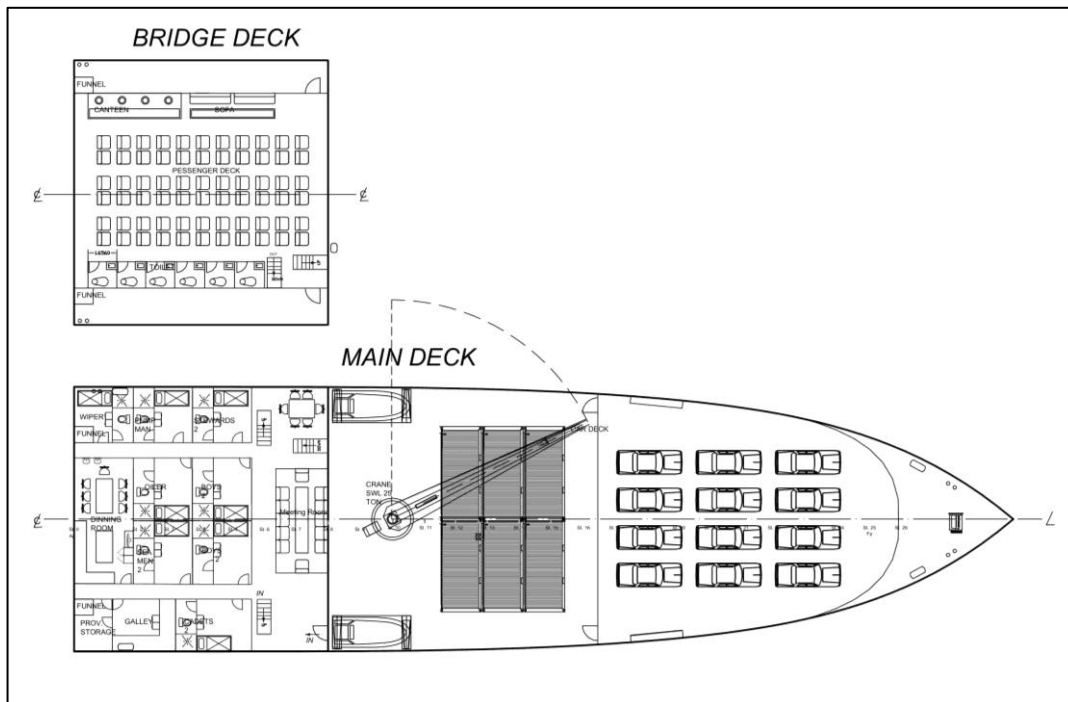
Gambar 4.3 Rencana Umum (*General Arrangement*)

4.12. Sistem Bongkar Muat

Berdasarkan jenis muatannya sistem bongkar muat pada kapal katamaran 3-in-1 dibagi menjadi tiga bagian yaitu bongkar muat penumpang, kontainer, dan kendaraan.

4.12.1. Penumpang

Penumpang pada kapal ini dibagi menjadi dua jenis yaitu penumpang pejalan kaki dan penumpang berkendaraan. Kedua penumpang tersebut memasuki kapal melalui *ramp door* yang disediakan dibagian *car deck* lalu jalan menuju *bridge deck* selaku tempat yang sudah disediakan untuk muatan penumpang. Akses keluar penumpang juga melalui *ramp door* yang disediakan di bagian *car deck* sama halnya dengan akses keluar masuk kendaraan. Akses keluar masuk penumpang dapat dilihat pada gambar IV.4.



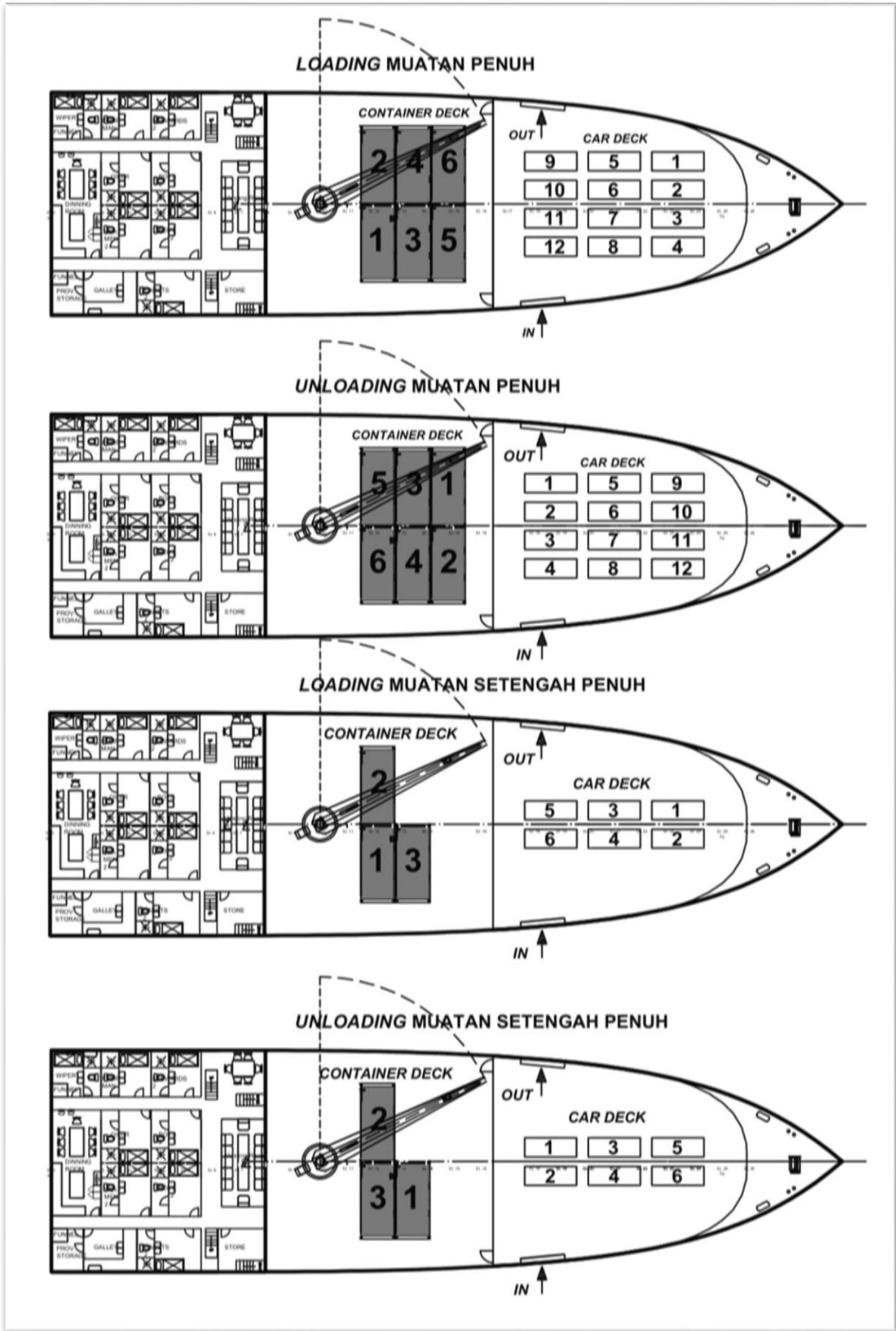
Gambar 4.4 Akses Keluar Masuk Penumpang

4.12.2. Kontainer

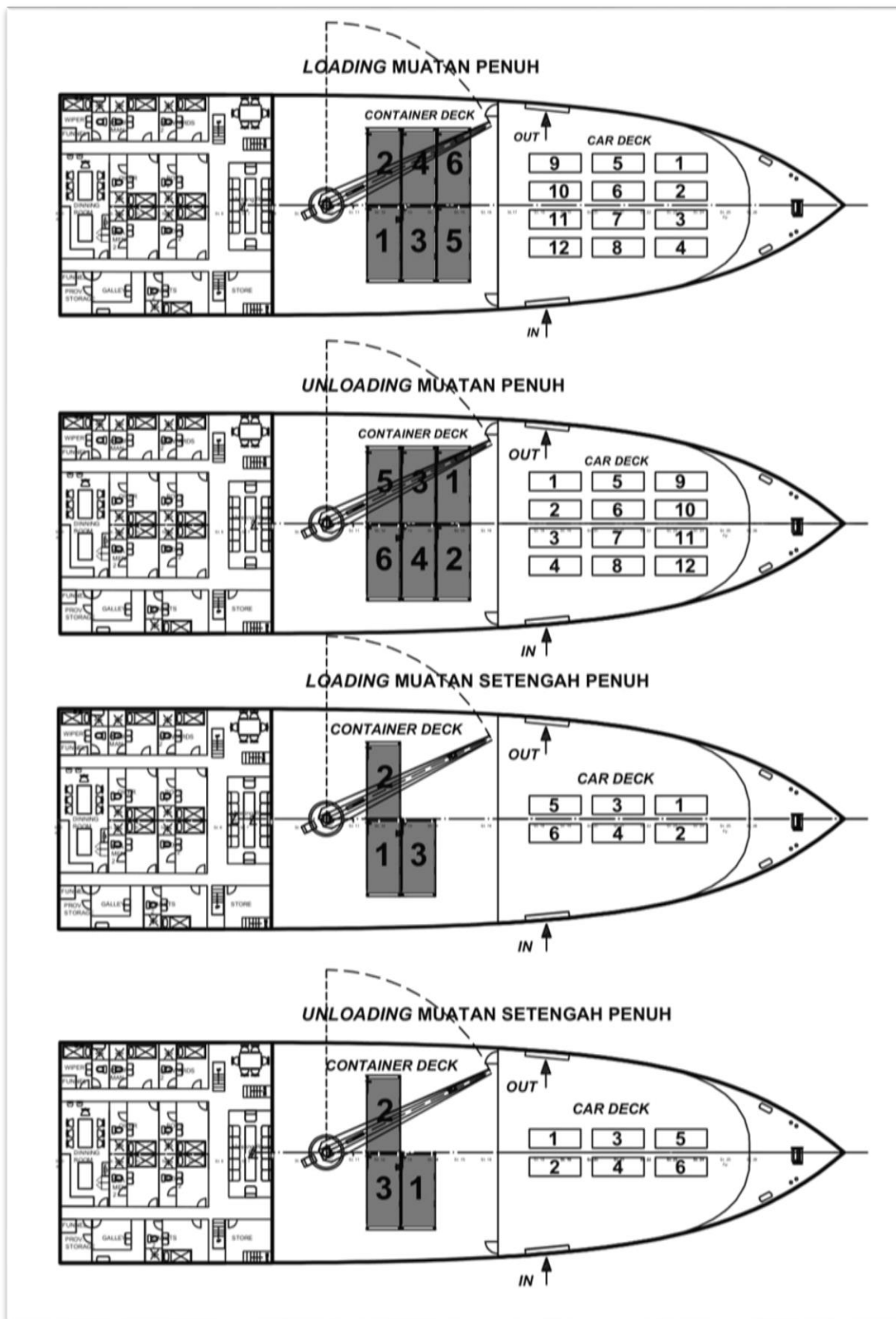
Dari keenam jumlah kontainer yang disediakan skema peletakan kontainer secara berturut-turut dilakukan dari sebelah kanan (*starboard*) ke sebelah kiri (*port side*) dan seterusnya dilakukan secara *zigzag*. Skema tersebut dapat dilihat pada gambar IV.5.

4.12.3. Kendaraan

Sistem bongkar muat kendaraan dilakukan melalui *ramp door* yang dipasang di sebelah kiri (*port side*) dan kanan (*Starboard*) kapal daerah *car deck*. Dari semua jumlah kendaraan yang dapat diangkat skema bongkar muat dan peletakan kendaraan secara berturut-turut dapat dilihat pada gambar IV.6



Gambar 4.5 Skema Loading Unloading Kontaine



Gambar 4.6 Skema Loading Unloading Kendaraan

4.13. Penentuan *Load Case*

Penentuan *load case* diperlukan untuk menganalisis *trim* dan stabilitas kapal. Banyaknya *load case* dipertimbangkan berdasarkan perkiraan kondisi dari *payload* dan isi tanki yang akan muncul pada saat berlayar. Sehingga *load case* dari kapal ini dapat terlihat seperti pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 *Load Case* Kapal

No	Penumpang	<i>Load Case</i>		
		Kendaraan	Kontainer	Tangki
1	65	100%	100%	100%
2	65	100%	100%	10%
3	65	100%	50%	100%
4	65	100%	50%	10%
5	65	50%	100%	100%
6	65	50%	100%	10%
7	65	50%	50%	100%
8	65	50%	50%	10%
9	33	100%	100%	100%
10	33	100%	100%	10%
11	33	100%	50%	100%
12	33	100%	50%	10%
13	33	50%	100%	100%
14	33	50%	100%	10%
15	33	50%	50%	100%
16	33	50%	50%	10%

Berikut adalah keterangan dari tiap-tiap *loadcase* dapat dilihat pada tabel IV.31.

Tabel IV.31 Keterangan *Load Case*

<i>Loadcase</i>	Keterangan
<i>Loadcase 1</i>	Penumpang, kendaraan, dan kontainer penuh; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 2</i>	Penumpang, kendaraan, dan kontainer penuh; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 3</i>	Penumpang dan kendaraan penuh; Kontainer setengah terisi; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 4</i>	Penumpang dan kendaraan penuh; Kontainer setengah terisi; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 5</i>	Penumpang dan kontainer penuh; Kendaraan setengah terisi; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 6</i>	Penumpang dan kontainer penuh; Kendaraan setengah terisi; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 7</i>	Penumpang penuh; Kendaraan dan kontainer setengah terisi; <i>Consumable</i> penuh

<i>Loadcase</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Loadcase 8</i>	Penumpang penuh; Kendaraan dan kontainer setengah terisi; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 9</i>	Penumpang setengah terisi; Kendaraan dan kontainer penuh; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 10</i>	Penumpang setengah terisi; Kendaraan dan kontainer penuh; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 11</i>	Penumpang dan kontainer setengah terisi; Kendaraan penuh; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 12</i>	Penumpang dan kontainer setengah terisi; Kendaraan penuh; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 13</i>	Penumpang dan kendaraan setengah terisi; Kontainer penuh; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 14</i>	Penumpang dan kendaraan setengah terisi; Kontainer penuh; <i>Consumable</i> kosong (10%)
<i>Loadcase 15</i>	Penumpang, kendaraan, dan kontainer setengah terisi; <i>Consumable</i> penuh
<i>Loadcase 16</i>	Penumpang, kendaraan, dan kontainer setengah terisi; <i>Consumable</i> kosong (10%)

4.14. Hasil Analisis *Trim*

Analisis *trim* untuk semua *load case* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software*. Hasil analisis *trim* dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Analisis *Trim*

<i>Loadcase</i>	<i>Trim (+ve by stern)</i>	Batas <i>trim</i>	Status
1	0,079	0,224	<i>accepted</i>
2	-0,042	0,224	<i>accepted</i>
3	-0,151	0,224	<i>accepted</i>
4	0,019	0,224	<i>accepted</i>
5	0,064	0,224	<i>accepted</i>
6	-0,064	0,224	<i>accepted</i>
7	0,215	0,224	<i>accepted</i>
8	0,087	0,224	<i>accepted</i>
9	0,039	0,224	<i>accepted</i>
10	-0,089	0,224	<i>accepted</i>
11	0,190	0,224	<i>accepted</i>
12	0,062	0,224	<i>accepted</i>
13	0,018	0,224	<i>accepted</i>
14	-0,110	0,224	<i>accepted</i>
15	0,168	0,224	<i>accepted</i>
16	0,040	0,224	<i>accepted</i>

4.15. Hasil Analisis Stabilitas

Analisis stabilitas kapal yang dilakukan hanya analisis *intact stability*. Analisis dilakukan pada setiap *load case* dimana kondisi *trin* telah memenuhi. Untuk kriteria stabilitas kapal dapat dilihat pada Tabel 4.32, Tabel 4.33, Tabel 4.34, dan Tabel IV.35.

.Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Stabilitas *Load Case* 1 s/d 4

Kriteria	Nilai Kriteria	Nilai Setiap <i>Loadcase</i>				Status	Satuan
		1	2	3	4		
<i>Area 0° to 30°</i>	$\geq 0,0550$	2,2765	2,2826	2,2303	2,3010	Pass	m.rad
<i>Area 0° to 40°</i>	$\geq 0,0900$	2,9552	2,9534	2,9595	2,9721	Pass	m.rad
<i>Area 30° to 40°</i>	$\geq 0,0300$	0,6786	0,6708	0,7293	0,6711	Pass	m.rad
<i>Max GZ at 30° or greater</i>	$\geq 0,200$	4,346	4,308	4,584	4,311	Pass	m
<i>Angle of Max GZ</i>	$\geq 10,00$	14,5	13,6	16,4	13,6	Pass	deg
<i>Initial GMt</i>	$\geq 0,150$	30,745	31,166	28,137	31,805	Pass	m
<i>Pass. Crowding</i>	$\leq 10,0$	0,2	0,2	0,2	0,2	Pass	deg

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Stabilitas *Load Case* 5 s/d 8

Kriteria	Nilai Kriteria	Nilai Setiap <i>Loadcase</i>				Status	Satuan
		5	6	7	8		
<i>Area 0° to 30°</i>	$\geq 0,0550$	2,3858	2,3952	2,4059	2,4167	Pass	m.rad
<i>Area 0° to 40°</i>	$\geq 0,0900$	3,191	3,1425	3,1613	3,1661	Pass	m.rad
<i>Area 30° to 40°</i>	$\geq 0,0300$	0,7532	0,7473	0,7554	0,7494	Pass	m.rad
<i>Max GZ at 30° or greater</i>	$\geq 0,200$	4,720	4,691	4,732	4,703	Pass	m
<i>Angle of Max GZ</i>	$\geq 10,00$	14,5	14,5	14,5	13,6	Pass	deg
<i>Initial GMt</i>	$\geq 0,150$	31,781	32,264	32,455	32,944	Pass	m
<i>Pass. Crowding</i>	$\leq 10,0$	0,2	0,2	0,2	0,2	Pass	deg

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Stabilitas *Load Case* 9 s/d 12

Kriteria	Nilai Kriteria	Nilai Setiap <i>Loadcase</i>				Status	Satuan
		9	10	11	12		
<i>Area 0° to 30°</i>	$\geq 0,0550$	2,2812	2,2878	2,2989	2,3068	Pass	m.rad
<i>Area 0° to 40°</i>	$\geq 0,0900$	2,9590	2,9578	2,9771	2,9771	Pass	m.rad
<i>Area 30° to 40°</i>	$\geq 0,0300$	0,6778	0,6700	0,6782	0,6702	Pass	m.rad
<i>Max GZ at 30° or greater</i>	$\geq 0,200$	4,342	4,304	4,346	4,307	Pass	m
<i>Angle of Max</i>	$\geq 10,00$	14,5	13,6	13,6	13,6	Pass	deg

GZ							
Initial GMt	$\geq 0,150$	30,907	31,364	31,546	32,002	Pass	m
Pass. Crowding	$\leq 10,0$	0,1	0,1	0,1	0,1	Pass	deg

Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Stabilitas Load Case 13 s/d 16

Kriteria	Nilai	Nilai Setiap Loadcase				Status	Satuan
	Kriteria	13	14	15	16		
Area 0° to 30°	$\geq 0,0550$	2,3924	2,4013	2,4131	2,4234	Pass	m.rad
Area 0° to 40°	$\geq 0,0900$	3,1456	3,1484	3,1685	3,1728	Pass	m.rad
Area 30° to 40°	$\geq 0,0300$	0,7532	0,7472	0,7554	0,7493	Pass	m.rad
Max GZ at 30° or greater	$\geq 0,200$	4,720	4,691	4,733	4,703	Pass	m
Angle of Max GZ	$\geq 10,00$	14,5	13,6	14,5	13,6	Pass	deg
Initial GMt	$\geq 0,150$	31,982	32,474	32,662	33,155	Pass	m
Pass. Crowding	$\leq 10,0$	0,1	0,1	0,1	0,1	Pass	deg

4.16. Hasil Ukuran Utama Akhir

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan hasil ukuran utama akhir yang telah memenuhi aturan perhitungan dan Regulasi. Berikut ukuran utama akhir kapal :

- Loa : 54 m,
- Lwl : 44.7 m,
- B : 16 m,
- B1 : 4.2 m,
- H : 3.6 m,
- T : 2 m,
- Vs : 12 m.

4.17. Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Kapal ini dirancang sebagai kapal pengangkut penumpang, kotainer dan kendaraan sehingga standar keselamatan tidak hanya sebatas mempertimbangkan ABK kapal tetapi juga seluruh penumpang kapal. Berikut perencanaan kapal yang telah mempertimbangkan banyaknya penumpang beserta ABK dan ruang akomodasi. Untuk desain *safety plan* terlampir pada lampiran F.

4.17.1. Life Saving Appliances

Berikut beberapa peralatan keselamatan yang terdapat di kapal.

A. Lifeboat

Lifeboat yang digunakan adalah *lifeboat* yang dioperasikan menggunakan *davit (davit-operated lifeboats)* dimana *lifeboat* tersebut merupakan *partially enclosed lifeboats*. Ukuran dari *lifeboats* yang berkapasitas maksimal 96 orang.

B. Liferaft

Liferaft yang digunakan berjenis *inflatable liferaft* dengan kapasitas 35 orang. Dengan jumlah penumpang sebanyak 65 orang beserta ABK 31 orang jumlah *liferaft* yang digunakan adalah sebanyak 3 yang diletakkan di *poop deck* dan bagian depan kapal.

C. Lifebuoys

Jumlah minimal *lifebuoys* adalah 18 yang didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal.

D. Lifejackets

Lifejacket tersedia untuk setiap orang di atas kapal yaitu sebanyak 96 buah.

E. Line Throwing Appliances

Line throwing appliances pada setiap sisi kapal pada *forecastle deck*.

F. Muster Station / Assembly Point

Muster station diletakkan pada ruang terbuka dan dekat dengan posisi *lifeboat* atau *liferaft*. *Muster station* diletakkan di *poop deck* dan *navigation deck*.

G. Escape Route

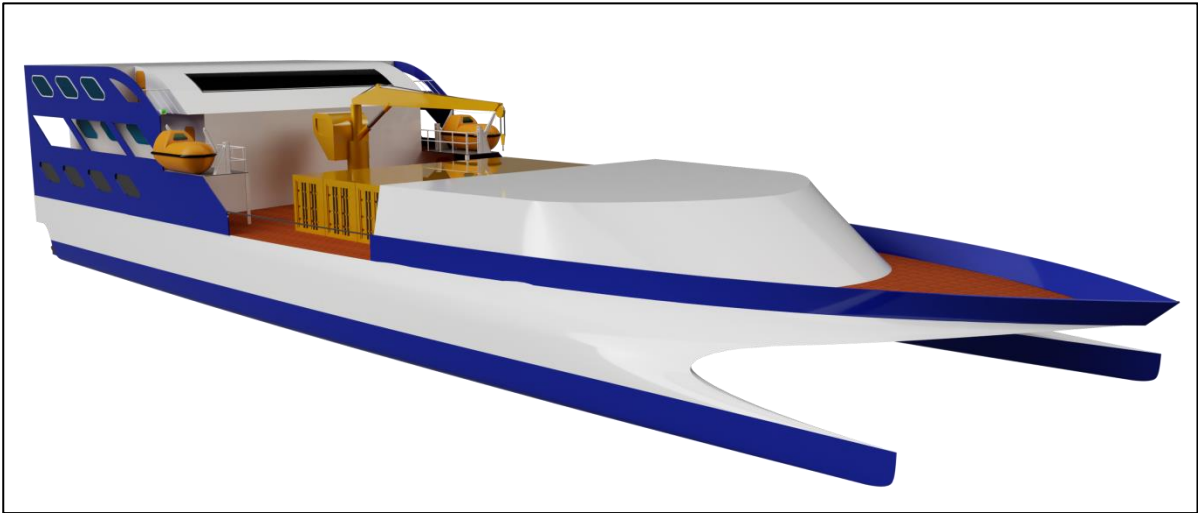
Simbol *escape route* dipasang disetiap lorong kapal, tangga-tangga, dan didesain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster stasion*.

4.17.2. Fire Control Equipments

Pemadam kebakaran diletakkan di tempat-tempat yang terlihat, mudah dijangkau dengan cepat saat dibutuhkan. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain yaitu *fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*, *sprinkler*, *portable CO₂ fire extinguisher*, *portable foam extinguisher*.

4.18. Gambar 3D Kapal

Gambar 3D didesain dengan menggunakan bantuan *Software Autodesk Fusion 360 Student Version*. Untuk bentuk isometrik kapal dapat dilihat pada Gambar 4.7. Desain Interior dari ruangan penumpang, kontainer dan kendaraan dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.7 Isometrik Kapal



Gambar 4.8 Desain Interior Kapal

BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

5.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen yaitu biaya *hull*, *equipment* & *outfitting*, *machinery* dan sebagainya. Pada Tabel 5.1 di bawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel 5.1 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (Hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	4.829,09	USD/ton
	Berat hull	74,65	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	360.513,22	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	4.829,09	USD/ton
	Berat geladak	32,79	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	158.335,18	USD
3	Konstruksi Lambung		
	<i>(tebal pelat lambung = 8 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	45.366,06	USD/ton
	Berat konstruksi	21,488	ton
	Harga Konsruksi Lambung	974.846,0	USD
4	Bangunan Atas		
	<i>(tebal pelat = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	4.829,09	USD/ton
	Berat bangunan atas	7,97	ton
	Harga Bangunan Atas Kapal	76.958,57	USD
5	Elektroda		
	<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>		
	Harga	2.626	USD/ton
	Berat pelat kapal total	8,214	ton
	Harga Elektroda	21.570	USD
	Total Harga Pelat Kapal	1.592.223	USD

No	Item	Value	Unit
1	Railing		
	(pipa aluminium $d = 50 \text{ mm}$, $t = 3 \text{ mm}$)		
	Harga	35,00	USD/m
	Panjang railing	42,00	m
	Harga Railing	1.470	USD
3	Kaca		
	(kaca, $t = 5 \text{ mm}$)		
	Harga	8,0	USD/m ²
	Luas kaca kapal	137,91	m ²
	Harga Kaca	1.103	USD
4	Crane		
	Harga	1.100	USD/unit
	Jumlah	1	unit
	Harga Crane	1.100	USD
5	Kursi		
	Harga	20	USD/unit
	Jumlah	85	unit
	Harga Kursi	1.700	USD
6	Kasur		
	Harga	128	USD/unit
	Jumlah	21	unit
	Harga Kasur	2.682	USD
7	Meja		
	Harga	36	USD/unit
	Jumlah	12	unit
	Harga Meja	426	USD
8	Toilet		
	Harga	106,4	USD/unit
	Jumlah	23	unit
	Harga Toilet	2.448	USD
9	Windlass		
	Harga	2.000	USD/unit
	Jumlah	2	unit
	Harga Toilet	4.000	USD
10	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	850	USD/unit
	Harga jangkar	1.700	USD
11	Ramp door		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	4.899	USD/unit

No	Item	Value	Unit
	Harga jangkar	4.899	USD
12	Tali tambat		
	Jumlah	4	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	20	USD/ <i>unit</i>
	Harga total	80	USD
13	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	3.200	USD
	Kompas	150	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	- <i>Masthead Light</i>	9,8	USD
	- <i>Anchor Light</i>	8,9	USD
	- <i>Starboard Light</i>	12	USD
	- <i>Portside Light</i>	12	USD
	<i>Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)</i>	17.500	USD
	<i>Automatic Identification System (AIS)</i>	5.500	USD
	<i>Telescope Binocular</i>	450	USD
	Harga Peralatan Navigasi	27.693	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	set
	Harga per set	272	USD
	Harga total	272	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	set
	Harga per set	286	USD
	Harga total	286	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	set
	Harga per set	13.000	USD
	Harga total	13.000	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	set
	Harga per set	350	USD
	Harga total	350	USD
	SART		
	Jumlah	2	set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD

No	Item	Value	Unit
	SSAS		
	Jumlah	1	set
	Harga per set	19.500	USD
	Harga total	19.500	USD
	<i>Prortable 2-way VHF Radiotelephone</i>		
	Jumlah	2	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	287	USD
	Harga total	574	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	34.882	
14	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	<i>Life Boat</i>		
	Jumlah	4	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	2.000	USD/ <i>unit</i>
	Harga Total	8.000	USD
	<i>Life Raft</i>		
	Jumlah	4	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	1.000	USD/ <i>unit</i>
	Harga Total	4.000	USD
	<i>Life Jacket</i>		
	Jumlah	85	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	12	USD/ <i>unit</i>
	Harga Total	1.020	USD
	Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	13.020	USD
	Total Harga <i>Equipment & Outfitting</i>	98.902	USD

c	Item	Value	Unit
1	<i>Inboard Motor</i>		
	<i>(dua unit Inboard motor Scania)</i>		
	Jumlah <i>inboard motor</i>	2	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	15.000	USD/ <i>unit</i>
	<i>Shipping Cost</i>	1.000	USD
	Harga <i>Inboard Motor</i>	31.000	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	4.500	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	4.500	USD
3	<i>Propeller</i>		
	Jumlah	2	<i>unit</i>
	Harga per <i>unit</i>	9.000	USD/ <i>Unit</i>
	Harga Total	18.000	USD

c	Item	Value	Unit
4	Shaft		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	100	USD/unit
	Harga total	200	USD
3	Genset		
	(2 unit genset IWATA)		
	Jumlah Genset	2	unit
	Harga per unit	8.000	USD/unit
	Shipping Cost	1.000	USD
	Harga Genset	17.000	USD
Total Harga Tenaga Penggerak		70.700	USD

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	1.592.223	USD
2	Equipment & Outfitting	98.902	USD
3	Tenaga Penggerak	70.700	USD
Total Harga (USD)		1.761.826	USD
Kurs Rp - USD (per 07 Sep 2019)		14.067	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		24.783.600.332	Rp

Tabel 5.1 menunjukkan besar biaya pembangunan satu kapal dengan kurs yang didapatkan dari Bank Indonesia per 07 September 2019 adalah 1 USD = Rp 14.067.

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi (*cost*). Selanjutnya dilakukan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak dan kondisi ekonomi untuk menentukan harga jual kapal (*price*). Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perhitungan Koreksi Keadaan Ekonomi Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	30% dari biaya pembangunan awal		
	Keuntungan Galangan	7.435.080.100	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	6% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Inflasi	1.487.016.020	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Dukungan Pemerintah	2.478.360.033	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		11.400.456.153	Rp

Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari tiga komponen yaitu keuntungan galangan kapal, biaya inflasi dan pajak pemerintah. Dari perhitungan pada Tabel 5.2 maka harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut.

Harga jual (*price*) = Harga pokok produksi + Inflasi + keuntungan galangan + pajak

Harga jual (*price*) = Rp **11.400.456.153**

5.2. Biaya Investasi

Biaya Investasi merupakan biaya yang harus dimiliki pemilik kapal pada saat kapal akan dibangun. Biaya investasi dipengaruhi oleh biaya pembangunan, biaya untuk operasional awal (satu bulan), *extras claimed by Shipyard*, *owner's supply items* dan bunga pinjaman. Adapun perhitungan dari biaya investasi dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Biaya Investasi

No	Investasi	Biaya
1	Biaya Pembangunan	Rp 36.184.056.484,71
2	Biaya u/ operasional awal (1 bulan)	
	- Bahan bakar diesel	Rp 1.312.020.000,00
	- Air bersih	Rp 441.000.000,00
3	Gaji crew	Rp 200.000.000,00
4	<i>Extras claimed by shipyard</i> (0,5%)	Rp 180.920.282,42
5	<i>Owner's supply items</i> (1%)	Rp 361.840.564,85
6	Bunga pinjaman (9,6%)	Rp 3.175.150.956,53
Nilai Investasi [Sum 1-6]		Rp 41.854.988.288,51

Tabel 5.3 menunjukkan perhitungan biaya investasi kapal selama bulan pertama beroperasi, biaya pembangunan dan lain-lain. Total biaya Investasi kapal adalah senilai **Rp 41.854.988.288,51**

5.3. Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pemilik kapal untuk kebutuhan kapal beserta crew pada saat kapal beroperasi. Biaya operasional meliputi gaji *crew*, biaya perawatan, asuransi, bahan bakar *fresh water* dan cicilan pinjaman bank. Biaya pinjaman bank dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Pinjaman Bank

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	36.184.056.485	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	

Biaya	Nilai	Unit
Pinjaman	23.519.636.715	Rp
Bunga Bank	13,5%	per tahun
Nilai Bunga Bank	3.175.150.956,5	per tahun
Masa Pinjaman	10	tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	per tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	5.527.114.628	Rp

Setelah mendapatkan besarnya nilai dari pinjaman bank kemudian dilakukan perhitungan mengenai biaya perawatan kapal senilai 30% biaya pembangunan kapal, Asuransi senilai 2% biaya pembangunan kapal, gaji *crew* kapal, biaya bahan bakar dan biaya kebutuhan *fresh water*. Perhitungan biaya operasional dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perhitungan Biaya Operasional

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 5,527,114,628	per tahun
Gaji <i>Crew</i>	Rp 4,000,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 3,618,405,648	per tahun
Asuransi	Rp 723,681,130	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 15,744,240,000	per tahun
Air Bersih	Rp 5,292,000,000	per tahun
Total	Rp 34,905,441,406	per tahun

5.4. Harga Tiket Penumpang-Kontainer-Kendaraan

Harga tiket penumpang, kontainer dan kendaraan dihitung berdasarkan perbandingan antara harga tiket Banyuwangi-Denpasar via kapal dan biaya perjalanan penumpang via jalur darat. Hal ini dikarenakan belum adanya moda transportasi laut yang beroperasi di jalur pelayaran Dermaga Boom Marina, Banyuwangi ke Pelabuhan Benoa, Bali.

Pada jalur pelayaran di Selat Bali, setiap tahunnya terjadi puncak musim penghujan pada akhir bulan Februari hingga pertengahan Maret. Dari data cuaca dan gelombang yang didapatkan dari BMKG Banyuwangi, didapatkan selama 12 hari cuaca buruk terjadi di Selat Bali pada puncak musim penghujan. Dari 12 hari tersebut kemudian dibulatkan keatas menjadi 15 hari dan dijadikan sebagai margin untuk kapal tidak melakukan pelayaran (*Day Off*) dalam satu tahun.

Dalam kurun waktu satu tahun tingkat keramaian penumpang cukup bervariasi. Sehingga *season* dalam satu tahun dibagi menjadi dua yaitu *high season* dan *low season*. *High season* terjadi dibulan Juni-akhir September dan akhir Desember hingga pertengahan Januari.

Sementara *low season* terjadi dipertengahan bulan Januari-Mei dan akhir September hingga akhir Desember. Jumlah hari pada *high & low season* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 *High and low season*

Season	Jumlah hari
<i>Day off</i>	15
<i>High Season</i>	142
<i>Low Season</i>	208
Total	365

Adapun variasi jumlah penumpang dan harga tiket muatan disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Harga Tiket Muatan Kapal

Penumpang		Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Harga total
Pejalan Kaki	HS	65	orang	50.000	923.000.000
	LS	30	orang	50.000	624.000.000
Kendaraan					
Gol I,II,III	HS	0	unit	60.000	0
	LS	0	unit	60.000	0
Gol IV A,B	HS	12	unit	180.000	613.440.000
	LS	5	unit	180.000	374.400.000
Gol VA	HS	0	unit	450.000	0
	LS	0	unit	450.000	0
Kontainer	HS	113959.67	Kg	1.600	25.891.637.336
	LS	34187.901	Kg	1.600	11.377.733.590
Pendapatan Pertahun				=	39.804.210.926

5.5. Perhitungan NPV

Tahap terakhir pada perhitungan analisis ekonomis yaitu perhitungan *Net Present Value* (NPV). Pada tahap ini akan dihitung *cash inflow*, *cash outflow*, *net cashflow* serta IRR dari perusahaan yang disajikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perhitungan NPV

Tahun	Cash Flow			Kumulatif
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-41.854.988.288,51		-41.854.988.289	-41.854.988.289
1	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-36.956.218.768
2	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-32.057.449.248
3	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-27.158.679.728
4	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-22.259.910.208
5	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-17.361.140.688
6	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-12.462.371.167
7	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-7.563.601.647
8	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	-2.664.832.127

Tahun	Cash Flow			Kumulatif
9	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	2.233.937.393
10	39.804.210.926,40	-34.905.441.406	4.898.769.520	7.132.706.913

Dari table V.5 didapatkan nilai NPV beserta IRR sebagai berikut :

Bunga Bank = 13,5 %

NPV = Rp 13.917.091.275

IRR = 3%

Selanjutnya dihitung *payback period* dari pembangunan kapal pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Tabel *Payback Period*

Tahun terakhir kas kum. negatif	
P =	8
Kas kumulatif P =	2.664.832.126,91
Arus kas P+1 =	4.898.769.520,20
<i>Payback Period</i> =	8,54 tahun
	8
	6,53 bulan
	6
	15,83 hari
<i>Payback period</i> =	8 tahun 6 bulan 16 hari

Dari Tabel 5.9 dapat disimpulkan bahwa proses pembangunan kapal katamaran 3-in-1 memiliki titik *payback period* pada 8 tahun 6 bulan 16 hari setelah pembangunan kapal selesai.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan jenis muatannya, kapal ini memiliki payload total sebesar 127.630 ton dengan konfigurasi sebagai berikut:
 - Penumpang : 4,875 ton
 - Kontainer : 113.96 ton
 - Kendaraan : 13,020 ton
2. Ukuran utama kapal adalah sebagai berikut:
 - Lpp : 54,0 m
 - B : 16,0 m
 - H : 3,6 m
 - T : 2,0 m
 - Kecepatan (Vs) : 11,5 Knot
3. Kapal *3-in-1* memenuhi aturan stabilitas, titik berat, *trim* dan *freeboard*. Perhitungan teknis dapat dilihat pada lampiran B.
4. Desain Rencana Garis (*Linesplan*) dapat dilihat pada lampiran D.
5. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*) dapat dilihat pada lampiran E.
6. Gambar 3D kapal dapat dilihat pada lampiran H.
7. Desain *Safety Plan* dapat dilihat pada lampiran F.
8. Berdasarkan perhitungan ekonomis yang telah dilakukan, pembangunan kapal katamaran 3-in-1 layak untuk dilakukan dengan nilai *Net Present Value* Rp 13.917.091.275, *Internal Rate of Return* 3%, dan *Payback Period* dalam 8 tahun 6 bulan dan 16 hari.

6.2. Saran

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

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai *seakeeping* pada jalur pelayaran tersebut.
2. Perlu dilakukan perhitungan konstruksi kapal lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. (2014). *Banyuwangi dalam Angka Tahun 2014*. Banyuwangi: BPS Kabupaten Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. (2015). *Banyuwangi dalam Angka Tahun 2015*. Banyuwangi: BPS Kabupaten Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. (2016). *Banyuwangi dalam Angka Tahun 2016*. Banyuwangi: BPS Kabupaten Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. (2017). *Banyuwangi dalam Angka Tahun 2017*. Banyuwangi: BPS Kabupaten Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. (2018). *Banyuwangi dalam Angka Tahun 2018*. Banyuwangi: BPS Kabupaten Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2018). *Provinsi Jawa Timur dalam Angka Tahun 2018*. Jawa Timur: BPS Provinsi Jawa Timur.
- Farras, A. A. (2018). *Desain Kapal 3-in-1 Multipurpose Container-Passenger-Vehicle dengan Variasi Bangunan Atas Portable sebagai Penunjang Tol Laut di Wilayah Indonesia Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- Ikehata, M., and Chandra, S. (1989). Theoretical Calculation of Propulsive Performances of Stator-Propeller in Uniform Flow by Vortex Lattice Method. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 166, 17-25.
- International Maritime Organization (IMO). (2012, April 12). *Titanic Remembered by IMO Secretary-General*. Retrieved May 4, 2012, from IMO web site: <http://www.imo.org>
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Japan Radio Co. (JRC). (2009). Catalogue. *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*. Tokyo.
- Kementrian Perindustrian. (2018). *Supply Demand Jawa Timur-Bali* : <http://www.attn-.go.id>
- MacGregor. (n.d.). Product Information. *Cranes for All Ship Types*. Sweden: MacGregor Sweden AB.
- Molland, M., & Insel, A. F. 1992. *An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. RINA.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design*. Michigan: University of Michigan.
- PT. Haris Global. (n.d.). *Cargo Names / Factor Packing*. Retrieved from Haris's Cargo: <http://www.harisglobal.com/en/stowage-factor-list.html>
- RajaHarga.com. (2019). *Daftar Harga Tiket Kapal Laut Pelni Terbaru 2019*. Retrieved from RajaHarga.com: <http://www.rajaharga.com/harga-tiket-kapal-laut/>
- Soegeng Hardjono (2010). "Kajian Penentuan Rasio Parameter Kapal Penumpang Tipe Monohull," *Warta Penelitian Perhubungan*, No.03/ THN.XVI/2004, p.58-66.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.
- Wijnolst, N. (1995). *Design innovation in shipping*. Delft University Press

LAMPIRAN

Lampiran A Data BPS

Lampiran B Perhitungan Teknis

Lampiran C Perhitungan Ekonomis

Lampiran D Gambar *Lines Plan*

Lampiran E Gambar *General Arrangement*

Lampiran F Gambar 3D kapal.

Lampiran G Gambar *Safety Plan*

Lampiran H Spesifikasi Permesinan

LAMPIRAN A
DATA BPS

Tabel 8.1.8 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Ketapang, 2013
Table Number of Production Ketapang Ferry Transportation, 2013

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Januari	6.429	395.194	20.949	416.143
2. Pebruari	6.227	302.035	16.376	318.411
3. Maret	6.513	396.954	19.152	416.106
4. April	6.777	342.653	16.825	359.478
5. Mei	6.968	388.146	18.067	406.213
6. Juni	6.798	439.527	19.119	458.646
7. Juli	6.764	333.775	16.403	350.178
8. Agustus	7.026	683.909	27.892	711.801
9. September	7.445	337.070	17.556	354.626
10. Oktober	7.699	409.997	18.920	428.917
11. Nopember	7.496	335.301	16.285	351.586
12. Desember	7.732	457.805	19.576	477.381
Jumlah / Total	83.874	4.822.366	227.120	5.049.486

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kab. Banyuwangi

Source : Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.9 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Gilimanuk, 2013
Table *Number of Production Gilimanuk Ferry Transportation, 2013*

Bulan <i>Month</i>	Trip <i>Trip</i>	Penumpang / <i>Passengers</i>		
		Dalam Kendaraan <i>In The Vehicle</i>	Pejalan Kaki <i>Pedestrians</i>	Jumlah Penumpang <i>Number of Passengers</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Januari	6.407	551.397	28.615	580.012
2. Pebruari	6.213	423.169	22.304	445.473
3. Maret	6.487	545.587	28.158	573.745
4. April	6.765	478.688	24.492	503.180
5. Mei	6.950	542.581	27.818	570.399
6. Juni	6.779	591.119	26.922	618.041
7. Juli	6.742	523.732	24.424	548.156
8. Agustus	7.017	834.090	40.874	874.964
9. September	7.421	461.292	25.764	487.056
10. Oktober	7.681	563.150	38.353	601.503
11. Nopember	7.489	464.865	28.603	493.468
12. Desember	7.727	603.756	33.052	636.808
Jumlah / Total	83.678	6.583.426	349.379	6.932.805

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kabupaten Banyuwangi

Source : *Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency*

Tabel
Table

8.1.8

Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Ketapang, 2014

Number of Production Ketapang Ferry Transportation, 2014

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	7.748	376.953	19.227	396.180
Pebruari February	6.876	283.227	15.918	299.145
Maret March	7.202	284.513	16.014	300.527
April April	6.698	372.961	18.672	391.633
Mei May	6.556	376.469	18.588	395.057
Juni June	6.208	369.427	21.943	391.370
Juli July	6.190	383.910	23.120	407.030
Agustus August	6.967	564.347	49.900	614.247
September September	6.824	297.093	28.333	325.426
Oktober October	7.139	402.013	38.994	441.007
November November	7.362	315.850	33.012	348.862
Desember December	7.465	476.739	40.206	516.945
Jumlah / Total	83.235	4.503.502	323.927	4.827.429

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kab. Banyuwangi

Source : Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.9 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Gilimanuk, 2014
Table Number of Production Gilimanuk Ferry Transportation, 2014

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	7.738	575.463	35.159	610.622
Pebruari February	6.850	455.483	26.813	482.296
Maret March	7.174	535.231	30.414	565.645
April April	6.676	460.856	26.387	487.243
Mei May	6.537	552.821	31.810	584.631
Juni June	6.167	542.883	30.899	573.782
Juli July	6.144	769.814	45.300	815.114
Agustus August	6.890	560.011	30.597	590.608
September September	6.767	461.251	34.736	495.987
Oktober October	7.064	559.335	37.649	596.984
November November	7.226	474.420	33.129	507.549
Desember December	7.226	474.420	33.129	507.549
Jumlah / Total	82.459	6.421.988	396.022	6.818.010

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kabupaten Banyuwangi

Source : Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.7 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Ketapang, 2015
Table *Number of Production Ketapang Ferry Transportation, 2015*

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	7 315	376 711	34 085	410 796
Pebruari February	6 879	287 664	28 016	315 680
Maret March	6 848	356 623	33 005	389 628
April April	7 108	331 954	32 418	364 372
Mei May	7 669	386 584	35 708	422 292
Juni June	6 258	369 427	21 945	391 372
Juli July	7 716	614 023	45 200	659 223
Agustus August	7 532	385 216	44 246	429 462
September September	7 238	314 410	33 989	348 399
Oktober October	6 911	351 316	34 988	386 304
November November	5 801	312 124	33 546	345 670
Desember December	6 991	493 868	41 027	534 895
Jumlah / Total	84 266	4 579 920	418 173	4 998 093

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kab. Banyuwangi

Source : *Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency*

Tabel
Table

8.1.8

Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Gilimanuk, 2015
Number of Production Gilimanuk Ferry Transportation, 2015

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	7 169	659 598	36 344	695 942
Pebruari February	6 775	425 365	28 572	453 937
Maret March	6 688	521 854	34 303	556 157
April April	6 938	488 030	30 908	518 938
Mei May	7 516	566 904	34 386	601 290
Juni June	6 167	546 883	30 899	577 782
Juli July	7 555	880 841	46 334	927 175
Agustus August	7 376	479 655	31 672	511 327
September September	7 228	497 078	32 104	529 182
Oktober October	7 010	522 117	31 364	553 481
November November	5 684	488 340	31 656	519 996
Desember December	6 811	664 287	37 555	701 842
Jumlah / Total	82 917	6 740 952	406 097	7 147 049

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kabupaten Banyuwangi

Source : Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.7 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Ketapang, 2016
Table *Number of Production Ketapang Ferry Transportation, 2016*

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	7 100	377 422	39 795	417 217
Pebruari February	6 943	314 926	32 327	347 253
Maret March	6 397	344 431	33 707	378 138
April April	6 536	327 173	32 618	359 791
Mei May	6 508	394 444	39 112	433 556
Juni June	6 090	283 960	32 586	316 546
Juli July	7 057	886 292	52 822	939 114
Agustus August	7 177	424 398	42 206	466 604
September September	6 859	498 742	39 121	544 722
Oktober October	7 494	451 583	83 839	542 916
November November	7 754	417 408	29 102	454 264
Desember December	8 085	683 055	41 055	732 195
Jumlah / Total	84 000	5 403 834	498 290	5 932 316

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kab. Banyuwangi

Source : Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.8 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Gilimanuk, 2016
Table 8.1.8 Number of Production Gilimanuk Ferry Transportation, 2016

Bulan <i>Month</i>	Trip <i>Trip</i>	Penumpang / <i>Passengers</i>		
		Dalam Kendaraan <i>In The Vehicle</i>	Pejalan Kaki <i>Pedestrians</i>	Jumlah Penumpang <i>Number of Passengers</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari <i>January</i>	6 906	542 531	36 226	578 757
Pebruari <i>February</i>	6 839	154 139	29 652	183 791
Maret <i>March</i>	6 275	501 785	30 099	531 884
April <i>April</i>	6 444	459 659	28 703	488 362
Mei <i>May</i>	6 693	565 996	33 645	599 641
Juni <i>June</i>	6 018	498 441	35 747	534 188
Juli <i>July</i>	7 000	773 358	40 614	813 972
Agustus <i>August</i>	7 116	440 760	32 539	473 299
September <i>September</i>	6 925	554 898	36 442	591 343
Oktober <i>October</i>	7 453	468 314	29 203	497 517
November <i>November</i>	7 740	426 597	27 629	454 226
Desember <i>December</i>	8 040	664 164	36 605	700 769
Jumlah / Total	83 449	6 050 642	397 104	6 447 749

Sumber : Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kabupaten Banyuwangi

Source : Transportation, Communication and Information Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.7 **Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Ketapang, 2017**
Table *Number of Production Ketapang Ferry Transportation, 2017*

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	8 008	512 418	36 273	548 691
Pebruari February	7 156	379 371	28 601	407 972
Maret March	7 666	453 927	34 972	488 899
April April	7 800	524 237	35 265	559 502
Mei May	7 929	452 678	34 932	487 610
Juni June	7 094	509 371	29 495	538 866
Juli July	8 231	778 935	50 624	829 559
Agustus August	8 062	412 433	35 943	448 376
September September	7 411	496 717	36 369	533 086
Oktober October	8 344	436 569	30 526	467 095
November November	8 214	477 681	30 503	508 184
Desember December	8 428	649 535	37 773	687 308
Jumlah / Total	94 343	6 083 872	421 276	6 505 148

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi

Source : Transportation Services of Banyuwangi Regency

Tabel 8.1.8 Jumlah Produksi Angkutan Penyeberangan Gilimanuk, 2017
Table *Number of Production Gilimanuk Ferry Transportation, 2017*

Bulan Month	Trip Trip	Penumpang / Passengers		
		Dalam Kendaraan In The Vehicle	Pejalan Kaki Pedestrians	Jumlah Penumpang Number of Passengers
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari January	8 060	520 704	32 109	552 813
Pebruari February	7 115	399 954	24 539	424 493
Maret March	7 467	472 250	30 192	502 442
April April	7 644	518 725	28 908	547 633
Mei May	7 729	472 279	27 699	499 978
Juni June	7 293	751 389	38 479	789 868
Juli July	8 136	586 001	30 023	616 024
Agustus August	8 010	503 037	35 396	538 433
September September	7 333	482 433	29 012	511 445
Oktober October	8 312	499 529	34 939	534 468
November November	8 181	515 554	36 019	551 573
Desember December	8 386	652 358	39 870	692 228
Jumlah / Total	93 666	6 374 213	387 185	6 761 398

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi

Source : Transportation Services of Banyuwangi Regency

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN TEKNIS

Output Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

Ukuran Utama

Loa	=	54.000 m	
Lwl	=	44.700 m	
B	=	16.000 m	Jarak pelayaran = 145 Km
B ₁	=	4.200 m	(Dermaga Boom Marina - Pelabuhan Benoa)
H	=	3.600 m	
T	=	2.000 m	
S	=	11.800 m	
Vmax	=	12.000 knot	= 6.173 m/s
V _s	=	11.500 knot	= 5.916 m/s
g	=	9.81 m/s ²	

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/B ₁	=	12.86	; Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	10 < L/B ₁ < 15
B/H	=	4.444	; Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	0.219	; Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
S/B ₁	=	2.810	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1
B ₁ /T	=	2.100	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B/T < 3.1
B ₁ /B	=	0.263	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3
CB	=	0.567	; Insel & Molland (1992)	→	0.36 < CB < 0.59

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displasement

$$\Delta = 342.000 \text{ ton}$$

2. Volume Displasemen

$$\begin{aligned} \nabla_t &= \Delta / \rho \\ &= 333.659 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Koefisien Blok

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

$$\begin{aligned} C_B &= \nabla / (L \cdot B_1 \cdot T) \\ &= 0.567 \end{aligned}$$

volume displacement untuk 1 hull adalah

$$\nabla = 166.829 \text{ m}^3$$

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

$$\begin{aligned} Fn &= V_s / \sqrt{g \cdot L} \\ Fn &= 0.282 \end{aligned}$$

5. Koefisien Luas Midship

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.htm

$$\begin{aligned} C_M &= A_M / (T \cdot B_M) \\ A_M &= 5.704 \text{ m}^2 \text{ (luas station midship setinggi sarat)} \\ B_M &= 4.200 \text{ m (lebar lambung midship setinggi sarat)} \\ C_M &= 0.679 \end{aligned}$$

6. Koefisien Prismatic

Ref: www.catamaransite.com/

$$\begin{aligned} C_p &= \nabla / (A_S \cdot L_{WL}) \\ A_S &= 8.550 \text{ m}^2 \\ &\text{(luas station terluas setinggi sarat)} \\ &= 0.873 \end{aligned}$$

7. Koefisien Bidang Garis Air

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.htm

$$\begin{aligned} C_{WP} &= A_{WP} / (B_{WL} \cdot L_{WL}) \\ A_{WP} &= 237.800 \text{ m}^2 \\ B_{WL} &= 5.808 \text{ m} \\ &= 0.916 \end{aligned}$$

8. Panjang Garis Air

$$\begin{aligned} L_{wl} &= \\ &\text{(didapat dari Maxsurf)} \\ &= 44.700 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

L_{wl}	=	44.700	m
L_{pp}	=	44.700	m
B	=	16.000	m
B_1	=	4.200	m
H	=	3.600	m
T	=	2.000	m
S	=	11.8	m
C_B	=	0.567	
C_M	=	0.679	
C_P	=	0.873	
C_{WP}	=	0.916	
Fn	=	0.282	
V_{max}	=	6.17	m/s
V_s	=	5.92	m/s

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

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

Dimana

ρ	=	massa jenis fluida	=	1025	kg/m ³
WSA	=	luas permukaan basah			
V	=	kecepatan kapal	=	6.1728	m/s
C_{tot}	=	koefisien hambatan total			

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

Dimana

$(1+\beta k)$	=	Catamaran Viscous Resistance Interference
C_f	=	Viscous Resistance
τ	=	Catamaran Wave Resistance Interference
C_w	=	Wave Resistance

Perhitungan

1. Viscous Resistance (ITTC 1957)

● C_F

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

$$= \frac{44.700 \cdot 5.92}{1.14 \times 10^{-6}}$$

$$\nu = \text{Viskositas Kinematis}$$

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

$$= 0.0019$$

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

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

$$\begin{aligned} S/B1 &= 2.8095238 \\ L/B1 &= 10.64 \end{aligned}$$

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

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

		S/B1			
		2	3	2.809524	
β		1.57	1.54	1.55	untuk harga L/B1 = 9
		2.32	2.29	2.30	untuk harga L/B1 = 11

		L/B1		
		9	11	10.64
β		1.55	2.30	2.16

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 2.16

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

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

Model	C4	C5	
L/B1	9	11	10.64286
$(1+k)$	1.3	1.17	1.19

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil adalah = 1.19

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 1.42 \end{aligned}$$

2. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

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

$$\begin{aligned} S/L &= 0.264 \\ L/B1 &= 10.643 \\ Fn &= 0.282 \end{aligned}$$

(wave resistance interference factor)

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

		(S/L) ₁ = 0.2			(S/L) ₂ = 0.3		
		Fn			Fn		
		0.6	0.7	0.282	0.6	0.7	0.282
τ		1.6	1.25	2.711268	1.2	1.05	1.676257725
		1.3	1.07	2.030262	1.23	1.2	1.325251545

Fn	0.282	0.282	0.282	
S/L	0.2	0.3	0.263982	
τ	2.711268	1.6762577	2.049047	untuk harga L/B1 = 9
	2.0302618	1.3252515	1.579181	untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.282	0.282	0.282
S/L	0.2639821	0.2639821	0.263982
L/B1	9	11	10.64
τ	2.049	1.579	1.663

Sehingga nilai τ yang diambil adalah = 1.663

2. Wave Resistance (C_w)

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

$$L/B1 = 10.642857$$

$$Fn = 0.282$$

(wave resistance factor)

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

		Fn			
		0.6	0.7	0.282	
C _w		0.003	0.0025	0.0045875	untuk harga L/B1 = 9
		0.0019	0.0017	0.002535	untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.282	0.282	0.282
L/B1	11	12	10.642857
Cw	0.0045875	0.002535	0.0053206

Sehingga nilai Cw yang diambil adalah = 0.0053206

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

$$C_{tot} = 0.0114723$$

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

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

Wetted Surface Area:

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

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

$$WSA = 199.12082 \text{ m}^2 \quad \text{untuk satu lambung}$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

$$WSA_{total} = 398.24165 \text{ m}^2$$

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

$$R_t = 89218.937 \quad N$$

$$R_t = 29.00 \quad KN$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	44.700	m	
T	=	2.000	m	
B	=	16.000	m	
C_B	=	0.567		
V_{max}	=	6.173	m/s	
V_s	=	5.916	m/s	
D	=	0.6 T		(asumsi) ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
	=	1.200	m	
P/D	=	1		(asumsi) ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4	blade	(asumsi) ; Jumlah Blade
A_E/A_0	=	0.4		(asumsi) ; Expanded Area Ratio
R_t	=	29.000	kN	
LCB	=	-1.277	m dari midship	(Didapatkan dari model di maxsurf)

Perhitungan Awal

$1+\beta k$	=	1.418		
C_F	=	$0.075/[(\log_{10} R_n - 2)]^2$		(ITTC 1957)
	=	0.002		
T/L_{wl}	=	0.045		
C_A	=	$0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$		untuk $T/L_{wl} > 0.04$ (ref : PNA vol.II, hal.93)
C_A	=	0.001		
C_V	=	$(1+\beta k) \cdot C_F + C_A$		(ref : PNA vol.II, hal.162)
	=	0.003		
w	=	$0.30.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D/\sqrt{(BT)}$		untuk twin screw (ref : PNA vol.II, hal.163)
	=	0.140		
t	=	$0.325 C_b - 0.1885 D/\sqrt{(BT)}$		(ref : PNA vol.II, hal.163)
	=	0.144		
V_a	=	Speed of Advance		
	=	$V \cdot (1-w)$		(ref : PNA vol.II, hal.146)
	=	5.309		

Effective Horse Power (EHP)

EHP	=	$R_t \cdot V$		(ref : PNA vol.II, hal.153)
	=	179.011	kW	1 HP = 0.736 kW
	=	243.2217	HP	

Propulsive Coefficient Calculation

η_H	=	Hull Efficiency		(ref : PNA vol.II, hal.152)
	=	$((1-t))/((1-w))$		
	=	0.9949		

η_o = Open Water Test Propeller Efficiency (diasumsikan)
 = 0.57 (asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya)

η_R = Rotative Efficiency (ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 180)
 = $0.9737 + 0.111(CP - 0.0227 LCB) - 0.06327 P/D$
 = 0.970 $0.97 \leq \eta_r \leq 1.07$

η_D = Quasi-Propulsive Coefficient (ref : PNA vol.II, hal.153)
 = $\eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r$
 = 0.550 0.5256075

Delivery Horse Power (DHP)

DHP = EHP/ η_D (ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179)
 = 325.424 kW

Brake Horse Power Calculation (BHP)

BHP = 342.878

Karena Kapal Twin Screw, Power dibagi 2

BHP = 171.439 kW

BHP = 232.933 HP

X% = Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15%-20% DHP)

X% = 15% (Parametric Design Chapter 11, hal 11-29)

BHP = 297.618 kW

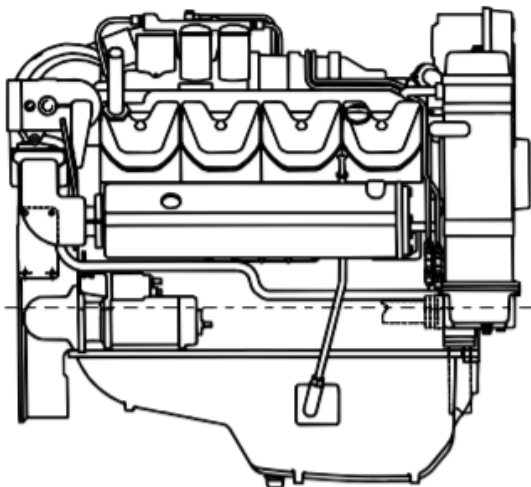
BHP = 404.372 HP 1 HP = 0.736 kW

Pemilihan Mesin Induk

BHP = 297.62 kW
 = 404.37 HP

Menggunakan 2 mesin induk

Marine diesels				ICFN		
				Workboats ¹⁾ Continuous Output		
Engine type	Intercooler	Displ. (litre)	Config.	kW (hp)	r/min	
Heat exchanger	D9	-	9.0	6 L	155 (211)	1900
	D9	-	9.0	6 L	189 (257)	1900
	DI9	I	9.0	6 L	234 (318)*	1900
	DI12	I	11.7	6 L	265 (360)*	1800
	DI12	I	11.7	6 L	301 (409)*	1800
	DI14	I	14.2	V8	339 (461)	1800
	DI14	I	14.2	V8	389 (529)*	1800
	DI14	I	14.2	V8	406 (552)	1800
	DI16	I	15.6	V8	386 (525)*	1800
	DI16	I	15.6	V8	441 (600)*	1800
Keel cooled	D9	-	9.0	6 L	155 (211)	1900
	D9	-	9.0	6 L	189 (257)	1900
	DI9	I	9.0	6 L	224 (305)*	1900
	DI12	I	11.7	6 L	265 (360)*	1800
	DI12	I	11.7	6 L	301 (409)*	1800
	DI14	I	14.2	V8	339 (461)	1800
	DI14	I	14.2	V8	389 (529)*	1800
	DI14	I	14.2	V8	406 (552)	1800
	DI16	I	15.6	V8	386 (525)*	1800
	DI16	I	15.6	V8	441 (600)*	1800



Dimensions and weights (mm/kg)				
Guidance				
With heat exchanger				
Engine type	L	W	H	Weight dry
D9	1285	832	1092	890
DI9	1285	832	1092	905
DI12	1341	853	1128	1150
DI14	1274	1172	1193	1400*
DI16	1236	1172	1198	1550
For keel cooling				
Engine type	L	W	H	Weight dry
D9	1285	820	1080	855
DI9	1285	820	1132	895
DI12	1341	853	1128	1100
DI14	1274	1172	1193	1325

Mesin Utama

Merek :	Scania Diesel Engine		
Type :	DI12 Marine		
Jumlah Silinder :	14		
Konfigurasi :	Linear		
Daya :	301	kW	
	409	HP	1 HP = 0.736 kW
Putaran Mesin :	1800	rpm	

Dimensi Mesin

L :	1341	mm
B :	853	mm
H :	1128	mm

Berat Mesin

1 mesin :	1150	kg
2 mesin :	2300	kg

Fuel Oil :	197	g/kWh
	145	g/BHPH

Lubricating Oil :	0.5	g/kWh
-------------------	-----	-------

Penentuan Genset

Daya Genset =	25% daya mesin induk	
=	74.405	kW
	54.762	HP



Best Price : Rp. 224.664.000,-

GENERATOR SPECIFICATION

Model	: IW100WS
Frequency	: 50Hz
Rated Power	: 100kw
Max Power	: 110kw
Rated Voltage (V)	: 230/400 3Ph
Rated current (A)	: 180.5
Rated Speed (r/min)	: 1500
Starting Mode	: 24V
Fuel Tank Capacity (Liter)	: 250
Opr. time on single tank fuel	: 10 Hours
Noise level (dB(A)/ 7m)	: 70
Dimension L.W.H. (mm)	: 3250x1050x1800
Net weight (kg)	: 2120kgs

ENGINE SPECIFICATION

ALTERNATOR SPECIFICATION

* Harga sudah termasuk PPN
* Free ongkir Jabodetabek, Surabaya, Medan, Bandung.

Genset			
Merek	IWATA		
Type	IW100WS		
Rated Power	100 KW		
Dimensi Genset			
L =	3250	mm	
B =	1050	mm	
H =	1800	rpm	
Berat Genset			
1 genset =	2120	kg	
2 genset =	4240	kg	
		mm	
Fuel Oil	=	250	liter
	=	183.9	kg
Lubricating Oil	=	0.35	g/kWh

Titik Berat Mesin			
Mesin Induk	Berat	=	2300 Kg
	Titik Berat	=	5 m
	VCG	=	0.673 m
Genset	Berat	=	4240 Kg
	Titik Berat	=	8 m
	VCG	=	1.016
Titik Berat Total		=	6.944954 m
VCG Total		=	0.895043 m

Fuel Oil Consumption

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 301 \text{ kW} \\ \text{bME} &= 197 \text{ g/kWh} \\ S &= 145 \text{ nm} \\ V &= 12 \text{ knots} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{\text{HFO}} = \text{BHPME} \times \text{bME} \times (S/V_s) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{\text{HFO}} = 1.075 \text{ ton}$$

$$W_{\text{HFO}} = 2.149516 \text{ ton} \quad \text{konsumsi fuel oil untuk 2 mesin}$$

$$V_{\text{HFO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 2\%$$

$$V_{\text{HFO}} = 2.332 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.99$

Diesel Oil Consumption

$$C_{\text{DO}} = 0.15$$

Diktat IGM Santosa hal 38, (0.1 ~ 0.2)

$$W_{\text{DO}} = W_{\text{FO}} \cdot C_{\text{DO}}$$

$$W_{\text{DO}} = 0.161 \text{ ton}$$

$$W_{\text{DO}} = 0.322 \text{ ton}$$

konsumsi diesel oil untuk 2 genset

$$V_{\text{DO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 2\%$$

$$V_{\text{DO}} = 0.387 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.85$

Lubricating Oil Consumption

Main Engine

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 301 \text{ kW} \\ \text{bME} &= 0.5 \text{ g/kWh} \\ S &= 145 \text{ nm} \\ V &= 12 \text{ knots} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{\text{LO}} = \text{BHPME} \times \text{bME} \times (S/V_s) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{\text{LO}} = 0.003 \text{ ton}$$

$$W_{\text{LO}} = 0.005 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lub oil untuk 2 mesin}$$

$$V_{\text{LO}} = (W_{\text{DO}} / \rho) + 2\%$$

$$V_{\text{LO}} = 0.006 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.9$

Auxiliary Engine

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 74.40453 \text{ kW} \\ \text{bAE} &= 0.35 \text{ g/kWh} \\ S &= 145 \text{ nm} \\ V &= 12 \text{ knots} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{Lo} = BHPME \times bME \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{Lo} = 0.000 \text{ ton}$$

$$W_{Lo} = 0.001 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lub oil untuk 2 genset}$$

$$V_{Lo} = (W_{do} / \rho) + 2\%$$

$$V_{Lo} = 0.001 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.9$

Fresh Water

Kebutuhan air bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya

Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang diasumsikan sebanyak 15 liter / orang

15 liter untuk 98 orang (65 penumpang, 20 crew)

1470 liter untuk 1 kali trip

2940 liter/ return trip

Berat air tawar untuk pendingin mesin

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

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

Dimana ; = Koefisien pemakaian air tawar untuk mesin (2-5 kg / HP)

$$C_{fw2} = 2.000 \text{ kg / HP}$$

Sehingga ; = 0.818 ton

$$W_{fw} = 1.636 \text{ ton} \quad \gggg \quad 2 \text{ mesin}$$

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

$$W_{fw} = 1.799 \text{ ton}$$

$$V = 1.7994565 \text{ ton}$$

Provision

$$W_{pr} = 0.01 \text{ ton/person}$$

$$= 0.000303 \text{ ton}$$

Beban Pada Lambung

Ukuran utama *Hospital Ship Catamaran*

Lwl	=	44.7	m	L konstruksi			
L	=	44.7	m	Lpp	=	44.7	m
B	=	16	m	0.96 Lwl	=	42.91	m
T	=	2	m	0.97 Lwl	=	43.36	m
H	=	3.6	m	Yang diambil :			
C _B	=	0.567		L konstruksi	=	43.36	m

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

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

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

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

Pressure on the Shell Envelope

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

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

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

Symbols

H_w is the nominal wave limit height

P_d is the weather deck pressure

P_h is the hydrostatic pressure

P_w is the hydrodynamic wave pressure

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

$$T_x + Z_k = T$$

$$T_x + Z_k = 2.00 \quad \text{m}$$

$$T_x + z_k + H_w$$

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

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

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

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

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

$$C_w = \text{wave head, in meters} \\ = 0.0771 L_{WL} (C_b + 0.2)^{0.3} e^{(-0.0044 L_{WL})}$$

$$C_w = 2.61 \quad \text{m}$$

$$x_m = 0.127$$

$$k_m = 1.462 \quad ; k_r = 2.55$$

$$C_{w,\min} = 1.79$$

$$H_{rm} = 11.26 \quad ; x_{wl} = 22 \text{ m}$$

$$H_w = 22.51 \quad \text{m}$$

$$T_x + z_k + H_w = 24.51$$

$$T_x + z_k + 1.5H_w = 35.77$$

Hydrostatic Pressure

$$P_h = 10(T_x - (z - z_k)) \quad \text{kN/m}^2; \quad T_x = 2 \\ = 19 \quad \text{kN/m}^2 \quad z_k = 0 \\ z = 0.1$$

Hydrodynamic Wave Pressure

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

$$P_m = 10f_z H_{rm} \quad \text{kN/m}^2 \quad ; \text{where} \\ P_m = 86.353 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_z = \text{The vertical distribution factor} \\ = k_z + (1 - k_z) \left(\frac{z - z_k}{T_x} \right)$$

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

$$u = 0.28$$

$$k_z = 0.75$$

$$f_z = 0.77$$

$$P_p = 10.H_{pm} \quad \text{kN/m}^2 \quad ; \text{where} \\ = 20.057 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_L = 0.3 \text{ for } L_{WL} > 50 \\ = 0.3$$

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

$$= 0 \quad \text{but not less than} \\ f_L \sqrt{L_{WL}} = 2.006$$

Jadi, $P_w = 86.353 \quad \text{kN/m}^2$

Pressure on Weather and Interior Decks

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

where

$$f_L = \text{the location factor for weather decks}$$
$$= 1.25$$
$$= 1 \quad \text{for interior decks}$$
$$E = \frac{0.7 + 0.08L_{WL}}{D - T} \quad \text{kN/m}^2$$
$$= 2.673$$
$$P_{wh} = 11.454 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{and}$$
$$P_{wh} = 9.674 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$$

Pressure on the Shell Envelope

$$P_s = P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k$$
$$P_s = 105.35 \quad \text{kN/m}^2$$
$$P_s = P_d \quad \text{at } z = T_x + z_k + H_w$$
$$P_s = 11.454 \quad \text{kN/m}^2$$
$$P_s = 9.674 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$$
$$P_s = 0.5P_d \quad \text{at } z \geq T_x + z_k + 1.5 H_w$$
$$P_s = 5.727 \quad \text{kN/m}^2$$
$$P_s = 4.837 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}$$

IMPACT LOADS

Impact Pressure for Displacement Mode

$$P_{dh} = \Phi_{dh} \left(19 - 2720 \left(\frac{T_x}{L_{WL}} \right)^2 \right) \sqrt{L_{WL} V} \quad \text{kN/m}^2$$
$$P_{dh} = 0 \quad V = 12 \quad \text{Knot}$$
$$P_{dh} \geq P_m$$
$$P_{dh} = 86.353 \quad \text{kN/m}^2$$

Freebody Impact Pressure for Displacement Mode

$$P_f = f_f L_{WL} (0.8 + 0.15\Gamma)^2 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP}$$
$$= P_{dh} \quad \text{at } 0.9L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$= P_m \quad \text{at } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$= 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$

$$P_f = 51.103 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP}$$
$$P_f = 86.353 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{at } 0.9L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$P_f = 86.353 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{at } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$
$$P_f = 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}$$

CROSS-DECK STRUCTURE FOR MULTI-HULL CRAFT

Impact Pressure

$$P_{pc} = \nabla_{pc} K_{pc} V_R V \left(1 - \frac{G_A}{H_{03}} \right)$$

$$P_{pc} = 0$$

COMPONENT DESIGN LOADS

Deckhouses, Bulwarks and Superstructures

$$P_{dhp} = C_1 P_d$$

where

$$C_1 = 1.25$$

$$P_d = 11.454 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{dhp} = 57.272 \text{ kN/m}^2$$

Deck Area Designed for Cargo, Stores and Equipment

$$P_{cd} = W_{CDP} (1 + 0.5 a_x) \text{ kN/m}^2$$

where

$$W_{CDP} = 5$$

a_x is given in Pt 5, Ch 2, 3.2 Vertical acceleration 3.2.7 and is not to be taken as less than 1.0.

W_{CDP} is the pressure exerted by the cargo on deck specified by the designer in kN/m^2

$$a_x = \left(0.86 - 0.32 \frac{x_a}{L_{WL}} + 1.76 \left(\frac{x_a}{L_{WL}} \right)^2 + \xi_a \right)$$

$$a_v = 0.2G + 34/L_{WL} \quad ; G = 9.81$$

$$= 2.723$$

$$x_a = 22$$

$$x_{LCG} = 19.46$$

$$\xi_a = 0.14 + 0.32 \frac{x_{LCG}}{L_{WL}} - 1.76 \left(\frac{x_{LCG}}{L_{WL}} \right)^2$$

$$\xi_a = -0.054$$

$$a_x = 2.93$$

$$P_{cd} = 51.720 \text{ kN/m}^2$$

Nomenclature and Design Factors

P_s = shell envelope pressure

P_{dh} = impact pressure

P_{dhp} = deckhouse, bulwarks and superstructure pressure

P_{cd} = cargo

P_{wh} = pressure on weather deck

P_{pc} = impact pressure acting on the cross-deck structure

P_{WDP} = design pressure for weather deck plating

P_f = forebody impact pressure

H_f = Hull notation

$H_f = 1.05$

G_f = service area restriction notation factor

$G_f = G_3 = 0.85$

S_f = service type factor notation

$S_f = 1$

HULL ENVELOPE DESIGN CRITERIA

Hull Structures

Bottom Shell

$$\begin{aligned} P_{BP} &= H_f S_f P_s \\ &= 6.014 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{or} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{BP} &= H_f S_f G_f P_{dh} \\ &= 77.070 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{or} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{BP} &= H_f S_f G_f P_f \\ &= 77.070 \end{aligned}$$

So,

$$P_{BP} = 77.070 \text{ kN/m}^2$$

Outboard Side Shell

$$\begin{aligned} P_{SP} &= P_{BP} \\ &= 77.070 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Inboard Side Shell

$$\begin{aligned} P_{SP} &= P_{BP} \\ &= 77.070 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{or} \end{aligned}$$

$$P_{SP} = 1.6 \times P_{WDP} \text{ at wet deck}$$

$$= 82.751 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{SP} = 82.751$$

Wet deck

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

$$= 6.014$$

or

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

$$= 0$$

So,

$$P_{CP} = 6.014 \text{ kN/m}^2$$

Weather Deck

$$P_{WDP} = H_f S_f G_f P_{wh}$$

$$= 10.223 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{WDP} = P_{cd}$$

$$= 51.720 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{WDP} = 51.720 \text{ kN/m}^2$$

Interior Deck

$$P_{IDP} = H_f S_f P_{wh}$$

$$= 10.158 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{IDP} = P_{cd}$$

$$= 51.720 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{IDP} = 51.720 \text{ kN/m}^2$$

Deckhouses, Bulwarks and Superstructure

$$P_{DHP} = H_f S_f G_f P_{dhp}$$

$$= 51.116 \text{ kN/m}^2$$

Inner Bottom

$$P_{IBP} = H_f S_f P_m + P_h$$

$$= 109.670 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{min. 10T} = 20 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat minimum berdasarkan **Lloyd's Register Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft, Part 7 Hull Construction in Aluminium, Chapter 4, Section 2**

MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS

Symbols

ω = service type factor as determined

$$\omega = 1 \quad \text{for passenger}$$

$$k_m = 385 / (\sigma_a + \sigma_u)$$

σ_a = specified minimum yield stress or 0,2% proof stress of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

$$= 230 \quad \text{N/mm}^2$$

σ_u = specified minimum ultimate tensile strength of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

$$= 315 \quad \text{N/mm}^2$$

$$k_m = 0.730$$

$$L_R = 44.70 \quad \text{m}$$

Shell Envelope

Bottom Shell Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.7\sqrt{L_R} + 1.0) \geq 4.0 \omega$$

$$4.854 \geq 4$$

Side Shell Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.053 \geq 3.5$$

Wet-deck Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.053 \geq 3.5$$

Inner Bottom Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.7\sqrt{L_R} + 1.3) \geq 3.5 \omega$$

$$5.110 \geq 3.5$$

Main Deck Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.053 \geq 3.5$$

Lower Deck/Inside Deckhouse

$$\omega \sqrt{k_m}(0.3\sqrt{L_R} + 1.3) \geq 3.0\omega$$

$$2.825 \geq 3$$

Superstructure Side Plating

$$\omega \sqrt{k_m}(0.4\sqrt{L_R} + 1.1) \geq 3.0\omega$$

$$3.225 \geq 3$$

Deckhouse Front 1st Tier

$$\omega \sqrt{k_m}(0.62\sqrt{L_R} + 1.8) \geq 3.5\omega$$

$$5.080 \geq 3.5$$

Deckhouse Front Upper Tiers

$$\omega \sqrt{k_m}(0.55\sqrt{L_R} + 1.5) \geq 3.0\omega$$

$$4.424 \geq 3$$

Deckhouse Aft

$$\omega \sqrt{k_m}(0.25\sqrt{L_R} + 0.7) \geq 2.5\omega$$

$$3.026 \geq 2.5$$

SHELL ENVELOPE PLATING

Symbols

$$L_R = 44.70 \text{ m}$$

K_s = Higher tensile steel factor

$$K_s = 1$$

Plating General

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

where

limiting bending stress coefficient for the plating element under

f_σ = consideration given in Table 7.3.1 Limiting stress coefficient for local loading in Chapter 7

s = stiffener spacing, in mm

$$= 600 \text{ mm}$$

γ = convex curvature correction factor

$$= 0.7$$

β = panel aspect ratio correction factor

$$= 1$$

p = design pressure, in kN/m^2

Keel Plates

The breadth, b_k , and thickness, t_k , of plate keels are not to be taken as less than:

$$b_k = 5.0 L_R + 250 \text{ mm}$$

$$b_k = 473.5 \text{ mm}$$

$$t_k = \sqrt{k_s} 1.35 L_R^{0.45} \text{ mm}$$

$$t_k = 7.464 \text{ mm}$$

$$t_k = 8 \text{ mm}$$

Bottom Outboard Plating

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

where

$$p = P_{BP}$$

$$= 77.070 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 6.288 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

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

Bottom Inboard Plating

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

where

$$p = P_{BP}$$

$$= 77.070 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 6.288 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

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

Side Outboard Plating

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

where

$$p = P_{SP} = 77.070 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 6.221 \text{ mm}$$

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

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

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

Side Inboard Plating

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

where

$$p = P_{SP} = 82.751 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 6.516 \text{ mm}$$

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

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

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

Wet-deck Plating

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

where

$$p = P_{CP} = 6.014 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.75$$

$$t_p = 1.757 \text{ mm}$$

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

$$t_p \geq t_{\min} \text{ rejected}$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

Inner Bottom Plating

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

where

$$p = P_{IBP} = 109.670 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 f_{\sigma} &= 0.75 \\
 t_p &= 7.501 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 5 \text{ mm} \\
 t_p &\geq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 t &= 8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Weather Deck Plating

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

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{WDP}} \\
 &= 51.720 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.75 \\
 t_p &= 5.151 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 4 \text{ mm} \\
 t_p &\geq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 t &= 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Superstructures, Deckhouses, and Bulwarks Plating

House Side Plating

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

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 51.12 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.501 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p &\geq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 t &= 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

House Front Plating

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

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 51.12 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.501 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p &\geq t_{\min} \text{ accepted}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 t &= 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

House End Plating

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

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$= 51.12 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.65$$

$$t_p = 5.501 \quad \text{mm}$$

$$t_{\text{min}} = 3 \quad \text{mm}$$

$$t_p \geq t_{\text{min}} \quad \text{accepted}$$

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

House Top Plating

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

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$= 51.12 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.65$$

$$t_p = 5.501 \quad \text{mm}$$

$$t_{\text{min}} = 3 \quad \text{mm}$$

$$t_p \geq t_{\text{min}} \quad \text{accepted}$$

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

Bulwark

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

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$= 51.12 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.65$$

$$t_p = 5.501 \quad \text{mm}$$

$$t_{\text{min}} = 3 \quad \text{mm}$$

$$t_p \geq t_{\text{min}} \quad \text{accepted}$$

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

Interior Deck

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

where

$$p = P_{IDP}$$

$$= 51.720 \text{ kN/m}^2$$

$$f_\sigma = 0.65$$

$$t_p = 5.534 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 3 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

Tinggi floor minimal

$$d_w = 6,2 LR + 50 \text{ mm}$$

$$d_w = 327.14 \text{ mm}$$

$$d_w \text{ diambil} = 500 \text{ mm}$$

untuk mempermudah perhitungan berat, tebal pelat diambil sebagai berikut:

$$\text{pelat lambung} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{pelat geladak} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{pelat bangunan atas} = 6 \text{ mm}$$

Equipment & Outfitting

1. Kursi Penumpang

Jumlah Kursi	=	65	unit
Massa Jenis	=	600	kg/m ³
Panjang	=	1.4	m
Tinggi	=	0.7	m
Lebar	=	0.5	m
Volume	=	0.021	m ³
Berat Kursi	=	6.1	kg
Berat Total	=	396.5	kg
LCG	=	7.37	m
VCG	=	4	m

2. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada perhitungan Z number.

$$Z = \Delta^{(2/3)} + 2hB + 0,1A$$

ref : *Buku Ship Outfitting*

Dimana :

Z	=	Z Number		
Δ	=	Moulded Displacement	=	342 ton
h	=	Freeboard	=	1.6 m
B	=	Lebar	=	8.4 m
A	=	Luasan di atas sarat		
		Luasan deck	=	816.481 m ²
		Luasan atap	=	73.65289 m ²
		Luasan total	=	890.1339 m ²
Z	=	164.798104		

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar dengan Z number 161.10881 yakni :

Jumlah	=	2	unit
Berat min	=	165	kg

Sementara itu dari website http://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-Steel-Carbon-Steel-Marine-Danforth_60253778742.html?spm=a2700.7724838.0.0.EGNsvr didapatkan jangkar dengan spesifikasi

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah :

Berat	=	165	kg
jumlah	=	2	unit
Berat total	=	330	kg
LCG	=	49.5	m
VCG	=	2.8	

3. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga beratnya diasumsikan sebesar

	=	300	kg
LCG	=	4.5	m
VCG	=	10.4	m

4. Peralatan Keselamatan (Life boat, Life Raft, Life Jacket)



Partly Enclosed Life Boat

FOB Price:	US \$500 - 4,000 / Set Get Latest Price
Min. Order Quantity:	1 Set/Sets partly enclosed life boat
Supply Ability:	10 Set/Sets per Month
Port:	ShangHai
Payment Terms:	L/C,D/A,D/P,T,Western Union,MoneyGram,E-credit, paypal, cash

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

[See larger image](#)

Craft Weight	=	2800	kg
Daya angkut Life Boat	=	40	orang
Diasumsikan dapat mengangkut	=	35	orang
LCG	=	7	m
VCG	=	9.5	m



Marine liferaft

FOB Price:	US \$600 - 5,000 / Piece Get Latest Price
Min. Order Quantity:	1 Piece/Pieces for Marine liferaft
Supply Ability:	500 Piece/Pieces per Month for Marine liferaft
Port:	Shanghai or Ningbo
Payment Terms:	L/C,T/T,Western Union

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

[See larger image](#)

Product Details	Company Profile	Transaction History
---------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

Quick Details

Place of Origin:	Zhejiang, China (Mainland)	Brand Name:	Dehuan
Capacity:	6/10/25/30/50/65.100	Equipment Outfit:	HSC PACK
Material:	Synthetic rubber;water-proof cloth ...	Temperature inflating range:	-30 to 65°C

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan awak kapal		
Penumpang + awak kapal	=	85 orang
Daya angkut life raft	=	25 orang
Dibutuhkan setidaknya 4 buah life raft		
Berat 1 unit	=	80 kg
Berat total life raft	=	320 Kg
LCG	=	15 m
VCG	=	3.7 m



SOLAS marine Life jacket (RSCY-A4)

FOB Price:	US \$8 - 20 / Piece Get Latest Price
Min. Order Quantity:	100 Piece/Pieces
Supply Ability:	8000 Piece/Pieces per Month
Port:	shanghai
Payment Terms:	L/C,D/P,T/T

[Contact Supplier](#) [Chat Now!](#)

Life jackets setidaknya mampu memenuhi jumlah semua penumpang dan kru diatas kapal yang jumlahnya 85 orang

Berat 1 unit :	0.5 Kg
Berat Total :	49 K9
LCG :	7 m
VCG	3.7 m

5. Crane

Max. load (t)	Weight (t) at max. working radius			
	15 m	20 m	25 m	30 m
10	18	22	26	
15	24	28	34	
20		32	38	45
25		38	44	54
30		42	48	57
35		46	52	63

Load :	25 ton
Weight :	3800 Kg
Weight :	38 ton
Radius :	20 m
LCG :	16.7 m
VCG	6.6 m

6. Windlass

Berat = 900 Kg
Jumlah = 2
Berat total = 1800 Kg
LCG = 44 m
VCG = 3.8 m

Titik Berat Equipment

Kursi Penumpang	Berat	397	Kg
	Titik Berat	7.37	m
	VCG	4	m
Jangkar	Berat	330	Kg
	Titik Berat	49.5	m
	VCG	2.8	
Navigasi	Berat	300	Kg
	Titik Berat	4.5	m
	VCG	10.4	
Life boat	Berat	2800	Kg
	Titik Berat	7	m
	VCG	9.5	
Life jacket	Berat	49	Kg
	Titik Berat	7	m
	VCG	3.7	
Life raft	Berat	320	Kg
	Titik Berat	15	m
	VCG	3.7	
Windlass	Berat	1800	Kg
	Titik Berat	44	m
	VCG	3.8	m
Crane	Berat	3800	Kg
	Titik Berat	18.3	m
	VCG	6.6	m

Titik Berat Total = 14.4 m
VCG Total = 7.34 m

Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT)

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	65	persons
	Berat penumpang	75	kg/person
	Berat barang bawaan	10	kg/person
	Berat total penumpang	4875	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	650	kg
2	Berat Kendaraan		
	Jumlah kendaraan	12	unit
	Berat Kendaraan	1085	kg/unit
	Berat total kendaraan	13020	kg
3	Berat Muatan dalam Kontainer		
	Buah-buahan	34452.9	kg
	Sayur-mayur	38097.0	kg
	Daging ternak	41409.8	kg
	Berat total muatan dalam kontainer	113959.67	kg
	Berat total muatan	127629.67	kg
	127.630	ton	
4	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	20	persons
	Berat crew kapal	75	kg/persons
	Berat barang bawaan	10	kg/persons
	Berat total crew kapal	1500	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	200	kg
	Berat total	1700	kg
1.700	ton		
5	Berat Lubricating Oil	0.007	ton
6	Berat Fresh Water	4.739	ton
7	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	2.150	ton
8	Berat bahan bakar untuk Generator Set	0.322	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat total Muatan	127.630	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	1.700	ton
3	Provisions	0.0003	ton
3	Berat Lubricating Oil	0.007	ton
4	Berat Fresh Water	4.739	ton
5	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	2.150	ton
6	Berat Bahan Bakar untuk Genset	0.322	ton
Total		136.548	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas dua lambung	556551000	mm ²
		556.551	m ²
	Luasan transom	26599000	mm ²
		26.599	m ²
	Luas tunnel	605615000.0	mm ²
		605.615	m ²
	Total luasan lambung kapal	1188.765	m ²
	Tebal pelat lambung	8	mm
		0.008	m
	Volume shell plate = luas x tebal	9.510	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	74654.442	kg
74.654		ton	
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Luasan main deck kapal	696131000.000	mm ²
	Luasan upper deck kapal	120350000.000	mm ³
	Total luasan geladak kapal	696.131	m ²
	Tebal pelat geladak	6	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	4.177	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	32787.770	kg
		32.788	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris</i>		
	<i>20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 20%)</i>		
	Berat lambung + geladak kapal	107.442	ton
	20% dari berat kapal	21.488	ton
Berat Konstruksi Total	21.488	ton	

4	Berat Bangunan Atas Kapal		
	Luas permukaan dinding bangunan atas	409888000	mm ²
	Luas permukaan dinding bangunan atas	409.888	m ²
	Ketebalan pelat dinding bangunan atas	6	mm
	Berat jenis baja	2700	kg/m ³
	Volume shell plate = luas x tebal	2.459	m ³
	Berat	6.640	ton
	<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 20%)</i>		
	Berat konstruksi bangunan atas	1.328	ton
	Berat Total	7.968	ton
5	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang Railing	42.000	m
	Diameter pipa	0.050	m
	Tebal pipa	3.000	mm
		0.003	m
	Luas permukaan railing	6.597	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.020	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	155.367	kg
		0.155	ton
	7	Equipment & Outfitting	
Kursi Penumpang		396.500	kg
Jangkar		330.000	kg
Peralatan Navigasi		300.000	kg
Life Boat		2800.000	kg
Windlass		1800.000	Kg
Life Raft		640.000	kg
Berat Total		6266.500	kg
		6.267	ton
8	Berat Atap Kapal		
	<i>Material atap menggunakan pelat aluminium dengan tebal 6 mm</i>		
	<i>Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas atap kapal	73652887	mm ²
		73.653	m ²
	Tebal pelat	6.000	mm
		0.006	m
	Volume atap = luas x tebal	0.442	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	1193.177	kg
1.193		ton	

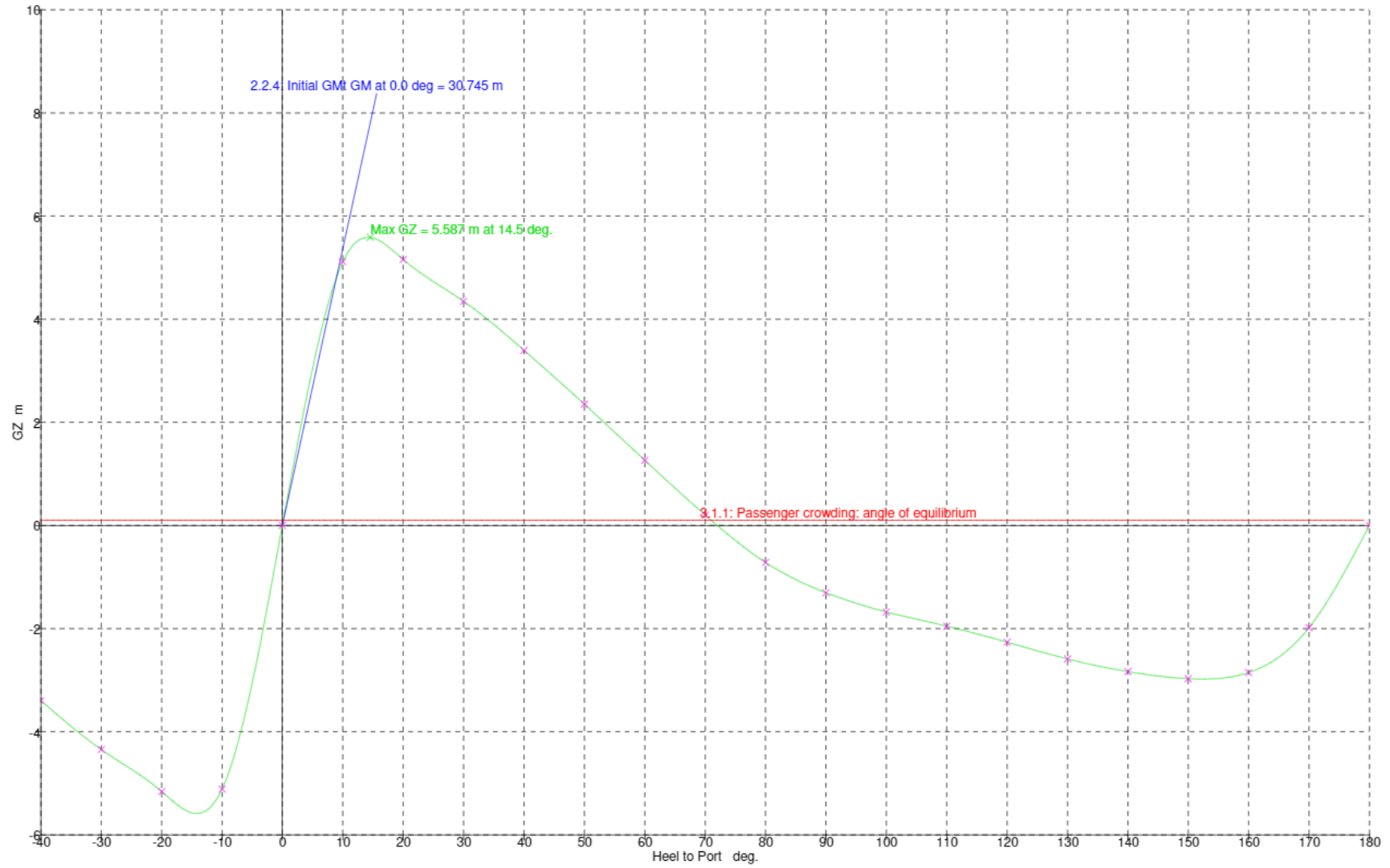
9	Berat Kaca		
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas kaca	137914932	mm ²
		137.915	m ²
	Tebal kaca	5.000	mm
		0.005	m
	Volume kaca = luas x tebal	0.690	m ³
	<i>r kaca</i>	2.56	gr/cm ³
		2560	kg/m ³
	Berat Total	1765.311 1.765	kg ton
10	Machinery		
	Genset		
	Berat	2120.000	kg
	Jumlah	2.000	unit
	Berat genset	4240.000	kg
		4.240	ton
	Main Engine		
	Jumlah Inboard motor	2	unit
	Berat Inboard motor	1150	kg/unit
	Berat mesin	2300	kg
2.300		ton	
Propeller			
Berat	1.000	ton	
Jumlah	2.000	unit	
Berat Propeller	2.000	ton	
Shaft			
Berat	1.200	ton	
Jumlah	2.000	unit	
Berat Shaft	2.400	ton	
12	Crane		
	Berat	38	ton
	Jumlah	1	unit

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	74.654	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	32.788	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	21.488	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	7.968	ton
5	Berat Railing	0.155	ton
7	Equipment & Outfitting	6.267	ton
8	Berat Atap Kapal	1.193	ton
9	Berat Kaca	1.765	ton
10	Machinery	10.940	ton
12	Crane	38.000	ton
Total		195.219	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	136.548	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	195.219	ton
Total		331.768	ton

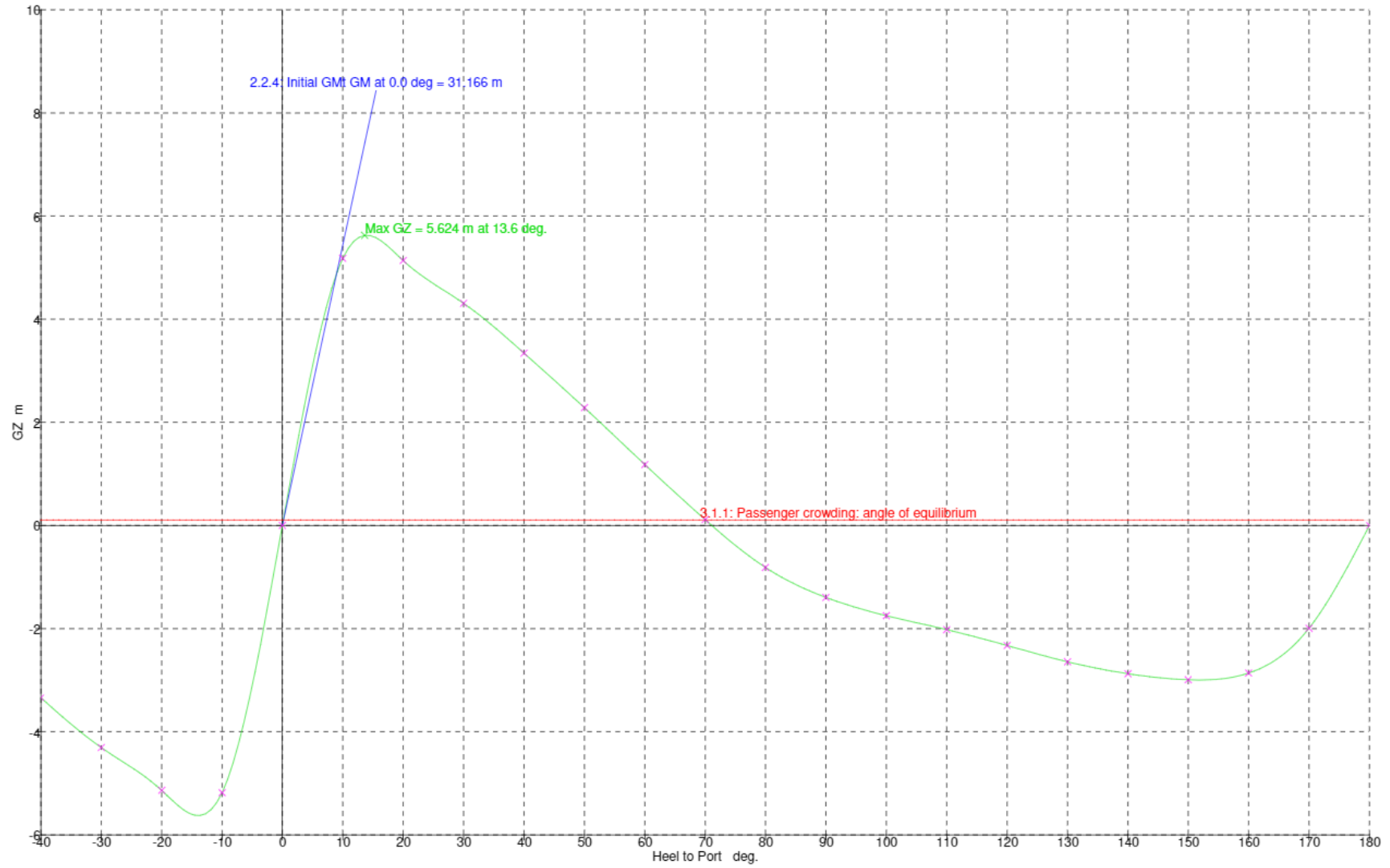
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement = $2 \times L \times B \times T \times \rho$	342.000	ton
2	DWT	136.548	ton
3	LWT	195.219	ton
4	Displacement = DWT +LWT	331.768	ton
Selisih		10.232	ton
		2.99%	

Righting Lever (GZ) Load Case 1



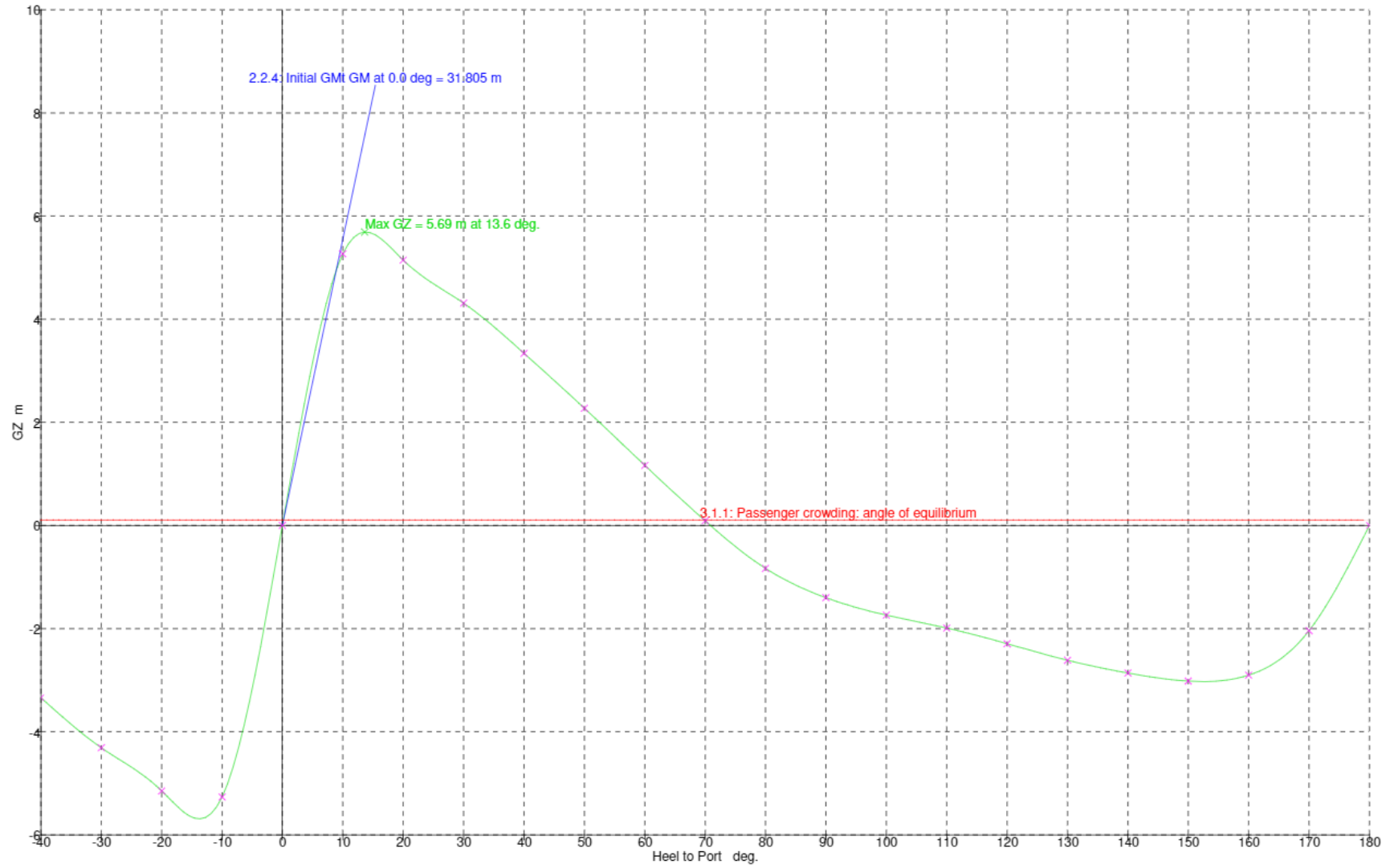
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 2



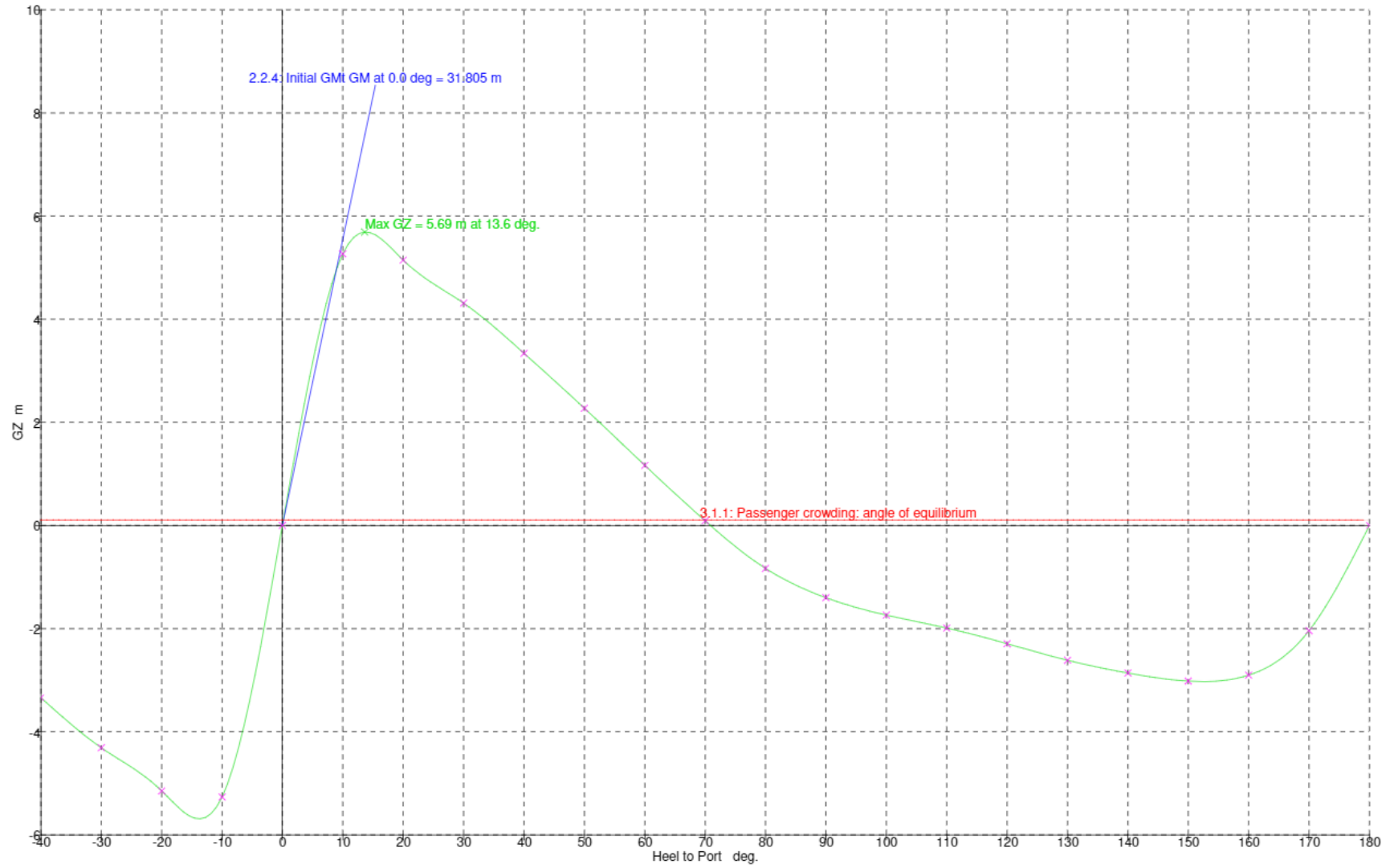
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 3



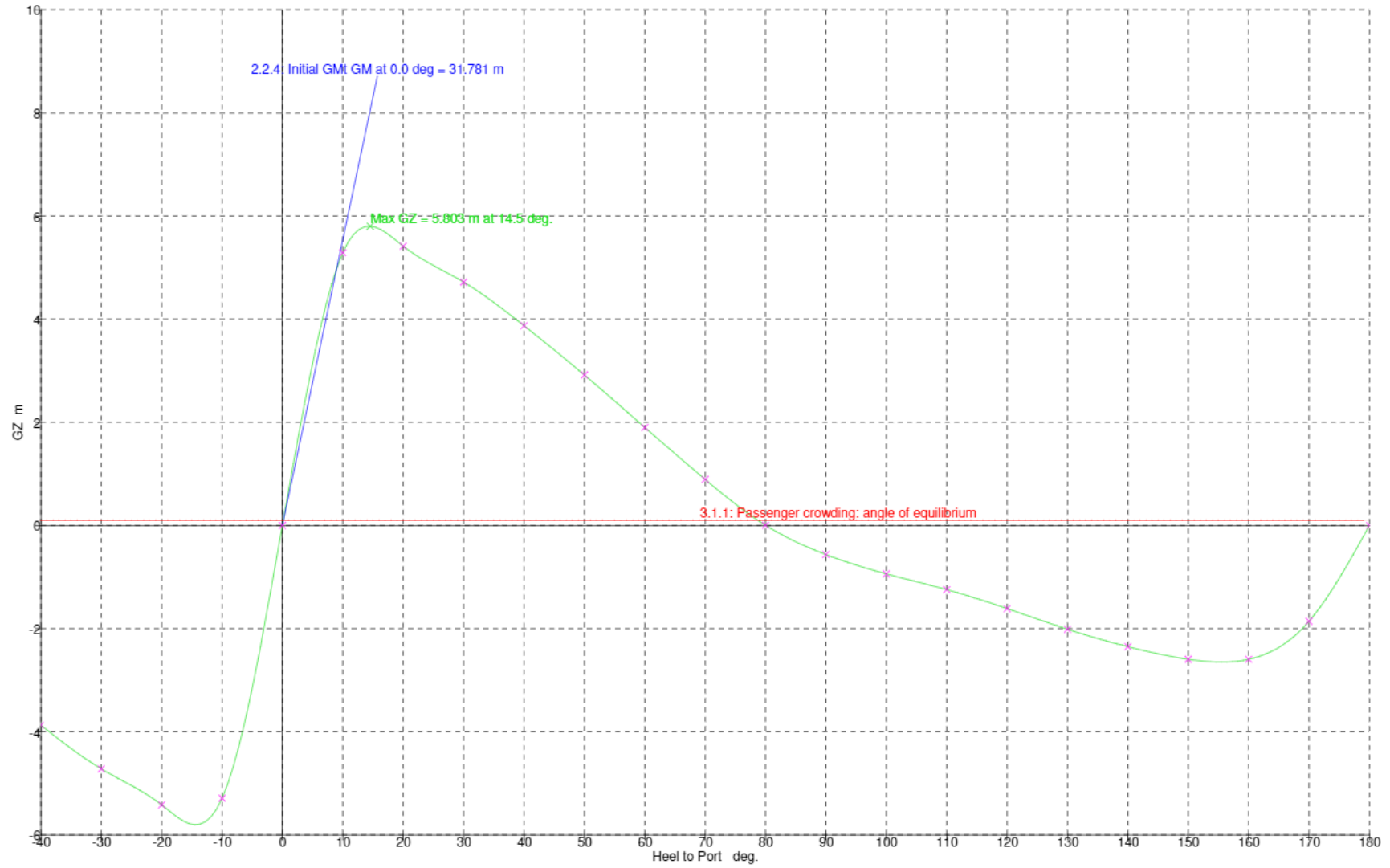
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 4



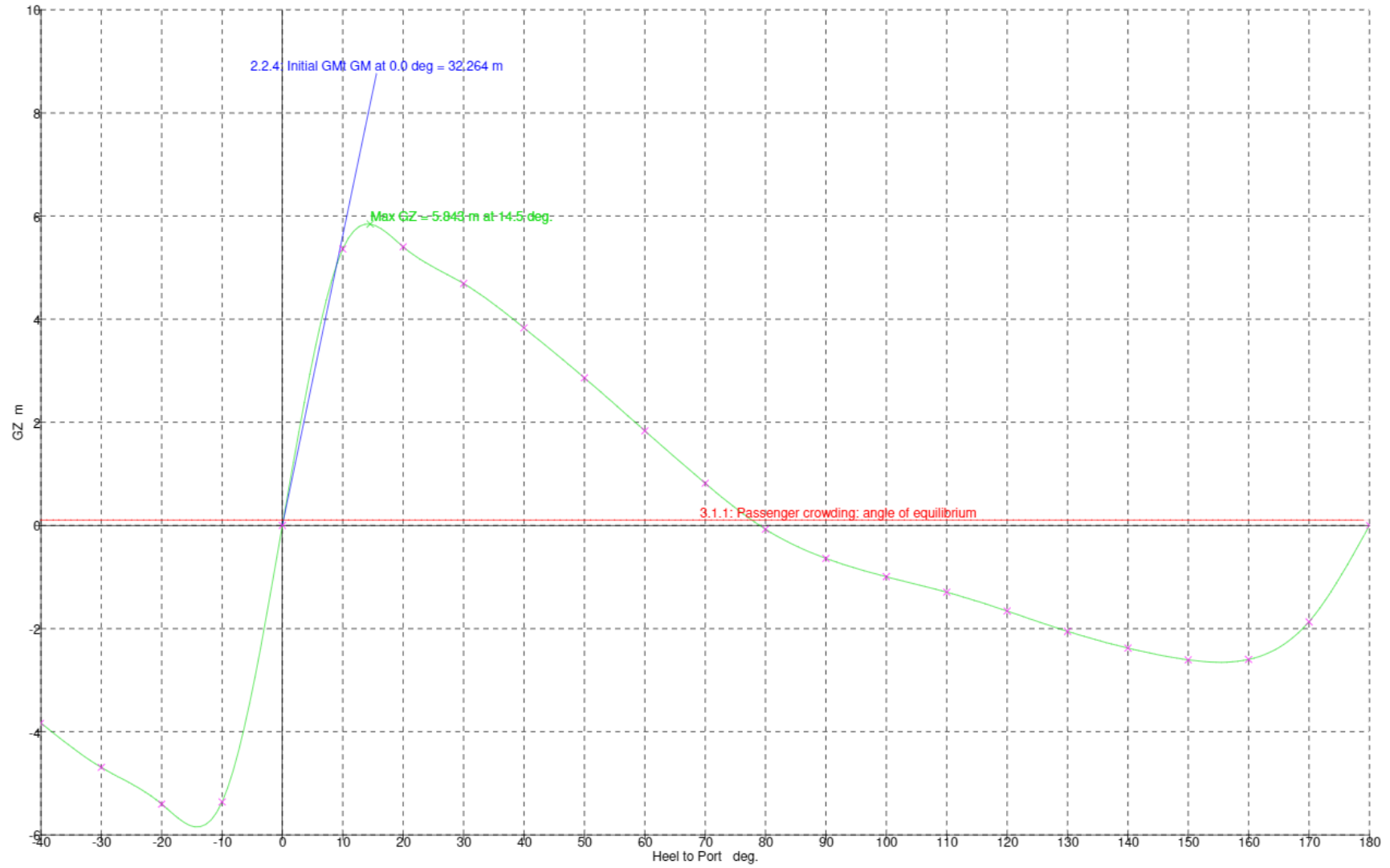
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 5



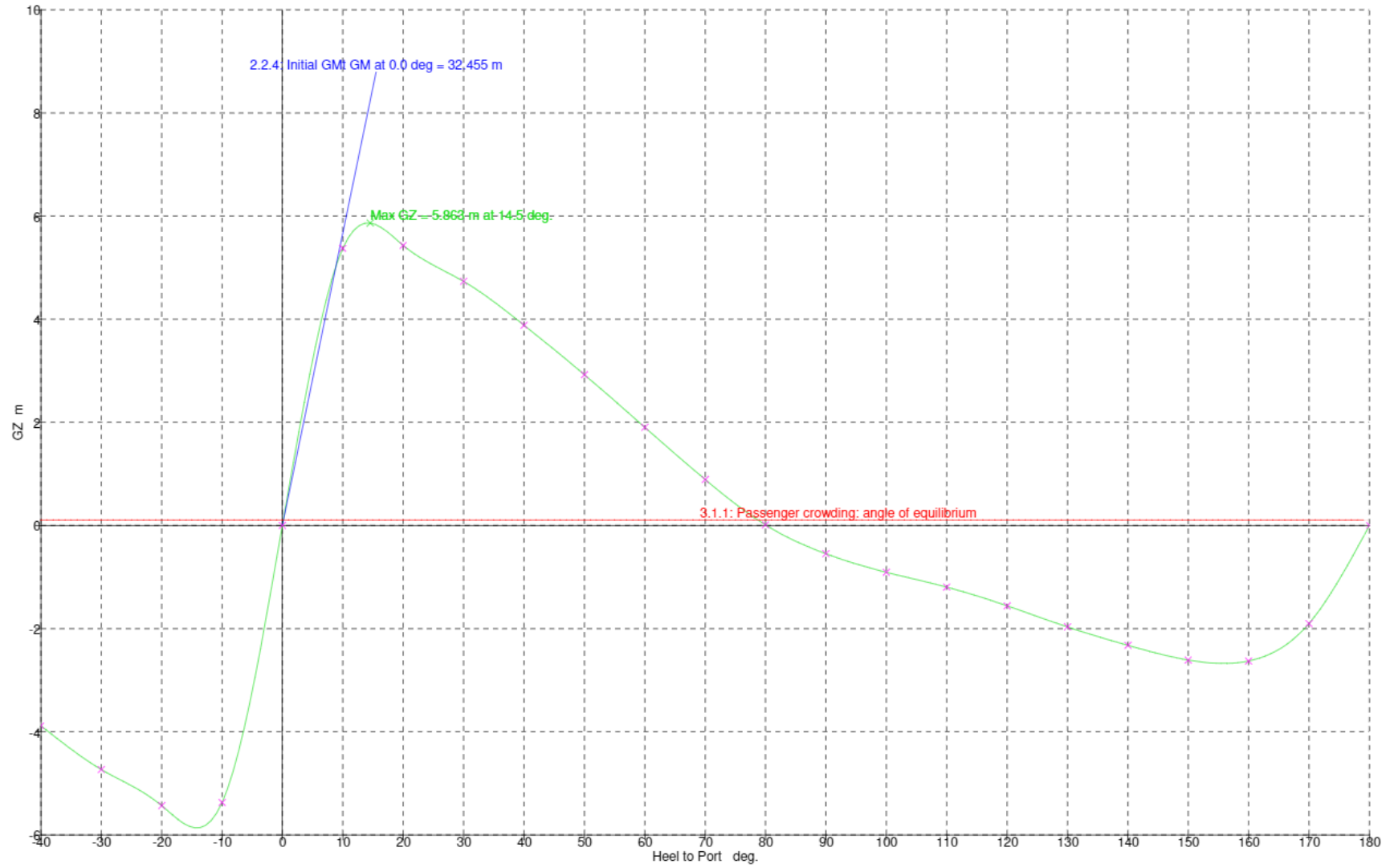
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 6



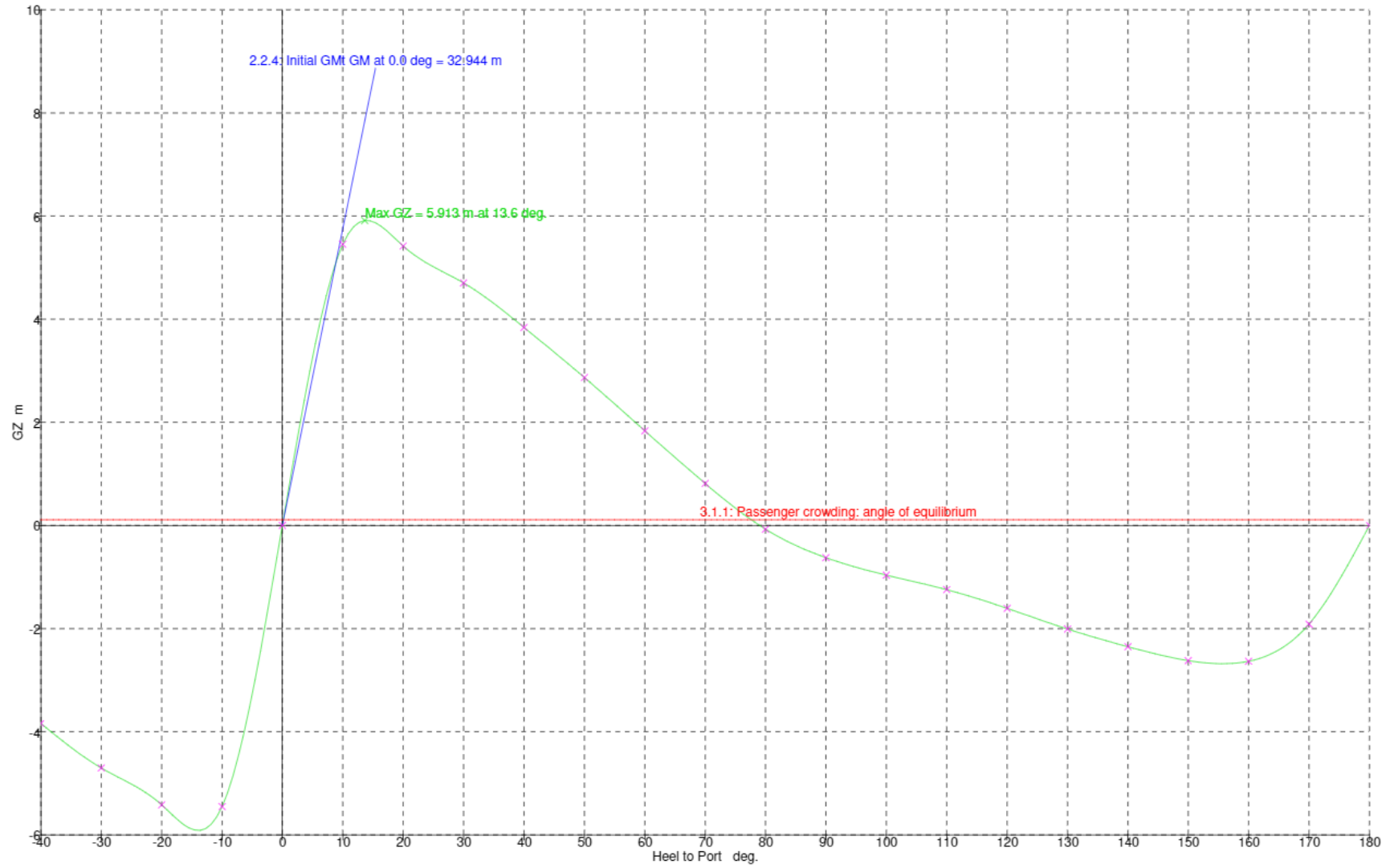
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 7



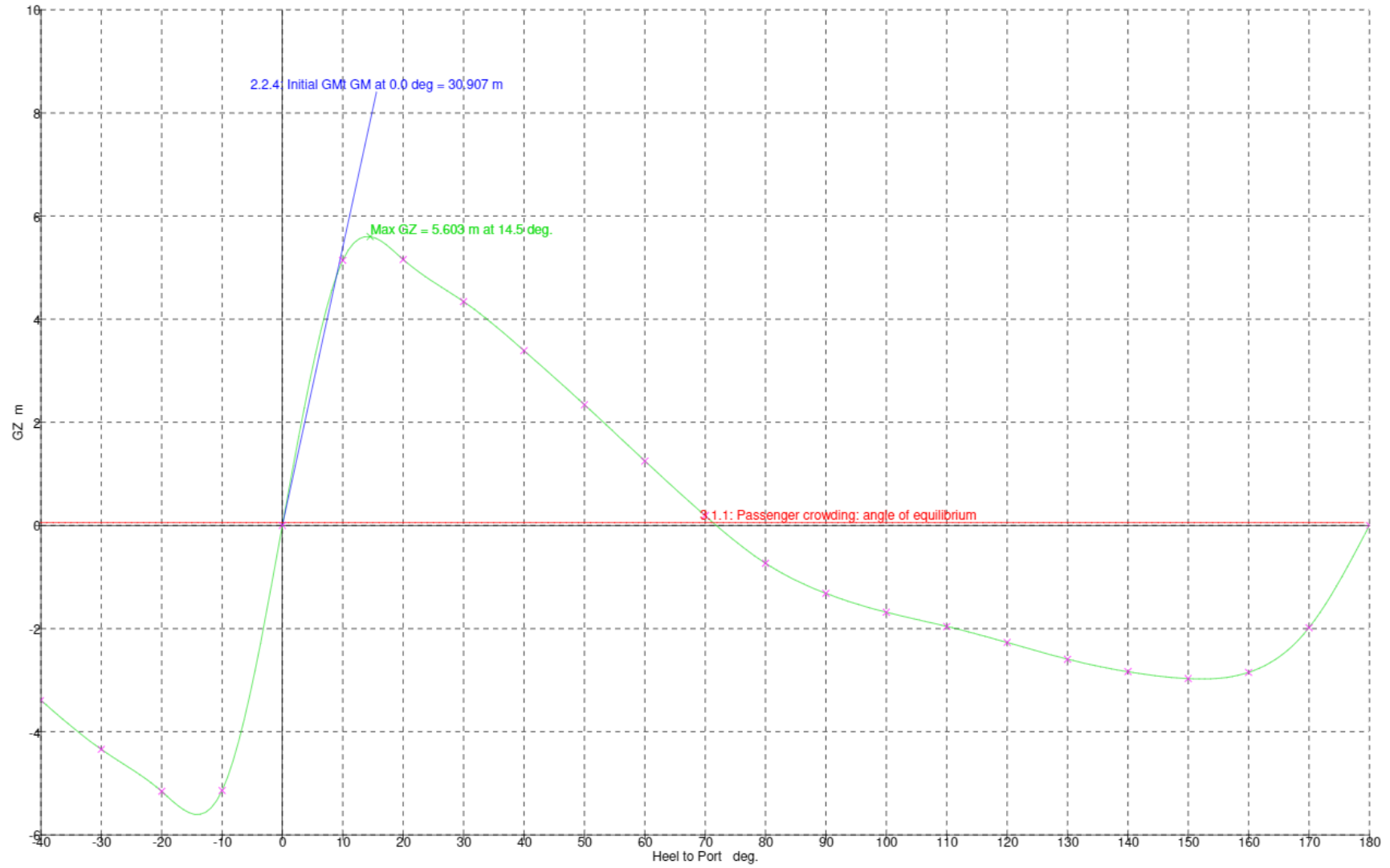
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 8



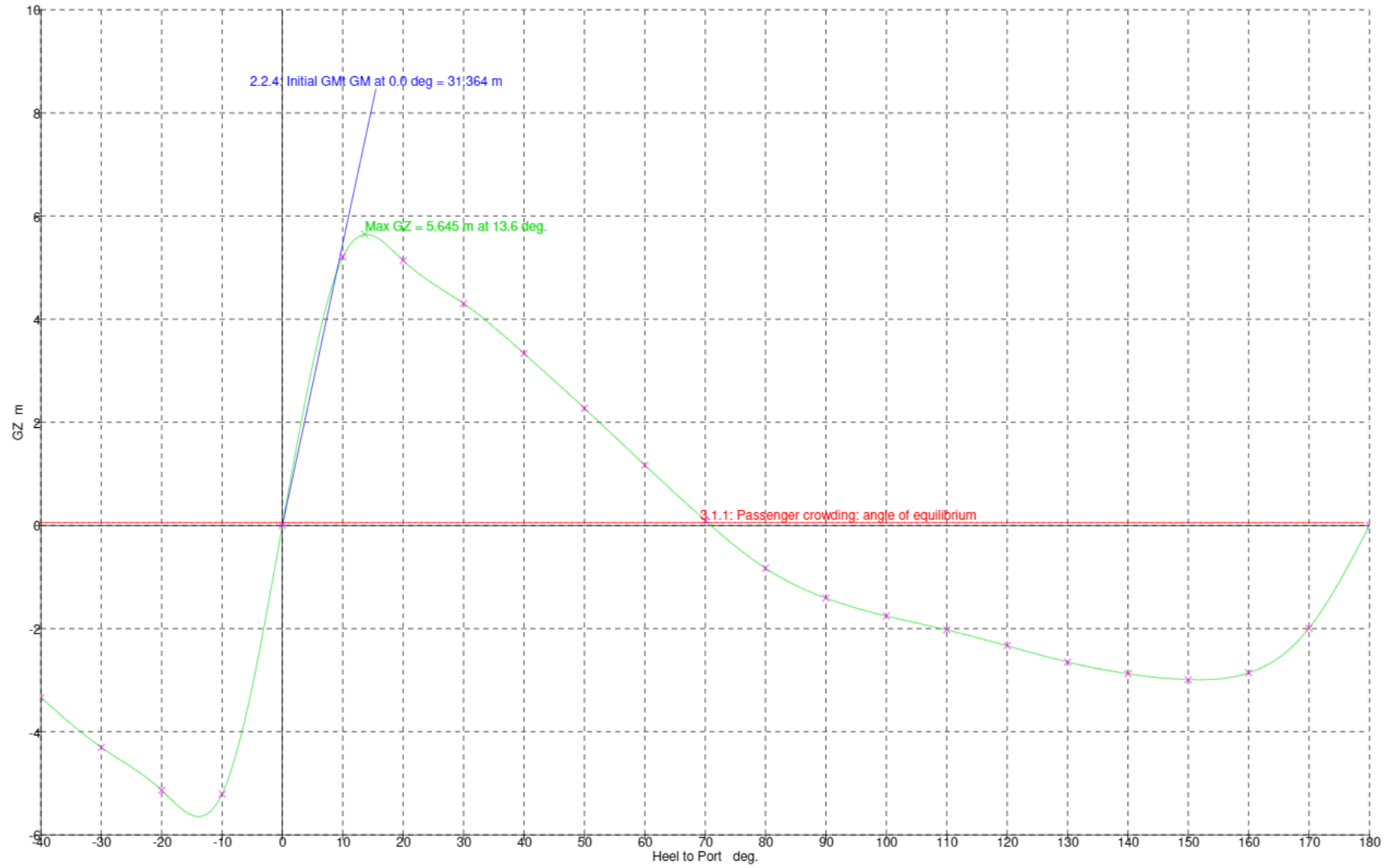
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 9



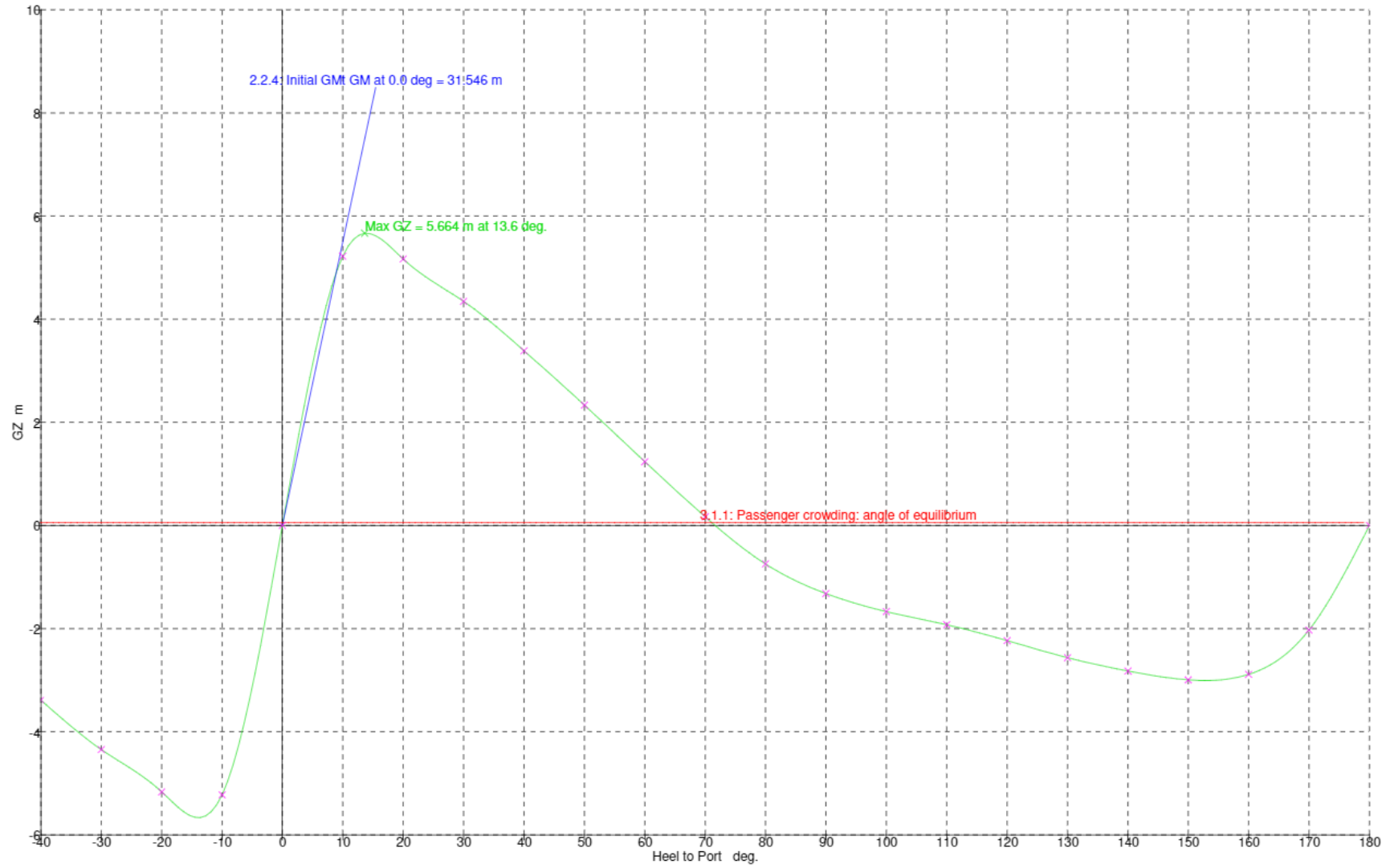
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 10



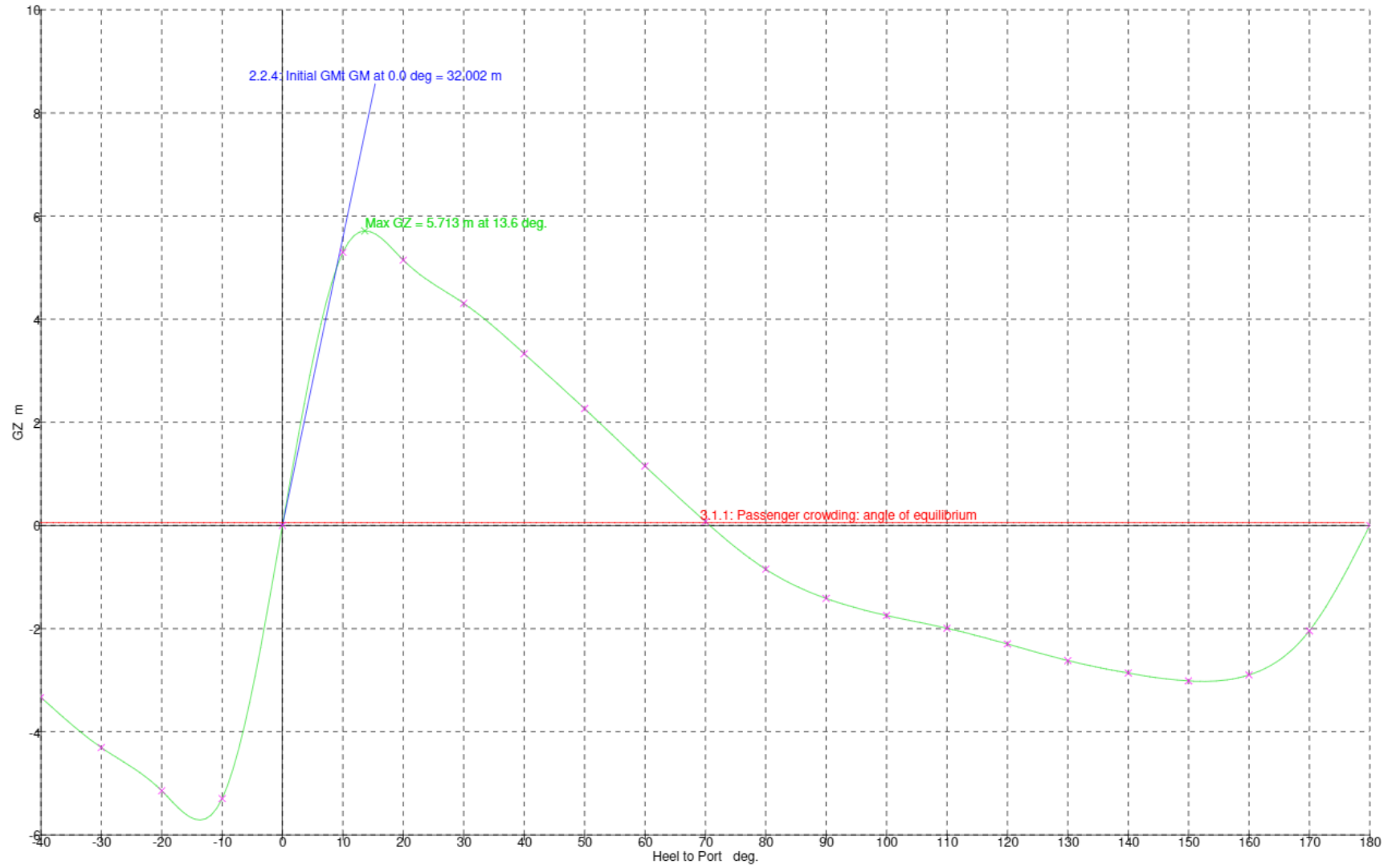
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 11



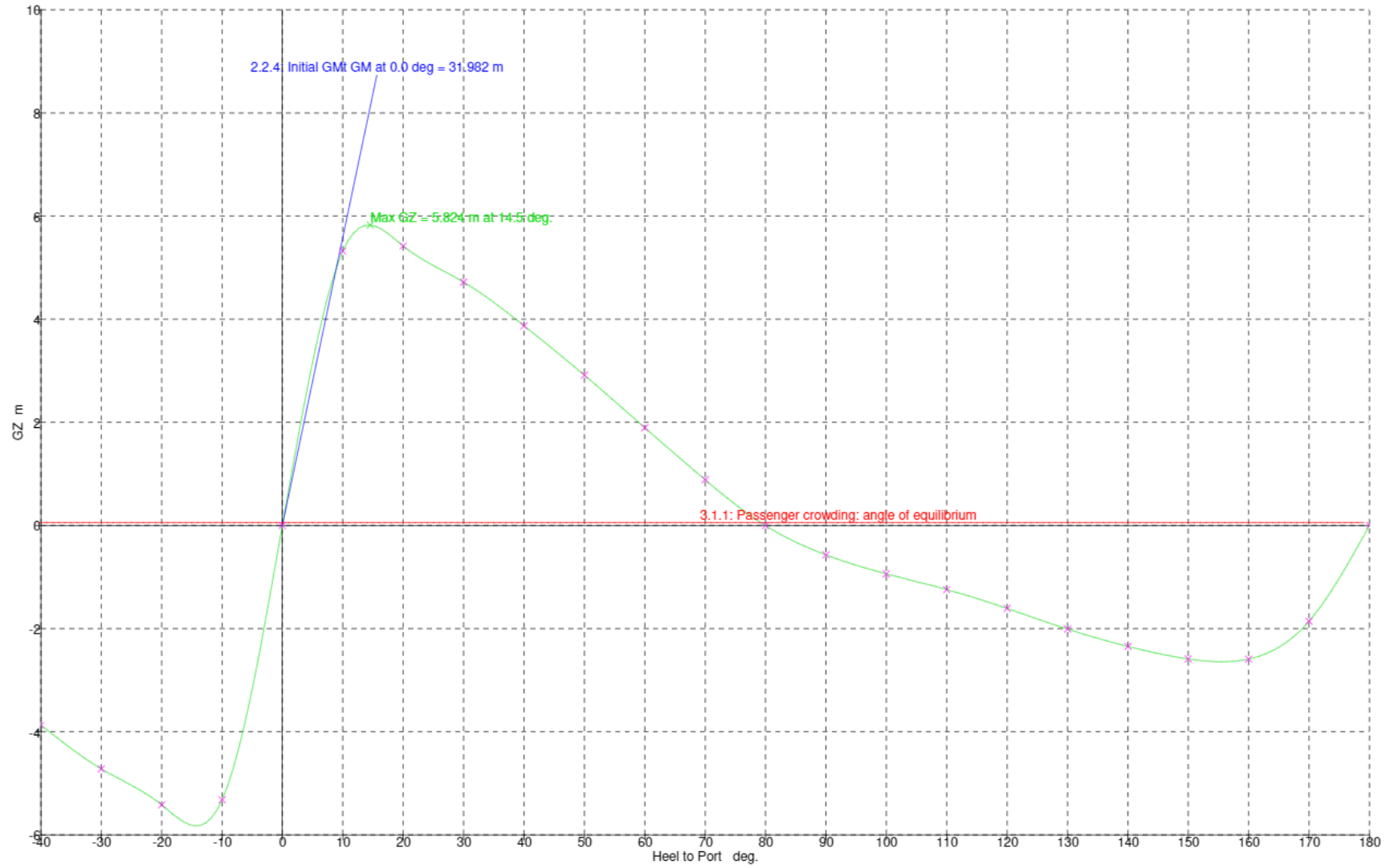
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 12



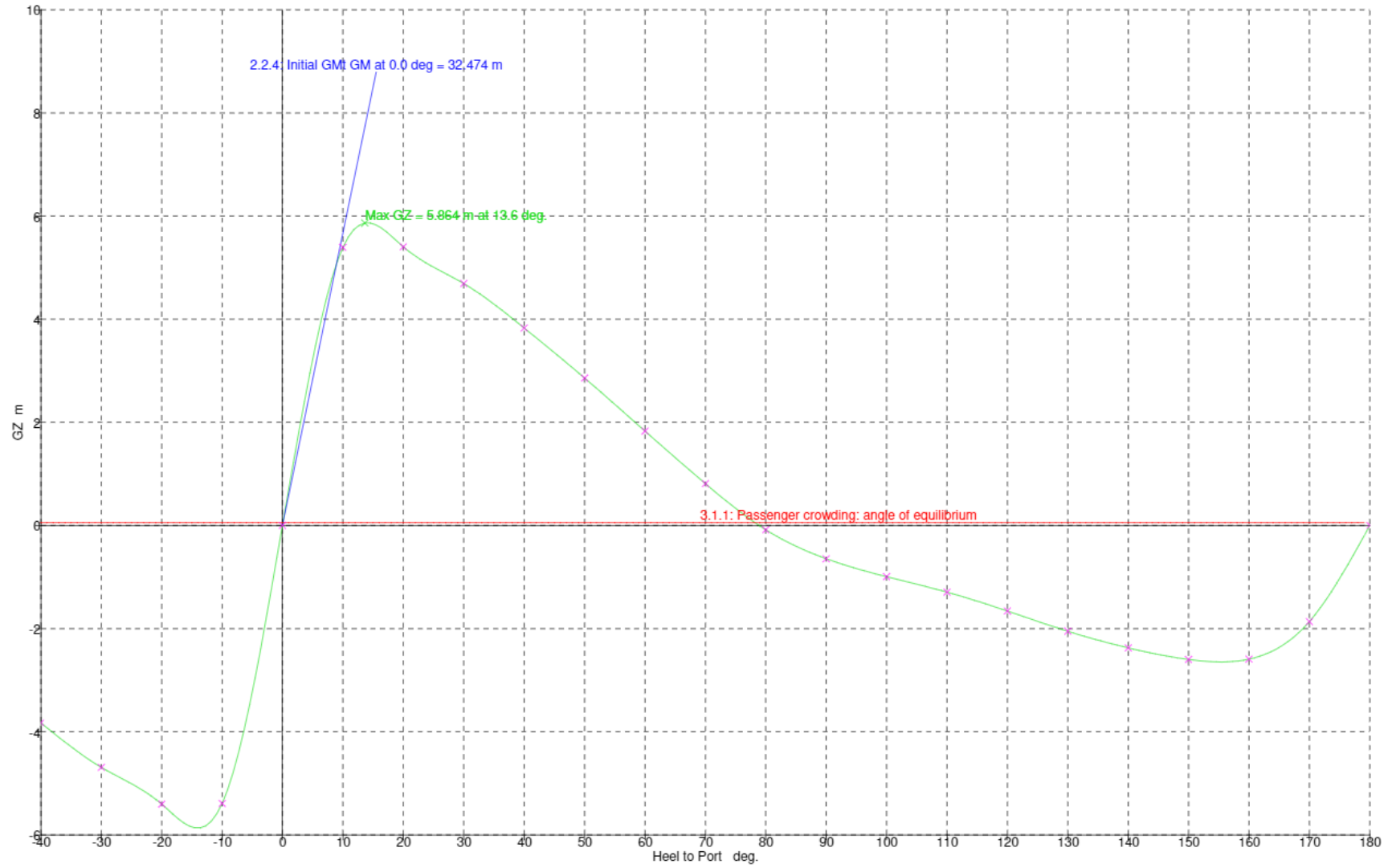
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 13



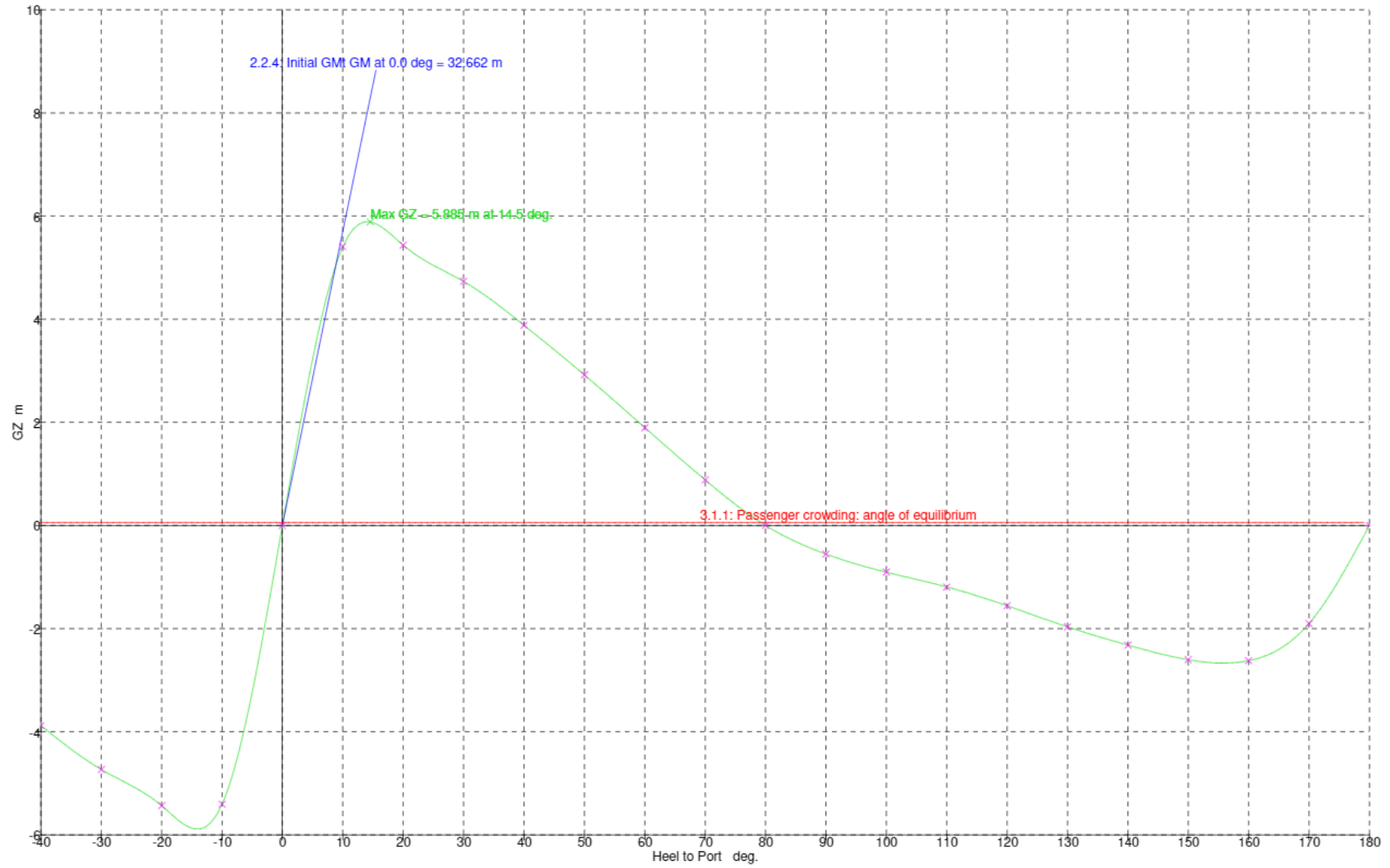
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 14



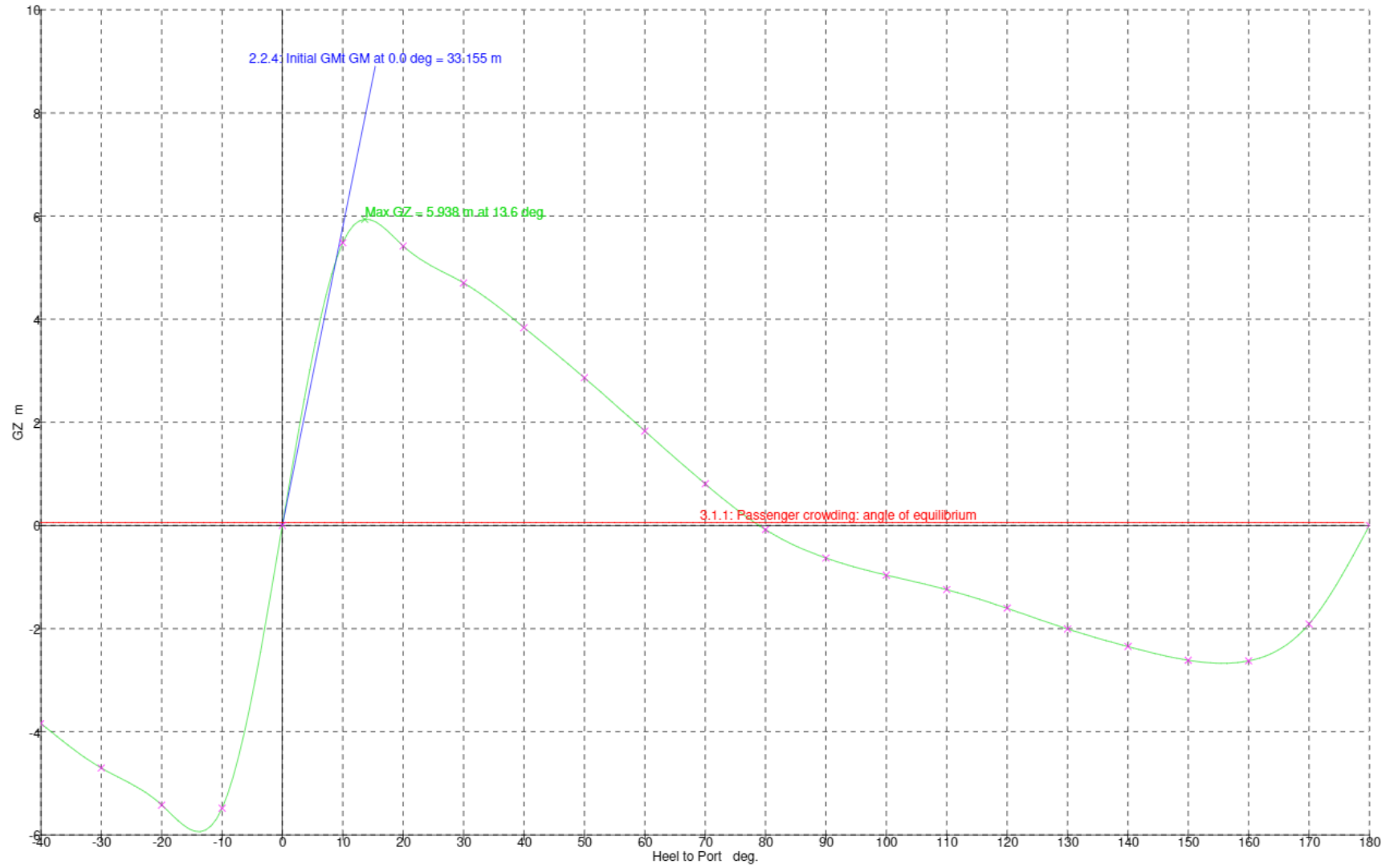
Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 15



Graph View

Righting Lever (GZ) Load Case 16



Graph View

Perhitungan Lambung Timbul

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

Input Data

H	=	3.6	m	∇	=	333.66	m ³
d	=	0.85 · H		B ₁	=	4.2	m
		3.06	m	C _B	=	$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$	
L	=	Lwl					
		44.7	m		=	0.5670	
L	=	44.7	m				

1. Tipe Kapal

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

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

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal penyeberangan katamaran termasuk kapal **Tipe B**

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

Fb ₁	=	379.5	mm	Untuk kapal dengan L = 44.7 m
Fb ₁	=	37.95	cm	
	=	0.380	m	

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

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

Fb ₂	=	430	mm
	=	0.4295	m

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan C_B > 0.68

C _B	=	0.5670	Tidak ada koreksi
----------------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

L/15	=	2.98	
D	=	3.6	m

jika, D < L/15 ; tidak ada koreksi

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

dimana R = (L/0.48)

D	>	L/15	maka,	R =	93.125
Koreksi	=	(3.8 - (44 / 15)) x R	mm		
	=	57.738	mm	=	0.0577 m
Fb ₃	=	0.4372	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)

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= 7.5(100-L)(0.35-(E / L)) \text{ millimetres} \\ &= 31.50 \text{ mm} & E &= \text{panjang efektif bangunan atas} \\ &= 0.32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas} = 0.315 \text{ m}$$

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= F_b - \text{Koreksi lambung timbul kapal dibawah 100 m} \\ &= 0.122 \text{ m} \end{aligned}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_b &= H - T \\ &= 1.6 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Disyaratkan

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0.122	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.6	m
Kondisi	Diterima	

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN EKONOMIS

Building Cost

No	Item	Value	Unit
Pelat Kapal & Elektroda	1 Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	4829.09	USD/ton
	Berat hull	74.65	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	360513.22	USD
	2 Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	4829.09	USD/ton
	Berat geladak	32.79	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	158335.18	USD
	3 Konstruksi Lambung		
	<i>(tebal pelat lambung = 8 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	45,366.06	USD/ton
	Berat konstruksi	21.488	ton
	Harga Konsruksi Lambung	974846.0	USD
	4 Bangunan Atas		
	<i>(tebal pelat = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	4829.09	USD/ton
	Berat bangunan atas	7.97	ton
	Harga Bangunan Atas Kapal	76958.57	USD
5 Elektroda			
<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>			
Harga	2626	USD/ton	
Berat pelat kapal total	8.214	ton	
Harga Elektroda	21570	USD	
Total Harga Pelat Kapal	1592223	USD	

No	Item	Value	Unit
1	Railing		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	Harga	35.00	USD/m
	Panjang railing	42.00	m
	Harga Railing	1,470	USD
3	Kaca		
	<i>(kaca, t = 5 mm)</i>		
	Harga	8.0	USD/m ²
	Luas kaca kapal	137.91	m ²
	Harga Kaca	1,103	USD
4	Crane		
	Harga	1,100	USD/unit
	Jumlah	1	unit
	Harga Crane	1,100	USD
5	Kursi		
	Harga	20	USD/unit
	Jumlah	85	unit
	Harga Kursi	1,700	USD
6	Kasur		
	Harga	128	USD/unit
	Jumlah	21	unit
	Harga Kasur	2,682	USD
7	Meja		
	Harga	36	USD/unit
	Jumlah	12	unit
	Harga Meja	426	USD
8	Toilet		
	Harga	106.4	USD/unit
	Jumlah	23	unit
	Harga Toilet	2,448	USD
9	Windlass		
	Harga	2,000	USD/unit
	Jumlah	2	unit
	Harga Toilet	4,000	USD
10	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	850	USD/unit
	Harga jangkar	1,700	USD
11	Ramp door		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	4,899	USD/unit
	Harga jangkar	4,899	USD
12	Tali tambat		
	Jumlah	4	unit
	Harga per unit	20	USD/unit
	Harga total	80	USD

13	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	3,200	USD
	Kompas	150	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	- Masthead Light	9.8	USD
	- Anchor Light	8.9	USD
	- Starboard Light	12	USD
	- Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder	17,500	USD
	Automatic Identification System	5,500	USD
	Telescope Binocular	450	USD
	Harga Peralatan Navigasi	27,693	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	272	USD
	Harga total	272	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	286	USD
	Harga total	286	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	13,000	USD
	Harga total	13,000	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	350	USD
	Harga total	350	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19,500	USD
	Harga total	19,500	USD
	Portable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	287	USD
Harga total	574	USD	
Harga Peralatan Komunikasi	34,882		

14	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Life Boat		
	Jumlah	4	unit
	Harga per unit	2,000	USD/unit
	Harga Total	8,000	USD
	Life Raft		
	Jumlah	4	unit
	Harga per unit	1,000	USD/unit
	Harga Total	4,000	USD
	Life Jacket		
	Jumlah	85	unit
	Harga per unit	12	USD/unit
	Harga Total	1,020	USD
		Harga Total Peralatan Keselamatan P	13,020
Total Harga Equipment & Outfitting		98902	USD

c	Item	Value	Unit
1	Inboard Motor		
	<i>(dua unit Inboard motor Scania)</i>		
	Jumlah inboard motor	2	unit
	Harga per unit	15000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Inboard Motor	31000	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	4,500	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	4,500	USD
3	Propeller		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	9,000	USD/Unit
	Harga Total	18,000	USD
4	Shaft		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	100	USD/unit
	Harga total	200	USD
3	Genset		
	<i>(2 unit genset IWATA)</i>		
	Jumlah Genset	2	unit
	Harga per unit	8000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Genset	17000	USD
Total Harga tenaga penggerak		70700	USD

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	1592223	USD
2	Equipment & Outfitting	98902	USD
3	Tenaga Penggerak	70700	USD
Total Harga (USD)		1761826	USD
Kurs Rp - USD (per 07 Sep 2019)		14067	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		24,783,600,332	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Tugas Akhir "Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat Di Perairan Teluk Ja

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>30% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	7,435,080,100	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>6% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	1,487,016,020	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	2,478,360,033	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		11,400,456,153	Rp

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} - \text{Bantuan Peme} \\
 &= 24,783,600,332 + 7,435,080,100 + 1,487,016,020 + 2,478,360,033 \\
 &= \text{Rp } \quad \quad \quad \mathbf{36,184,056,484.71}
 \end{aligned}$$

No	Investasi	Biaya
1	Biaya Pembangunan	Rp 36,184,056,484.71
2	Biaya u/ operasional awal (1 bulan)	
	- Bahan bakar diesel	Rp 1,312,020,000.00
	- Air bersih	Rp 441,000,000.00
3	Gaji crew	Rp 200,000,000.00
4	<i>Extras claimed by shipyard (0.5%)</i>	Rp 180,920,282.42
5	<i>Owner's supply items (1%)</i>	Rp 361,840,564.85
6	Bunga pinjaman (9.6%)	Rp 3,175,150,956.53
Nilai Investasi [Sum 1-6]		Rp 41,854,988,288.51

Bahan Bakar Diesel		
Asumsi Operasional Diesel	12	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	197	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 18,500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 43,734,000	per hari
Harga bahan bakar	Rp 1,312,020,000	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 15,744,240,000	per tahun

Air Bersih		
Harga air bersih	Rp 5,000	per liter
Harga air bersih	Rp 14,700,000	per hari per trip
Harga air bersih	Rp 441,000,000	per bulan
Harga air bersih	Rp 5,292,000,000	per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 5,527,114,628	per tahun
Gaji Crew	Rp 4,000,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 3,618,405,648	per tahun
Asuransi	Rp 723,681,130	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 15,744,240,000	per tahun
Air Bersih	Rp 5,292,000,000	per tahun
Total	Rp 34,905,441,406	per tahun

Perhitungan Biaya Investasi

Nilai Investasi	Rp	Rp 41,854,988,289	
Building Cost	Rp	36,184,056,485	
Operational Cost	Rp	34,905,441,406	per tahun
	Rp	95,631,346	per hari

Revenue

Berdasarkan data penyeberangan Banyuwangi-Bali melalui pelabuhan Ketapang-Gilimanuk yang didapatkan, jumlah penyeberangan dari Banyuwangi-Bali maupun Bali-Banyuwangi memiliki jumlah yang cenderung sama. Oleh karena itu 1 kali trip pada perjalanan kapal ini terhitung dari Boom-Benoa-Boom, dimana 1 kali trip pulang pergi terhitung selama 6 jam (08.00-11.00 dan 13.00-16.00). Pada jalur pelayaran di Selat Bali, setiap tahunnya terjadi puncak musim penghujan pada akhir bulan Februari hingga pertengahan Maret. Dari data cuaca dan gelombang yang didapatkan dari BMKG Banyuwangi, didapatkan selama 12 hari cuaca buruk terjadi di Selat Bali pada puncak musim penghujan. Dari 12 hari tersebut, dibulatkan keatas menjadi 15 hari dan dijadikan margin untuk kapal tidak melakukan pelayaran (*Day Off*) dalam satu tahun.

Perencanaan Trip

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

Kapasitas maksimal kapal

65

Orang

Prospek Pendapatan

Jumlah Hari

High Season = 142

Low Season = 208

Juni - Sept

Sept-Des

Des-Jan

Jan-Juni

Penumpang		Jumlah	satuan	Harga/satuan	Harga total
Pejalan Kaki	HS	65	orang	50000	923000000
	LS	30	orang	50000	624000000
Kendaraan					
Gol I,II,III	HS	0	unit	60000	0
	LS	0	unit	60000	0
Gol IV A,B	HS	12	unit	180000	613440000
	LS	5	unit	180000	374400000
Gol VA	HS	0	unit	450000	0
	LS	0	unit	450000	0
Kontainer	HS	113959.67	Kg	1600	25891637336
	LS	34187.901	Kg	1600	11377733590
Pendapatan Pertahun				=	Rp 39,804,210,926

Perhitungan NPV

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-41,854,988,288.51		-41,854,988,289	-41,854,988,289
1	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-36,956,218,768
2	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-32,057,449,248
3	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-27,158,679,728
4	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-22,259,910,208
5	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-17,361,140,688
6	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-12,462,371,167
7	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-7,563,601,647
8	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	-2,664,832,127
9	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	2,233,937,393
10	39,804,210,926.40	-34,905,441,406	4,898,769,520	7,132,706,913

Bunga Bank = **13.5%**

NPV = Rp (13,917,091,275)

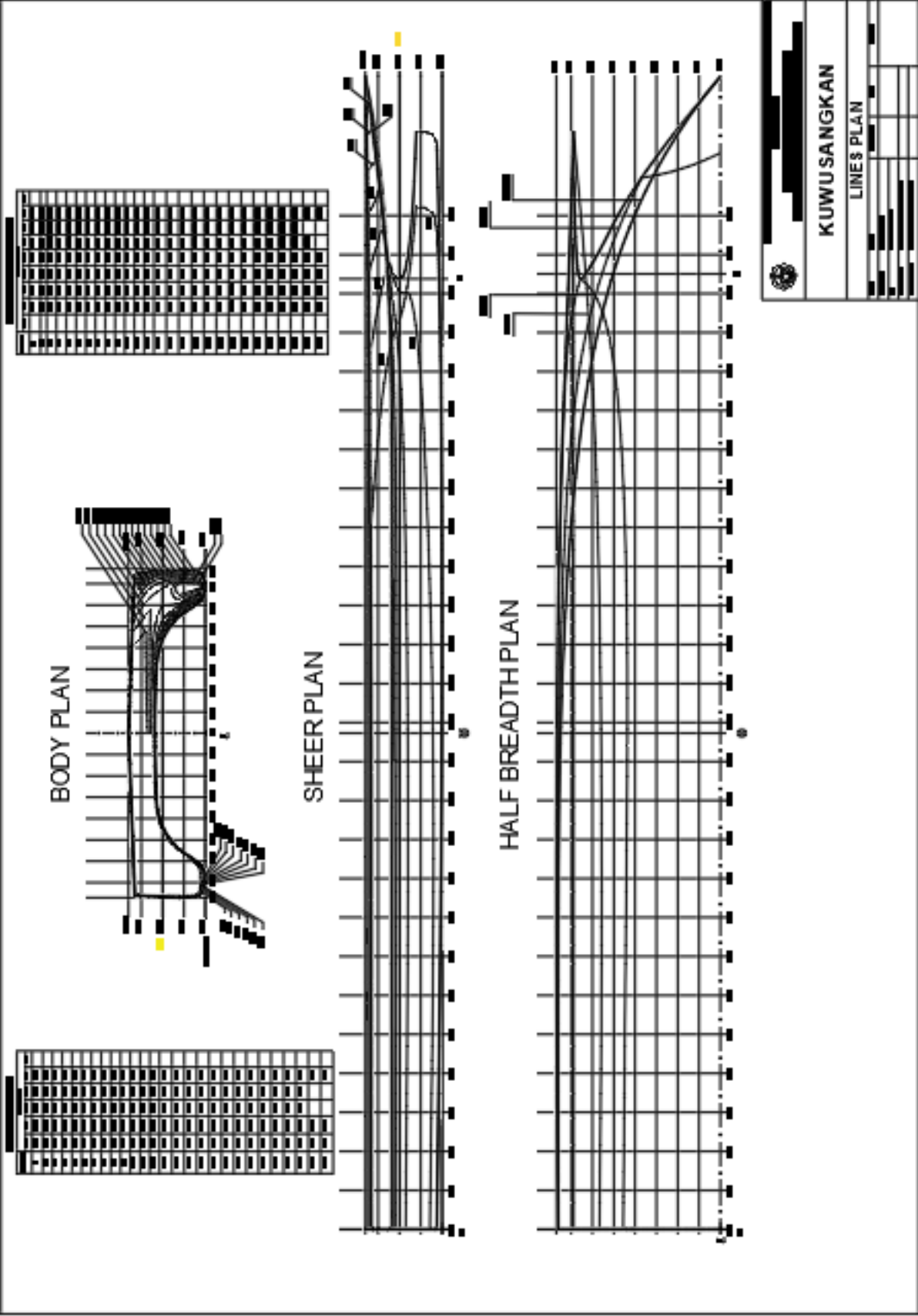
IRR = 3%

Payback Period = 9.7 tahun

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

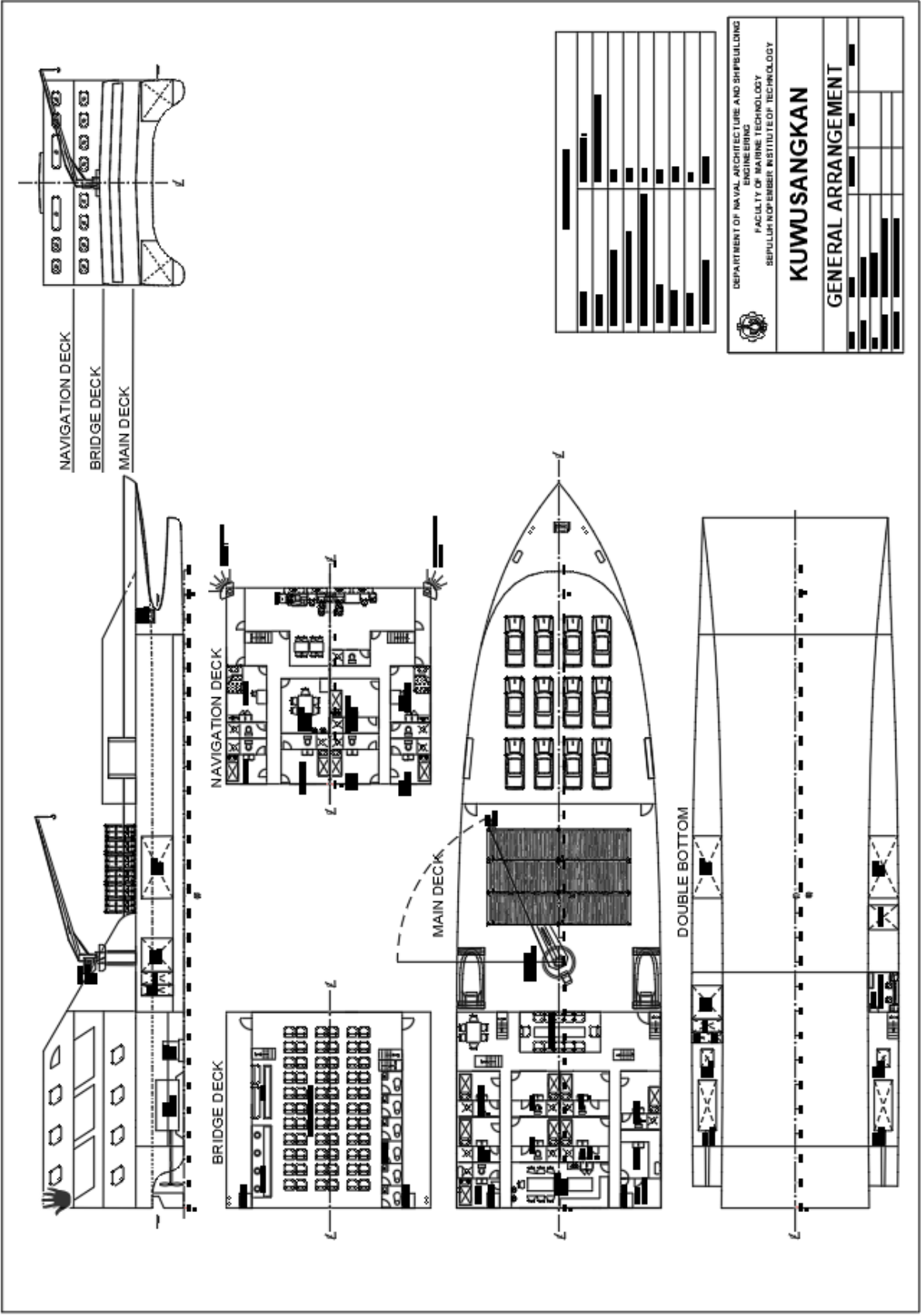
P =	Tahun terakhir kas kum. neg.
P =	8
Kas kumulatif P =	2,664,832,126.91
Arus kas P+1 =	4,898,769,520.20
ayback Periode =	8.54 tahun
	8
	6.53 bulan
	6
	15.83 hari
ack periode =	8 tahun 6 bulan 16 hari

LAMPIRAN D
GAMBAR *LINES PLAN*



Kuwusangan																																																																																																			
LINES PLAN																																																																																																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

LAMPIRAN E
GAMBAR *GENERAL ARRANGEMENT*



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

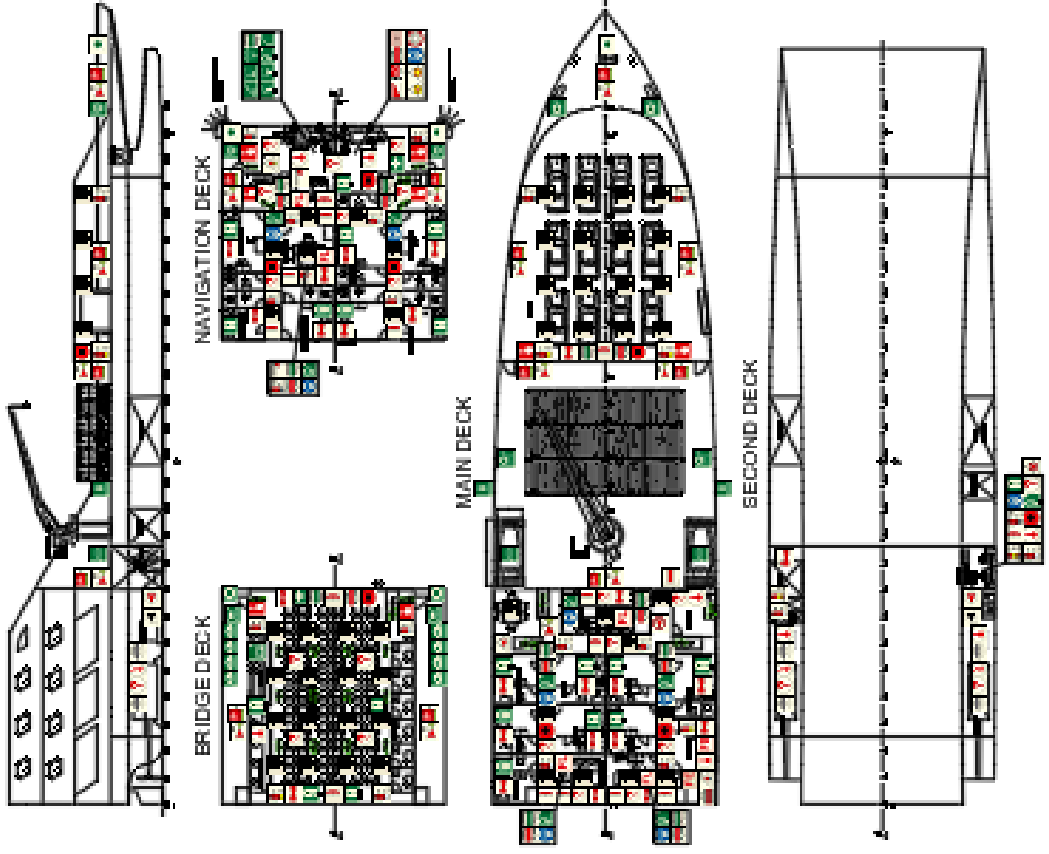
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING
 ENGINEERING
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUHPOINJER INSTITUT OF TECHNOLOGY

KUWUSANGKAN

GENERAL ARRANGEMENT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

LAMPIRAN F
GAMBAR *SAFETY PLAN*



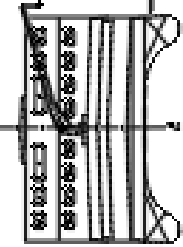
LIFE SAVING APPLIANCE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			

FIRE EXTINGUISHER APPLIANCE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			

KUWU SANG KAN
SAFETY PLAN



LAMPIRAN G
SPEKIFIKASI PERMESINAN



SCANIA POWER GENERATION ENGINES

DC09 071A. 226-251 kW (253-278 kVA)

EU Stage IIIA, China Phase III and CPCB-II



The engines for power generation from Scania are based on a robust design with a strength optimised cylinder block containing wet cylinder liners that can easily be exchanged. Individual cylinder heads with 4 valves per cylinder promotes reparability and fuel economy.

The engine is equipped with a Scania developed Engine Management System, EMS, in order to ensure the control of all aspects related to engine performance. The injection system is based on electronically controlled unit injectors that gives low exhaust emissions with good fuel economy and a high torque. For further reduction of NO_x emissions the engines are also equipped with an exhaust gas recirculation, EGR, system developed by Scania. The engine can be fitted with many accessories such as air cleaners, radiators and PTOs in order to suit a variety of installations.

	Engine speed (rpm)	
	1500 rpm (50 Hz)	1800 rpm (60 Hz)
	PRP	PRP
Gross power (kW)	226	251
Gross power (kVA)	253	278
Spec fuel consumption. Full load (g/kWh)	211	214
Spec fuel consumption. 3/4 load (g/kWh)	216	215
Spec fuel consumption. 1/2 load (g/kWh)	219	223
Heat rejection to coolant (kW)	107	114

PRP – Prime power: For continuous operation at varying load. Max mean load factor of 70% of rated power over 24 h of operation. 1 hour/12 hours period of accumulated peak overload to 110%.

Standard equipment

- Scania Engine Management System, EMS
- Unit injectors, PDE
- Turbocharger
- Fuel filter and extra pre-filter with water separator
- Oil filter, full flow
- Centrifugal oil cleaner
- Oil cooler, integrated in block
- Oil filler, in valve cover
- Deep front oil sump
- Oil dipstick, in block
- Magnetic drain plug for oil draining
- Starter, 1-pole 6.0 kW
- Alternator, 1-pole 100A
- Flywheel, SAE 14
- Silumin flywheel housing, SAE 1 flange
- Front-mounted engine brackets
- EGR system
- Open crankcase ventilation
- Operator's manual

Optional equipment

- Cooling package
- Fan
- Side-mounted PTO
- Exhaust connections
- Instrument panel
- Engine heater
- Stiff rubber engine suspension
- Air cleaner
- Closed crankcase ventilation
- Studs in flywheel housing
- Low coolant level reaction
- Fine tune potentiometer
- Ramp start delay
- Ramp up rate

This specification may be revised without notice.

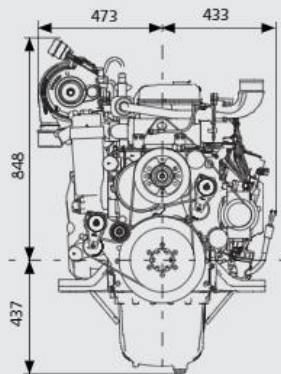
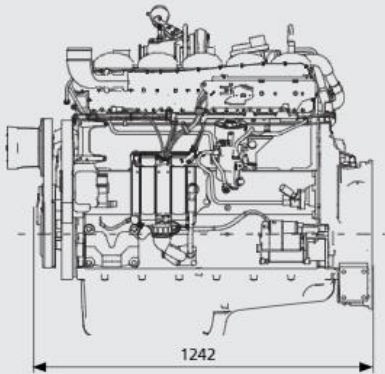


SCANIA POWER GENERATION ENGINES

DC09 071A. 226-251 kW (253-278 kVA) EU Stage IIIA, China Phase III and CPCB-II

Engine description

No of cylinders	5 in-line
Working principle	4-stroke
Firing order	1-2-4-5-3
Displacement	9.3 litres
Bore x stroke	130 x 140 mm
Compression ratio	16:1
Weight	950 kg (excl oil and coolant)
Piston speed at 1500 rpm	7.0 m/s
Piston speed at 1800 rpm	8.4 m/s
Camshaft	High position alloy steel
Pistons	Aluminium pistons
Connection rods	I-section press forgings of alloy steel
Crankshaft	Alloy steel with hardened and polished bearing surfaces
Oil capacity	32-38 dm ³
Electrical system	1-pole 24V



Edition 05 © Scania CV/AB, SE-151 87 Södertälje, Sweden

All dimensions in mm



SE 151 87 Södertälje, Sweden
Telephone +46 8 553 810 00
Telefax +46 8 553 829 93
www.scania.com
engines@scania.com

IW100WS



Best Price : Rp. 224.664.000,-

GENERATOR SPECIFICATION

Model	: IW100WS
Frequency	: 50Hz
Rated Power	: 100kw
Max Power	: 110kw
Rated Voltage (V)	: 230/400 3Ph
Rated current (A)	: 180.5
Rated Speed (r/min)	: 1500
Starting Mode	: 24V
Fuel Tank Capacity (Liter)	: 250
Opr. time on single tank fuel	: 10 Hours
Noise level (dB(A)/ 7m)	: 70
Dimension L.W.H. (mm)	: 3250x1050x1800
Net weight (kg)	: 2120kgs

ENGINE SPECIFICATION

ALTERNATOR SPECIFICATION

* Harga sudah termasuk PPN
* Free ongkir Jabodetabek, Surabaya, Medan, Bandung.

Beranda > Semua Industri > Peralatan & Perkakas > Alat Penanganan Bahan > Mesin Derek (154062622)



Lihat gambar lebih besar

JM Besar Tonase Mesin Kerek Jangkar Winch untuk perahu

FOB Referensi Harga: [Dapatkan Harga Terbaru](#)

US\$200,00 - US\$5.000,00 / Set | 1 Set/set jangkar mesin kerek winch (Min. Order)

perdagangan Jaminan untuk melindungi pesanan anda dari pembayaran untuk pengiriman

Pembayaran: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion** **WU**

Logistik Alibaba.com • Solusi Pemeriksaan • Tampilan Produksi

**CN Henan Nybon Machinery Co., Ltd.**

3YRS **Verified**

Perusahaan Dagang

☆ **5.0** (8 Ulasan)

➔ **100%** Tingkat respon

\$ **70,000+** for **16** Transaksi

Untuk harga produk, kustomisasi, atau pertanyaan lainnya:

Hubungi Supplier

memuat...

Beranda > Semua Industri > Kendaraan & Aksesoris > Aksesoris & Suku Cadang Kelautan > Baling-Baling Laut (154730776) Berlangganan untuk Perdagangan Peringatan



Siap Dikirim Tersedia Pengiriman Cepat

#SUPERSEPTEMBER Tembaga Kapal Laut Poros Tabung Baling-Baling Diameter 1500 Mm LH RH Baling-Baling

1 Potongan	>=2 Potongan
US\$9.000,00	US\$250,00

Bahan:

SINOOUTPUT
Plant (Shanghai) Ltd.

4YRS Verified

Perusahaan Dagang

5.0 (4 Ulasan)

96.8% Tingkat respon

\$ 440,000+ for 20 Transaksi

57.1% Tarif pengiriman tepat

Chat Sekarang



PLAT KAPAL (5' X 20')

Rp. 4.793.000



Stainless steel SUS316 dia 165 poros baling-baling laut

FOB Referensi Harga: [Dapatkan Harga Terbaru](#)

10 - 19 potongan >=20 potongan

US\$100,00

US\$90,00



8YRS

Pabrik

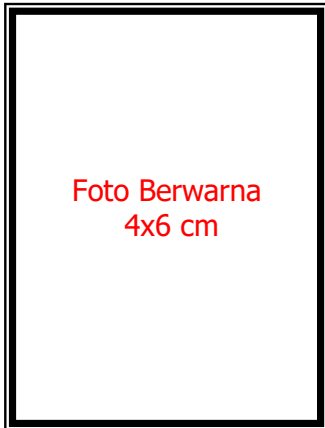
5.0 (7 Ulasan)

Hubungi Supplier

Chat Sekarang

LAMPIRAN H
GAMBAR 3D KAPAL

BIODATA PENULIS



Abdullah Azam, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Cirebon pada 13 Maret 1995 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK RA Patih Semi, kemudian melanjutkan ke MI Alhidayah Guppi dan berpindah ke SDN 1 Ujungsemi, MTs KHAS Kempek dan berpindah ke SMPN 1 Kaliwedi, MAN Babakan Ciwaringin Cirebon. kemudian Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui

jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen PSDM HIMATEKPAL 2014/2015, selanjutnya menjabat sebagai Kepala Departemen PSDM HIMATEKPAL 2015/2016. Ditahun yang sama Penulis juga pernah menjadi Ketua Bidang PTKP-HMI Korkom Sepuluh Nopember. Ditahun berikutnya Penulis bekerja di perusahaan DECIMO lembaga pelatihan desain 3D Modelling sebagai *Marketing Manager*.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah praktikum Teknologi Material Mekanik dan Teknologi Las.

Email: azamtekp@gmail.com