



TUGAS AKHIR - MN 141581

Desain Konsep Kapal Perang Serbu *Catamaran Tank Boat* Dengan Sistem Penggerak Utama *Turbojet* Sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia

**Kevin Alfinno H.B.
NRP 4114100089**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KONSEP KAPAL PERANG SERBU CATAMARAN
TANK BOAT DENGAN SISTEM PENGERAK UTAMA
TURBOJET SEBAGAI KEKUATAN PENGAMANAN
WILAYAH MARITIM INDONESIA**

**Kevin Alfinno H.B.
NRP 4114100089**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MN 141581

**CONCEPT DESIGN FIGHTING WAR SHIP CATAMARAN
TANK BOAT POWERED BY TURBOJET MAIN MOVERS AS
SECURITY FORCES OF INDONESIA MARITIME
TERRITORY**

**Kevin Alfinno H.B.
NRP 4114100089**

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

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KONSEP KAPAL PERANG SERBU *CATAMARAN TANK BOAT* DENGAN SISTEM PENGERAK UTAMA TURBOJET SEBAGAI KEKUATAN PENGAMANAN WILAYAH MARITIM INDONESIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

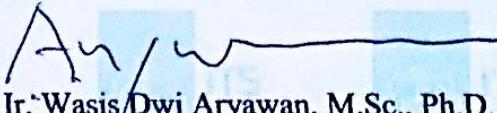
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

KEVIN ALFINNO H.B.
NRP 4114100089

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing


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



SURABAYA, 25 APRIL 2018

LEMBAR REVISI

DESAIN KONSEP KAPAL PERANG SERBU CATAMARAN TANK BOAT DENGAN SISTEM PENGERAK UTAMA TURBOJET SEBAGAI KEKUATAN PENGAMANAN WILAYAH MARITIM INDONESIA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 11 April 2018

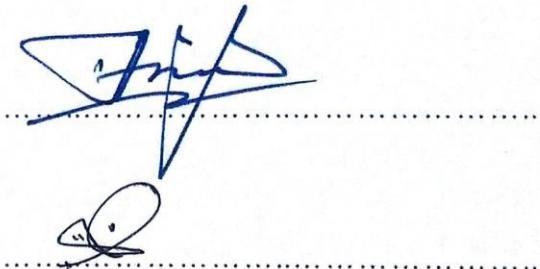
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

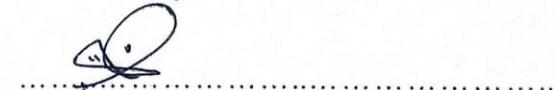
KEVIN ALFINNO H B
NRP 4114100089

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

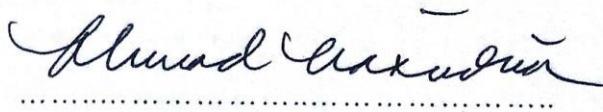
1. Totok Yulianto, S.T., M.T.



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

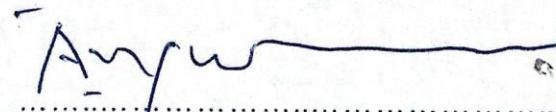


3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



SURABAYA, 25 APRIL 2018

Dipersembahkan kepada Ayah, Mama, Saudara dan Anindya Salsa serta Bangsa Indonesia

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. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Depatemen Teknik Perkapalan atas bimbingan dan motivasinya selama penggerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Hasanudin, S.T., M.T., selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuananya selama penggerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
3. Kepada orang tua penulis, bapak Feri Hasan Basri dan ibu Nurhayati yang selalu memberikan nasihat, motivasi, dan doa.
4. Edo, Dina dan Kevin serta Mas Fafa selaku teman-teman seperjuangan bimbingan Tugas Akhir;
5. Anindya Salsa P.S.

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, 25 April 2018

Kevin Alfinno H.B.

DESAIN KONSEP KAPAL PERANG SERBU CATAMARAN TANK BOAT DENGAN SISTEM PENGERAK UTAMA TURBOJET SEBAGAI KEKUATAN PENGAMANAN WILAYAH MARITIM INDONESIA

Nama Mahasiswa : Kevin Alfinno H.B.
NRP : 4114100089
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D..

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara maritim yang terbesar di dunia dengan 80% dari wilayahnya yang berupa lautan. Luasnya sektor perairan yang mencapai 80% dari seluruh luas wilayah Indonesia, menyebabkan susahnya pengawasan terhadap keamanan dan kedaulatan wilayah NKRI khususnya dalam sektor maritim. Cukup banyak kapal perang asing yang terlambat terdeteksi dan terlanjur masuk ke Indonesia akibat dari kurangnya pengawasan dan cepat tanggap kapal perang negara kita yang hanya memiliki 160 unit kapal perang dari 700 kapal yang dibutuhkan. Hal hal yang berkaitan dengan sumber daya alam Indonesia akhir-akhir ini juga sering terjadi masalah, yakni mengenai pencurian SDA di sektor perairan. Ditambah dengan strategisnya posisi Indonesia yang diapit dua samudera dan dua benua yang dapat memicu terjadinya konflik teritorial dengan negara asing. Dibutuhkan armada yang kuat untuk mengusir kehadiran mereka agar tidak terulang kembali. Terobosan yang mulai dilakukan negara untuk memperbaiki masalah ini seperti pembuatan kapal perang lambung ganda serta alusista yang canggih sudah mulai digalakkan. Oleh karena itu untuk memanfaatkan teknologi di bidang perkapalan ini, dibutuhkan desain kosep kapal cepat katamaran yang baik dan cepat tanggap sebagai alusista perang dan pengamanan wilayah maritim Indonesia. Tujuan dari desain kapal *Tank Boat* ini adalah 1. menentukan *operational requirements* kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* untuk operasi wilayah perairan Indonesia, 2. Memperoleh ukuran utama kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*, 3. Mendapatkan *lines plan* dan rencana umum kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*, 4. Mendesain *layout* awal rencana umum dan model 3D kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*. Dalam proses desain awal kapal perang ini, dilakukan penentuan *operational requirement* kapal dan ukuran utama kapal yang diperoleh dari metode *parent ship* dengan ukuran utama LOA=18 m, B=6,6 m, T=1 m. Hasil akhir dari desain ini yakni *operational requirement* dari *Catamaran Tank Boat* dengan fungsi dan tugasnya sebagai *Fast Patrol Boat* armada pemukul bantu yang akan memulai operasinya ketika mendapat perintah dari pusat pertahanan Indonesia dan Patroli penjagaan wilayah maritim Indonesia. Wilayah operasional kapal yakni seluruh perairan Indonesia khususnya ZTE, kecepatan maksimal kapal 55 knot, kecepatan saat pengejaran 45 knot, kecepatan patroli 25 knot. Untuk kemampuan operasional, kapal dapat beroperasi selama 148 menit dengan kecepatan 55 knot, 154 menit dengan kecepatan 45 knot dan 6,5 jam dalam operasi patroli. Untuk Hasil dari analisis teknis didapatkan ukuran utama akhir dengan LOA = 18 m, Lpp = 17.03 m, B = 6.6 m, H = 2.8 m, T = 1 m serta hasil desain *Lines plan*, *General Arrangement*, dan 3D kapal *Catamaran Tank Boat*.

Kata Kunci : *Catamaran Tank Boat*, *Turbojet*, kapal perang, Indonesia

CONCEPT DESIGN FIGHTING WAR SHIP CATAMARAN TANK BOAT POWERED BY TURBOJET MAIN MOVERS AS SECURITY FORCES OF INDONESIA MARITIME TERRITORY

Author : Kevin Alfinno H.B.
Student Number : 4114100089
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

Indonesia is the largest maritime country in the world with 80% of its territory form by the oceans. The area of water sector which reaches 80% of the total area of Indonesia, causing the difficulty of monitoring security and sovereignty of the Indonesian territory, especially in the maritime sector. Many foreign warships that were late detected and already enter Indonesia due to the lack of security and quick response of our state warships. Indonesia only have 160 units of warships of the required 700 ships. Another problem related to Indonesia's natural resources, There are many natural resources stealing evidence this day. Indonesia was located between two oceans and two continents that can trigger territorial conflict with foreign countries. Indonesia needs strong fleets to counter this problem. Indonesia started to build and concept the manufacture of catamaran warships to defend its territory. With catamaran technology and turbojet applications on the vessel, it is hoped soon to form new fleets capable and can overcome the problem of security and sovereignty of the country because of its efficiency and good function. Therefore, to utilize technology in the field of shipbuilding, the concept design of a good and quick response catamaran fast boat is needed as war fleet and secure the maritime territory of Indonesia. The goals of this Tank Boat design were 1. To determine the operational requirements of this Catamaran Tank Boat with Turbojet for Indonesian maritime territory operation, 2. To get the main dimensions of this Catamaran Tank Boat with Turbojet, 3. To get the lines plan and general arrangement of this Catamaran Tank Boat with Turbojet, 4. To design the first layout of general arrangement and design the 3D model of this Catamaran Tank Boat with Turbojet. In the initial design process of this warship, the determination of the operational requirement of the ship and the main size of the ship obtained from the parent ship method with the main size LOA = 18m, B = 6.6, T = 1m. In the initial design process of this warship, the determination of the ship operational requirement and the main size of the ship obtained from the parent ship method with the main size LOA = 18 m, B = 6.6 m, T = 1 m. The final result of this design is operational requirement of Catamaran *Tank Boat* with its functions and duties as the Fast Patrol Boat fighting fleet that will operated when it got command from the Indonesian center defence and security fleet of Indonesian maritim territory. The ship operational area are Indonesian maritime territory especially ZTE, the maximum speed of 55 knots, 45 knots for attack, and 25 knots for patrol mode. For the operational capability the boat has endurance 148 minutes of 55 knots speed, 154 minutes for 45 knots, and 6,5 hour for patrol mode. The results of the technical analysis obtained the final major size with LOA = 18 m, Lpp = 17.03 m, B = 6.6 m, H = 2.8 m, T = 1 m and Lines plan, General Arrangement and 3D Catamaran *Tank Boat*.

Keyword : *Catamaran Tank Boat, Turbojet, War Ship, Indonesia*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	3
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis	3
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Tahapan Desain Kapal.....	5
II.1.2. Metode Desain Kapal	7
II.1.3. Lambung Kapal	8
II.1.4. Ukuran Utama Kapal	12
II.1.5. Hambatan Kapal	12
II.1.6. Kebutuhan Daya Penggerak Kapal	13
II.1.7. Berat dan Titik Berat Kapal.....	13
II.1.8. <i>Freeboard</i> (Lambung Timbul)	14
II.1.9. Stabilitas Kapal.....	16
II.2. Tinjauan Pustaka	17
II.2.1. Sistem Navigasi dan Persenjataan	17
II.2.2. <i>Turbojet</i>	17
II.2.3. <i>Main Engine</i> dan Sistem Kemudi	18
II.2.4. <i>Operational Requirement</i>	19
II.2.5. Tinjauan Wilayah	19
Bab III METODOLOGI	23
III.1. Metode	23
III.1.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah	23
III.1.2. Pengumpulan Data dan Studi Literatur.....	24
III.1.3. Menentukan <i>Operational Requirements</i> dan <i>Payload</i>	24
III.1.4. Penentuan Ukuran Utama Awal dan Ruang Muat	25
III.1.5. Analisis Teknis.....	25
III.1.6. Desain <i>Lines Plan</i> , Rencana Umum, dan 3D <i>Model</i>	25

III.1.7.	Kesimpulan	25
Bab IV ANALISIS TEKNIS <i>TANK BOAT</i>		27
IV.1.	Umum.....	27
IV.2.	Operational Requirement	27
IV.2.1.	Fungsi dan Tugas	28
IV.2.2.	Wilayah Operasional.....	29
IV.2.3.	Kecepatan.....	29
IV.2.4.	Kemampuan operasional.....	29
IV.3.	Alusista <i>Tank Boat</i>	30
IV.3.1.	Meriam CT-CV 105HP CMI Devence	30
IV.3.2.	RCWS Lemur.....	31
IV.4.	<i>Platform Tank Boat</i>	32
IV.5.	<i>Decision Tree</i>	33
IV.5.1.	Tipe Lambung	34
IV.5.2.	Material	36
IV.5.3.	<i>Main Engine</i>	36
IV.5.4.	Sistem Kemudi.....	38
IV.6.	Penentuan Ukuran Utama.....	40
IV.7.	<i>Layout</i> Awal	41
IV.8.	Perhitungan Teknis Awal	41
IV.8.1.	Perhitungan <i>Froude Number</i>	41
IV.8.2.	Perhitungan Koefisien.....	42
IV.9.	Perhitungan Hambatan Total Kapal	43
IV.10.	Perhitungan <i>Power</i> dan Pemilihan Mesin Induk.....	44
IV.11.	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar.....	46
IV.12.	Perhitungan Berat Material Kapal.....	47
IV.13.	Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan	48
IV.14.	Perhitungan Berat Permesinan	49
IV.15.	Perhitungan Berat Kapal	49
IV.15.1.	DWT Kapal	49
IV.15.2.	LWT Kapal	50
IV.16.	Perhitungan Titik Berat kapal	50
IV.17.	Perhitungan <i>Displacement</i> Kapal	51
IV.18.	Perhitungan <i>Trim</i>	51
IV.19.	Perhitungan Stabilitas.....	54
IV.20.	Perhitungan <i>Freeboard</i>	56
IV.21.	Persyaratan Teknis	57
IV.22.	Sistem Navigasi <i>Tank Boat</i>	58
IV.23.	Sistem Kemudi <i>Tank Boat</i>	59
IV.24.	Perencanaan Wilayah operasi.....	59
IV.25.	Pembuatan <i>Lines Plan</i>	60
IV.26.	Pembuatan <i>General Arrangement</i>	63
IV.26.1.	<i>Side Elevation</i>	65
IV.26.2.	<i>Front Elevation</i>	66
IV.26.3.	<i>Demihull</i>	67
IV.27.	Permodelan 3D.....	67
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN		69
V.1.	Pendahuluan	69
V.2.	Kesimpulan.....	69

V.3. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	73
LAMPIRAN A DATA PENDUKUNG	
LAMPIRAN B PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS	
LAMPIRAN C RENCANA GARIS	
LAMPIRAN D GENERAL ARRANGEMENT	
LAMPIRAN E MODEL 3 DIMENSI	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Peta Perairan NKRI	1
Gambar II.1 <i>Spiral Design</i>	5
Gambar II.2 <i>Flat Bottom Hull</i>	10
Gambar II.3 <i>Deep V hull</i>	10
Gambar II.4 <i>Round Bottom Hull</i>	11
Gambar II.5 <i>Multi Chine Hull</i>	11
Gambar II.6 Perbedaan Stabilitas Kapal Katamaran Dengan <i>Mono Hull</i>	16
Gambar II.7 Siklus Brayton.....	18
Gambar II.8 Skema Mesin <i>Turbojet</i>	18
Gambar II.9 Sistem Kerja <i>Turbojet</i>	19
Gambar II.10 Rencana Daerah Operasional <i>Tank Boat</i>	21
Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan	23
Gambar IV.1 CT-CV Turret 105HP	30
Gambar IV.2 Lemur	32
Gambar IV.3 <i>Decision Tree</i>	33
Gambar IV.4 Lambung <i>Mono Hull</i>	34
Gambar IV.5 <i>Multi Hull Catamaran</i>	34
Gambar IV.6 Lambung Katamaran Tipe C <i>Fully Asymmetric</i>	35
Gambar IV.7 Trimaran	35
Gambar IV.8 Mesin <i>Turbojet</i>	38
Gambar IV.9 Turbojet GE YJ-93	38
Gambar IV.10 <i>Thrust Vectoring</i>	39
Gambar IV.11 Ukuran Utama Menggunakan <i>Parent Ship</i>	40
Gambar IV.12 <i>Layout Awal Tank Boat</i>	41
Gambar IV.13 Hasil Perhitungan Hidrostatik pada <i>Maxsurf</i>	42
Gambar IV.14 Mesin GE-3 YJ-93.....	46
Gambar IV.15 Luasan <i>Area Hull</i> Pada Perhitungan <i>Maxsurf</i>	47
Gambar IV.16 Luasan <i>Area Deck</i> Pada Perhitungan <i>Maxsurf</i>	47
Gambar IV.17 <i>Trim</i> Kapal Pada Kondisi Muatan Penuh	52
Gambar IV.18 <i>Trim</i> Pada Kondisi 50% Muatan DWT	53
Gambar IV.19 <i>Trim</i> Pada Kondisi Muatan Kosong	53
Gambar IV.20 <i>Trim</i> Pada Kondisi Penuh + 5 Prajurit	54
Gambar IV.21 Sistem Navigasi <i>Tank Boat</i>	58
Gambar IV.22 <i>Thrust Vectoring</i>	59
Gambar IV.23 Kapal <i>Tanker</i> Yang di Pesan TNI AL	60
Gambar IV.24 Kapal LPD Desain PT.PAL.....	60
Gambar IV.25 <i>Lines Plan Tank Boat</i>	61
Gambar IV.26 <i>Menu Size Surface</i>	62
Gambar IV.27 Pengaturan Jumlah <i>Station</i>	62
Gambar IV.28 <i>General Arrangement Tank Boat</i>	65
Gambar IV.29 General Arrangement <i>Tank Boat</i>	65
Gambar IV.30 <i>Side Elevation Catamaran Tank Boat</i>	66
Gambar IV.31 <i>Front Elevation</i>	66

Gambar IV.32 <i>Demihull Tank Boat</i>	67
Gambar IV.33 Permodelan Lambung 3 Dimensi Tampak Perspektif.....	68
Gambar IV.34 Permodelan Lambung 3 Dimensi Tampak Samping.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Pengurangan Lambung Timbul Tipe B	15
Tabel IV.1 Rekapitulasi <i>Operational Requirement</i>	29
Tabel IV.2 Komponen <i>Platform Tank Boat</i>	32
Tabel IV.3 Hasil dari <i>Decision Tree</i>	39
Tabel IV.4 Ukuran Utama yang Diambil	40
Tabel IV.5 Hambatan Kapal dari <i>Maxsurf</i>	44
Tabel IV.6 Spesifikasi Mesin <i>Turbojet</i>	45
Tabel IV.7 Perhitungan Berat Peralatan	48
Tabel IV.8 Perhitungan Berat Permesinan	49
Tabel IV.9 Rekapitulai Perhitungan DWT Kapal	49
Tabel IV.10 Rekapitulasi Perhitungan Berat LWT Kapal.....	50
Tabel IV.11 Perhitungan Titik Berat Kapal.....	50
Tabel IV.12 Perhitungan <i>Displacement</i> Kapal	51
Tabel IV.13 Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Trim</i>	54
Tabel IV.14 Perhitungan Stabilitas di Tiap Kondisi Kapal	55
Tabel IV.15 Perhitungan Stabilitas Kapal Saat Menembak	56
Tabel IV.16 Rekapitulasi Perhitungan Lambung Timbul	57
Tabel IV.17 Rekapitulasi Perhitungan <i>Freeboard</i>	57

DAFTAR SIMBOL

ρ	= Massa Jenis (Ton/m ³)
LOA	= <i>Length Over All</i> (m)
B	= Lebar Kapal (m)
H	= Tinggi Lambung Kapal (m)
T	= Sarat Kapal (m)
Cb	= Koefisien Blok
LCB	= <i>Length Center of Bouyancy</i> (m)
Rt	= Hambatan Total Kapal
Lpp	= <i>Length of Perpendicular</i>
Ap	= <i>After Peak</i>
Fp	= <i>Fore Peak</i>
Bm	= <i>Breadth Moulded</i>
DWT	= <i>Death Weight Tonage</i>
Vs	= <i>Service Speed</i>
BHP	= <i>Brake Horse Power</i>
EHP	= <i>Effective Horse Power</i>
DHP	= <i>Delivery Horse Power</i>
LWT	= <i>Light Weight Tonage</i>
VCG	= <i>Vertical Center of Gravity</i>
LCG	= <i>Length Center of Gravity</i>
LWL	= <i>Length of Water Line</i>
GZ	= <i>Gravity to Z</i>
KG	= <i>Keel to Gravity</i>
GM	= <i>Gravity to Metacenter</i>
IMO	= <i>Internasional Maritime Organization</i>
THP	= <i>Thrust Horse Power</i>
ZTE	= Zona Teritorial Esklusif
B1	= Lebar <i>Demihull</i>
S	= Jarak <i>Demihull</i>

Cm	= Koefisien <i>Midship</i>
Cp	= Koefisien Prismatik
Cwp	= Koefisien <i>Waterplane</i>
g	= Gaya Grafitasi
Fn	= <i>Froude Number</i>
SFC	= <i>Specific Fuel Consumption</i>
t	= Tebal Material
W	= Berat Material
Wfi	= Berat Fiber
We&o	= Berat Peralatan dan Perlengkapan
Wm	= Berat Permesinan
Ta	= Sarat Depan
Tb	= Sarat Belakang
Fb	= <i>Freeboard</i>
Fb'	= <i>Freeboard Minimum</i>

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara maritim yang terbesar di dunia dengan 80% dari wilayahnya yang berupa lautan. Luas wilayah Indonesia mencapai 7,81 juta km² dimana 2,01 juta km² wilayah daratan maka dengan demikian luas laut territorial Indonesia mencapai 3,25 juta km² dan luas laut perairan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) mencapai 2,55 juta km² (Roza, 2017). Ditambah dengan strategisnya posisi Indonesia yang diapit dua samudera dan dua benua yang dapat memicu terjadinya konflik teritorial dengan negara asing.



Gambar I.1 Peta Perairan NKRI
(Sumber: www.kominfo.com)

Luasnya sektor perairan Indonesia yang mencapai 80% dari seluruh luas wilayah Indonesia, menyebabkan susahnya pengawasan terhadap keamanan dan kedaulatan wilayah NKRI khususnya dalam sektor maritim. Cukup banyak kapal perang asing yang terlambat terdeteksi dan terlanjur masuk ke Indonesia akibat dari kurangnya pengawasan wilayah maritim Indonesia. Konflik-konflik tersebut dapat menyebabkan perseteruan antar negara khususnya Indonesia dengan negara lain yang akhirnya dapat memanas dan memicu adanya perlawanannya militer. Hal ini merupakan tugas khusus untuk negara beserta TNI untuk menjaga keamanan

dan kedaulatan pada sektor maritim dengan memberikan pertahanan wilayah berupa serangan militer menggunakan alutsista yang dimiliki Indonesia kepada pihak lawan. Hal-hal yang lain berkaitan dengan sumber daya alam Indonesia akhir-akhir ini juga sering terjadi masalah, yakni mengenai pencurian SDA di sektor perairan. Dibutuhkan armada yang kuat untuk mengusir kehadiran mereka agar masalah tersebut tidak terulang kembali. Untuk menegakan sistem keamanan di laut, maka sistem tersebut harus dibangun dengan menggunakan prinsip mensinergikan kekuatan antar seluruh instansi penyelenggara penegakan keamanan di laut. . Sinergitas tersebut akan mewujudkan adanya kesatuan dalam struktur organisasi, mekanisme dan prosedur penyelenggara keamanan di laut yang dilakukan oleh para aparatnya dengan tujuan akhir adalah tegaknya kedaulatan (Sovereignty) dan hak berdaulat (Sovereign Right) sebagaimana diatur dalam UNCLOS 1982 (Soedewo, 2015).

Kendala yang juga nyata dialami Indonesia saat ini adalah, Indonesia sedikitnya membutuhkan 700 armada AL yang berupa kapal dengan teknologi tinggi untuk dapat mengatasi masalah pengawasan kedaulatan ini. Namun saat ini armada AL yang dimiliki Indonesia hanya berkisar 151 unit saja .Masih jauh dari kata cukup untuk dapat mempertahankan negara dan menjaga kedaulatan Indonesia. (Wicaksono, 2016).

Terobosan yang mulai dilakukan negara untuk memperbaiki masalah ini seperti pembuatan kapal perang lambung ganda sudah mulai digalakkan. Dengan teknologi ini diharapkan akan segera terbentuk armada-armada baru yang mumpuni serta dapat mengatasi masalah keamanan dan kedaulatan negara dikarenakan efisiensinya serta fungsinya yang bagus.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana menentukan *operational requirement* kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* untuk operasi wilayah perairan Indonesia?
2. Bagaimana cara memperoleh ukuran utama kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*?
3. Bagaimana desain *layout* awal kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* ?
4. Bagaimana desain 3D kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* yang sesuai ?

I.3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menentukan *operational requirements* kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* untuk operasi wilayah perairan Indonesia
2. Memperoleh ukuran utama kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*
3. Mendapatkan *lines plan* dan rencana umum kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*
4. Mendesain *layout* awal rencana umum dan model 3D kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet*

I.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan yang akan digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Desain meliputi ukuran utama, *lines plan* dan *general arrangement* kapal.
2. Desain lambung yang digunakan adalah jenis lambung katamaran.
3. Fungsi *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* sebagai kapal perang
4. Masalah teknis yang dibahas sebatas konsep desain.
5. Perhitungan hambatan mengabaikan interferensi gelombang di bawah *bridge*
6. Perhitungan kekuatan dan konstruksi kapal diabaikan.
7. Data yang digunakan adalah data sekunder.

I.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Secara akademis, desain kapal *Catamaran Tank Boat* ini dapat menjadi bahan pembelajaran dan penunjang proses belajar mengajar serta turut memajukan dunia pendidikan khususnya dalam dunia perkapanan.
2. Secara implementasi, diharapkan hasil dari penggerjaan Tugas Akhir ini dapat menyediakan kapal perang *Tank Boat* kepada TNI AL sebagai kekuatan pengamanan wilayah maritim Indonesia.

I.6. Hipotesis

Desain kapal perang serbu *Catamaran Tank Boat* dengan *Turbojet* dapat memudahkan militer negara (TNI AL) dalam mengamankan wilayah maritim Indonesia serta menambah jumlah kapal TNI AL yang dibutuhkan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB II

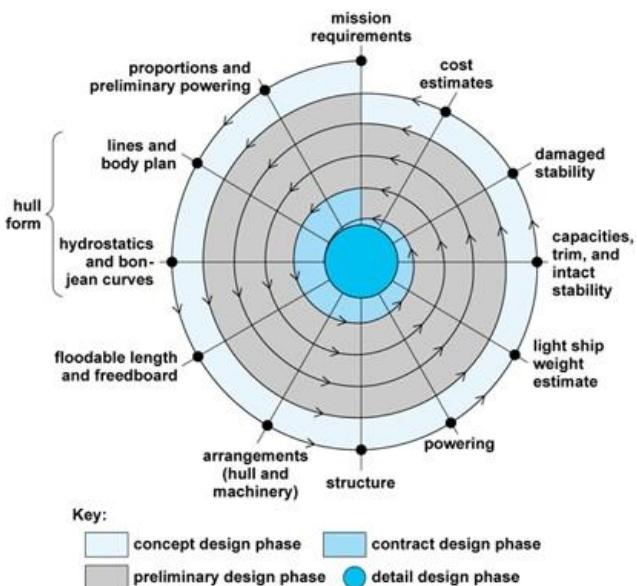
STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

II.1.1. Tahapan Desain Kapal

Proses mendesain kapal merupakan proses yang dilakukan secara berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal saat desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (*the spiral design*) seperti pada Gambar II.1. Desain spiral terbagi menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design* (Watson D. G., 1998).

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan pendesainan kapal perang *Catamaran Tank Boat* hanya sebatas *concept design*. Oleh karena itu, proses desain yang dibahas hanya sebatas *concept design*.



Gambar II.1 *Spiral Design*
(Sumber: <http://navalarchitectsaustralia.blogspot.co.id>)

Terdapat empat tahapan dalam *Design Spiral* ini, antara lain:

1. *Concept design*

Concept design merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner requirement*.

Konsep desain kapal adalah tugas desainer untuk mendefinisikan sebuah objek untuk

memenuhi persyaratan misi dan mematuhi kendala/permasalahan yang ada. Untuk membuat sebuah konsep dilakukan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya pembangunan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa gambar atau sketsa, baik sebagian ataupun secara lengkap

2. *Preliminary Design*

. *Preliminary design* adalah tahapan kedua dalam mendesain kapal. *Preliminary design* merupakan usaha teknis lebih lanjut yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Dalam hubungannya dengan diagram spiral, *preliminary design* merupakan iterasi kedua atau merupakan lintasan kedua pada diagram spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat tentang berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain.

3. *Contract Design*

Tahap *contract design* merupakan tahap lanjutan setelah tahap *preliminary design*, yakni tahap pengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal harus memahami kapal yang akan dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal. Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang mendeskripsikan kapal yang akan segera dibuat. Selanjutnya, dokumen-dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dengan pihak galangan Kapal Komponen yang termasuk dalam *contract design* adalah sebagai berikut :

- *Arrangement Drawing*
- *Structural Drawing*
- *Structural Details*
- *Propulsion Arrangement*
- *Machinery Selection*
- *Propeller Selection*
- *Generator Selection*
- *Electrical Selection*

Komponen-komponen diatas disebut juga dengan *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus mempresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal atau *ship owner*.

4. *Detail Design*

Detail design adalah tahap terakhir dari proses mendesain sebuah kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan yang dilakukan sebelumnya akan dikembangkan menjadi gambar kerja yang bersifat lebih detail secara menyeluruh. Rencana pembuatan konstruksi kapal akan secara detail dibahas dalam tahap ini. Bagian terbesar dari proses ini adalah produksi gambar kerja/lapangan yang diperlukan pada proses produksi

II.1.2. Metode Desain Kapal

Setelah tahapan sebelumnya sudah memenuhi *operational requirement*, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal adalah proses menentukan metode dalam mendesain kapal. Secara umum metode dalam desain kapal adalah sebagai berikut :

1. *Parent Design Approach*

Parent design approach adalah salah satu metode mendesain kapal dengan cara membandingkan kapal yang sudah ada dengan desain yang akan dibuat, yakni dengan mengambil ukuran utama kapal yang sudah didesain sebelumnya dengan ketentuan kapal harus memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini desainer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang.

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal hanya tinggal memperbaiki dan meningkatkan performa kapal saja.
- *Performance* kapal *parent* terbukti (*stability, motion, resistance*)

2. Metode *Trend Curve Approach*

Metode *Trend Curve approach* yang sering disebut dengan metode statistik adalah sebuah cara/metode mendesain kapal dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utamanya. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi di mana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan(*trend line*) yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

3. Iteratif Design Approach

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

4. Parametric Design Approach

Parametric design approach adalah sebuah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya (L, B, T, C_b, LCB dll) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya (R_t), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, penghitungan titik berat, *trim*, dan lain-lain.

5. Optimization Design Approach

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta daya motor yang dibutuhkan pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, desain yang *optimum* dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost*. Adapun parameter dari optimasi ini yaitu hukum fisika, kapasitas ruang muat, *stabilitas*, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal

II.1.3. Lambung Kapal

Lambung kapal adalah suatu bagian kapal yang berfungsi menyediakan daya apung utama, dimana daya apung tersebut dipengaruhi oleh bentuk lambung kapal. Bentuk lambung kapal juga dapat mempengaruhi kapal dari segi stabilitas kapal, hambatan, kecepatan, konsumsi bahan bakar, daya mesin, serta sarat (*draft*) perairan pada saat kapal beroperasi.

- a. Adapun dari kemampuan gerak kapal dipermukaan air dibedakan menjadi beberapa tipe. Tipe-tipe dari lambung kapal antara lain :

1. *Displacement Hull*

Displacement hull merupakan tipe lambung kapal yang memungkinkan kapal melaju dengan membelah air sehingga cocok digunakan oleh kapal yang berlayar di perairan berombak dan tenang. Kapal jenis ini umumnya bergerak lambat dan membutuhkan banyak bahan bakar. *Displacement hull* umumnya digunakan untuk kapal berbobot besar dan bermuatan banyak seperti kapal niaga , kapal *tanker* dll. Kapal dengan tipe lambung seperti ini memiliki *Froude Number* (Fn) < 1 .

2. *Semi-Planning Hull*

Tipe jenis lambung ini berbeda dengan tipe *displacement hull*, memiliki gaya angkat hidrodinamik. Berat kapal ini disangga oleh gaya hidrodinamik yang timbul karena adanya deviasi aliran pada sekitar dasar kapal bagian buritan. Sehingga, hal ini mengakibatkan kapal *trim* (sarang depan dan belakang kapal terdapat selisih). Kapal dengan tipe lambung seperti ini memiliki *Froude Number* yaitu $1 < Fn < 3$.

3. *Planning Hull*

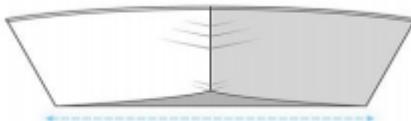
Planning hull merupakan jenis lambung kapal yang memungkinkan kapal dapat melaju dengan cepat di permukaan air dimana terdapat perubahan sarat yang signifikan ketika kapal dalam keadaan diam dan kapal dalam keadaan bergerak. Tipe dengan lambung ini dapat ditandai dengan kondisi hampir seluruh berat kapal disangga oleh gaya angkat hidrodinamik, dan hanya sebagian kecil dari berat kapal yang bertumpu pada gaya angkat hidrostatik. Kapal dengan tipe seperti ini memiliki *Froude Number* (Fn) > 3 .

- b. Dengan kondisi perairan yang berbeda-beda, maka bentuk lambung pada kapal didesain dengan berbeda juga. Untuk bentuk lambung pada kapal antara lain :

1. *Flat Bottom Hull*

Lambung kapal alas datar (*flat bottom hull*) ini didesain dengan bagian bawah yang datar dan umumnya digunakan oleh kapal dengan sarat rendah seperti kapal penangkap ikan yang dioperasikan pada alur sungai dan alur danau. Karena bagian bawahnya yang datar dan kurang memberi tekanan ke dalam air, lambung kapal yang

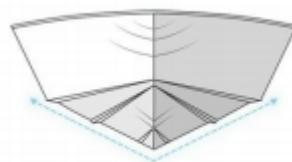
termasuk pada kategori *planning hull* ini tidak cocok digunakan di perairan yang berombak besar karena kurang dalam hal stabilitas.



Gambar II.2 *Flat Bottom Hull*
(Sumber : Boatsmartexam.com)

4. *Deep V Hull*

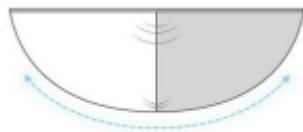
Lambung kapal dengan bentuk *deep V hull* memungkinkan kapal lebih stabil di perairan dengan ombak besar. Karena memiliki dasar lambung yang lancip atau V dan mampu memberi tekanan ke dalam air, kapal dengan bentuk lambung V akan stabil di perairan berombak besar. Namun, lambung kapal yang juga termasuk kategori *planning hull* ini tidak cocok untuk berbelok dengan kecepatan tinggi. Bentuk lambung yang lancip ke bawah dapat membuat kapal kehilangan keseimbangan bahkan terbalik ketika berbelok dengan yang kecepatan tinggi.



Gambar II.3 *Deep V hull*
(Sumber : Boatsmartexam.com)

5. *Round Bottom Hull*

Lambung kapal alas bulat (*round bottom hull*) digunakan untuk kapal dengan kecepatan rendah berbobot besar seperti kapal *tanker*. Lambung kapal kategori *displacement hull* ini memungkinkan kapal besar melaju di air dengan kecepatan rendah. Daya tekan ke bawah lambung bulat ini memang lebih rendah daripada lambung berbentuk huruf V dan masih dapat terguling jika beban tidak seimbang tapi resiko tersebut dapat dihindari dengan membuat lunas kapal yang tepat ketika membangun lambung kapal dengan jenis ini.



Gambar II.4 *Round Bottom Hull*
(Sumber : Boatsmartexam.com)

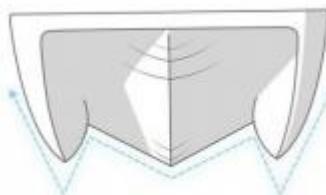
6. *Multi Hull*

Lambung kapal berkategori *displacement hull* yang satu ini berbeda dengan yang lain karena jumlahnya lebih dari satu untuk satu kapal. Lambung ini disebut dengan multi lambung atau *multihull*. Kapal *catamaran* dan *trimaran* adalah jenis kapal yang menggunakan lambung *multihull*. Keunggulannya terletak pada kestabilan kapal yang tinggi ketika berlayar sambil memotong air karena jarak antar dua lambung dengan lambung lainnya cukup lebar.

Kapal dengan tipe *Catamaran* dapat dioperasikan pada kecepatan relative tinggi dan masih mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis. Tahanan tambahan akibat gelombang pada kapal katamaran adalah kecil dan kualitas *seakeeping* relatif bagus untuk beroperasi pada kecepatan cepat antara 25-40 *knots* (Wijnolst & Wergeland, 2008).

Namun, karena kapal pengguna banyak lambung ini umumnya lebar, kapal membutuhkan ruang lebih untuk bermanuver sehingga pengemudi kapal harus memastikan keberadaan kapal lain ketika akan berbelok untuk menghindari kecelakaan.

Bentuk badan kapal harus dipilih dengan metode yang tepat akan hasilnya hasil yang memuaskan. Kapal katamaran dengan geladak yang lebih besar adalah salah contoh konsep yang berhasil dalam mengatasi gerakan gerakan oleng, hal ini adalah kelemahan utama pada kapal-kapal konvensional atau *monohull* (Smith,2007)



Gambar II.5 *Multi Chine Hull*
(Sumber : Boatsmartexam.com)

II.1.4. Ukuran Utama Kapal

a. Lpp (*Length between Perpendicular*)

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

b. LOA (*Length Overall*)

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c. B_m (*Moulded Breadth*)

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d. H (*Heigh*)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

e. T (*Draught*)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

f. DWT (*Deadweight Ton*)

Yaitu berat dalam ton (1000 kilogram) dari muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum.

g. Vs (*Service Speed*)

Ini adalah kecepatan dinas, yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal dibawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai dengan sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.

II.1.5. Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya yang bekerja pada kapal berlawanan arah dengan arah laju kapal yang berwujud fluida (cair). Agar dapat mengetahui kebutuhan daya mesin yang dibutuhkan kapal, hambatan kapal perlu diketahui. Hambatan dihitung dengan metode tertentu untuk menentukan daya mesin yang di gunakan dalam melawan gaya tersebut dengan kecepatan

yang telah ditentukan. Ukuran utama kapal, kecepatan kapal, karakteristik badan kapal dibawah sarat mempengaruhi nilai hambatan.

II.1.6. Kebutuhan Daya Penggerak Kapal

Untuk menggerakan suatu kapal dibutuhkan sebuah sistem penggerak yang dapat membuat kapal bergerak maju. Macam dari sistem penggerak kapal sangatlah bervariasi, baik itu sistem penggerak dengan bantuan mesin maupun tanpa bantuan mesin, namun sampai saat ini sistem penggerak dengan bantuan mesin masih dinilai sebagai sistem yang paling efisien dalam mengoperasikan kapal. Agar kapal dapat bergerak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan maka perlu disesuaikan antara hambatan kapal dengan kapasitas dan daya dari mesin penggerak utama (*main engine*). Oleh karena itu diperlukannya perencanaan dan perhitungan terhadap kebutuhan daya penggerak kapal.

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

- *Effective Horse Power*

- *Delivery Horse Power (DHP)*

- *Break Horse Power (BHP)*

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

II.1.7. Berat dan Titik Berat Kapal

1. Berat *Lightweight Tonnage* (LWT)

Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal kosong pada Tugas Akhir ini menggunakan perhitungan dengan bantuan *software Maxsurf. Lightweight* yang merupakan komponen berat kapal yang berupa berat lambung kapal dan konstruksi kapal serta permesinan akan dihitung guna mengetahui berat kapal kosong. Dengan *software Maxsurf*, akan dihitung luasan area lambung yang didesain kemudian mengalikannya dengan tebal dan densitas material. Dengan begitu LWT kapal akan ditemukan beserta titik berat memanjang serta vertikalnya (VCG dan LCG)

2. Berat *Deadweight Tonnage* (DWT)

- *Payload* (Berat Muatan)

Berat Muatan didapatkan berdasarkan ketentuan dari pemilik kapal pada *owner requirements* yang nantinya menjadi dasar seorang desainer dalam mendesain kapal.

- Berat *Crew*

Berat kru secara rinci akan dihitung sesuai dengan konsep pada awal desain kapal.

- Berat Bahan Bakar (*Fuel Oil*)

Berat bahan bakar secara rinci dibahas di Bab IV.

3. Titik Berat

Titik berat benda merupakan suatu titik yang ada pada benda dimana masa benda terpusat pada satu titik tersebut. Dasar teori tersebut yang dijadikan landasan pada merancang kapal, dimana perhitungan titik berat gabungan kapal merupakan gabungan dari seluruh komponen benda yang ikut terapung bersama kapal. Dalam perhitungan mencari titik berat, ada dua jenis pendekatan, yaitu pendekatan menggunakan formula yang didapat dari hasil penelitian dan pengujian, serta pendekatan terhadap bentuk bidang dan ruang seperti persegi, persegi panjang, segi tiga, lingkaran, trapesium, dan lain-lain. Untuk perhitungan jarak, titik berat pada kapal dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu jarak titik berat secara memanjang (*longitudinal center of gravity / LCG*) untuk mengetahui posisi titik berat secara memanjang, yang pada umumnya menjadikan titik AP yang terletak di belakang kapal, *midship*, atau FP yang terletak di bagian depan kapal sebagai titik acuannya, serta jarak titik berat secara vertikal (*vertical center of gravity / VCG*) guna mengetahui letak titik berat secara vertikal, yang pada umumnya menjadikan dasar lunas (*keel*) sebagai titik acuan untuk mengukur VCG.

II.1.8. *Freeboard* (Lambung Timbul)

Freeboard adalah tinggi lambung yang tidak tercelup air pada kapal, yang diperoleh dari hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal, dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Besarnya freeboard adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (Bm). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada

bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal *pelat stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Non Convention Vessel Standard* sebagai berikut :

- Input Data yang Dibutuhkan

1. Perhitungan

- a. Tipe kapal

Tipe A : merupakan kapal dengan spesifikasi :

1. didesain hanya untuk mengangkut kargo curah cair; atau
2. Memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka dengan alasan kenyataan bahwa tangki kargo hanya memiliki lubang akses yang kecil, ditutup dengan penutup baja atau bahan lain dengan paking kedap air; dan
3. Memiliki permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Kapal tipe A: *tanker, LNG carrier*

Kapal tipe B: kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Kapal tipe B: *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships*

- b. *Freeboard standard* adalah freeboard yang tertera pada tabel *standart freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

- c. Koreksi

Terdapat koreksi *freeboard* yang harus dilakukan guna menentukan standar *minimum*. Beberapa koreksi tersebut meliputi :

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

Tabel II.1 Pengurangan Lambung Timbul Tipe B

Panjang (L)	$\leq 100 \text{ m}$	110 m	120 m	$\geq 130 \text{ m}$
Pengurangan (cm)	4	5	8	12

Sumber: NCVS, 2009

Apabila pada kapal tipe B dilengkapi dengan penutup palkah dari baja ringan, lambung timbul kapal dikurangi sesuai pada Tabel II.1. Besarnya pengurangan untuk panjang kapal diantara besaran tersebut di atas didapat dengan dilakukannya Interpolasi Linier.

II.1.9. Stabilitas Kapal

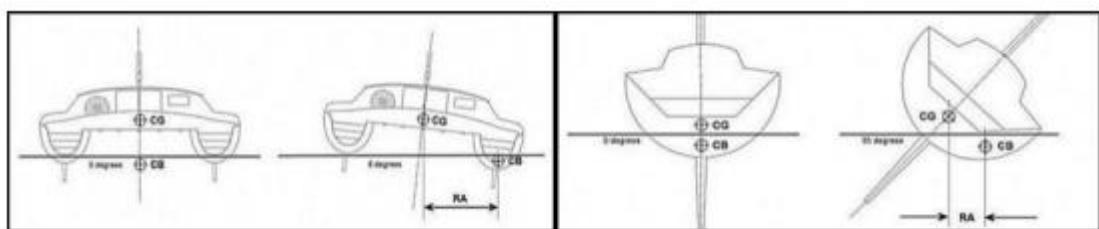
Stabilitas bisa diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan awal setelah diberi oleh gaya luar baik gelombang atau hal lain. Kemampuan stabilitas tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen ini terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

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

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

Dalam perhitungan tersebut, desainer menggunakan *rule* HSC 2000 Annex 7 *International Code of Safety for High Speed Craft* sebagai acuan karena kapal yang akan di desain merupakan kapal perang yang biasanya tidak diikat oleh banyak *rules*. Kapal yang dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standart keselamatan *Safety of Life at Sea* (SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO).

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



Gambar II.6 Perbedaan Stabilitas Kapal Katamaran Dengan *Mono Hull*
(Sumber: Satriawansyah, 2016)

II.2. Tinjauan Pustaka

Dalam tinjauan pustaka ini akan dibahas mengenai hal yang berhubungan dengan desain kapal *Tank Boat* nantinya khususnya hal yang berkaitan dengan teknis operasi dan persenjataan yang sebelumnya pernah dilakukan penelitian dan percobaan. Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah agar penulis lebih memahami teori, pembahasan serta menambah pengetahuan penulis untuk mendesain kapal.

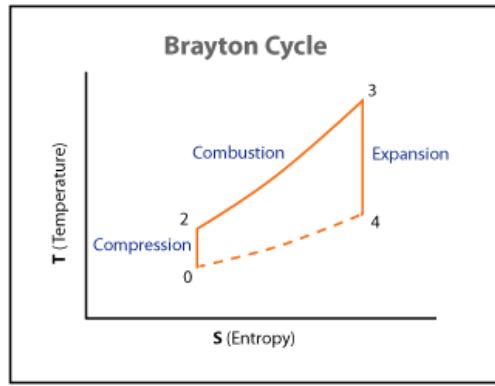
II.2.1. Sistem Navigasi dan Persenjataan

Navigasi adalah ilmu pengetahuan untuk mengetahui posisi kapal di laut dengan mengemudikan kapal secara aman dari suatu area ke area lain (M. Jerry Jeliandra Suja, Sulistiyantri, & Komarudin, 2017). Sistem navigasi biasanya terdiri dari beberapa perangkat digital maupun analog, untuk yang analog biasanya dilengkapi dengan kompas analog yang dapat mengetahui arah mata angin yang berguna sebagai acuan arah kapal. Untuk perangkat digital sudah terdapat GPS atau Global Positioning System yakni satu-satunya alat navigasi global dengan memanfaatkan satelit guna menentukan lokasi, kecepatan, arah, dan waktu yang telah beroperasi penuh di dunia (Habibi & S, 2011).

Persenjataan adalah hal penting bagi kapal perang. Konsep *Catamaran Tank Boat* dilengkapi meriam 105 mm dengan jangkauan 5 km untuk *direct hit* dan 10 km untuk tembakan tidak langsung. Meriam ini juga bisa memuat *Anti-Tank Guided Missile Falarick*. Selain itu *Catamaran Tank Boat* juga dibekali dengan sistem persenjataan lain seperti *remote control weapon system* (RCWS) dengan kaliber 7.62 mm dengan sistem nadir dan navigasi canggih untuk melumpuhkan musuh (Army Guide, 2015).

II.2.2. Turbojet

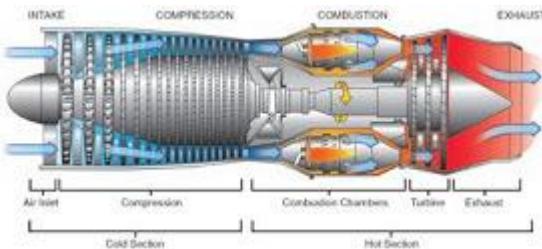
Mesin jet atau yang juga dikenal sebagai mesin turbin gas juga dikembangkan tidak hanya untuk pesawat terbang tetapi juga untuk kapal dan di darat serta untuk kendaraan terutama kendaraan berat seperti *tank* dan mesin-mesin pembangkit listrik dan mesin untuk industri. Ada empat jenis mesin *turbojet* antara lain mesin *turbojet* dan *turbofan* yakni mesin yang tenaganya berasal dari massa udara yang dipercepat serta hasil pembakaran yang menuju ke satu arah sehingga mendorong mesin dan body ke arah yang berlawanan. Jenis yang lain adalah *turboprop* dan *turboshaft* yang bekerja dengan prinsip lain yakni energi dari gas panasnya digunakan untuk memutar/menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan baling-baling atau dikenal juga dengan sebutan *power output shaft* (Sukadana, 2015).



Gambar II.7 Siklus Brayton

(Sumber:commons.m.wikimedia.org)

Mesin rekasi jet sederhana lalu dikembangkan menjadi *twin-spool low by pass ratio turbojet*. Kini dari *turbojet low by-pass ratio*, berkembang menjadi *triple-spool front fan high by-pass ratio turbojet* atau lebih dikenal sebagai *high bypass turbofan* dan *fanjet*. Masih berupa konsep adalah mesin *prop-fan* dan UDF (*unducted fan*) dan *contra rotating-fan*.



Gambar II.8 Skema Mesin *Turbojet*

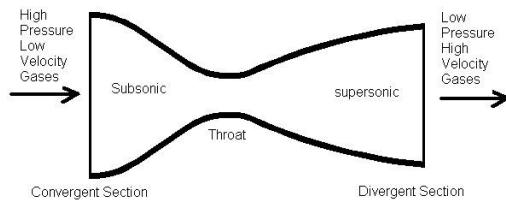
(Sumber:[Researchgate.net](https://researchgate.net))

Mesin turbojet merupakan mesin jet yang sangat sederhana, biasanya digunakan untuk pesawat-pesawat berkecepatan tinggi. Contoh dari mesin ini adalah mesin Rolls-Royce Olympus 593 yang digunakan untuk pesawat Concorde. Versi lain merupakan mesin Marine Olympus yang memiliki kekuatan 28.000 hp (daya kuda atau setara dengan 21 MW) yang dipakai untuk menggerakkan kapal perang *modern* dengan bobot mati 20.000 ton dengan berkecepatan tinggi.

II.2.3. Main Engine dan Sistem Kemudi

Dengan mengetahui hambatan yang dihasilkan oleh kapal, desainer mampu menentukan kapasitas mesin yang diperlukan oleh kapal untuk melawan hambatan tersebut sehingga kapal mampu berlayar dengan kecepatan yang telah ditentukan, maka nilai *Break Horse Power* (BHP/P_B) yang dihasilkan oleh kapal harus dihitung.

Namun, sebelum itu nilai *Effective Horse Power* (EHP/P_E), *Thrust Horse Power* (THP/P_T) dan *Delivered Horse Power* (DHP/P_D) dan nilai-nilai efisiensi harus didapat terlebih dahulu. Dikarenakan kapal menggunakan mesin turbojet, efisiensi lambung di abaikan karena di bawah air tidak ada satu barangpun yang tercelup air.



Gambar II.9 Sistem Kerja *Turbojet*
(Sumber:Artikel-teknologi.com)

Untuk sistem berbeloknya kapal, dengan memanfaatkan *thrust reverser* dan *thrust vectoring* kapal dapat berbelok secara dinamis dan dapat berhenti secara cepat. *Turbojet* yang banyak digunakan pada pesawat jet menggunakan sistem ini dengan cara membalikkan arah *thrust* yang awalnya mengarah ke belakang berubah menuju arah depan atau samping. Dengan sistem hidrolis, kapal menkontrol pergerakan *thrust vectoring* dari dalam navigasi kapal sehingga kapal dapat bermanuver(Doyle, A, 2009).

II.2.4. *Operational Requirement*

Operational requirement Catamaran Tank Boat yang akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan militer, mempertimbangkan beberapa faktor dibawah :

- Fungsi dan Tugas
- Wilayah Operasional
- Kecepatan
- Kemampuan Operasional

(Putra, 2015)

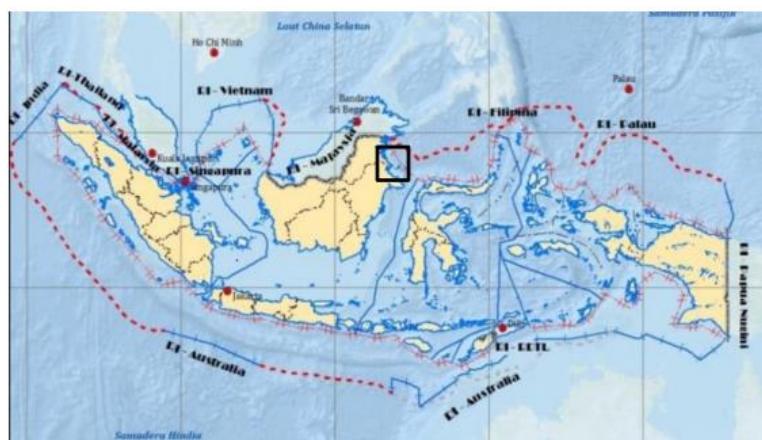
II.2.5. Tinjauan Wilayah

Sesuai Pasal 2, Pasal 34, Pasal 47 dan Pasal 49 pada UNCLOS 1982, disebutkan bahwa sebuah negara merdeka berpantai maka Negara tersebut harus berkuasa atas wilayah darat dan wilayah lautan serta udara diatasnya. Dari sekian banyak ketentuan yang diberikan oleh UNCLOS“82 adalah peraturan mengenai selat yang mungkin ada dalam negara merdeka, akan tetapi disisi lain juga UNCLOS“82 memberikan batasan-batasan dalam menetapkan batas perairan yang dihitung dari dan sejauh mana sehingga tidak merugikan negara tetangga serta negara tidak berpantai, oleh karena itu negara memiliki hak/wewenang. Batasan-batasan

tersebut, perlu adanya penjagaan yang tegas terhadap pelanggar dan interfensi negara lain. Pelanggar-pelanggar tersebut juga berpotensi mengganggu kedaulatan Indonesia dalam sektor pertahanan. Apabila ada permasalahan yang tidak bisa diselesaikan dengan mufakat, tidak menutup kemungkinan akan ada serangan militer negara lain ke Indonesia untuk menjatuhkan Indonesia. Sebelum itu untuk memata-matai dan mencari informasi mengenai pertahanan hingga kekuatan militer Indonesia, kapal asing akan melakukan cara apapun untuk mendapatkan yang mereka cari termasuk mendekat ke wilayah Indonesia untuk mencari data kekuatan militer kita. Untuk mengatasi masalah tersebut wilayah NKRI khususnya seluruh wilayah perairan Indonesia memerlukan armada militer yang kuat dan canggih untuk penjagaan perlindungan apabila diperlukan.

Selain itu, Indonesia memiliki berbagai macam sumber daya alam yang melimpah hampir di seluruh wilayah perairan. Hal ini menimbulkan banyaknya pihak-pihak luar yang secara sengaja ataupun tidak mengambil dan mengeksplorasi sumber daya alam yang berada di dalam wilayah Indonesia ini. Sebagaimana dilansir oleh BNPB bahwa laut Sulawesi baru-baru ini mengalami peningkatan aktifitas bajak laut yang tak hanya merompak kapal nelayan kecil namun juga kapal komersil lainnya. Selain itu di dalam daerah Laut Sulawesi terdapat blok minyak yang sangat melimpah dan seringnya terjadi gesekan antara kedua Negara antara Indonesia dengan Malaysia. Blok minyak tersebut adalah blok Ambalat, blok laut luas mencakup 15.235 kilometer persegi yang terletak di Laut Sulawesi atau Selat Makassar dan berada di dekat perpanjangan perbatasan darat antara Sabah, Malaysia, dan Kalimantan Timur, Indonesia. Ambalat adalah milik negara Indonesia sebagai Negara kepulauan. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya penandatanganan Perjanjian Tapal Batas Kontinen Indonesia-Malaysia pada tanggal 27 Oktober 1969, yang ditandatangani di Kuala Lumpur, telah diratifikasi pada tanggal 7 November 1969 (Hardianto, 2017). Aster Blok Ambalat terindikasi mengandung cadangan minyak yang cukup besar, blok yang saat ini dikelola perusahaan minyak dan gas bumi asal Italia ENI, ternyata mampu berproduksi sekitar 30.000-40.000 barel perhari, hal ini terindikasi setelah dilakukannya pengeboran terhadap lima sumur, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menegaskan, bahwa Blok Ambalat merupakan bagian dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Hal ini yang membuat Kapal *Tank Boat* direncanakan akan di operasikan di seluruh wilayah perairan Indonesia khususnya di wilayah ZTE.



Gambar II.10 Rencana Daerah Operasional *Tank Boat*

(Sumber: BNPP)

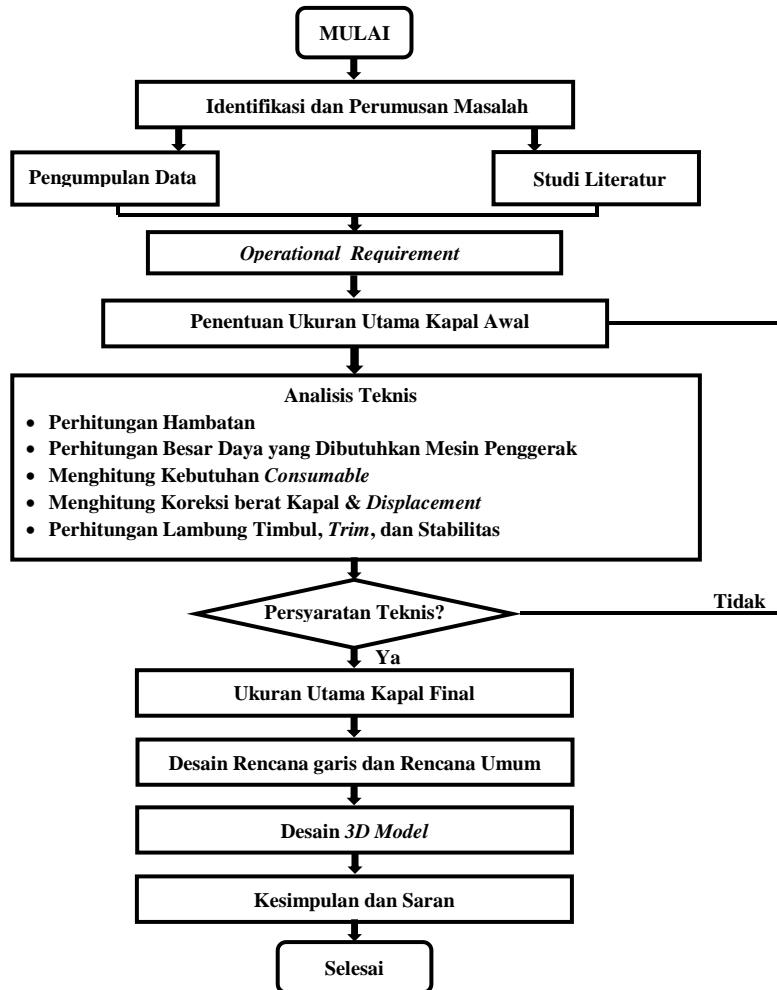
Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB III

METODOLOGI

III.1. Metode

Metode dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dijabarkan dalam bagan alir dibawah ini:



Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan

III.1.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap yang dilakukan pertama kali adalah identifikasi dan perumusan masalah terhadap obyek yang dijadikan Tugas Akhir ini. Pada tahap awal ini dilakukan identifikasi permasalahan berupa: 1. Kemajuan teknologi alusista yang semakin canggih di bidang maritim 2. Banyaknya pelanggaran yang terjadi di wilayah Laut Teritorial Indonesia. 3. Kurangnya kapal perang Indonesia untuk menjaga wilayah perairan. Kemudian dari hasil identifikasi, langkah

selanjutnya adalah merumuskan masalah dari masalah yang telah didapatkan. Fungsi dari perumusan masalah tidak lain agar penyelesaian dari masalah yang dibahas jelas.

III.1.2. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Data yang dimaksud adalah segala data acuan yang digunakan untuk menunjang desain kapal *Tank Boat*. Data yang dibutuhkan yakni data referensi kapal perang katamaran dari buku dan *browsing* internet yang diperlukan dalam pemodelan proses Tugas Akhir. Data yang diperlukan seperti dimensi utama, fungsi senjata, dan lain lain. Selain mengumpulkan data, pengumpulan studi literatur juga harus dilakukan guna memperkuat teori yang dipakai. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan beserta teori-teori yang terkait dengan Tugas Akhir ini. Studi ini bertujuan untuk memahami permasalahan yang ada, sehingga memunculkan hipotesis awal yang selanjutnya bisa disusun menjadi sebuah hipotesa awal. Studi literatur yang dilakukan adalah berkaitan dengan hal sebagai berikut :

- Cara Kerja Kapal *Tank Boat*

Perlu untuk diketahui bagaimana proses kerja kapal *Tank Boat* bisa beroperasi dan bagaimana alur operasinya

- Metode Desain kapal

Ada beberapa metode dalam proses mendesain kapal yang perlu diketahui dan dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemilihan metode mana yang sesuai.

- Persenjataan

Perlu untuk diketahui peralatan perang apa saja yang mendukung desain Catamaran *Tank Boat* ini.

III.1.3. Menentukan *Operational Requirements* dan *Payload*

Setelah berbagai data dan studi literatur ditemukan, maka tahap selanjutnya adalah menentukan *Operational Requirements* dan *Payload Catamaran Tank Boat*. *Operational Requirements* dilakukan untuk menentukan kebutuhan operasional dari *Catamaran Tank Boat* dalam melakukan tugasnya menjaga kedaulatan wilayah maritim Indonesia. Kebutuhan operasional tersebut termasuk kebutuhan peralatan pendukung pada kapal. Dari *Operational Requirements* tersebut akan dapat digunakan untuk menentukan *Payload* (muatan) pada *Catamaran Tank Boat*

III.1.4. Penentuan Ukuran Utama Awal dan Ruang Muat

Setelah *Operational requirements* dan *payload* ditentukan, selanjutnya adalah menentukan ukuran utama awal dan kapasitas ruang muat. Penentuan ukuran utama dilakukan dengan metode *Parent design approach*. *Parent Design Approach* adalah salah satu metode mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini desainer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang nantinya. Untuk penentuan kapasitas muatan akan dijelaskan pada Bab IV. Ukuran utama awal ini bersifat sementara yang nantinya akan dioptimasi nilainya berdasarkan peninjauan banyak hal dalam perhitungan teknis. Dibuat pula *layout* awal kapal untuk mempermudah menentukan posisi *payload* yang akan di letakkan pada kapal.

III.1.5. Analisis Teknis

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

III.1.6. Desain *Lines Plan*, Rencana Umum, dan 3D Model

Dalam pembuatan Rencana Garis kapal dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf Education Version*. Dari desain yang telah dibuat di *Maxsurf Education Version* didapatkan *lines plan* kapal. Kemudian untuk memperhalus *lines plan* dilakukan dengan bantuan software *Autocad*. Sedangkan untuk pembuatan *general arrangement* dilakukan setelah rencana garis selesai. Hal ini dikarenakan *outline* dari *general arrangement* diambil dari rencana garis. Pembuatan rencana umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software CAD*. Pembuatan *general arrangement* mengacu pada *general arrangement* kapal konsep Lundin Antasena X-18.

III.1.7. Kesimpulan

Tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan yang diperoleh se bisa mungkin menjawab daripada tujuan yang ada pada Tugas Akhir ini meliputi penentuan ukuran utama *Tank Boat*, sistem propulsi dan kemudi yang sesuai untuk operasi kapal, gambar rencana garis, rencana umum, dan pemodelan 3D.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS TEKNIS *TANK BOAT*

IV.1. Umum

Kapal *Catamaran Tank Boat* merupakan jenis kapal perang yang notabennya tidak diikat oleh peraturan manapun. Namun untuk lebih amannya, kapal mengikuti sebagian persyaratan teknis supaya kapal dapat bekerja dengan baik saat pengoperasian nanti. Analisis teknis pada kapal ini meliputi beberapa aspek, antara lain sebagai berikut:

- Perhitungan dan pemeriksaan kriteria *freeboard* mengacu pada NCVS (*Non Convention Vessel Standard*) dan *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* 1969 dari IMO (*International Maritime Organization*).
- Pemeriksaan kondisi keseimbangan kapal meliputi pemeriksaan kriteria stabilitas berdasarkan HSC 2000 Annex 7 *Multihull Intact* dan kriteria *trim* berdasarkan NCVS 2009.

IV.2. Operational Requirement

Sebagai Negara kepulauan, secara geografis Indonesia terletak di antara dua benua, yaitu Benua Asia dan Benua Australia, dan dua Samudera, yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Dengan letak tersebut, Indonesia mempunyai posisi yang berhadapan dengan negara lain, strategis dalam geo ekonomi regional dan global serta geopolitik. Posisi ini disatu sisi memberikan peluang yang besar bagi Indonesia, namun di sisi lain juga memberikan berbagai tantangan dan ancaman. Indonesia dengan wilayah kepulauan yang terdiri atas 17 ribu pulau dengan luas wilayah perairan mencapai 5,8 juta km² rentan terhadap masalah masalah teritori/perbatasan. Apabila terjadi konflik, maka yang pertamakali berhadapan dengan militer lawan adalah sektor kemaritiman. Hal lain seperti *illegal trading*, *illegal mining*, *illegal dredging/sand*, *illegal migration*, *illegal logging*, *human trafficking*, *people smuggling*, *illegal fishing*, *sea piracy*, dan *contraband* juga kerap terjadi.(Badan Nasional Pengelola Perbatasan, 2012).

Berdasarkan masalah yang dihadapi oleh pemerintah dalam menjaga wilayah perbatasan khususnya di laut, maka dalam menentukan *Operational requirement* dari *Tank Boat* yang akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam beroperasi, mempertimbangkan beberapa faktor, sebagai berikut:

IV.2.1. Fungsi dan Tugas

Catamaran Tank Boat ini didesain untuk melaksanakan tugasnya sebagai fungsi pertahanan dan pengamanan wilayah maritim Indonesia. Kegiatan pertahanan tersebut berupa perlawanan militer di garda terdepan, penjagaan batas wilayah Indonesia, deteksi dan penyusupan. Adapun beberapa divisi kekuatan TNI AL yang aktif pada saat ini yakni :

- ASG – Kapal Angkut Serba Guna
- AT – Kapal Angkut Tank
- BA – Kapal Bengkel Apung / Repair
- BAP – Kapal Bantu Angkut Personel
- BCM – Bantu Cair Minyak / Kapal Tanker
- BHO – Kapal Bantu Hidro Oseanografi
- BR – Kapal Buru Ranjau
- BTD – Kapal Bantu Tunda
- BU – Kapal Bantu Umum
- KCR – Kapal Cepat Rudal
- KCT – Kapal Cepat Torpedo
- LAT – Kapal Latih
- MA – Kapal Markas
- FPB – Kapal Patroli Cepat
- PK – Kapal Perusak Kapal
- PKR – Kapal Perusak Kapal Rudal
- PR – Kapal Penyapu Ranjau
- KS – Kapal Selam

Untuk rencananya, kapal *Catamaran Tank Boat* ini masuk pada divisi kapal bantu saat operasi penyerbuan sebagai *Fast Patrol Boat* (FPB) dimana kapal akan menerima komando dari pusat pertahanan untuk melakukan tindakan terhadap musuh, sebagai armada pemukul .Kapal juga berpatroli di wilayah ZTE apabila ada kondisi genting yang memerlukan penjagaan beberapa saat di medan konflik seperti upaya penyusupan oleh pihak musuh serta kejahatan lainnya. Untuk penjagaan dan tugas pengusiran apabila ada di area luar ZTE yang diidentifikasi mengancam kedaulatan Indonesia, kapal akan berangkat menuju area tersebut dengan masuk kedalam kapal angkut *tank* dan ditemani dengan KRI *tanker* lain sebagai sarana untuk mensuplai bahan bakar *Tank Boat*.

IV.2.2. Wilayah Operasional

Wilayah operasional yang direncanakan dari desain *Catamaran Tank Boat* ini adalah wilayah perairan Indonesia yang merupakan daerah operasi TNI AL khususnya ZTE yang memungkinkan disusupi oleh pihak lawan. Dengan memanfaatkan deteksi radar, kapal ini akan memantau setiap pergerakan kapal asing yang mencoba memasuki perairan Indonesia. Selain sebagai pengaman wilayah nusantara, kapal ini juga dapat difungsikan sebagai kapal patroli perbatasan. Setiap kapal yang dianggap mengancam kedaulatan RI, akan dilakukan penindakan pengusiran dan apabila tetap tidak dihiraukan, kapal akan memberikan tindakan tegas seperti perlakuan dengan senjata utama untuk melumpuhkan kapal atau kekuatan militer musuh.

IV.2.3. Kecepatan

Kecepatan merupakan faktor penting yang ditekankan kepada setiap kapal perang di Indonesia. Untuk kapal perang umumnya memiliki kecepatan dinas yang tinggi. Kecepatan yang tinggi dibutuhkan guna melakukan pengejaran maupun untuk menghindari kejaran musuh. Direncanakan kapal akan beroperasi dengan kecepatan pengejaran dan tindakan sebesar 45 knot dengan pertimbangan volume tanki bahan bakar dengan jarak operasi *Tank Boat*, sehingga sudah cukup mumpuni dibanding kapal perang lain di dunia.

IV.2.4. Kemampuan operasional

Catamaran Tank Boat ini direncanakan supaya dapat beroprasi siap siaga menunggu perintah komando pusat, atau bisa dijadikan sebagai armada patroli dengan sistem shift 4 kali dalam sehari. Tujuannya apabila ada serangan atau intai musuh secara mendadak, kapal siap untuk menyerbu bersama KRI lain guna menghadang dan memberikan perlakuan terhadap musuh agar tidak menduduki wilayah Indonesia lebih jauh. Apabila diperlukan penjagaan terhadap musuh di luar area ZTE kapal *Tank Boat* akan di angkut dengan KRI lain yang lebih besar untuk di *deploy* di area yang ditugaskan. Dengan bantuan KRI tanker khusus perang, maka bahan bakar dapat tersuplai dengan baik saat keadaan penyerangan atau penghadangan.

Berdasarkan uraian dari operational requirements, maka didapatkan ringkasan pada Tabel IV.1 sebagai berikut:

Tabel IV.1 Rekapitulasi *Operational Requirement*

<i>Operational Requirement</i>	
Fungsi dan Tugas	Pertahanan dan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia
Wilayah operasional	Seluruh Wilayah Maritim Indonesia

Kecepatan dinas	25 Knot patrol 45 Knot pengejaran
Kemempuan Operasional	Menerima perintah dari pusat pertahanan atau patroli 4 shift dalam sehari bila diperlukan saat kondisi genting.

IV.3. Alusista *Tank Boat*

Untuk menjaga keamanan wilayah teritorial NKRI, *Tank Boat* ini dilengkapi dengan berbagai persenjataan yang cukup canggih. Persenjataan tersebut digunakan untuk memberikan perlawanhan senjata terhadap kapal asing yang mencurigakan atau bahkan dengan sengaja ingin mengganggu NKRI. Persenjataan tersebut diantaranya dijelaskan sebagai berikut:

IV.3.1. Meriam CT-CV 105HP CMI Devence

Meriam CT-CV 105 HP adalah meriam canggih yang biasa di gunakan pada tank medium darat. Meriam CT-CV 105HP terbilang sangat canggih di kelas 105 mm. Meriam *multi operation* ini utamanya dapat melontarkan aneka munisi 105 mm standar NATO. Selain memang kodratnya melepaskan aneka proyektil, laras CT-CV 105HP juga dapat memuntahkan rudal *anti tank*, yakni Falarick 105. Rudal yang masuk segmen *Gun-Launched Anti-Tank Guided Missile* (GLATGM) ini dapat menghajar sasaran sejauh 5.000 meter. Falarick 105 mampu membawa hulu ledak *tandem hollow charge*. Rudal seberat 25,2 kg ini dipandu dengan sistem semi otomatis lewat *laser beam*. Waktu yang dibutuhkan untuk terbang menyasar ke sasaran sekitar 17 detik. Falarick 105 punya panjang 1015 mm dengan kaliber 105 mm. Temperatur operasional rudal ini di rentang -40 hingga 60 derajat Celcius.(CMI Defence, 2016)



Gambar IV.1 CT-CV Turret 105HP

(Sumber:Armyrecognition)

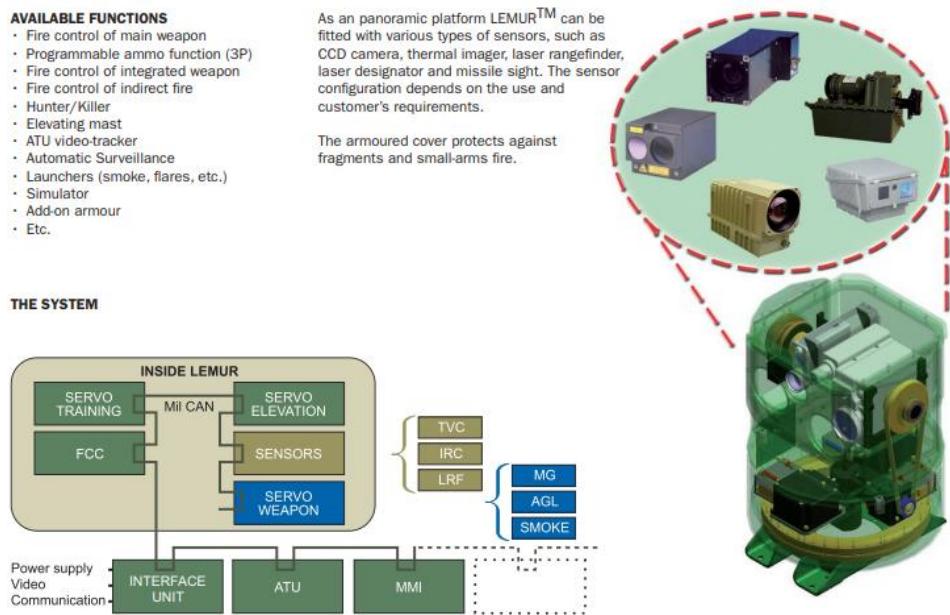
Jenis laras yang digunakan adalah tipe L51 dengan panjang 5.545 mm. Desain tekanan laras mencapai 120% dari *gun pressure* pada meriam 105 mm klasik. Secara umum, di dalam kubah terdapat dua awak, sehingga proses pengisian amunisi menggunakan cara *autoloader*. Operasi kubah dapat digerakkan secara secara elektrik dan mekanik. Laras meriam kaliber 105 mm *smoothbore* dapat menembakkan berbagai jenis amunisi (termasuk jenis APFDS) dengan jarak tembak efektif minimal 1.500 meter. Laras juga dibekali *bore evacuator* dan dilapisi *thermal jacket*. Untuk olah geraknya, laras punya sudut elevasi maksimum 42 derajat hingga -6 derajat. Tentu saja dengan sudut putar kubah 360 derajat.

Kubah meriam dibekali *turret stabilized system* dengan *gyro stabilizer* dan *firing control system* yang mengadopsi komputer balistik. Untuk mengunci sasaran, *gunner* dibantu dengan *auto target locking system*. Memudahkan dalam olah pertempuran, juga ada pemilihan sasaran secara otomatis lewat *hunter killer system*. Bahkan ada bekal IFF (*identification friend or foe*). Disamping kiri laras meriam bisa dipasangi senapan mesin sedang *coaxial* kaliber 7,62 mm atau SMB (senapan mesin berat) kaliber 12,7 mm. Di bagian atas tengah kubah, ada lagi senapan mesin sedang kaliber 7,62 mm. Tapi senjata ini dioperasikan secara RCWS (*remote control weapon system*). Untuk proteksi, kubah dilengkapi pelontar granat asap kaliber 40 mm (4 buah di kanan dan 4 buah di kiri).

Selain proteksi berupa tabir asap, lapisan baja pada kubah ditunjang proteksi yang mengacu pada standar STANAG 4569, pilihannya hingga level 4 dan level 5. Secara keseluruhan medium tank Pindad disiapkan untuk mampu menahan terjangan proyektil kaliber 30 mm. Guna perlindungan pada keselamatan awak, tersedia *laser warning* dan proteksi maksimal pada ancaman bahaya kontaminasi nuklir, biologi dan kimia. (Pamungkas, 2014)

IV.3.2. RCWS Lemur

RCWS merupakan singkatan dari *Remote Control Weapon System* yang fungsinya adalah memberikan tembakan ke arah yang dituju yang kebanyakan digunakan untuk menembak awak kapal, dengan menggunakan *remote control* yang ada pada bagian navigasi kapal *Tank Boat*. Lemur dapat menembakkan amunisi sebanyak 300 amunisi setiap kali *reload*. Senjata jenis ini juga dapat berputar 360 derajat sehingga sepenuhnya dapat menjaga kapal dari serangan jarak dekat. RCWS Lemur juga di desain agar dapat membidik musuh yang ada di darat maupun di udara sehingga pengamanan lebih baik. Secara detail fungsi dapat dilihat pada lampiran A data penunjang.



Gambar IV.2 Lemur
(Sumber:www.baesystems.se)

IV.4. Platform Tank Boat

Setelah didapatkan kriteria dari *operational requirement*, selanjutnya penentuan *platform* dari Kapal *Tank Boat* ini berdasarkan jumlah komponen yang akan dipasang pada kapal tersebut. Komponen-komponen yang akan dipasang pada Kapal *Tank Boat* ini dapat dilihat pada Tabel IV.2

Tabel IV.2 Komponen *Platform Tank Boat*

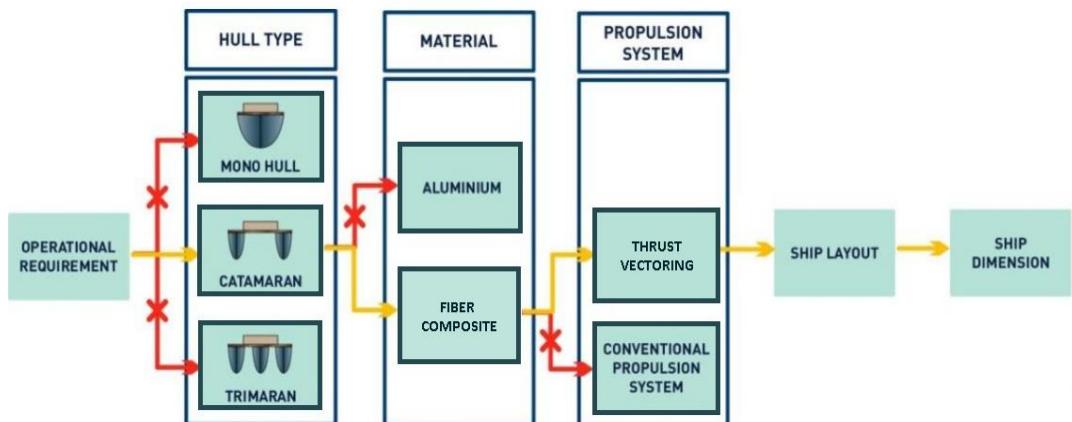
No	Komponen	Jumlah	Dimensi L X B X H (mm)	Berat (Kg)
1	Main Engine	1	6000x1330	2300
2	Thermal Camera	1	300x50x30	30
3	CT-CV Turret	1	12m	4000
4	life raft	2	900 x 550 x 380	56
5	lemur	1	H = 850, D= 870	270
6	Turret Ammo	12	1015 x 105	300
7	Lemur Ammo	300	12.7	50
8	Navigation Bridge system	1	Sesuai pada spesifikasi	250
9	RGB	1	P= 7800, W= 2500	450
10	12 V Battery	4	578x254x219	100
13	Thrust vectoring	1	Sesuai mesin Turbojet	200

15	AE	2	1029x629x251	824
16	Fresh Water	2	Sesuai GA	100
17	Fuel oil	10	Sesuai GA	14271,3252
18	Diesel oil	2	Sesuai GA	428
19	Crew	4	-	360
BERAT TOTAL				23989,4

Pada Tabel IV.2 menunjukkan jumlah komponen beserta dimensi dan berat total komponen inilah yang akan dijadikan sebagai *payload* kapal. Sehingga *payload* Kapal *Tank Boat* adalah 23989,4 Kg

IV.5. Decision Tree

Decision Tree atau Diagram Keputusan adalah sebuah alat yang digunakan untuk menentukan keputusan seperti menggunakan grafik pohon atau model keputusan dan kemungkinan penyebabnya. (wikipedia, 2017)



Gambar IV.3 *Decision Tree*

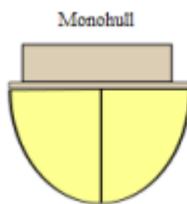
Sebelum memasuki proses perhitungan dan tahap desain, maka harus direncanakan kriteria-kriteria yang akan digunakan untuk *Tank Boat* dimulai dari kriteria yang paling berpengaruh pada proses desain seperti yang ditunjukkan pada gambar IV.3. Adapun kriteria-kriteria tersebut yaitu tipe lambung, material, dan sistem propulsi. Untuk penjelasan detailnya bisa dilihat pada sub sub bab berikut ini

IV.5.1. Tipe Lambung

Dari *decision tree* pada Gambar IV.3 didapatkan tiga tipe lambung sebagai kandidat pilihan untuk *Tank Boat*. Tiga tipe lambung tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan, sebagai berikut:

1. *Monohull*

Lambung dengan tipe *monohull* memiliki kekurangan dalam hal stabilitas, mudah terjadi *rolling*, serta luasan dek yang relatif kecil.



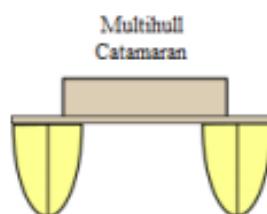
Gambar IV.4 Lambung *Mono Hull*

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

2. *Catamaran*

Kelebihan lambung tipe katamaran dibandingkan dengan lambung tipe *monohull* yaitu:

- Luasan *deck* yang besar.
- Dapat mempertahankan kecepatan di laut dengan gelombang tinggi.
- Memiliki *platform* yang stabil.
- Biaya lebih efektif dibandingkan dengan tipe lambung lainnya dengan kemampuan yang sama. (Allan, R G, 1996)

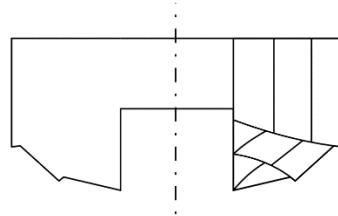


Gambar IV.5 *Multi Hull Catamaran*

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

Berdasarkan penelitian Prof. Jacob Van Renen Van Niekerk yang sudah memiliki pengalaman dan keahlian dalam bidang Perkapalan, lambung katamaran tipe C *fully asymmetric* memiliki keunggulan yang cocok untuk desain kapal katamaran *Tank Boat*. Beberapa keunggulan lambung tipe C *fully asymmetric* dijelaskan sebagai berikut (Niekerk, J, 2000):

- Interferensi gelombang di bagian *bridge* lebih kecil dibandingkan dengan katamaran simetris
- Dapat berlayar dengan baik meskipun berada di perairan yang gelombangnya tinggi serta dapat *sliding* ke arah samping dengan aman saat kapal mengubah arah secara drastis.
- Stabilitas sangat baik (akan terbalik hanya jika ada penambahan *load* yang sangat besar)
- Posisi CG cukup baik dan tidak terlalu tinggi.

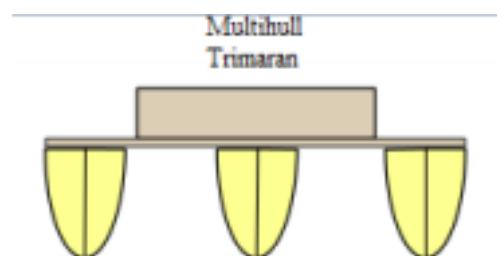


Gambar IV.6 Lambung Katamaran Tipe C *Fully Asymmetric*

(Sumber: Niekerk, J.)

3. Trimaran

Desain *Trimaran* dikatakan mustahil untuk tenggelam, karena salah satu *hull* (cadik) bisa menyeimbangkan kapal walau diterjang air pasang. Karena stabilitas yang dimiliki *Trimaran* sangat bagus, sehingga tipe lambung *trimaran* banyak digunakan untuk melintasi samudra. Lambung ini memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada *monohull* (konvensional) sehingga bisa bergerak cepat menjauhi bahaya (badai, dll). Namun tipe lambung *trimaran* memiliki kekurangan pada saat olah gerak kapal atau saat *maneuver*.



Gambar IV.7 Trimaran
(Sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/Multihull>)

Dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan dari ketiga tipe lambung di atas, maka jenis lambung yang akan digunakan adalah tipe lambung katamaran tipe C *fully*

asymmetric. Pemilihan tipe lambung ini berdasarkan pada kriteria desain yang akan dibuat, di mana kapal harus memiliki stabilitas yang baik serta olah gerak atau *maneuver* yang baik pula sehingga tipe lambung yang paling sesuai dengan kebutuhan kapal *Tank Boat* adalah jenis katamaran.

IV.5.2. Material

Dari *decision tree* pada Gambar IV.1 didapatkan dua jenis material sebagai kandidat pilihan untuk *Tank Boat*. Dua jenis sistem material tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan, sebagai berikut:

1. FRC (*fiber reinforcement composite*)

Material jenis ini mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Material yang ringan
- b. Dapat lebih kuat dari kekuatan baja
- c. Lebih fleksibel untuk dibentuk
- d. Bebas korosi

2. Aluminium

Jenis material yang akan digunakan kapal *Tank Boat* adalah aluminium. Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam pemilihan aluminium yaitu:

- a. Telah digunakan untuk kapal AL di dunia.
- b. Materialnya lebih ringan dari baja
- c. Meningkatkan kemampuan kamuflase.
- d. Korosi 100x lebih lambat.

(Achsan, H , 2017)

Dari pertimbangan tersebut, maka jenis material yang akan digunakan *adalah Fiber Composite*. Pemilihan jenis material ini berdasarkan pada kriteria desain *Tank Boat* yang akan dibuat, di mana kapal harus memiliki kekuatan yang lebih besar daripada bahan kapal kapal lain. Selain itu pemilihan *fiber composite* dikarenakan jenis material ini telah teruji dan memiliki berat jenis yang ringan sehingga mengurangi beban kapal.

IV.5.3. Main Engine

Turbojet adalah sebuah mesin yang cukup tangguh sebagai penggerak alutsista perang. *Turbojet* banyak digunakan pada pesawat perang canggih yang membutuhkan *thrust* yang besar. Namun kapal perang asing juga menggunakan mesin ini sebagai penggerak utama kapal. Hal ini dikarenakan *power* yang dihasilkan *turbojet* cukup besar serta akselerasinya yang tinggi.

Digunakan *turbojet* sebagai daya dorong pada pesawat karena powernya yang besar, akselerasinya baik serta daya jelajah yang cukup baik sebagai pendorong utama alusista perang.

Pada umumnya motor turbin gas mempunyai bagian – bagian utama sebagai berikut :

- a. Bagian pemasukan udara (*air intake / air inlet duct*)
- b. Kompresor
- c. Ruang bakar
- d. Turbin
- e. Saluran gas buang (*exhaust duct*)
- f. Alat – alat bantu (*accessories*)
- g. Sistem – system :
 - Sistem *starting*
 - Sistem bahan bakar
 - Sistem pelumasan
 - Sistem anti es
 - Sistem pendinginan, dll.

Cara kerja mesin *turbojet* adalah sebagai berikut :

1. Udara dari depan pesawat masuk ke *turbojet* melewati *inlet*. *Inlet* ini berupa difuser, merupakan bagian untuk merubah kecepatan udara yang tinggi menjadi tekanan yang tinggi dengan cara menurunkan kecepatan. Perlu di ketahui bahwa kompresor akan optimal bekerja ketika udara masuk berkecepatan rendah.
2. Udara berkecepatan rendah dan tekanan tinggi diatas kemudian memasuki kompresor untuk dikompresi atau dinaikkan tekananya, penaikan tekanan ini sangatlah tinggi dan rapat, semakin tinggi maka performa mesin akan semakin baik. Penaikan tekanan ini disertai dengan naiknya suhu.
3. Setelah udara memiliki tekanan dan suhu yang tinggi, udara tersebut dicampur dengan bahan bakar sehingga dengan mudah terbakar dan menghasilkan ledakan di dalam ruang bakar. Berbeda dengan mesin piston, pada turbin gas, pemantikan (busi) hanya dilakukan sekali pada saat *starter*, mirip seperti menyalaikan kompor gas.
4. Udara hasil pembakaran yang sangat panas dan berkecepatan tinggi ini kemudian menggerakkan turbin. Turbin berfungsi merubah energi panas dan energi dari kecepatan udara tersebut menjadi putaran yang sangat tinggi. Adapun turbin tersebut dihubungkan

dengan kompresor, sehingga kompresor dapat menjalankan fungsinya seperti penjelasan ke-1 sehingga mesin akan berputar secara kontinyu.

5. Setelah melewati turbin, energi dari udara masih cukup tinggi. Energi tekanan dan suhu yang tinggi tersebut diubah menjadi energi kecepatan dengan menggunakan *nozzle*, keluar dari *nozzle*, udara memiliki kecepatan yang sangat tinggi sehingga menghasilkan gaya dorong atau kita kenal dengan *thrust* yang sangat tinggi pula. Gaya dorong inilah yang dimanfaatkan untuk mendorong pesawat.(Wiratama, C, 2016)



Gambar IV.8 Mesin *Turbojet*
(Sumber:Wikipedia.com)



Gambar IV.9 Turbojet GE YJ-93
(Sumber:hiveminer.com)

IV.5.4. Sistem Kemudi

Dari *decision tree* pada Gambar IV.3 didapatkan dua jenis sistem propulsi sebagai kandidat pilihan untuk desain *Tank Boat*. Dua jenis sistem propulsi tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan, sebagai berikut:

1. *Thrust Vectoring*

Sistem propulsi yang berupa alat untuk mengubah arah *thrust* mempunyai karakteristik sebagai berikut:

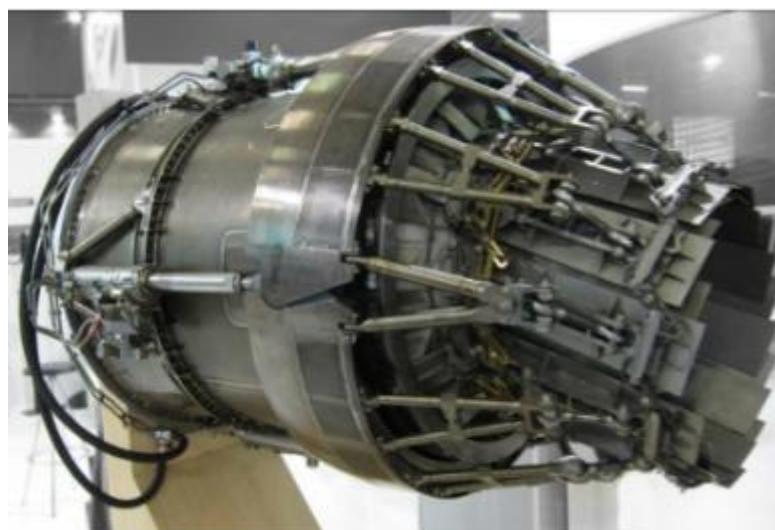
- a. Tidak menambah hambatan kapal
- b. Satu sistem dengan *Turbojet*

2. *Rudder*

Sistem propulsi dengan menggunakan rudder mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Menambah hambatan kapal akibat luasan yang tercelup air
- b. Berlainan sistem dengan mesin utama

Dari pertimbangan tersebut, maka sistem propulsi yang akan digunakan adalah *thrust vectoring*. Pemilihan jenis sistem propulsi ini berdasarkan pada kriteria desain *Tank Boat* yang akan dibuat, di mana kapal harus memiliki sistem propulsi yang responsive untuk kebutuhan *maneuvers* serta tidak mempengaruhi hambatan kapal.



Gambar IV.10 *Thrust Vectoring*
(Sumber:worldwarwings.com)

Berdasarkan uraian pemilihan dari *Decision Tree*, maka didapatkan ringkasan pada Tabel IV.3 sebagai berikut. Tabel IV.3 Hasil pemilihan dari *Decision Tree*

Tabel IV.3 Hasil dari *Decision Tree*

Kategori	Tipe
Tipe Lambung	<i>Catamaran</i>
Material	<i>Fiberglass composite</i>
Main Engine	<i>Turbojet GE-YJ-93</i>
Sistem Kemudi	<i>Thrust vectoring system</i>

IV.6. Penentuan Ukuran Utama

Penentuan ukuran menggunakan metode *parent design approach* merupakan cara penentuan ukuran utama pada kapal *Tank Boat*. *Parent design approach* merupakan salah satu metode desain kapal menggunakan cara perbandingan atau komparasi, dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan yang memiliki karakteristik kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini, referensi kapal sudah dimiliki oleh seorang desainer yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *high performance*.



Gambar IV.11 Ukuran Utama Menggunakan *Parent Ship*
(Sumber:PDF.nauticexpo.com)

Tabel IV.4 Ukuran Utama yang Diambil

No.	Nama Kapal	L (m)	B (m)	T (m)
1	X-18 Tank Boat	18	6.6	1

Dari ukuran utama kapal induk, ukuran utama kapal awal yang akan didesain,

yaitu :

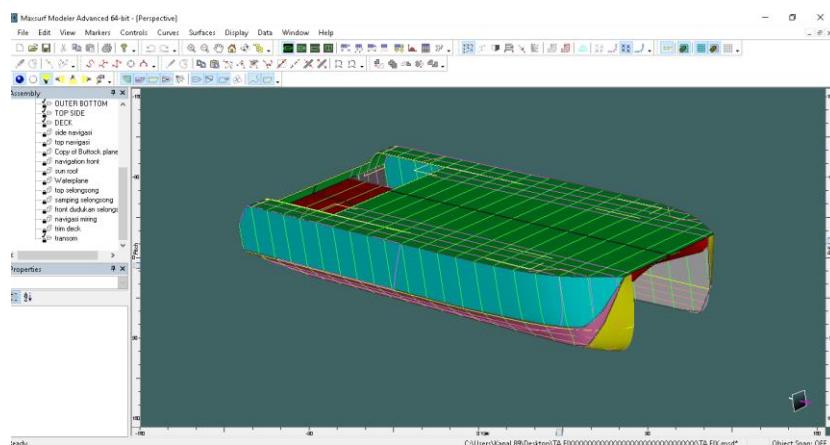
PANJANG (L)	=	18 m
LEBAR (B)	=	6.6 m
SARAT (T)	=	1 m
Tinggi (H)	=	2.8 m

Kemudian dilakukan pengecekan ukuran utama terhadap batasan-batasan perbandingan ukuran utama yang didapatkan dari referensi buku.

$L/B_1 = 10.947$;	Insel & Molland (1992)	\rightarrow	$7 < L/B_1 < 11$	TRUE
$L/H = 6.255$;	Insel & Molland (1992)	\rightarrow	$6 < L/H < 11$	TRUE
$B/H = 2.357$;	Insel & Molland (1992)	\rightarrow	$0.7 < B/H < 4.1$	TRUE
$S/L = 0.194$;	Insel & Molland (1992)	\rightarrow	$0.19 < S/L < 0.51$	TRUE
$S/B_1 = 2.125$;	Insel & Molland (1992)	\rightarrow	$0.9 < S/B < 4.1$	TRUE
$B_1/T = 1.600$;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	\rightarrow	$1.5 < B/T < 2.5$	TRUE
$B_1/B = 0.242$;	Multi Hull Ships, hal. 61	\rightarrow	$0.15 < B_1/B < 0.3$	TRUE
$CB = 0.590$;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	\rightarrow	$0.4 < CB < 0.6$	TRUE

IV.7. Layout Awal

Untuk mengetahui gambaran awal desain kapal, dibutuhkan pembuatan *layout* awal. Dengan dibuatnya *layout* awal, ukuran awal koefisien-koefisien yang dibutuhkan untuk perhitungan teknis selanjutnya akan ditemukan oleh seorang desainer. Pembuatan *layout* awal dilakukan dengan bantuan *software maxsurf modeller*.



Gambar IV.12 Layout Awal Tank Boat

IV.8. Perhitungan Teknis Awal

Setelah ukuran utama awak kapal didapatkan, langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah melakukan perhitungan teknis awal. Perhitungan awal ini meliputi perhitungan *froude number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p , dan C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*.

IV.8.1. Perhitungan Froude Number

Bilangan *Froude* merupakan sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk bisa mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan untuk membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda. Diketahui formula *Froud Number* menurut (Lewis, 1988):

$$`Fn = \frac{v}{\sqrt{g x Lwl}} \dots \quad (4.1)$$

Dimana :

Fn = *froude number*

V = kecepatan kapal (knot)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

L = panjang kapal (m)

Didapatkan :

$$V_s = 45 \text{ knot} = 23.148 \text{ m/s}$$

$$L = 18 \text{ m}$$

$$Fn = 1.79095$$

IV.8.2. Perhitungan Koefisien

Untuk lebih spesifik, perhitungan koefisien tersebut pada kapal dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf*. Dari perhitungan di *maxsurf* diperoleh hasil sebagai berikut :

Measurement	Value	Units
1 Displacement	31,94	t
2 Volume (displaced)	31,164	m^3
3 Draft Amidships	1,000	m
4 Immersed depth	1,000	m
5 VVL Length	17,029	m
6 Beam max extents o	6,499	m
7 Wetted Area	95,230	m^2
8 Max sect. area	2,024	m^2
9 Waterpl. Area	48,456	m^2
10 Prismatic coeff. (Cp)	0,904	
11 Block coeff. (Cb)	0,590	
12 Max Sect. area coeff.	0,653	
13 Waterpl. area coeff.	0,918	
14 LCB length	8,175	from z
15 LCF length	7,890	from z
16 LCB %	48,005	from z
17 LCF %	46,332	from z
18 KB	0,619	m
19 KG fluid	0,000	m
20 Bmt	9,544	m
21 BML	33,094	m
22 GMT corrected	10,163	m
23 GML	33,713	m
24 Kmt	10,163	m
25 KML	33,713	m
26 Immersion (TPc)	0,497	tonne/c
27 MTC	0,632	tonne.
28 RM at 1deg = GMT.DI	5,666	tonne.

Density (water)

Std. densities

VCG Recalculate

Select Rows ...

Gambar IV.13 Hasil Perhitungan Hidrostatis pada *Maxsurf*

- *Displacement* (Δ) $\Delta = 31.94$ ton
- *Volume Displacement* (∇) $\nabla = \Delta/\rho$ (4.2)

$$\nabla = 31.94/1.025$$

$$= 31.164 [m^3]$$

a. Koefisien *Block* (CB)

$$C_b = \nabla / (LBT)(4.3)$$

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

Ditemukan dari perhitungan *maxsurf* CB sebesar 0.59

b. Koefisien *Midship* (CM)

Koefisien *Midship* adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T.

$$C_m = A_m / (T \cdot B_m)(4.4)$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

Ditemukan dari perhitungan *maxsurf* CM sebesar 0.653

c. Koefisien *Prismatic* (CP)

$$C_p = \nabla / (A_s \cdot Lwl)(4.5)$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

Ditemukan dari perhitungan *maxsurf* CP sebesar 0.904

d. Koefisien *Waterplan* (Cwp)

Koefisien *waterplan* adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang pada Lwl dan tinggi = T.

$$C_{wp} = A_{wp} / (B_{wl} \cdot Lwl)(4.6)$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

Ditemukan dari perhitungan *maxsurf* Cwp sebesar 0.918

IV.9. Perhitungan Hambatan Total Kapal

Perhitungan hambatan untuk *Tank Boat* ini didapatkan dari *software Maxsurf Resistance*. Metode Savitsky dilakukan untuk menghitung hambatan total kapal dengan menggunakan sampel *demihull Tank Boat*. Alasan menggunakan sampel 1 *demihull* dengan metode Savitsky adalah sebagai berikut:

1. Metode molland hanya menghitung hambatan kapal katamaran yang memiliki *demihull* simetris terhadap lokal *centerlinenya*.

2. Metode *slender body* hanya diperuntukkan kepada kapal katamaran yang memiliki lambung simetris serta metode ini tidak dapat menghitung hambatan saat *planning*
3. Metode lain seperti Blount and Fox, Lahtiharju, dan Wyman tidak menunjukkan bahwa metodenya dapat menghitung hambatan kapal katamaran.

Berdasarkan alasan alasan tersebut, hambatan kapal dihitung dengan menggunakan 1 lambung *demihull* katamaran *Tank Boat* dengan metode Savitsky dan perhitungan analitis menggunakan Holtrop *monohull* untuk kemudian dikalikan 2 karena lambung katamaran berjumlah 2.

Namun, Perhitungan ini memiliki batasan yakni interferensi gelombang di bawah *bridge* diabaikan. Untuk mendapatkan hasil yang tepat dan akurat, perhitungan lanjutan dibutuhkan dengan menggunakan *software CFD* dalam menghitung hambatan hambatan kapal saat *planning* atau perencanaan. Alangkah lebih baik apabila dilakukan perhitungan hambatan dengan metode trial lambung kapal pada *towing tank*.

Tabel IV.5 Hambatan Kapal dari *Maxsurf*

No.	Speed (kn)	Fn Lwl	Fn Vol.	savitsky planning resist (kN)	savitsky planning power (kW)	Slender Body resist (kN)	Slender body power (kW)
11	25,000	1,001	2,604	16,8	254,317	17,5	264,904
19	45,000	1,801	4,687	33,9	924,203	48,4	1,317,822
23	55,000	2,202	5,729	41,8	1,390,639	69,0	2,298,470

Hambatan total (R_t) ditemukan sebesar 33,9 kN pada saat kecepatan kapal 45 knot. Kemudian Hasil hambatan total lambung tersebut dikalikan 2 sehingga didapatkan hasil hambatan total kapal katamaran *Tank Boat* sebesar 67,8 kN pada kecepatan 45 knot. Sedangkan untuk kecepatan maksimal yang bisa dicapai dengan mesin turbojet ini adalah 55 knot dengan hambatan sebesar 83,6 kN..

IV.10. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk

Dalam rangka mendapatkan harga daya mesin induk yang dibutuhkan, perhitungan *propulsive coefficient* dilakukan terlebih dahulu seperti yang telah diatur dalam *Principle of Naval Architecture Vol.II*. Namun pada kasus ini, desain kapal *Catamaran Tank Boat* tidak menggunakan mesin induk yang berpropulsi di bawah garis air. Mesin kapal yang digunakan adalah mesin *turbojet* yang mana menggunakan *thrust* dari *exhaustnya* untuk memberikan daya dorong terhadap kapal. Dalam kasus tersebut kapal tidak memiliki *appendages* di bawah air yang menyebabkan *propulsive coefficient* nya dianggap satu (1).

Dibawah ini merupakan data akumulasi perhitungan besar *power* mesin induk yang diperlukan untuk mendorong kapal dengan kecepatan yang didesainkan diperoleh dari perhitungan hambatan kapal :

- Saat kapal direncanakan berkecepatan 45 knot

$$R_t = 67,8 \text{ kN}$$

$$EHP = R_t \cdot V$$

$$EHP = 67,8 \times 45 \text{ knot} (23.148 \text{ m/s})$$

$$EHP = 1569.434 \text{ kW}$$

$$BHP = EHP + \text{prosentase koreksi daerah pelayaran wilayah asia timur sebesar } 15\%$$

$$BHP = 1804,850 \text{ kW}$$

$$\text{Dalam kN} = 77.97 \text{ kN}$$

Tabel IV.6 Spesifikasi Mesin *Turbojet*

Turbojet Engine	
General Electric YJ93	(YJ93-GE-3)
Thrust	98kN
Length	237 in (6m)
Diameter	52.5 in (1.330m)
Dry Weight	5000 lb (2300 kg)
Component	
Compressor	Axial flow 11-stages
Combustors	Annular with 36 - Dual Fuel nozzle
Performance	
Maximum Thrust	22000 lbf (98 kN)
Power to weight ratio	6lbf/lb

(Meier, N, 2005)

Namun dengan kelebihan daya yang dimiliki mesin *turbojet*, maka kapal juga dapat melaju dengan kecepatan maksimal 55 knot.

- Saat kecepatan maksimal 55 knot

$$R_t = 83,6 \text{ kN}$$

$$BHP = EHP + \text{prosentase koreksi daerah pelayaran wilayah asia timur sebesar } 15\%$$

$$BHP = 96,14 \text{ kN} (\text{ Mesin masih sanggup memberi daya})$$



Gambar IV.14 Mesin GE-3 YJ-93

IV.11. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Jarak operasi dan *operational plan* diperlukan dalam perhitungan konsumsi bahan bakar. *Operational plan* tersebut merupakan rencana jarak dan misi operasi kapal. Misi utama *Tank Boat* adalah sebagai *Fast Patrol Boat* yang memberikan bantuan tembakan saat operasi penyerbuan musuh pada area tengah laut. Jarak operasi saat kapal dalam misi patroli digunakan untuk menentukan jarak operasi kapal. Kapal *Tank Boat* tersebut direncanakan akan beroperasi 24 jam dengan adanya pergantian *shift* penjagaan dan siaga sebanyak 4 *shift* perhari. Rencana operasi kapal *Tank Boat* sebagai berikut:

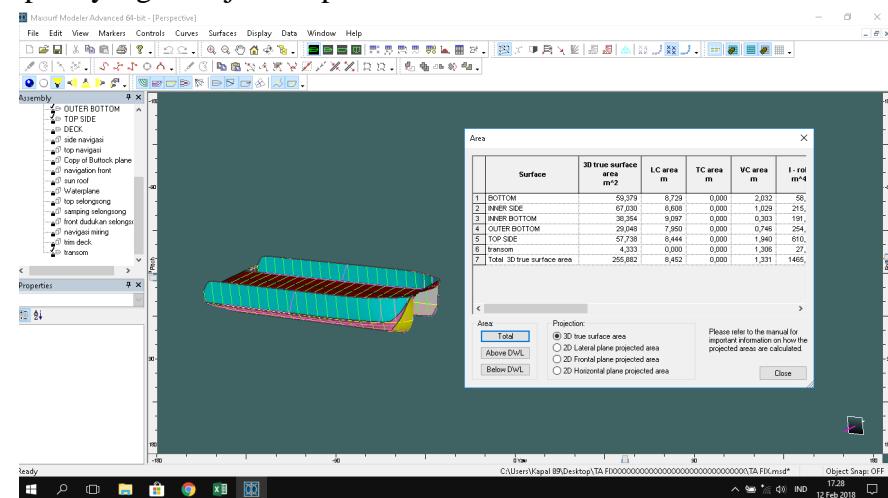
- 30 menit menuju batas ZTE 12 nm dengan kecepatan 25 knot
- 90 menit untuk *rolling* area ZTE dengan kecepatan 25 knot
- 120 menit untuk pemantauan dengan *sea keeping*
- 65 menit asumsi apabila ada pengejaran musuh dengan kecepatan 45 knot
- 30 menit untuk kembali ke pangkalan melakukan *shift* dengan kecepatan 25 knot

Dari rencana di atas ditemukan kebutuhan bahan bakar *turbojet* yang berjenis JP-6 dengan *density* 785 kg/ m³ yakni sebesar 14271,3252 kg. Hal ini sudah cukup mengurangi beban yang dibawa kapal jika dibandingkan dengan sistem permesinan *double engine* yang

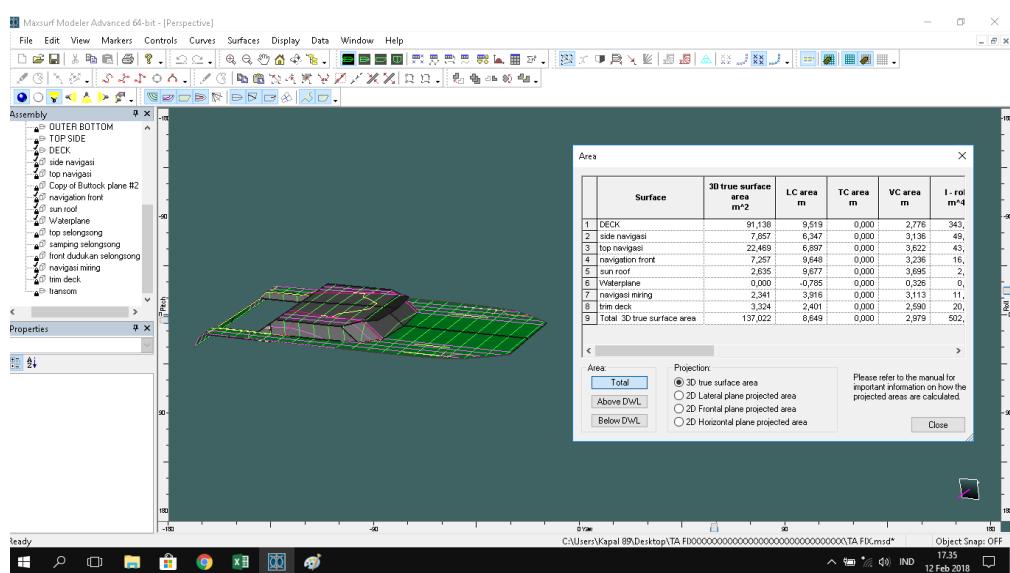
didesainkan di awal. Sistem *double engine* ini setidaknya membutuhkan 18000 kg avtur A-1 untuk bahan bakar rencana operasi tersebut. Desainer memilih untuk menggunakan sistem *single engine* untuk menghemat berat kapal dan efisiensi dalam bahan bakar kapal. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran A.

IV.12. Perhitungan Berat Material Kapal

Perhitungan berat material Kapal tersebut dapat didata dengan menggunakan *software Maxsurf* untuk mencari luasan area dari lambung kapal serta geladak. Selanjutnya luas area yang didapatkan dari *Maxsurf* tersebut dikalikan dengan tebal material yang digunakan serta dikalikan dengan massa jenis material. Luas area dibagi menjadi dua bagian, luasan *deck* dan luasan *hull*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar IV.15 dan IV.16



Gambar IV.15 Luasan Area Hull Pada Perhitungan Maxsurf



Gambar IV.16 Luasan Area Deck Pada Perhitungan Maxsurf

Berdasarkan nilai yang ditunjukkan pada luasan *hull* dan *deck*, berikut adalah hasil perhitungan berat material kapal:

$$\begin{aligned}
 \text{Luasan } hull &= 255.882 \text{ m}^2 \\
 \text{Luasan } deck &= 137.022 \text{ m}^2 \\
 \rho &= 1519.5 \text{ kg/m}^3 \\
 t_{lambung} &= 10 \text{ mm} = 0.01 \text{ m} \\
 t_{deck} &= 10 \text{ mm} = 0.01 \text{ m} \\
 &\quad (\text{Perhitungan dijelaskan pada lampiran B}) \\
 W_{hull} &= \text{Luasan} \times t \times \rho \\
 W_{hull} &= 3888.12 \text{ kg} \\
 &= 3.88812 \text{ ton} \\
 \\
 W_{deck} &= \text{Luasan} \times t \times \rho \\
 W_{deck} &= 2082.05 \text{ kg} \\
 &= 2.08205 \text{ ton} \\
 \\
 \text{Total berat kapal} \\
 W &= W_{hull} + W_{deck} \\
 &= 5.97017 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

IV.13. Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

Perhitungan berat peralatan dan perlengkapan (*Ship Design and Efficiency, 2nd edition*) dapat dilihat pada Tabel IV.7 berikut.

Tabel IV.7 Perhitungan Berat Peralatan

No	Nama Barang	Jumlah	Dimensi (mm)	Berat (kg)	Keterangan
1	Thermal Camera	1	300x50x30	30	TVC4510-2132-IP-S
2	CT-CV Turret	1	6000	4000	Total system senjata utama CT-CV 105HP
3	life raft	2	900 x 550 x 380	56	Masing masing dapat menampung 6 penumpang
4	lemur	1	H = 850, D = 870	270	Mesin penembak amunisi kecil
6	Turret Ammo	12	1015 x 105	300	Amunisi mesin penembak utama
7	Lemur Ammo	1 set	12.7	50	Amunisi mesin penembak lemur
8	Navigation Bridge system	1	Sesuai spesifikasi	250	Sistem navigasi kapal lengkap

9	RGB	1	P= 7800, W= 2500	450	Boat pengangkut pasukan
TOTAL			5506		

Sehingga W peralatan dan perlengkapan total adalah 5506 Kg

IV.14. Perhitungan Berat Permesinan

Perhitungan berat permesinan (*Ship Design and Efficiency, 2nd edition*) dapat dilihat pada Tabel IV.8 berikut.

Tabel IV.8 Perhitungan Berat Permesinan

1	Main Engine	2	6000x1330	2300	Turbojet Engine GE YJ93
2	12 V Battery	4	578x254x219	100	Untuk start-up engine & Komponen navigasi kapal
3	Thrust vectoring	1	Sesuai ME	200	Sistem kemudi
4	AE	2	1029x629x951	824	Mesin Bantu
TOTAL			3424		

Dari perhitungan komponen permesinan yang sudah dilakukan, didapatkan berat total permesinan adalah 3424 kg. Untuk detail perhitungan permesinan bisa dilihat pada Lampiran A

IV.15. Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari dua komponen, yaitu komponen DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight Tonnage*). Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan margin berat kapal sebesar 3,8%. Sedangkan margin maksimal berat kapal yang diijinkan adalah 10%, sehingga perhitungan berat kapal diterima.

IV.15.1. DWT Kapal

Komponen berat kapal DWT dalam tugas akhir ini terdiri dari berat *crew* dan barang bawaannya, berat tangki air tawar, berat tangki bahan bakar, berat tangki minyak pelumas, serta berat tangki JP-6.

Tabel IV.9 merupakan rekapitulasi hasil perhitungan berat DWT kapal yang terdiri dari berat penumpang dan barang bawaan, serta berat tangki.

Tabel IV.9 Rekapitulai Perhitungan DWT Kapal

No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	4 Orang	360 Kg
	Berat total crew dan barang bawaan		360 kg
2	Berat Tangki		
	Tangki air tawar	2	100 kg

	Tangki bahan bakar kapal JP-6	2	14271.33 kg
	Diesel oil	2	428 kg
3	Therrmal camera	1	30
	Life raft	1	56
Total DWT			15245,33 kg

IV.15.2. LWT Kapal

Berat LWT merupakan berat kapal kosong dan terdiri dari berat material kapal, berat konstruksi lambung kapal, berat permesinan, dan peralatan yang digunakan. Tabel IV.10 merupakan rekapitulasi perhitungan berat LWT kapal yang didesain.

Tabel IV.10 Rekapitulasi Perhitungan Berat LWT Kapal

No	Item	Value	Unit
LWT			
1	Persenjataan	4620	Kg
2	Hull dan deck	5970,17	
3	Main engine	2300	
4	Thrust vectoring	200	
5	Navigation Bridge system	250	
6	RGB	450	
7	Aki	100	
8	Konstruksi (Berdasarkan pengalaman empiris diasumsikan 20% dari berat lambung)	777,624	
9	AE	824	
Berat total LWT		15491,7939	

IV.16. Perhitungan Titik Berat kapal

Dengan menggunakan bantuan *software Maxsurf* dan *Autocad*, maka didapatkan perhitungan titik berat kapal. Dengan bantuan *software* ini LWT diakumulasikan dan ditentukan titik beratnya. Titik berat kapal diperoleh sebagai berikut :

Tabel IV.11 Perhitungan Titik Berat Kapal

LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
3888.120	8.025	0.552	2082.045	8.649	2.979	777.624	8.025	0.552
<hr/>								
Mesin			CT-CV Turret dan Lemur beserta amo			Navigation Bridge System		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]

2600.000	2.217	1.708	4620.000	7.000	3.936	250	7.313	2.377
----------	-------	-------	----------	-------	-------	-----	-------	-------

RGB			AE			TOTAL LWT		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
450.000	2.000	3.000	824	0.5141	2.3819	15491.79	6.242	2.279

Dari Tabel IV.11 diketahui titik berat kapal total, yaitu:

$$\text{LCG total kapal} = 6.242 \text{ m dari AP}$$

$$\text{VCG total kapal} = 2.279 \text{ m}$$

IV.17. Perhitungan *Displacement* Kapal

Tabel IV.12 Perhitungan *Displacement* Kapal

Perhitungan <i>Displacement</i> Kapal	
Berat LWT	
LWT	= $W_{fi} + W_{E\&O} + W_M$ = 15.492 Ton
Berat DWT	
DWT	= 15.245 Ton
Berat Total	
W	= LWT + DWT = 30.737 Ton
Perhitungan :	
Selisih Displacement & Berat Kapal =	1.20 ton
Selisih dalam % =	3.8% (Batasan kondisi = 2-10%)
Kondisi =	Accepted

Berat kapal terdiri dari komponen LWT (*Light Weight Tonnage*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV.12. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan *margin* berat kapal sebesar 3,8%, Sedangkan *margin* maksimal berat kapal yang diijinkan yakni 10%. Sehingga perhitungan dinyatakan diterima.

IV.18. Perhitungan *Trim*

Trim merupakan perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi di mana sarat belakang (Tb) dan sarat depan (Ta) dalam kondisi sama. *Trim* ini terbagi menjadi dua yaitu:

→ Trim haluan

→ Trim buritan

Berdasarkan aturan NCVS batasan untuk trim didasarkan pada selisih harga mutlak antara LCG dan LCB dengan batasan $\leq Lpp/50$. Apabila perhitungan tidak memenuhi syarat, maka dapat diperbaiki dengan cara menggeser letak muatan yang telah direncanakan sebelumnya pada gambar rencana umum awal atau mengubah volume tangki-tangki pada *loadcase stability*. Untuk detail perhitungan pemeriksaan sarat dan *trim* kapal dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

1	Draft Amidships m	0,985
2	Displacement t	30,74
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	1,149
5	Draft at AP m	0,822
6	Draft at LCF m	0,977
7	Trim (+ve by stern) m	-0,326
8	VWL Length m	17,050
9	Beam max extents on WL m	6,531
10	Wetted Area m ²	92,559
11	Waterpl. Area m ²	47,504
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,812
13	Block coeff. (Cb)	0,517
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,689
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,890
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8,832
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8,100
18	KB m	0,611
19	KG fluid m	2,450
20	BMt m	9,569
21	BML m	33,517
22	GMt corrected m	7,729
23	GML m	31,678
24	KMt m	10,178
25	KML m	34,122
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,487
27	MtC tonne.m	0,572
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4,146
29	Max deck inclination deg	1,0969
30	Trim angle (+ve by stern) deg	-1,0969

Gambar IV.17 Trim Kapal Pada Kondisi Muatan Penuh

1	Draft Amidships m	0,831
2	Displacement t	24,47
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	0,684
5	Draft at AP m	0,979
6	Draft at LCF m	0,845
7	Trim (+ve by stern) m	0,296
8	WL Length m	16,841
9	Beam max extents on WL m	6,439
10	Wetted Area m^2	81,919
11	Waterpl. Area m^2	44,850
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,783
13	Block coeff. (Cb)	0,502
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,652
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,876
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	7,580
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	7,725
18	KB m	0,533
19	KG fluid m	2,743
20	BMT m	11,037
21	BML m	40,033
22	GMT corrected m	8,827
23	GML m	37,822
24	KMT m	11,568
25	KML m	40,559
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,460
27	MTc tonne.m	0,543
28	RM at 1deg = GMTDisp.sin(1) tonne.m	3,770
29	Max deck inclination deg	0,9942
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0,9942

Gambar IV.18 Trim Pada Kondisi 50% Muatan DWT

1	Draft Amidships m	0,756
2	Displacement t	20,60
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	0,740
5	Draft at AP m	0,772
6	Draft at LCF m	0,757
7	Trim (+ve by stern) m	0,032
8	WL Length m	16,870
9	Beam max extents on WL m	6,116
10	Wetted Area m^2	75,182
11	Waterpl. Area m^2	42,413
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,887
13	Block coeff. (Cb)	0,572
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,645
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,925
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8,227
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	7,950
18	KB m	0,475
19	KG fluid m	3,390
20	BMT m	11,930
21	BML m	44,815
22	GMT corrected m	9,015
23	GML m	41,901
24	KMT m	12,405
25	KML m	45,290
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,435
27	MTc tonne.m	0,507
28	RM at 1deg = GMTDisp.sin(1) tonne.m	3,242
29	Max deck inclination deg	0,1072
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0,1072

Gambar IV.19 Trim Pada Kondisi Muatan Kosong

1	Draft Amidships m	0,994
2	Displacement t	31.24
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	1,130
5	Draft at AP m	0,859
6	Draft at LCF m	0,987
7	Trim (+ve by stern) m	-0,271
8	WL Length m	17,048
9	Beam max extends on WL m	6,534
10	Wetted Area m^2	93,403
11	Waterpl. Area m^2	47,849
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,832
13	Block coeff. (Cb)	0,531
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,681
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,895
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8,713
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8,060
18	KB m	0,615
19	KG fluid m	2,458
20	BMt m	9,528
21	BML m	33,294
22	GMt corrected m	7,685
23	GML m	31,450
24	KMt m	10,142
25	KML m	33,905
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,490
27	MTC tonne.m	0,577
28	RM at 1deg = GMt Disp.sin(1) tonne.m	4,190
29	Max deck inclination deg	0,9123
30	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,9123

Gambar IV.20 Trim Pada Kondisi Penuh + 5 Prajurit

Berdasarkan hasil dari perhitungan *trim* dengan *software Maxsurf Stability*, rekapitulasi hasil dari perhitungan trim kapal dibuat sebagai berikut :

Tabel IV.13 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Trim*.

No.	Kondisi Muatan	Besar nilai trim kapal (m)
1	Muatan penuh	-0,326
2	50% operasi	0,296
3	Muatan penuh + 5 orang prajurit	-0,271
4	Muatan kosong	0,032

Dari rekapan di atas, dapat diketahui seluruh kondisi kapal sudah memenuhi kriteria trim yang disyaratkan NCVS 2009 yakni tidak lebih dari Lpp/50 yang bernilai 0,340 m.

IV.19. Perhitungan Stabilitas

Menurut perhitungan stabilitas yang dilakukan atas dasar rule HSC *Annex 7 intact*, semua kriteria harus bisa terpenuhi agar kapal yang didesain aman saat melaksanakan operasi pertahanan wilayah. Perhitungan stabilitas dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Stability* mencakup 8 kondisi kapal yang dilakukan perhitungan. Dengan memasukkan kriteria pengujian stabilitas di *Maxsurf* yakni HSC *Annex 7*, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel IV.14 Perhitungan Stabilitas di Tiap Kondisi Kapal

Kondisi	Batasan	Actual	Hasil
Muatan Penuh	1.1 Area 0 to 30 shall be greater than (>) 47,265 m.deg	216,002	Pass
	1.2 Angle of max. GZ shall not be less than (>=) 10 deg	20	Pass
	Wind heeling (Hw) shall not greater than 10 deg	0.1	Pass
Muatan 50 %	1.1 Area 0 to 30 shall be greater than (>) 54,728 m.deg	190,268	Pass
	1.2 Angle of max. GZ shall not be less than (>=) 10 deg	17,3	Pass
	Wind heeling (Hw) shall not greater than 10 deg	0.1	Pass
Muatan Penuh + 5 Penumpang	1.1 Area 0 to 30 shall be greater than (>) 47,265 m.deg	215,244	Pass
	1.2 Angle of max. GZ shall not be less than (>=) 10 deg	20	Pass
	Wind heeling (Hw) shall not greater than 10 deg	0.1	Pass
Muatan Kosong	1.1 Area 0 to 30 shall be greater than (>) 69,322 m.deg	132,219	Pass
	1.2 Angle of max. GZ shall not be less than (>=) 10 deg	13,6	Pass
	Wind heeling (Hw) shall not greater than 10 deg	0.1	Pass

Untuk Stabilitas saat menembak, dilakukan perhitungan secara manual dengan menggunakan *microsoft excell*. Perhitungan dilakukan dengan menghitung GZ hasil dari *recoil* tembakan. Dengan memasukkan nilai GZ kedalam grafik stabilitas kapal, posisi dan besar derajat oleng yang dihasilkan oleh tembakan akan ditemukan. Diambil batasan oleng kapal sebesar 10 derajat dari peraturan HSC pada kriteria *turning angle* untuk menjaga performa kapal tetap baik saat operasi penjagaan wilayah nanti. Dengan sudut tembakan 42 derajat dan 0 derajat, gaya diuraikan sesuai arah, sehingga memberikan momen kepada kapal. Perhitungan stabilitas menembak ini dijelaskan sebagai berikut :

Tabel IV.15 Perhitungan Stabilitas Kapal Saat Menembak

Stabilitas kapal saat menembak 42 derajat (Muatan Penuh)			
Perhitungan stabilitas rolling			
Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal penuh dan menembak = 1,574 m			
15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 42 derajat = 10,035 Ton gaya ke arah bawah dan 11,145 ke arah samping			
Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =	$\frac{F \times I}{V}$	$\frac{11,145 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{30,738}$ $=$ $\frac{11,145 \times (3,936 - 1,574)}{30,738}$ $0,856 \text{ m}$	
Stabilitas kapal saat menembak 0 derajat (Muatan penuh)			
Perhitungan stabilitas rolling			
Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal penuh dan menembak = 1,574 m			
15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 0 derajat = 15 Ton gaya ke arah samping			
Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =	$\frac{F \times I}{V}$	$\frac{15 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{30,738}$ $=$ $\frac{15 \times (3,936 - 1,574)}{30,738}$ $1,15 \text{ m}$	
Stabilitas kapal saat menembak 42 derajat (Muatan kosong)			
Perhitungan stabilitas rolling			
Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal kosong dan menembak = 2,102			
15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 42 derajat = 10,035 Ton gaya ke arah bawah dan 11,145 ke arah samping			
Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =	$\frac{F \times I}{V}$	$\frac{11,145 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{20,604}$ $=$ $\frac{11,145 \times (3,936 - 2,102)}{20,604}$ $0,99 \text{ m}$	
Stabilitas kapal saat menembak 0 derajat (Muatan kosong)			
Perhitungan stabilitas rolling			
Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal kosong dan menembak = 2,102			
15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 0 derajat = 15 Ton gaya ke arah samping			
Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =	$\frac{F \times I}{V}$	$\frac{15 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{20,604}$ $=$ $\frac{15 \times (3,936 - 2,102)}{20,604}$ 1335 m	

Disimpulkan bahwa seluruh derajat *rolling* kapal saat menembak tidak melebihi batasan 10 derajat yang secara detail dijelaskan pada lampiran B. Kapal dinyatakan stabil.

IV.20. Perhitungan *Freeboard*

Lambung timbul atau *freeboard* merupakan daya apung cadangan kapal dan memiliki dampak langsung terhadap keselamatan *Tank Boat* itu sendiri. Besarnya nilai *freeboard* diukur dari jarak secara vertikal pada bagian *midship* kapal, dari tepi garis geladak hingga garis air atau plimsol di area *midship*. Dalam peraturan (*Non Conventional Vessel Standard*), perhitungan nilai *freeboard* dibedakan menjadi dua tipe sesuai dengan jenis dan kriteria kapal, kapal tipe A yang memiliki kriteria sebagai kapal yang didesain memuat muatan cair curah, memiliki akses bukaan ke kompartemen yang kecil serta ditutup penutup bermaterial baja yang kedap dan memiliki kemampuan untuk menyerap air atau gas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh. Contoh jenis kapal yang termasuk pada tipe A adalah *Tanker* dan *LNG*

Carrier. Sedangkan kapal tipe B adalah kapal yang tidak memenuhi kriteria dari kapal tipe A, sehingga Kapal *Tank Boat* ini diasumsikan merupakan kapal dengan tipe B. Perhitungan lambung timbul secara rinci dapat dilihat pada lampiran.

Perhitungan lambung timbul dan pada Tabel IV.16 adalah rekapitulasi perhitungan lambung timbul yang mengacu pada *formula* yang diatur oleh (*Non Conventional Vessel Standard*).

Tabel IV.16 Rekapitulasi Perhitungan Lambung Timbul

Komponen koreksi	Freeboard
Freeboard Standart	13.623 cm
FB koreksi CB	0 cm
FB koreksi Depth	33.295 cm
FB Deduction	0 cm
Total Freeboard min	46,918cm

Lambung timbul minimum air laut untuk kapal pada tipe B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tersebut tidak boleh kurang dari 15 cm. Berdasarkan Tabel IV.16, karena nilai F_b' adalah 47 cm (pembulatan), maka diambil nilai lambung timbul minimum yaitu 47 cm. *Freeboard* sebenarnya pada kapal ini adalah 180 cm. Karena F_b sebenarnya lebih besar dari F_b' (F_b minimal) maka *freeboard* kapal *Tank Boat* telah memenuhi persyaratan lambung timbul NCVS

IV.21. Persyaratan Teknis

Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan, dilakukanlah pengecekan teknis meliputi pengecekan berat, stabilitas, *trim*, dan lambung timbul kapal. Dari pengecekan teknis yang tersebut, diketahui bahwa ukuran utama awal yang digunakan telah memenuhi pengecekan lambung timbul kapal. Batasan untuk lambung timbul sebenarnya tidak lebih besar dari lambung timbul total.

Tabel IV.17 Rekapitulasi Perhitungan *Freeboard*

Total Lambung Timbul	
F_b'	= $F_{b2} - \text{Pengurangan}$
	= 46.92 cm
	= 0.47 m
Batasan	
1. Lambung Timbul Sebenarnya	
F_b	= $H - T$
	= 1.80 m
<i>Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total</i>	
Kondisi	= Diterima

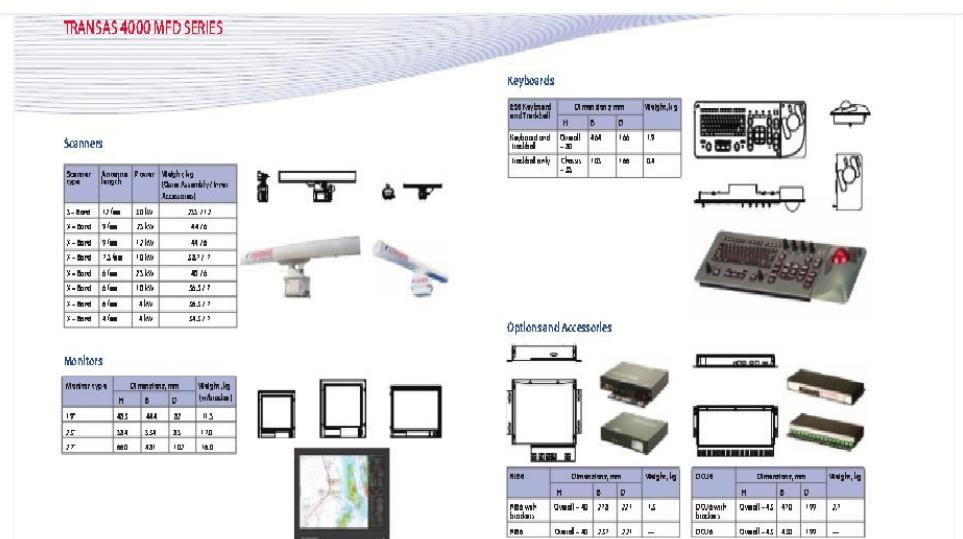
Lembung Timbul	Nilai	Satuan
Lembung Timbul yang di Syaratkan	0.47	m
Lembung Timbul Sebenarnya	1.80	m
Kondisi Diterima		

. Sehingga didapatkan ukuran utama akhir sebagai berikut.

PANJANG (L)	=	18 m
LEBAR (B)	=	6.6 m
TINGGI (H)	=	2.8 m
SARAT (T)	=	1 m

IV.22. Sistem Navigasi *Tank Boat*

Sistem navigasi kapal sebagai sarana berlayar *Tank Boat* ini menggunakan Transa Ecdis 4000. Sistem navigasi ini sudah satu paket dengan radar dan perlengkapan perlengkapan yang dibutuhkan pada kapal perang medium. Tugas dari sistem ini adalah untuk mengetahui posisi musuh, gerak gerik musuh dengan pantauan yang ditampilkan pada layar transas. Terdapat scanner, main board, serta monitor monitor lain untuk tujuan pemantauan. Selain untuk pemantauan musuh, radar juga dapat digunakan untuk menjaga formasi kapal perang satu dengan yang lain sesuai dengan perintah dari komando. Alat ini juga dapat menscan kondisi di bawah air yang juga di gunakan untuk mengetahui apakah ada alusista musuh di bawah air.



Gambar IV.21 Sistem Navigasi *Tank Boat*

(Sumber:Transasecdis)

IV.23. Sistem Kemudi *Tank Boat*

Sistem kemudi kapal *Tank Boat* adalah hal yang penting pada penunjang kegiatan operasi kapal. Berbeda dengan sistem kemudi kapal biasanya yang menggunakan *rudder*, kapal *Tank Boat* ini memanfaatkan arah *thrustnya* untuk memberikan *maneuver* pada kapal. Dengan menggunakan alat *Thrust Vectoring* yang saat ini telah banyak digunakan pada pesawat tempur, arah *thrust* yang semula mengarah ke belakang dapat diubah hingga 90 derajat ke segala arah. Sistem kerja daripada *thrust vectoring* ini adalah untuk menerima perintah dari *navigation deck* agar mengubah arah *thrust* secara elektrik. Kemudian akurator hidrolik akan menarik atau mengubah tuas *nozzle thrust vectoring* menuju ke arah yang diperintahkan. *Thrust* akan berubah arah dan akan memberikan *maneuver* yang dibutuhkan oleh kemudi kapal.(Doyle, A, 2009)



Gambar IV.22 *Thrust Vectoring*

IV.24. Perencanaan Wilayah operasi

Berdasarkan masalah masalah yang dihadapi oleh pemerintah dalam menjaga wilayah perbatasan ZTE khususnya di laut, maka kapal *Tank Boat* ini memiliki tugas utama, yaitu sebagai armada *Fast Patrol Boat* dengan tugas sebagai armada pemukul bantu saat operasi penyerbuan TNI AL terhadap militer musuh. *Tank Boat* menerima perintah dari pusat pertahanan terlebih dahulu, selanjutnya melakukan tindakan yang lebih tegas. Fungsi kedua yang dapat dilakukan *Tank Boat* adalah memantau dan menjaga daerah kedaulatan dan territorial ZTE terhadap ancaman musuh dari negara lain serta melaksanakan operasi pemantauan di sekitar ZTE Indonesia. *Tank Boat* akan memberikan penghadangan terhadap kapal asing yang mencoba mengganggu NKRI hingga memberikan perlawan senjata kepada pihak asing yang dengan sengaja ingin mengganggu kedaulatan. *Tank Boat* juga akan memberikan laporan kepada pangkalan TNI AL apabila ada serangan di laut dan meminta KRI lain untuk ikut terjun menuju lokasi konflik. Apabila konflik terjadi di luar daerah ZTE, maka kapal *Tank Boat* akan

diangkut menggunakan KRI yang lebih besar untuk menuju sasaran dan juga menyediakan pasokan bahan bakar dengan kapal tanker.



Gambar IV.23 Kapal *Tanker* Yang di Pesan TNI AL
(Sumber:Militerhankam.com)



Gambar IV.24 Kapal LPD Desain PT.PAL
(Sumber:Militerhankam.com)

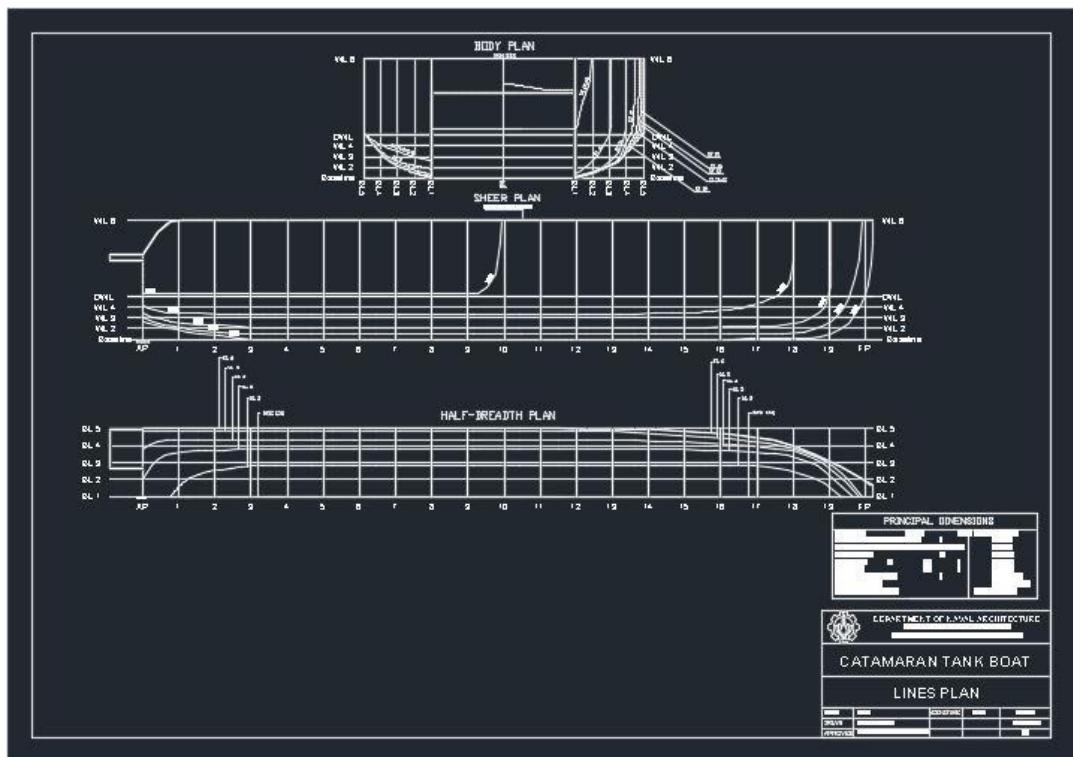
Kapal LPD ini juga mampu membawa serta empat kapal, terdiri dari dua jenis kapal pengangkut pasukan batalyon dan dua kapal pengangkut pasukan patroli militer.

IV.25. Pembuatan *Lines Plan*

Dalam proses merancang sebuah kapal, maka yang pertama dilakukan adalah pembuatan rencana garis atau *Lines Plan*. Dalam pembuatan rencana garis ini, digunakan *software Maxsurf Education Version* dan *CAD*.

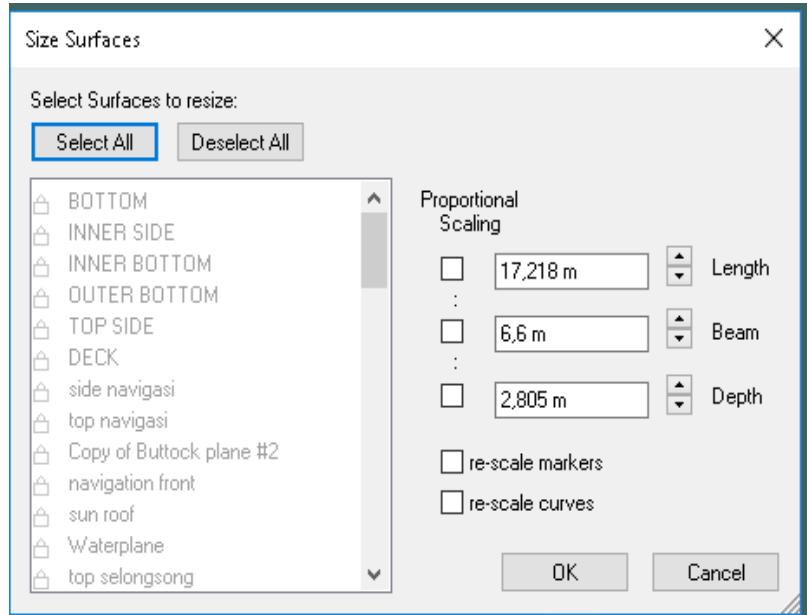
Pada Program *Maxsurf Education Version*, seorang desainer membuat rancangan desain 3D dari lambung kapal yang terdiri dari *bottom*, *inner bottom*, hingga *surface deck* kapal. *Tank Boat* sendiri hanya terdiri dari 2 bagian saja yakni bagian lambung dan bagian ruang navigasi kapal. Selebihnya merupakan peralatan perang seperti *turret* dan *lemur* serta beberapa perlengkapan lainnya. Desain tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, CP, dan LCB yang sama dengan desain awal).

Untuk memperbaiki garis yang tidak halus, didalam *Maxsurf Modeler* telah disediakan pandangan dari beberapa sudut, yaitu tampak depan dan atau tampak belakang, tampak samping, tampak atas dan pandangan perspektif. Garis-garis dari berbagai sudut pandang itulah yang nantinya akan dijadikan sebagai rencana garis. Gambar IV.25 merupakan gambar rencana garis dari model yang telah didesain.



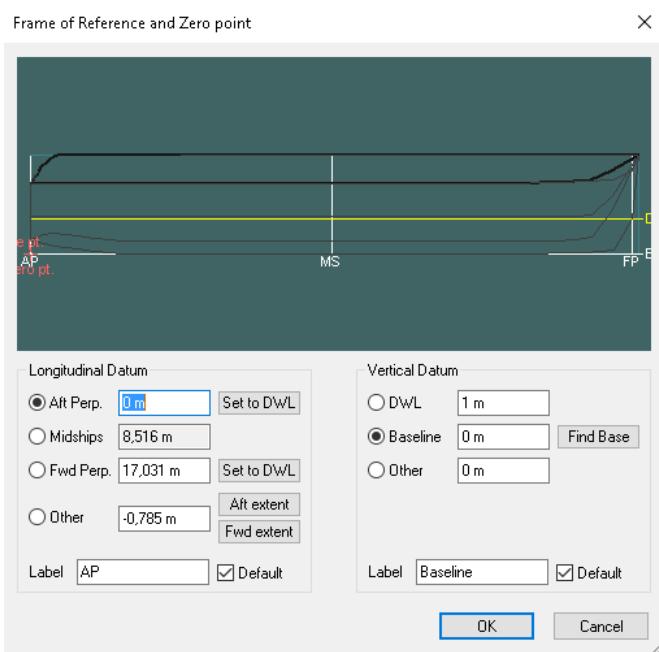
Gambar IV.25 *Lines Plan Tank Boat*

Setelah desain dibuka, langkah selanjutnya yaitu menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang akan dibuat. Dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface > size surface*, kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar IV.26



Gambar IV.26 Menu Size Surface

Untuk panjang diisi dengan Loa kapal, agar Lpp dapat sesuai dengan perhitungan. Lebar dan tinggi disamakan dengan hasil perhitungan. Sedangkan untuk mengatur jumlah dan letak dari *station*, *Buttock line* dan *Water line*, yaitu dengan mengakses menu *data > design grid* dan akan muncul kotak dialog seperti pada gambar IV.27 berikut.



Gambar IV.27 Pengaturan Jumlah Station

Setelah ukuran sesuai kemudian ditentukan sarat dari model ini. Untuk memasukkan nilai sarat pada kapal, dapat dilakukan dengan mengakses menu *data > frame of reference*. Pada gambar, tampak panjang Lwl kapal. Setelah sarat kapal ditentukan, selanjutkan dilakukan pengecekan nilai hidrostatik dari model yang didesain, yaitu dengan mengakses menu *data > calculate hydrostatic*. Dari sini akan tampak data hidrostatik model. Perubahan terhadap model perlu dilakukan jika data belum sesuai dengan perhitungan. Namun ketika data hidrostatik telah sesuai, maka model ini dapat langsung *diexport* ke format dxf untuk di perbaiki dengan *software CAD*. Untuk menyimpan rencana garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file > export > DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klik ok dan *save file* baru tersebut. Cara tersebut berlaku untuk semua pandangan dari model. Setelah didapatkan *body plan, sheer plan dan halfbreadth plan*, ke tiga gambar tersebut digabungkan menjadi satu dengan menggunakan *software Autocad* sebagai *output* akhir. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada rencana garis yang telah didesain.

IV.26. Pembuatan General Arrangement

Setelah desain rencana garis selesai, langkah selanjutnya yaitu membuat *general arrangement*. *General arrangement* dapat didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan perlengkapan dan fungsinya. Pengaturan peletakan yang diatur dalam *general arrangement* ini antara lain adalah posisi peletakan Alusista di atas geladak, peletakan peralatan, pembagian lokasi ruangan kerja pada *navigation deck* beserta akses masuk keluarnya, dan *outfitting* lainnya.

General Arrangement dibuat berdasarkan rencana garis yang telah didesain sebelumnya. Dengan *lines plan*, secara garis besar bentuk badan kapal (*outline*) akan terlihat sehingga memudahkan dalam proses *planning* serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Penyusunan yang baik juga memperhatikan kenyamanan untuk awak kapal. Kebutuhan rohani dan jasmani awak kapal juga harus terpenuhi. Unsur keindahan dan kenyamanan juga menjadi perhatian dalam membuat Rencana Umum.

Menurut "Ship Design and Construction" (Taggart, 1980), karakteristik rencana umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain:

- Penentuan lokasi ruang utama.
- Penentuan batas-batas ruangan.

- Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat.
- Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup.

Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan rencana umum adalah menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan utama dimaksud adalah:

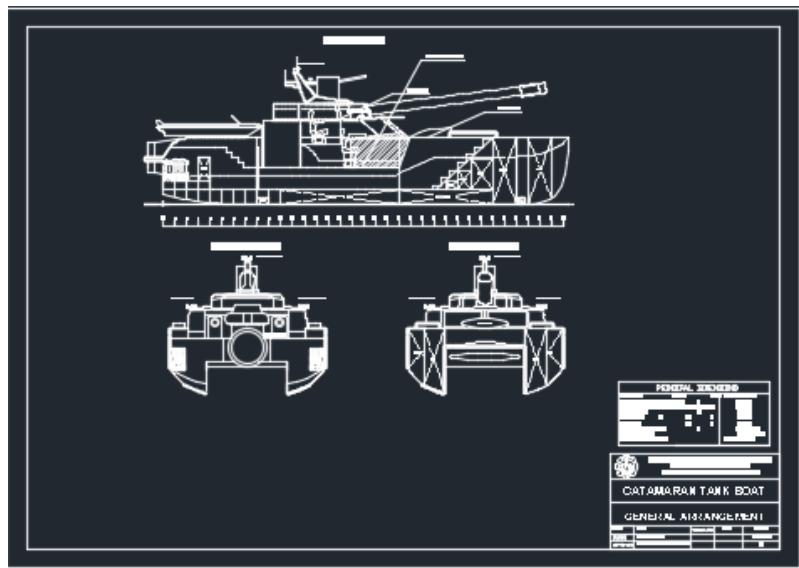
- Posisi *top* daripada *nav deck* sebagai tempat alusista utama *Turret* dan *lemur*
- Ruangan kerja
- Tangki-tangki (bahan bakar, air tawar, dan lain-lain)
- Ruangan-ruangan lainnya

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

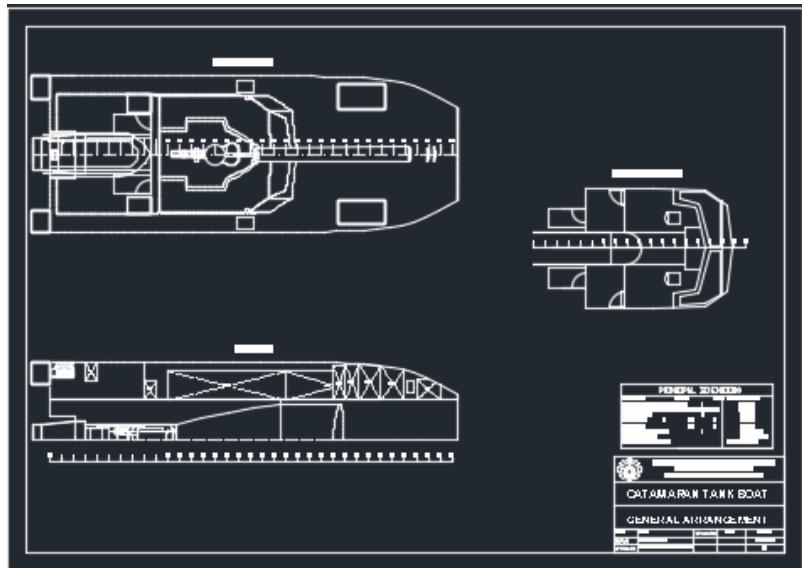
- Sekat kedap masing-masing ruangan
- Stabilitas yang cukup
- Penyediaan akses yang cukup
- Penentuan volume ruangan akomodasi berdasarkan jumlah *crew*.
- Penentuan volume tangki-tangki terutama untuk bahan bakar berdasarkan jenis mesin, jenis bahan bakar, dan operasional kapal.
- Penentuan pembagian dan pembatasan jarak sekat melintang.
- Penentuan dimensi kapal (L, B, H, dan T).
- *Lines plan* yang telah dibuat sebelumnya.

Penyusunan rencana umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya dapat diambil dari data rencana umum kapal-kapal pembanding yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang sedang di desain. Penentuan volume ruangan untuk kamar mesin, diukur berdasarkan jenis dan dimensi mesin.

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



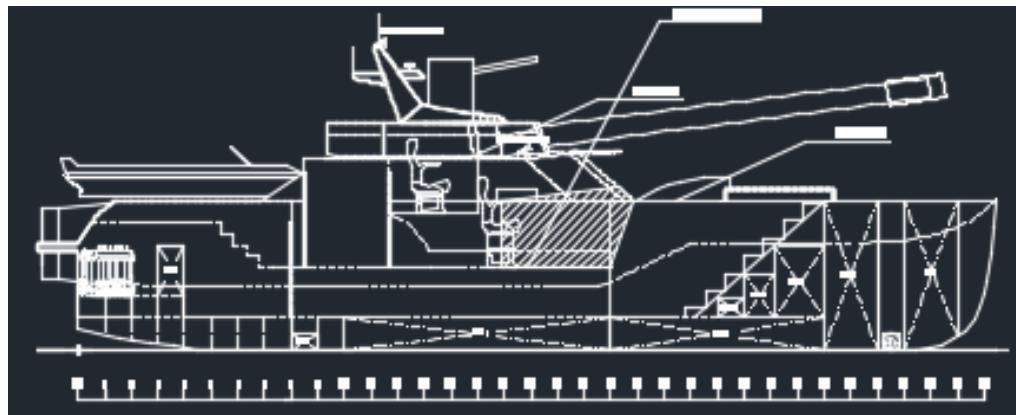
Gambar IV.28 General Arrangement Tank Boat



Gambar IV.29 General Arrangement Tank Boat

IV.26.1. Side Elevation

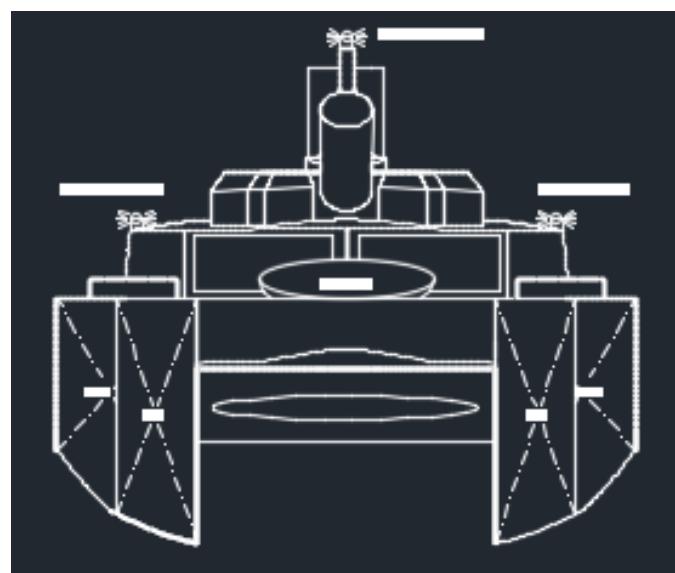
Pada permodelan rencana umum *Catamaran Tank Boat* ini dilakukan pemroyeksian *layout* kapal dipandang tampak samping. Jarak gading pada kapal ini adalah 0,5 m. Detail permodelan rencana umum *Tank Boat* tampak samping dapat dilihat pada Gambar IV.30 berikut.



Gambar IV.30 Side Elevation Catamaran Tank Boat

IV.26.2. *Front Elevation*

Layout Hull pada rencana umum diproyeksikan tampak atas. Pada bagian ini permodelan layout dilakukan pada *Front elevation* dari katamaran seperti pada Gambar IV.31

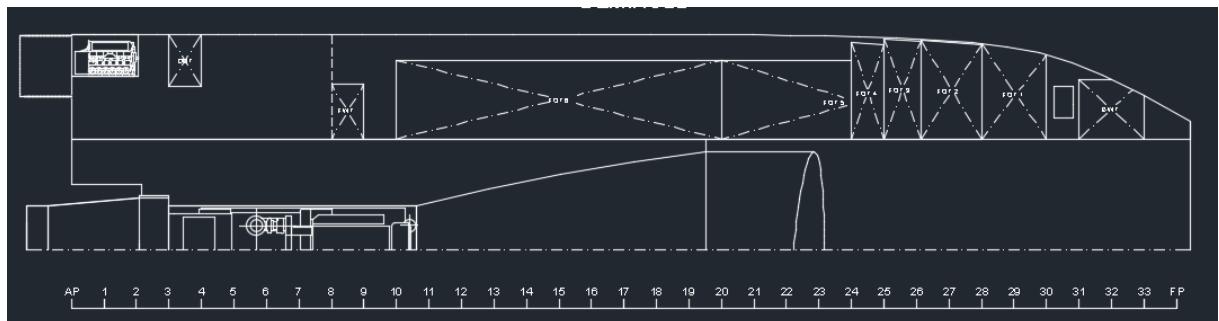


Gambar IV.31 Front Elevation

Gambar ditujukan untuk mengetahui bentuk kapal tampak depan dengan posisi sebagian payload yang tampak.

IV.26.3. Demihull

Layout demihull pada rencana umum *Tank Boat* diproyeksikan pada pandangan atas seperti pada Gambar IV.32



Gambar IV.32 *Demihull Tank Boat*

Demihull difungsikan sebagai peletakan tangki bahan bakar, FW, serta *diesel oil*. Dalam gambar IV.32 menunjukan mesin yang diletakkan di tengah lambung.

IV.27. Permodelan 3D

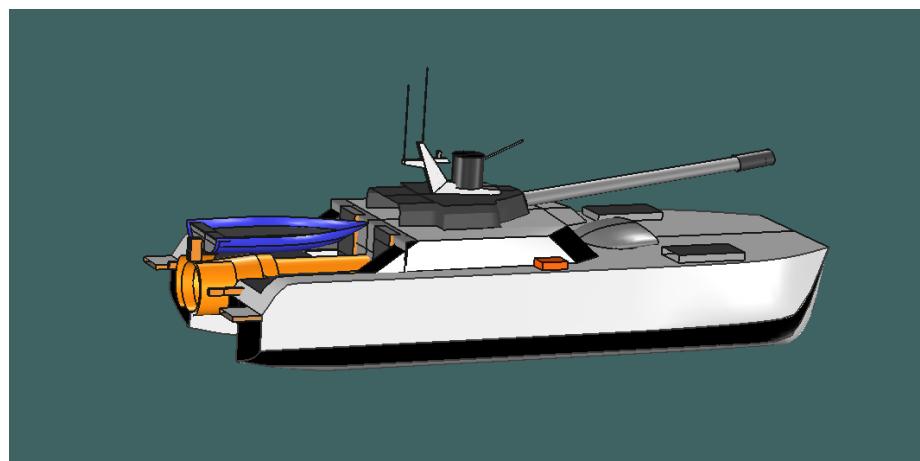
Pemodelan 3 dimensi kapal telah dilakukan pada tahap pembuatan *layout* untuk menentukan ukuran utama awal. Setelah dimensi awal dibuka, semua ukuran desain 3D disamakan dengan hasil analisis teknis yang telah dihitung agar hasil perhitungan hambatan, stabilitas , *trim* dan perhitungan sesuai dengan yang desainer harapkan.

Pada tahap awal, permodelan lambung didesain menggunakan *software Maxsurf Modeler*. Model dibuat dengan memasukkan *buttock plane surface*, selanjutnya menambahkan *control point* sejumlah yang diinginkan, kemudian *control point* tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, CP, dan LCB yang sama).

Pada proses pengerjaan permodelan 3D pada lambung dengan menggunakan *Maxsurf Modeler* ini, didapatkan bentuk model *hull*, *main deck*, serta peletakan alustika perang, sehingga didapatkan bentuk seperti pada Gambar IV.33 dan IV.34 berikut.



Gambar IV.33 Permodelan Lambung 3 Dimensi Tampak Perspektif



Gambar IV.34 Permodelan Lambung 3 Dimensi Tampak Samping

Desain 3 dimensi dari *Catamaran Tank Boat* dapat dilihat pada Gambar IV. 33 dan IV. 34

Pengerjaan 3D ini dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf* dengan memasukkan beberapa *outfitting*. Pada *software Maxsurf* dilakukan pemodelan 3 dimensi secara utuh sehingga didapatkan model 3 dimensi yang hampir sesuai dengan *general arrangement*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Pendahuluan

Pada BAB 5 ini membahas tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil desain kapal yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya. Dalam bab ini juga membahas mengenai saran yang bertujuan untuk memperbaiki desain serta mengembangkan desain pada penelitian selanjutnya.

V.2. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapatkan dari penggerjaan Tugas Akhir ini, adalah :

1. Didapatkan *operational requirement* dari *Catamaran Tank Boat* yang akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam beroperasi, mempertimbangkan beberapa faktor, sebagai berikut:
 - Fungsi dan tugas :
 - Divisi FPB sebagai armada pemukul bantuan dalam fungsi pertahanan wilayah maritim Indonesia.
 - Patroli pemantauan dan pengamanan wilayah maritim Indonesia
 - Wilayah operasional : Seluruh perairan Indonesia khususnya ZTE
 - Kecepatan : Kecepatan maksimal yang dapat dicapai adalah 55 knot
Kecepatan operasi 25-45 knot
 - Kemampuan operasional :
 - Dalam operasi pengejaran dan perlawanan terhadap musuh ,kecepatan kapal dapat mencapai 55 knot dengan endurance selama 148 menit
 - Dalam operasi pengejaran dan perlawanan terhadap musuh, kecepatan kapal yang direncanakan adalah 45 knot, maka endurance kapal yakni 154 menit.
 - Dalam misi patroli kapal dapat beroperasi selama 6,5 jam dengan kondisi yang telah dijelaskan di bab IV.
2. Ukuran Utama Kapal *Catamaran Tank Boat* yang didesain yaitu :
 - LOA = 18 m
 - Lpp (Panjang) = 17.03 m
 - B (Lebar) = 6.6 m

- H (Tinggi) = 2.8 m
- T (Sarat) = 1 m

- a. Perhitungan teknis yang dilakukan telah memenuhi.
 - Perhitungan berat yang telah dilakukan menghasilkan margin berat sebesar 3.8 %. *Displacement* kapal adalah 31.94 ton dan berat kapal (LWT+DWT) adalah 30.737 ton pada muatan penuh. Sehingga perhitungan berat **diterima**.
 - Perhitungan *trim* yang telah dilakukan menghasilkan hasil -0.326 m, 0,296 m, - 0,271 m, dan 0,032 m sedangkan batasan *trim* maksimal adalah sebesar 0.34 m. Sehingga perhitungan *trim* telah **memenuhi**.
 - Perhitungan lambung timbul yang telah dilakukan menghasilkan batasan lambung timbul sebesar 0.47 m, sedangkan lambung timbul kapal sebenarnya adalah 1.8 m. Sehingga perhitungan lambung timbul **diterima**.
 - Perhitungan stabilitas yang dilakukan menggunakan acuan regulasi dari HSC Annex 7 Code 2000. Hasil yang didapatkan semua parameter stabilitas telah **terpenuhi**.
- b. Desain *lines plan* telah dibuat dan dilampirkan pada lampiran.
- c. Desain *general arrangement* telah dibuat dan dilampirkan pada lampiran.
- d. Desain 3D telah dibuat dilampirkan dalam lampiran.

V.3. Saran

Dalam pelaksanaan sebuah Tugas Akhir, pasti terdapat kelebihan dan kekurangan. Kekurangan yang ada dapat dijadikan saran untuk dikembangkan menjadi penelitian yang baru. Maka untuk penyempurnaan disarankan untuk melakukan beberapa hal, antara lain:

1. Perhitungan berat masih dilakukan dengan menggunakan cara pendekatan.
2. Masih perlunya pengkajian ulang tentang sistem persenjataan, *turbojet* yang digunakan pada kapal *Tank Boat* yang didesain.
3. Perlu dilakukan pembahasan perhitungan kontruksi, kekuatan memanjang, dan kekuatan melintang.
4. Perlu dilakukan perhitungan hambatan kapal dengan *software CFD* dan hambatan kapal menggunakan metode tarik pada *towing tank*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achsan, H. (2017). *Perbandingan Kapal Alumunium dan FRP*. Diambil kembali dari Rumah Harapan: www.hairulachsan.com
- AERONAMIC. (2018). *Electric Starter Generator (SGU)*. Diambil kembali dari AERONAMICS AIRCRAFT SUBSYSTEMS: www.aeronamic.com/product-development/electric-starter-generator/
- Allan, R. G. (1996). *Application and Advantages of Catamarans for Coastal Patrol*.
- Arief, R. (2013, Juni 3). *Gas Turbine Engine*. Diambil kembali dari Belajar Tentang Aircraft: <http://ilmuaircraft.blogspot.co.id/2013/06/gas-turbine-engine.html?m=1>
- Army Guide. (2015). *CT-CV 105HP*. Diambil kembali dari <http://www.army-guide.com/eng/product3085.html>
- BKI. (2016). *Rules for fiberglass reinforced plastic volume V part 3*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Catamaransite. (2017). (Retrieved April 26, 2017). *Catamaran Design Formulas*. Diambil kembali dari http://www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html.
- CMI Defence. (2016). *Weapon systems 25-120mm for high-mobility armoured vehicles*. Diambil kembali dari CMI: www.cmigroupe.com/weapons-systems
- Doyle, A. (2009, Oktober 18). *Eurojet pushes thrust-vectoring technology for typhoon*. Diambil kembali dari Flight Global: <https://www.flightglobal.com/news/articles/eurojet-pushes-thrust-vectoring-technology-for-typhoon-333501/>
- Dubrovsky, V. A. (2009). *Multi-Hulls: Some New Options as the Result of Science*.
- Hardianto, Dwiko. (2017). Tugas Akhir. Pembuatan Konsep Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia. Surabaya : ITS.
- Habibi, W., & Mazharuddin S, A. (2011). Pembangunan Sistem Pelacakan dan Penelusuran Device Mobile Berbasis Global Positioning Sistem (GPS) pada Platform Mobile Google. Tugas Akhir Periode Januari 2011, 1.
- HSC Annex 7 Stability of Multihull Craft. (2000). *International Code of Safety for HighSpeed Craft*. London.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*, London: IMO Publishing.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Volume I*. Jersey City: The Society of Naval Architectures and Marine Engineers.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Volume II*. Jersey City: The Society of Naval Architectures and Marine Engineers.
- M. Jerry Jeliandra Suja, Sulistiyanti, S. R., & Komarudin, M. (2017). Sistem Navigasi pada Unmanned Surface Vehicle untuk Pemantauan Daerah Perairan. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 34.
- Meier, N. (2005, Maret 21). *Military Turbojet/Turbofan Specifications*. Diambil kembali dari Jet-engine: www.jet-engine.net/miltfspec.html
- Molland, M., & Insel, A. F. (1992). *An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. RINA.
- Nazarov, A. (2010). *Power Catamarans: Design for Performance*. Thailand.

- Niekerk,J. (.). Comparison of Catamaran Hull Type. Issue of Power Multihull Magazine, 2000.
- Pamungkas, B. (2014). CT-CV 105HP: Meriam Canggih Untuk Medium Tank Pindad. Diambil kembali dari Indo Militer: Indomiliter.com
- Pamungkas, B. (2015, April 27). *Thrust Vectoring: Teknologi Dibalik Kelincahan Manuver Sukhoi Su-35 Super Flanker*. Diambil kembali dari Indo Militer: Indomiliter.com
- Perkins Engines Company Limited. (2012, September). 1100 Series 1103A-33G Diesel Engine – ElectropaK. *Diesel Engine – ElectropaK*. England: Perkins Engines Company Limited.
- Pindad, Lundin and CMI Defence has complete X18 Tank Boat Antasena design and slid 40 knots in swamp.* (2017, Januari 25). Diambil kembali dari TINUKU: <https://www.tinuku.com/2017/01/6.html?m=1>
- PT. Anugrah Sukses Marine. *Peralatan Kapal (ALAT KAPAL)*. Diambil kembali dari AS MARINE: www.asmarines.com/Peralatan-Kapal
- Putra, Bagus Gelis Pratama. (2015). Studi Desain Midget Submarine untuk Aplikasi Intelijen dan Monitoring Perairan Indonesia. Journal Publikasi Ilmiah Online Mahasiswa ITS, Vol.5, No.1.
- Roza, E. (2017, 09 1). Maritim Indonesia, Kemewahan Yang Luar Biasa. Diambil kembali dari KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN REPUBLIK INDONESIA: kkp.go.id/artikel/2233-maritim-indonesia-kemewahan-yang-luar-biasa
- Sahoo, Prasanta K & Marcos Salas & Schwetz. (2007). *Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I*. Australia.
- Satriawansyah, M. H. (2016). *Tugas Akhir. Desain Kapal Penumpang Katamaran Untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi-Pelabuhan Benoa*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Smith, E. 2007. Athlantic Cruising yacht. MonoVsCatamaran. Annapolis MD. USA
- Soedewo, A. (2015). Pemberlakuan Ketentuan Bagi Kapal Berbendera Asing Untuk Melintas Di Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II Ditinjau dari Perspektif Hukum Negara Indonesia dan United Nation Convention On The Law Of The Sea (UNCLOS) 1982.
- Sukadana, I.G. (2015). *Teori Turbin Gas dan Jet Propulsi*. Bali: Teknik Mesin Udayana
- Swopes, B. R. (2018, Februari 4). *Tag Archives: General Electric YJ93-GE-3*. Diambil kembali dari This day aviation: www.thisdayaviation.com/tag/general-electric-jy93-ge-3/
- Taggart, R. (1980). *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. I). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.
- Watson, D. G. (1998). *Practical Ship Design*. Kidlington: Elsevier.
- Wicaksono, A. (2016, Desember Senin). *Paling Ideal 700 KRI Amankan Laut Indonesia*. Diambil kembali dari VIVA.co.id: <https://www.google.co.id/amp/s/m.viva.co.id/amp/berita/nasional/855928-paling-ideal-700-kri-amankan-laut-indonesia>
- Wikipedia. (2018, Maret). *General Electric YJ93*. Diambil kembali dari Wikipedia: https://en.m.wikipedia.org/wiki/general_electric_YJ93
- Wijnolst, N & Wergeland, T. 2008. *Shipping Innovation*. Amsterdam: Delft University Press. T.Wegeland
- Wiratama, C. (2016, Juni 10). *Cara Kerja Turbin Gas Propulsi (Mesin Pesawat Terbang)*. Diambil kembali dari AERO ENGINEERING: <https://aeroengineering.co.id/2016/06/cara-kerja-turbin-gas-propulsi-mesin-pesawat-terbang/>

LAMPIRAN

Lampiran A Data Pendukung

Lampiran B Perhitungan Analisis Teknis

Lampiran C Rencana Garis

Lampiran D *General Arrangement*

Lampiran E Model 3 Dimensi

LAMPIRAN A
DATA PENDUKUNG

Tank & Anti-Tank Ammunition

Tank Ammunition

105 mm HE/TK P1A1



This is a general purpose high explosive round. It can be fired from 105mm L7 series rifled tank gun fitted on many current MBTs such as Leopard, Vickers,

MK 1&3,M60 (Manufactured under license in USA as M68), early M1, updated M 48, Merkava and re-gunned T-54 series and T-69.

Performance

Muzzle velocity 683 ± 15 m/s

Average chamber pressure 1800 kg/cm²

Max Range 10400 m

Dispersion:

PE/Range 1/190 m (max)

PE Lateral 15 m (max)

Accuracy at 1000 m:

SD (Vertical) 0.36 meters

SD (Horizontal) 0.36 meters

Technical Data

Length of Complete Round 1020 mm (Approx)

Weight of Complete Round 24.21 Kg

Shell Body Forged Steel 12 Kg (Approx)

Fuze PDM 557 percussion type

Length of Projectile 490 mm

Weight of Projectile 14.94 Kg (with fuze)

Weight of Filling TNT 2.04 Kg

Cartridge Case Drawn Brass 70 / 30

Propelling Charge M1-MP

Weight of Propellant 3 + 0.10 Kg

Primer Electric type L20-A1

Packing

Each round is placed in a chip board container and further packed in a steel box.

Size of box 118 x 21 x 19 cm

Gross weight 46.9 kg (Approx)

Colour & marking Service brown with yellow / white stenciling

Tank & Anti Tank Ammunition

105 mm APFSDS P1A1



APFSDS (Armour Piercing Fin-Stabilized Discarding-Sabot) is a Kinetic Energy Fin Stabilized Round and can be fired from 105mm L7 series rifled tank gun fitted on many current MBTs such as Leopard, Vickers, MK 1&3, M60 (Manufactured under license in USA as M68), early M1, updated M 48, Merkava and re-gunned T-54 and T-69 series.

Performance

Muzzle velocity	1490 m/s
Average chamber pressure	4340 kg/cm ²
Effective Range	3500 meter
Accuracy at 1000 m:	
SD (Vertical)	0.3 m
SD (Horizontal)	0.3 m

Penetration 300 mm, against RHA target at zero obliquity, confirming to DEF-STAN 95-13/2

Technical Data

Length of Complete Round	946 mm
Weight of Complete Round	18.91 Kg
Projectile	Tungsten Alloy core with discarding sabot and fin stabilization
Length of Projectile	486 mm
Weight of Projectile	6.12 Kg
Cartridge Case	Drawn Brass 70/30
Propelling Charge	Triple base multi tubular NQ/M .046
Weight of Propellant	5.62 Kg (Nominal)
Primer	Electric Type L20 A1
Penetrator (Tungsten Alloy)	Density 17.4 + 0.15 gm/cm ³

Packing

Each round placed in a chip board container and further packed in a steel box:

Size of box	105 x 20 x 19 cm
Gross weight	37.75 Kg (Approx)
Colour & marking	Service brown with yellow / white stenciling

Tank Ammunition

125 mm HE FS TK

This is a general fin stabilized round with High Explosive and can be fired from 125 mm smooth bore tank guns, T-80 UD (Ukraine), Al Khalid (Pakistan), PT-01 (Poland), T-85 (China) or equivalent.

Performance (at full charge)



Muzzle velocity	850 m/s
Chamber pressure	3500 kg/cm ² (Approx)
Max Range	10000 m
Accuracy at 1000 meters:	
SD (Vertical)	0.3 m
SD (Horizontal)	0.3 m

Technical Data

Length of Complete Round	1106 mm
Weight of Complete Round	34 Kg (approx)
Shell Body	Forged Steel
Fuze	DRH-05, PD type
Length of Projectile	700 mm
Weight of Projectile	23 Kg
Weight of Filling	TNT 3.051 Kg
Case	Semi combustible cartridge case with Steel base and cover
Propelling Charge	Consist of single base propellant in tubular bundle and granular form, 14/19, (16/1.35 Tubular)
Primer	Electric Percussion No. DJD-2

Packing

Charge structure is packed in fiber glass sealed humidity proof container and projectile is packed in steel box. Fuze is packed separately and is placed at one end of the same steel box.

Size of box	67 x 44 x 25.5 cm
Gross weight of box	59 Kg
Colour & marking	Service brown with yellow / white stenciling

125 mm APFSDS/T



APFSDS (Armour Piercing Fin-Stabilized Discarding-Sabot) is a Kinetic Energy Fin Stabilized Round and can be fired from 125mm smooth bore tank guns, T- 80 UD (Ukraine), Al Khalid (Pakistan), PT-91 (Poland) and T-84 (China) or equivalent.

Performance

Muzzle velocity 1730 ± 5 m/s

Chamber pressure at 21°C 4850 ± 50 kg/cm²

Effective Range 2000 m

Accuracy at 1000 m:

SD (Vertical) 0.3 m

SD (Horizontal) 0.3 m

Penetration 460 mm, against RHA target at zero obliquity, confirming DEF-STAN 95-13/2

Technical Data

Length of Complete Round 1086 mm

Weight of Complete Round 21.47 Kg

Projectile Tungsten Alloy core with discarding sabot and fin stabilization

Length of Projectile 555 mm

Weight of Projectile 7.37 Kg

Penetrator (Tungsten alloy) Dual density: Tail ≥ 17 gm/cm³, Head ≥ 17.5 gm/cm³

Main Cartridge Case:

Case Semi combustible cartridge case with steel base and cover

Propelling Charge 16/19 Single base granular

Weight of Propellant 6 Kg

Primer Electric/Percussion Primer No. 2

Secondary Cartridge Case:

Case Semi combustible with projectile

Propellant Charge Granular 16/19 2.50 Kg and Tubular 19/1-25 0.8 Kg

Packing

Main Charge Structure and Secondary Charge Structure are packed separately in fiber glass sealed humidity proof container then are packed in a steel box.

Size of box 82 x 50 x 26 cm

Gross weight 53 Kg (Approx)

Colour & marking Service brown with yellow /white stenciling

Tungsten Alloy Penetrators & Rod



POF has established capacity for producing Single/Double Density Tungsten Alloy Cores (Penetrators) of all types. At present following type of penetrators are being produced:



Caliber	Density (gm/cm ²)	Specification	Penetration
100mm APFSDS	17.4 (Approx)	W91.5NE	300 mm Min
105mm APFSDS	17.4 (Approx)	W91.5NE	300 mm Min
125mm APFSDS	17-18 (Approx)	WMB-101 JTS	460 mm Min

Tungsten Alloy Rods (W+Ni+Fe or W+Ni+Cu)	Ø = upto 35 mm L = upto 800 mm	Density Range 17-18 gm/m ³ (Approx)
---	-----------------------------------	---

Strict Quality Control following International Quality Management System yields Penetrators of highest quality.

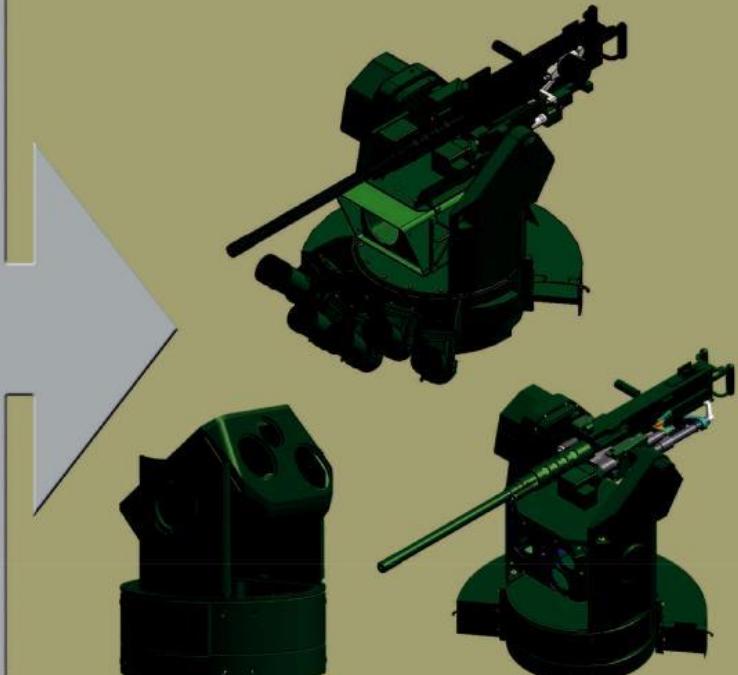
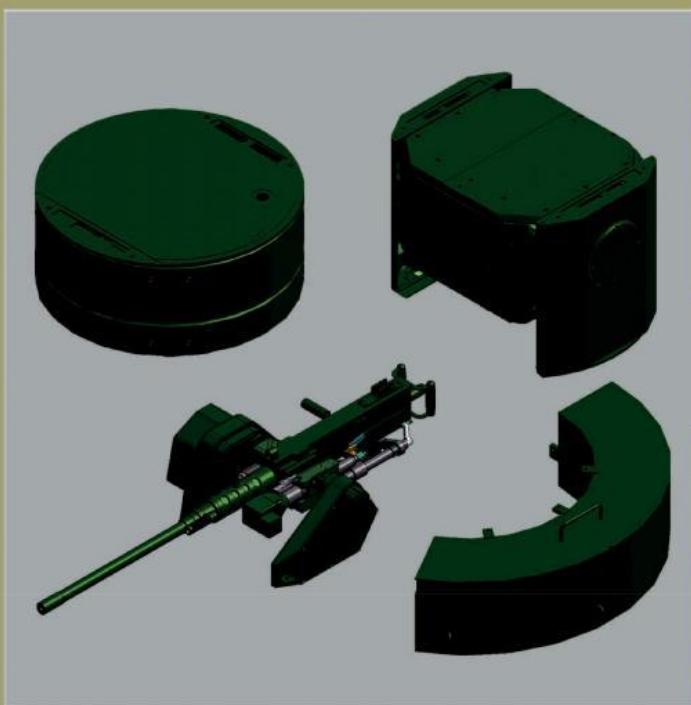
Each Penetrator is checked for internal flaws and surface cracks applying latest Internationally accepted Ultrasonic Flaw Detection and Dye Penetration Inspection methods.

Important dimensions are checked with electronic probes and compared with Master Standard reference by means of a projector.

LEMUR

Combined Electro-Optical Sight and RC Weapon Station





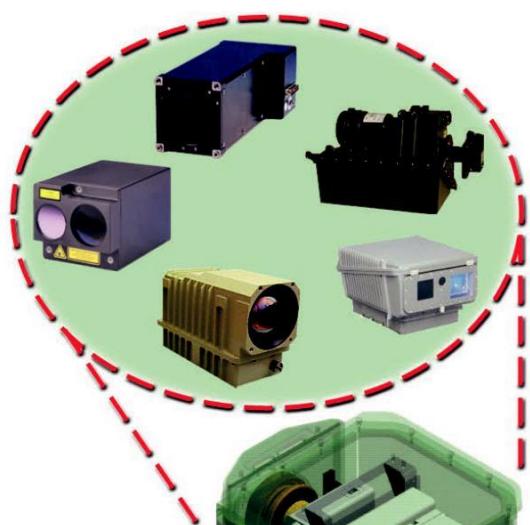
Flexible modular design

AVAILABLE FUNCTIONS

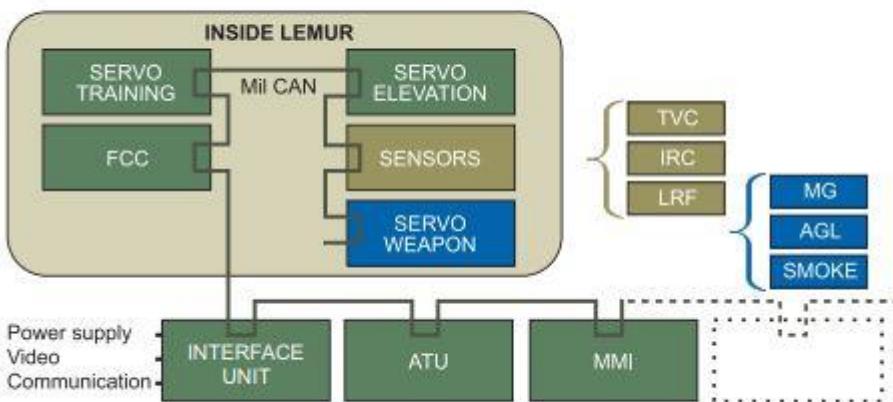
- Fire control of main weapon
- Programmable ammo function (3P)
- Fire control of integrated weapon
- Fire control of indirect fire
- Hunter/Killer
- Elevating mast
- ATU video-tracker
- Automatic Surveillance
- Launchers (smoke, flares, etc.)
- Simulator
- Add-on armour
- Etc.

As an panoramic platform LEMURTM can be fitted with various types of sensors, such as CCD camera, thermal imager, laser rangefinder, laser designator and missile sight. The sensor configuration depends on the use and customer's requirements.

The armoured cover protects against fragments and small-arms fire.



THE SYSTEM



LEMUR™ is a family of gyro-stabilized fragment-protected, electro-optical sights and Remotely Controlled (RC) weapon systems.

The flexible modular design allows LEMUR™ to be customized for a large variety of requirements.

LEMUR

Examples of applications



Air Defence
LEMUR as

- Gunner's sight
- FCC

Main Battle Tanks
LEMUR as

- Commander's sight
- Hunter/Killer
- RCWS

Combat Vehicles
LEMUR as

- Gunner's sight
- FCC
- Commander's sight
- Hunter/Killer
- Missile sight
- RCWS

UCGVs
LEMUR as

- Gunner's sight
- FCC
- RCWS

Naval Vessels
LEMUR as

- Gunner's sight
- FCC
- Commander's sight
- RCWS

Artillery Guns
LEMUR as

- Gunner's sight
- Commander's sight
- Measuring near crest
- Surveillance and protection

It can be used in a number of applications on different types of platforms:

Fire control system against ground and air targets
Sight and designator for missile control
Commander's sight
Forward observer instrument
Remotely controlled weapon station
and with optional launchers for counter-measures.

The MMI includes a control handle (one or two hands) and a panel.

The sensor images and system information are displayed on the panel.



MAIN CHARACTERISTICS

Aiming area and dimensions

	LEMUR S	LEMUR W	LEMUR SW
Traverse	Unlimited	Unlimited	Unlimited
Elevation	-90° - +90°	-20° - +50°(60°)	-20° - +60°
Height	600 mm	650 mm	850 mm
Diameter	520 mm	870 mm	870 mm
Weight	200 kg	200 kg	270 kg

Max aiming velocity

Traverse	> 150°/s
Elevation	> 150°/s

Max aiming acceleration

Traverse	> 300°/s ²
Elevation	> 230°/s ²

Ammunition

12.7 mm HMG	300 rounds ready to fire
40 mm AGL	64 rounds ready to fire

Electrical interface

Power supply	18 - 32 VDC
Video	CCIR
Communication	MilCAN, RS232, RS422, Mil-STD1553B, NMEA

For more information contact:

BAE Systems Bofors AB

Telephone +46 (0)586 733000

Fax +46 (0)586 733012

Email info@baesystems.se

www.baesystems.se

Disclaimer

This document gives only a general description of products and services and except where expressly provided otherwise shall not form part of any contract. From time to time, changes may be made in the products or conditions of supply.

1100 Series 1103A-33G

Diesel Engine – ElectropaK

30.4 kWm 1500 rev/min

35.4 kWm 1800 rev/min

Building upon Perkins proven reputation within the power generation industry, the 1100 Series range of ElectropaK engines now fit even closer to customers needs.

In the world of power generation success is only gained by providing more for less. With the 1103A-33G Perkins has engineered even higher levels of reliability, yet lowered the cost of ownership.

1100A units are designed for territories that do not require compliance to EPA or EU emissions legislation. These units are able to meet TA Luft legislation.

Compact, efficient power

1100 Series is the result of an intensive period of customer research that has guided the development of the range

The new 3.3 litre cylinder block ensures bore roundness is maintained under the pressures of operation. It also ensures combustion and mechanical noise is lowered

A new cylinder head has re-established Perkins mastery of air control

Quality by design

Product design and Class A manufacturing improvements enhance product reliability while maintaining Perkins legendary reputation for durability

Cost effective power

Compact size and low noise

Lower fuel consumption and oil use

500 hour service intervals

Two year warranty

Product support

Perkins actively pursues product support excellence by ensuring our distribution network invest in their territory – strengthening relationships and providing more value to you, our customer



Through an experienced global network of distributors and dealers, fully trained engine experts deliver total service support around the clock, 365 days a year. They have a comprehensive suite of web based tools at their fingertips covering technical information, parts identification and ordering systems, all dedicated to maximising the productivity of your engine

Throughout the entire life of a Perkins engine, we provide access to genuine OE specification parts and service. We give 100% reassurance that you receive the very best in terms of quality for lowest possible cost .. wherever your Perkins powered machine is operating in the world

Engine Speed (rev/min)	Type of Operation	Typical Generator Output (Net)		Engine Power			
		kVA	kWe	Gross	Net	kWm	bhp
1500	Prime Power	30.0	24.0	28.2	37.8	27.7	37.1
	Standby (maximum)	33.0	26.4	31.0	41.6	30.4	40.8
1800	Prime Power	34.9	27.9	33.2	44.5	32.2	43.2
	Standby (maximum)	38.2	30.6	36.5	48.9	35.4	47.5

The above ratings represent the engine performance capabilities to conditions specified in ISO 8528/1, ISO 3046/1:1986, BS5514/1. Derating may be required for conditions outside these; consult Perkins Engines Company Limited.

Generator powers are typical and are based on an average alternator efficiency and a power factor ($\cos. \theta$) of 0.8. Fuel specification: BS 2869: Part 2 1998 Class A2 or DIN EN 590. Lubricating oil: 15W40 to API CG4.

Rating Definitions

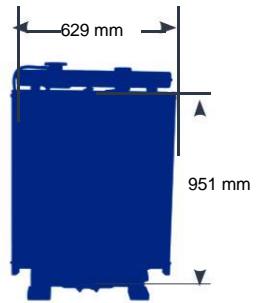
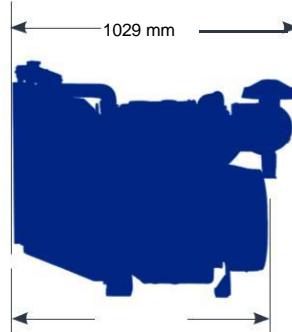
Prime Power: Variable load. Unlimited hours usage with an average load factor of 80% of the published prime power over each 24 hour period. A 10% overload is available for 1 hour in every 12 hours of operation. Standby Power: Variable load. Limited to 500 hours annual usage, up to 300 hours of which may be continuous running. No overload is permitted.

Photographs are for illustrative purposes only and may not reflect final specification.

All information in this document is substantially correct at time of printing and may be altered subsequently.
Publication No. PN1780/09/12 Produced in England ©2012 Perkins Engines Company Limited

1100 Series 1103A-33G Diesel Engine – ElectropaK

30.4 kWm 1500 rev/min
35.4 kWm 1800 rev/min



Standard ElectropaK specification

Air inlet

- Mounted air filter

Fuel system

- Rotary type pump
- Ecoplus fuel filter

Lubrication system

Wet sump with filler and dipstick

Spin-on oil filter

Cooling system

Thermostatically-controlled system with gear-driven circulation pump and belt-driven pusher fan

Mounted radiator and piping

Electrical equipment

12 volt starter motor and 12 volt 65 amp alternator with DC output

12 volt shutdown solenoid energised to run

Flywheel and housing

High inertia flywheel to SAE J620 size 10/11½

SAE 3 flywheel housing

Mountings

Front engine mounting bracket

Literature

User's Handbook

Optional equipment

Woodward electronic governor (LCG2)

Workshop manual

Parts book

Option groups

A selection of optional items is available to enable the customer to prepare a specification precisely matched to the needs.

Fuel Consumption litres/hour Temperate/Tropical

Engine Speed	1500 rev/min		1800 rev/min	
	UK g/hr	l/hr	UK g/hr	l/hr
Standby	1.73	7.9	2.08	9.5
Prime Power	1.56	7.1	1.89	8.6
75% of Prime Power	1.18	5.4	1.45	6.6
50% of Prime Power	0.85	3.9	1.07	4.9

General data

Number of cylinders.....	3 vertical in-line
Bore and stroke.....	105 x 127 mm
Displacement.....	3.3 litres
Aspiration.....	Naturally aspirated
Cycle.....	4 stroke
Combustion system.....	Direct injection
Compression ratio.....	19.25:1
Rotation.....	Anti-clockwise viewed from flywheel
Cooling system.....	Water-cooled
Total lubrication system capacity.....	7.9 litres
Total coolant capacity.....	10.2 litres
Dimensions – Length.....	1029 mm
Width.....	629 mm
Height.....	951 mm
Dry weight (approximately).....	412 kg

Final weight and dimensions will depend on completed specification

Photographs are for illustrative purposes only and may not reflect final specification.

All information in this document is substantially correct at time of printing and may be altered subsequently.

Publication No. PN1780/09/12 Produced in England

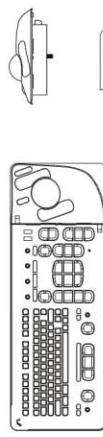
©2012 Perkins Engines Company Limited

Perkins Engines Company Limited
Peterborough PE1 5FQ
United Kingdom
Telephone +44 (0)1733 583000
Fax +44 (0)1733 582240
www.perkins.com

 **Perkins®**
THE HEART OF EVERY GREAT MACHINE

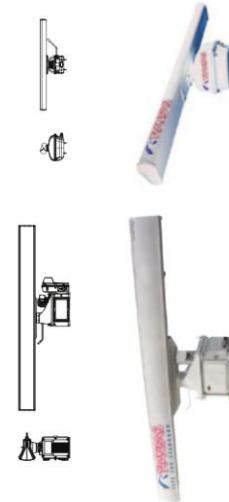
TRANSAS 4000 MFD SERIES

Keyboards



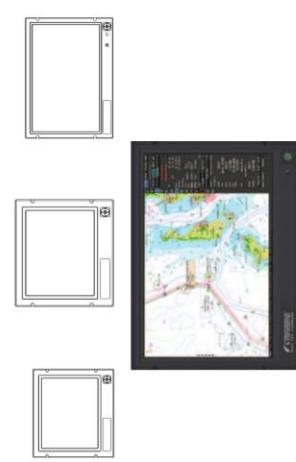
	Dimensions, mm			Weight, kg
	H	B	D	
ES6 Keyboard and Trackball	464	166	1.9	
Keyboard and Trackball	Overall -80			
Trackball only	Chassis -35	105	166	0.4

Scanners



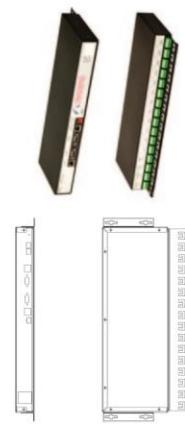
Scanner type	Antenna length	Power	Weight, kg (Outer Assembly / Inner Accessories)
S - Band	12 feet	30 kW	255 / 12
X - Band	9 feet	25 kW	44 / 6
X - Band	9 feet	12 kW	44 / 6
X - Band	7.5 feet	10 kW	38.7 / 7
X - Band	6 feet	25 kW	40 / 6
X - Band	6 feet	10 kW	36.3 / 7
X - Band	6 feet	4 kW	36.3 / 7
X - Band	4 feet	4 kW	34.3 / 7

Monitors



Monitor type	Dimensions, mm			Weight, kg
	H	B	D	
19"	483	444	82	11.5
23"	584	534	85	17.0
27"	660	481	102	16.0

Options and Accessories



	Dimensions, mm			Weight, kg
	H	B	D	
DCU6	470	199	2.7	
DCU6 with brackets	Overall -43			
DCU6	430	199	—	

Computers

R56 PC	Dimensions, mm			Weight, kg
	H	B	D	
PC	150	220	300	—
PC with brackets	150	260	300	5.0



UPS	Dimensions, mm			Weight, kg
	H	B	D	
220VAC - 24VDC	132	306	153	6.2
24CDC - 24VDC	132	178	153	4.3

[Home \(http://www.rfd.com.au/\)](http://www.rfd.com.au/)[Products \(http://www.rfd.com.au/products/\)](http://www.rfd.com.au/products/)[Survitec Group TV \(http://www.rfd.com.au/survitec-group-tv/\)](http://www.rfd.com.au/survitec-group-tv/)[News, Ads & Brochures \(http://www.rfd.com.au/news/\)](http://www.rfd.com.au/news/)[Gallery \(http://www.rfd.com.au/gallery/\)](http://www.rfd.com.au/gallery/)[About Us \(http://www.rfd.com.au/about-us/company-profile.php\)](http://www.rfd.com.au/about-us/company-profile.php)[Services \(http://www.rfd.com.au/services/\)](http://www.rfd.com.au/services/)[Contact Us \(http://www.rfd.com.au/contact/\)](http://www.rfd.com.au/contact/)

Life Rafts - Leisure Range

Marine Products

Aviation Products

Fire & Safety Products

High Pressure Gas Products

Defence Products

Please select a product below:

Leisure Range	RFD ISO9650-1	Plastimo Cruiser	Transocean ISO9650-1	Accessories
---------------	---------------	------------------	----------------------	-------------

Overview

Time is a critical factor in any marine emergency. Life threatening situations demand a liferaft which is not only reliable but which can also be boarded in seconds. You need to be sure that your liferaft works first time.

Survitec Group Liferafts are manufactured to the highest specifications and are renowned world-wide for high quality and reliability.

RFD ISO9650-1 Liferaft



(http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/images/fd_iso9650_1_Crewsaver.jpg)



[Brochure](#)

[\(http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/downloads/RFD%20ISO9650-1%20Liferaft.pdf\)](http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/downloads/RFD%20ISO9650-1%20Liferaft.pdf)

Features

- ISO9650-1 Approved
- Unique Hi Visibility colour
- The liferaft has a polyurethane (PU) coating and possesses the following attributes:
 - Long lasting
 - Abrasion resistant
 - Highly resilient
 - Highly durable
- Easy access semi rigid boarding ramp
- Hermetically sealed for extended service interval of up to 3 years

Container Dimensions

Liferaft Size	Pack	Size* (mm) (LxWxH)	Weight* (kg)
4	<24	800 x 570 x 220	36.1
	>24	800 x 570 x 250	47.8
6	<24	800 x 570 x 250	42.4
	>24	800 x 570 x 300	57.7
8	<24	800 x 570 x 250	47.8
10	<24	800 x 570 x 300	54
12	<24	800 x 570 x 300	57

*Approximate at printing and subject to change without notice

Valise Dimensions

4	<24	730 x 520 x 320	31.1
	>24	730 x 520 x 320	41.6
6	<24	700 x 500 x 380	36.2
	>24	790 x 500 x 380	51.1
8	<24	790 x 510 x 390	41.7
	>24	800 x 510 x 410	60.9
10	<24	790 x 500 x 380	47.4
	>24	860 x 530 x 460	70.9
12	<24	840 x 520 x 450	50.4
	>24	N/A	

*Approximate at printing and subject to change without notice

Plastimo Cruiser Liferaft



Cruiser Brochure

(http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/downloads/cruiser_liferaft.pdf)

df) Features

- Designed for the Cruising Market
- Unique Double Chamber Construction
- Vacuum Packed
- Manufactured in Europe
- 12 Year Conditional Warranty
- Optimum Cruising Equipment Pack
- Available in Container or Valise

(<http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/images/plastimo-cruiser01.jpg>)

No of Persons	4	6	8
Dimensions			
Container	740 x 500 x 210	740 x 500 x 230	820 x 520 x 260
Packed weight (kg)	28	33	40

Transocean ISO9650-1 Liferaft



Brochure

(<http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/downloads/RFD%20ISO9650-1%20Transocean%20Liferaft.pdf>)

Features

- ISO9650-1 Approved Liferaft
- Fully approved to Meet YA Specifications
- Unique double chamber construction
- Vacuum Packed
- Light Weight
- Boarding Ramp
- 12 Year conditional warranty

(http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/images/rfd_iso9650_1_Transocean.jpg)

No of Persons	4	6	8	10	12
Dimensions					
Container	740 x 470 x 290	795 x 495 x 330	900 x 550 x 320	900 x 550 x 350	900 x 550 x 380
Packed weight (kg)	38.5	47	59	69.5	76

Accessories



Mounting Cradles

Hydrostatic Release Units

(http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/images/H20_lightcrafts_300.jpg)



(http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/images/H20_lightcrafts_300.jpg) (<http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/images/C>)

Marine Products

(<http://www.rfd.com.au/products/marine/>)

Aviation Products

(<http://www.rfd.com.au/products/aviation/>)

Fire & Safety Products

([http://www.rfd.com.au/products/fire-\(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/\)](http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/)))

High Pressure Gas Products

(<http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/>)

Defence Products

(<http://www.rfd.com.au/products/defence/>)

Marine Products (<http://www.rfd.com.au/products/marine/>)

Life Rafts (<http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/index.php>)

Aviation Products (<http://www.rfd.com.au/products/aviation/>)

EPIRBs & PLB's (<http://www.rfd.com.au/products/aviation/epirb-plb/index.php>)

Fire & Safety Products

([http://www.rfd.com.au/products/fire-\(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/\)](http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/)))

High Pressure Gas Products

(<http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/>)

Defence Products

(<http://www.rfd.com.au/products/defence/>)

Portable Fire Extinguishers

([http://www.rfd.com.au/products/fire-\(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/pressure-gas/boosters/index.php](http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/pressure-gas/boosters/index.php))

Haskel Pumps & Boosters

(<http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/pressure-gas/boosters/index.php>)

Diving

(<http://www.rfd.com.au/products/diving/>)

2/3

Category	Sub-Category	Description	URL	Page Type
Life Jackets & PFDs (http://www.crewsaver.com.au/)		(http://www.rfd.com.au/products/aviation/pyrotechnics/index.php)	safety/suppression-systems/index.php	pressure-gas/caba-storage/index.php
Crewsaver Immersion Suit (http://www.rfd.com.au/products/marine/immersion-suits/index.php)	Lights (http://www.rfd.com.au/products/aviation/lights/index.php)	(http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-safety-fire-alarms/index.php)	Fire Detection & Alarm Systems	Compressors
EPIRBs & PLB's (http://www.rfd.com.au/products/marine/epib-pib/index.php)	Search & Rescue Equipment	(http://www.rfd.com.au/products/aviation/lifejackets/index.php)	Accessories & Spares	Cylinders
Search & Rescue (http://www.rfd.com.au/products/marine/search-rescue/index.php)			(http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-safety-accessories/index.php)	Life Jackets
Pyrotechnics (http://www.rfd.com.au/products/marine/pyrotechnics/index.php)		(http://www.rfd.com.au/products/aviation/search-rescue/index.php)	Annual Fire Safety Statement	pressure-gas/cylinders/index.php
Life buoys & MOB (http://www.rfd.com.au/products/marine/life-buoys/index.php)			(http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-safety/safety-statement/index.php)	Diving
Inflatable Boat Range (http://www.rfd.com.au/products/marine/inflatable-boats/index.php)	Zodiac Rescue Boat (http://www.rfd.com.au/products/marine/zodiac/index.php)	Liferafts (http://www.rfd.com.au/products/aviation/liferafts/index.php)	(http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/diving/index.php)	Filtration
Chandlery (http://www.rfd.com.au/products/marine/chandlery/index.php)		Search & Rescue (http://www.rfd.com.au/products/aviation/search-rescue/index.php)	(http://www.rfd.com.au/products/fire-(http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/filteration/index.php)	Pilot Flight Equipment
			Pumps (http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/pumps/index.php)	(http://www.rfd.com.au/products/defence/equipment/index.php)
			Quick Fill Stations (http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/quick-fill-stations/index.php)	Submarine Escape & Immersion Suits (http://www.rfd.com.au/products/defence/escape/index.php)
			Safety (http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/safety/index.php)	
			Support Products (http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/support-products/index.php)	
			Waste Water Systems (http://www.rfd.com.au/products/high-pressure-gas/waste-water-systems/index.php)	

Images shown are representative only and may not relate to actual product

Images shown are representative only and may not relate to actual products.
Survitec Group Australia is part of the APAC Survitec Group of Companies (<http://www.survitecgroup.com/apac>) | Created by Connexion PR (<http://www.connexionpr.com.au>) | Copyright © 2018 Survitec Group Australia | Terms & Conditions (<http://www.rfd.com.au/terms-and-conditions.php>) (Download) (<http://www.rfd.com.au/downloads/terms-and-conditions.pdf>)

- [HOME](#)
- [ABOUT PROJECT](#)
- [AGM MAGAZINE](#)
- [INFORMATION:](#)
- [ARTICLES :](#)
- [FORUM](#)
- [PARTNERSHIP :](#)
- [CONTACT](#)
-  [RU](#)

Designation: CT-CV 105HP

Manufacturer: CMI Defence

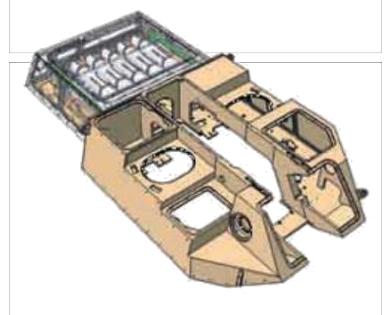
Product type: Turrets

Name: Antitank turret

The most advanced and innovative weapon system in its class specifically designed for air-transportable light armoured vehicles.

- CT-CV two-man turret with high pressure 105 mm Cockerill CV gun offering high First Hit Probability
- Firing all available NATO 105mm ammunition, new high performance M1060CV ammunition, smart ammunition and gun fired missiles
- Unique capability to fire at 42° elevation, particularly adapted to urban warfare and mountainous environment, allowing engagement of airborne targets and Beyond Line of Sight firing
- Optimised recoil system ensuring stable vehicle behaviour in the most stringent firing conditions and preserving crew safety and vehicle integrity
- Fully stabilised turret allowing firing on the move and at moving targets
- Day and night sight systems of the latest generation with Hunter Killer capability
- Ammunition rack with autoloader
- Fully digitized systems ensuring a high level of modularity

CT-CV weapon system turret CMI ...



Specifications:

Property	Value
Main weapon caliber (mm)	105
Elevation (degree)	42
Weight (kg)	4000
Crew	2
Depression (degree)	-10
Traverse arc (degree)	360
Ammunition in the autoloader	12
Panorama	1
Number of smoke grenade launchers	16
Auxiliary gun calibre (mm)	7.62

Product	Amount
Included in:	

Nickname:

[Register](#)

Password:

[Remind](#)

[LOG ON](#)

Last Edited Product

 **XR-P** (Robot, Unmanned Vehicle)

 **Missile Rogue** (Remote controlled weapon station)

 **Land Rogue** (Remote controlled weapon station)

 **Super Land Rogue** (Remote controlled weapon station)

 **SD-ROW** (Remote controlled weapon station)

 **CROWS-J** (Remote controlled weapon station)

 **XM1296 Stryker ICV Dragoon** (Modernization of the vehicle)

 **TIGR** (Robot, Unmanned Vehicle)

 **KAMAZ-63968**

Typhoon-K (Mine protected carrier)

 **Andros Nomad** (Robot, Unmanned Vehicle)

 **Rambow** (Robot, Unmanned Vehicle)

 **Leopard 2A7V** (Main battle tank)

 **Leopard 2A7+** (Main battle tank)

 **Rila** (Mine protected carrier)

 **Sentinel** (Tactical vehicle)

Products list...

Last Edited Companies

Stratom

Reutech Rogue International

Reutech Solutions

Reutech Fuchs

Electronics (Pty) Ltd

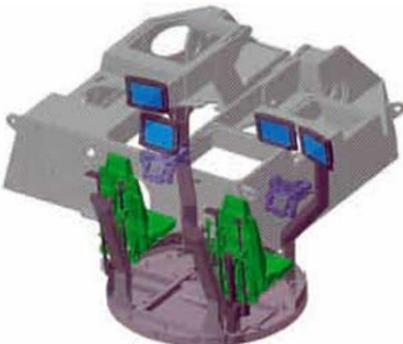
Reutech Radar Systems

	Anders (Light tank)	1
	DF90 (Self-propelled gun)	1
	PANDUR II 8x8 (Wheeled armoured personnel carrier)	1
	Piranha III 8x8 (Wheeled armoured personnel carrier)	1



Has following part:

Total	Amount
	? (Remote controlled weapon station)
	CV (Gun)



Related Articles

CMI Defence and BAE Systems Hägglunds present the CV90105 (16.06.2014)

CMI Defence and Doosan DST Present a New 120/105mm Medium Tank Concept (19.02.2013)

Patria at the international defence industry exhibition MSPO in Poland (04.09.2011)

The Cockerill CT-CV (TM) Weapon System (advanced 105mm) successfully demonstrated its gun launched missile capability (16.06.2010)

CMI to receive orders for LCTS90 turrets from Belgian National Defence (17.04.2006)



Actions...

[Printable Version](#)

[Send by email](#)

[RSS / XML](#)

[Add to favorite](#)

(RRS)
Reutech
Communications
Reutech (PTY) LTD
ASTAIS
Meteor Aerospace
Mandus Group Ltd.
Penman MW Ltd.
International Golden Group - IGG
Remdisel JSC
Stankomash Ltd.
General Dynamics
European Land Systems-Steyr GmbH
[Companies list...](#)



Last Article Posts

Armoured SISU 8x8 Fire Truck brings extinguishing operations to new level... (26.04.2015)

Posts - 3

KMDB Has Tested a BAU-23x2 Remote Controlled Weapon Station... (21.03.2015)

Posts - 1

BAE Awarded Contract to Begin AMPV Program... (28.01.2015)

Posts - 1

PROTECTOR MCT-30 unveiling at Eurosatory... (23.06.2014)

Posts - 1

More Foxhound vehicles for British Army... (19.11.2013)

Posts - 1

Latest Forum Posts

Defense Media Review... Posts - 8

joshtcohen (09:48 10.01.2017)

Mezcal Armored Vehicles... Posts - 2

Mezcal Armored Vehicles (09:16 10.01.2017)

MSPV Armored vehicles... Posts - 1

mspv-armored-vehicles (13:33 14.12.2015)

No Tanks No Thanks: US Army looking towa... Posts - 3

joshtcohen (17:07 01.04.2015)

global armour limited in ireland... Posts - 2

loner (23:13 15.10.2013)

[Forums List](#)

IMAGE GALLERY

OUR COMPANY

OUR BUSINESS

STRIVING FOR EXCELLENCE

PRODUCT RANGE PRODUCT

DEVELOPMENT

Electric Starter Generator (SGU)

Digital Electronic Control Unit

(ECU) Digital Motor Controller

(DMC) DC/DC Converter

Electrically Driven Compressor (EDC)

Turbo Compressor

NEWS & PRESS COMPANY

INFORMATION

HIGHLIGHT



Vice Admiral Mathias Winter, F-35 Program Executive Officer, visits Aeronamic

[READ MORE](#)

ELECTRIC STARTER GENERATOR (SGU)

Starter and generator function are combined in this system and optimized for safety and long time between overhauls (>5000hrs). Rated starter performance is 20kW/30Nm and the machine weighs approximately 7 kg.

A unique safety feature is to withstand internal and external shorts without overheating. A mechanical disconnect system, which allows the machine to be put to a stand still in case of bearing failure is optional.

Compared to Air Turbine Starters and DC Electrical Starters, Inverter Driven Starters can be controlled more accurately. This allows actively suppressing torsion oscillations producing smoother torque profiles.



NEWS & PRESS



Solar Team Twente reveals new RED Shift solar car

[READ MORE](#)



Aeronamic proudly supports the Solar Team Twente 2017 racing ambition

[READ MORE](#)

OUR COMPANY

Timeline

Approvals

STRIVING FOR EXCELLENCE

PRODUCT DEVELOPMENT

Manufacturing technology
Lean & Visual Factory

Electric Starter Generator (SGU)

CORPORATE HQ OFFICES

Planthofsweg 79
7601 PJ Almelo

AERONAMIC EASTERN EUROPE

Str. Lyon 2
550051 Sibiu

General Electric YJ93

The General Electric YJ93 turbojet engine was designed as the powerplant for both the North American XB-70 Valkyrie bomber and the North American XF-108 Rapier interceptor. The YJ93 was a single-shaft axial-flow turbojet with a variable-stator compressor and a fully variable convergent/divergent exhaust nozzle. The maximum sea-level thrust was 28,800 lbf (128 kN).^[1]

Contents

[Design and development](#)

[Applications](#)

[Specifications \(J93-GE-3\)](#)

General characteristics

Components

Performance

[See also](#)

[References](#)



YJ93

YJ93-GE-3 engine at National Museum of the United States Air Force

Type	Turbojet
National origin	United States
Manufacturer	General Electric Aircraft Engines
Major applications	North American XB-70 Valkyrie
Developed into	General Electric GE4

Design and development

The YJ93 started life as the General Electric X275, an enlarged version of the General Electric J79 turbojet. This evolved to the X279 when Mach 3 cruise became a requirement, and ultimately became the YJ93.^[2]

The engine used a special high-temperature JP-6 fuel. The six YJ93 engines in the XB-70 Valkyrie were capable of producing a thrust to weight ratio of 5:1 allowing for a speed of 2,000 mph (3,200 km/h) (approximately Mach 3) at an altitude of 70,000 feet (21,000 m).^[3]

The XF-108 interceptor was cancelled outright and the B-70 project was reoriented to a research project only.^[4]



YB-58 at Edwards AFB with GE J93 engine pod

Applications

- Convair NB-58A Hustler (testbed)
- North American XB-70 Valkyrie
- North American XF-108 Rapier (intended)

Specifications (J93-GE-3)

Data from Aircraft engines of the World 1966/77^[5], Military Turbojet/Turbofan Specifications^[6], North American XB-70A Valkyrie^[1]

General characteristics

- Type: Turbojet with afterburner
- Length: 237 in (6,000 mm)
- Diameter: 52.5 in (1,330 mm)
- Dry weight: 5,000 lb (2,300 kg)

Components

- Compressor: 11-stage axial
- Combustors: Annular with 36 dual fuel nozzles
- Turbine: Two-stage axial
- Fuel type: Special high-temperature JP-6 Fuel to MIL-F-25656
- Oil system: Return oil spray system at 60 psi (410 kPa)

Performance

- Maximum thrust: 22,000 lbf (98 kN) dry; 30,000 lbf (130 kN) with afterburner
- Air mass flow: 275 lb/s (125 kg/s)
- Turbine inlet temperature: 1,149 °C (2,100 °F; 1,422 K)
- Specific fuel consumption: 0.700 lb/(lbf·h) (19.8 g/(kN·s)) dry; 1.800 lb/(lbf·h) (51.0 g/(kN·s)) wet
- Thrust-to-weight ratio: 6 lbf/lb (0.129 kN/kg) with afterburner

See also

Related development

- General Electric J79
- General Electric GE4

Comparable engines

- Kuznetsov NK-32
- Lyulka AL-7
- Orenda Iroquois
- Pratt & Whitney J58
- Tumansky R-15

Related lists

- List of aircraft engines

References

1. Jenkins, Dennis R.; Landis, Tony (2002). *North American XB-70A Valkyrie*. North Branch [USA]: Specialty Press Publishers and Wholesalers. ISBN 1-58007-056-6.

2. Jenkins, Dennis R. and Tony R. Landis. *Valkyrie: North American's Mach 3 Superbomber*. North Branch, Minnesota: Specialty Press, 2005. ISBN 1-58007-072-8.
3. National Museum of the USAF (<http://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/MuseumExhibits/FactSheets/Display/tabid/509/Article/195701/general-electric-yj93-g-3-turbojet.aspx>) Retrieved: December 21, 2016
4. NB-58A Testbed for General Electric J93 (http://home.att.net/~jbaugher2/b58_9.html) Archived (https://web.archive.org/web/20080724113441/http://home.att.net/~jbaugher2/b58_9.html) 2008-07-24 at the Wayback Machine.
5. Wilkinson, Paul H. (1966). *Aircraft engines of the World 1966/77* (21st ed.). London: Sir Isaac Pitman & Sons Ltd. p. 83.
6. "Military Turbojet/Turbofan Specifications" (<http://www.jet-engine.net/miltfspec.html>). www.jet-engine.net. Retrieved 31 December 2017.

Retrieved from "https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=General_Electric_YJ93&oldid=818012737"

This page was last edited on 1 January 2018, at 00:20.

Text is available under the Creative Commons Attribution-ShareAlike License; additional terms may apply. By using this site, you agree to the Terms of Use and Privacy Policy. Wikipedia® is a registered trademark of the Wikimedia Foundation, Inc., a non-profit organization.

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS

PERHITUNGAN KOEFISIEN

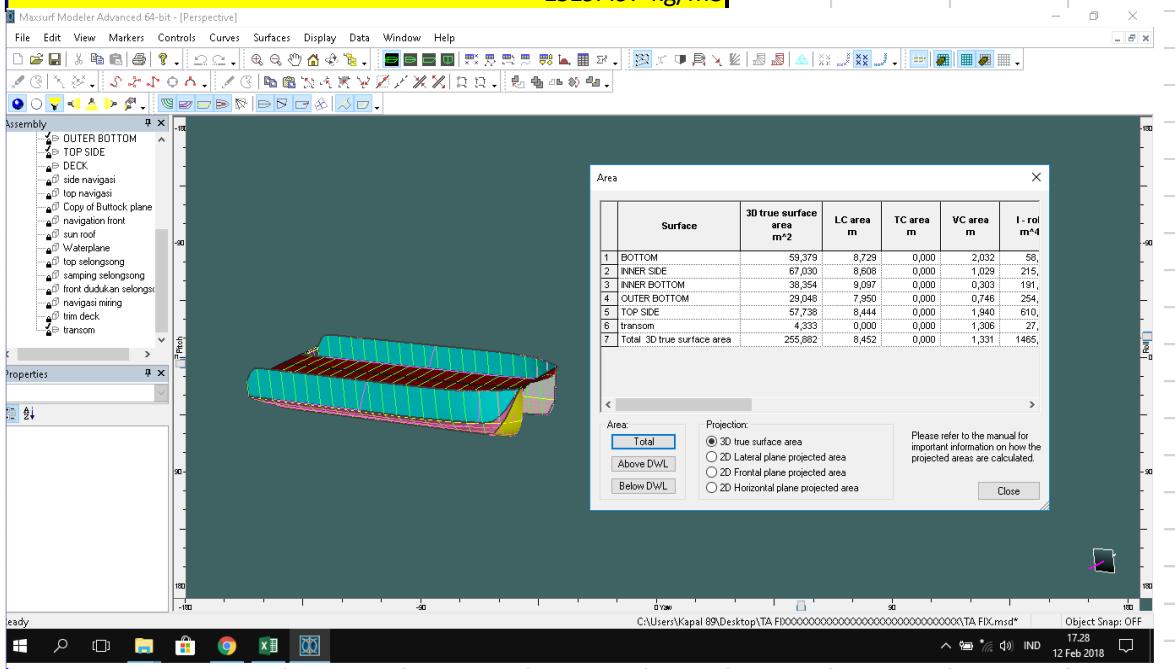
<u>PERHITUNGAN KOEFISIEN</u>											
Input Data :											
L _H	=	18.00	m		V _s	=	45	knot	=	23.148	m/s
L _{WL}	=	17.03	m		V _{max}	=	45	knot	=	23.148	m/s
L	=	(L _H + L _{WL}) / 2	BKI Part 3		ρ	=	1.025	kg/m ³			
	=	17.51	m	Vol VII	g	=	9.81	m/s ²			
B	=	6.60	m								
B ₁	=	1.60	m								
H	=	2.80	m								
T	=	1.00	m								
S	=	3.40	m								
»Perhitungan ratio ukuran utama kapal											
L/B ₁	=	10.947	;	Insel & Molland (1992)	→	7 < L/B ₁ < 11	TRUE				
L/H	=	6.255	;	Insel & Molland (1992)	→	6 < L/H < 11	TRUE				
B/H	=	2.357	;	Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1	TRUE				
S/L	=	0.194	;	Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51	TRUE				
S/B ₁	=	2.125	;	Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1	TRUE				
B ₁ /T	=	1.600	;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	1.5 < B ₁ /T < 2.5	TRUE				
B ₁ /B	=	0.242	;	Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3	TRUE				
CB	=	0.590	;	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	0.4 < CB < 0.6	TRUE				
Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya											
1. Displasement					2. Volume Displasemen						
Dari Maxsurf dibuat model lambung katamaran, Diperoleh total Displacement kapal katamaran:					∇ _t	=	Δ/ρ				
					=	31.161	m ³				
Δ	=	31.940	ton		volume displacement untuk 1 hull adalah						
					∇	=	15.580	m ³			
3. Koefisien Blok					4. Perhitungan Froude Number						
Dari Maxsurf dibuat model lambung katamaran, Diperoleh koefisien blok kapal katamaran:					Ref: (PNA vol.2 hal 54)						
C _B	=	0.590			Fn	=	V _s /V(g.L _{pp})				
					Fn	=	1.79095				
5. Koefisien Luas Midship					6. Koefisien Prismatik						
Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html					Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html						
C _M	=	A _M /(T.B _M)			CP	=	∇ / (A _S .L _{WL})				
A _M	=	2.024	m ² (luas station midhip)		A _S	=	6.499	m ²			
B _M	=	6.499	m (lebar lambung di midship setinggi sarat)				(luas station terluas setinggi sarat)				
C _M	=	0.653	Maxsurf				=	0.904	Maxsurf		
7. Koefisien Bidang Garis Air					8. Panjang Garis Air						
Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html					L _{pp}	=	L _{WL}				
C _{WP}	=	A _{WP} /(B _{WL} .L _{WL})			=	17.029	m				
A _{WP}	=	36.742 m ²									
B _{WL}	=	6.499 m									
	=	0.918 Maxsurf			Keterangan : Semua Koefisien Mengikuti Software Maxsurf						

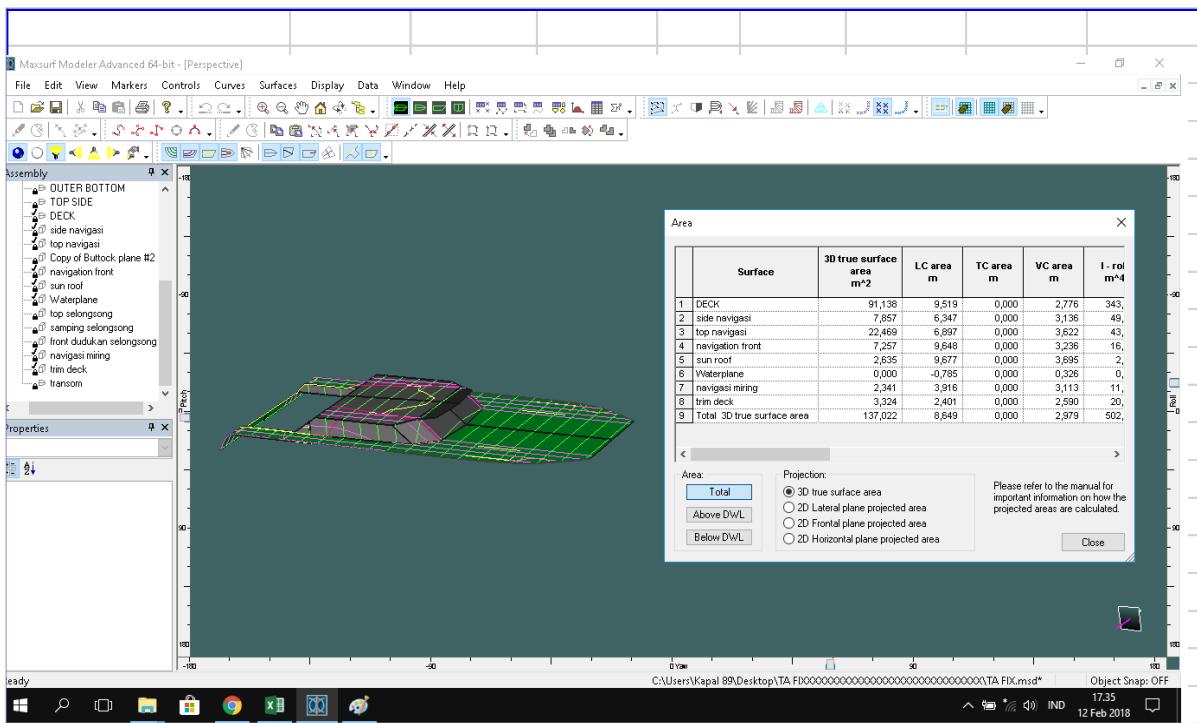
PERHITUNGAN BERAT KAPAL

Perhitungan Berat material Kapal					
Menghitung berat material kapal dengan metode perhitungan pada maxsurf					
	Graphite Composite (aerospace grade)	Graphite Composite (commercial grade)	Fiberglass Composite	Aluminum 6061 T-6	Steel, Mild
Cost \$/LB	\$20-\$250+	\$5-\$20	\$1.50-\$3.00	\$3	\$.30
Strength (psi)	90,000–200,000	50,000–90,000	20,000-35,000	35,000	60,000
Stiffness (psi)	$10 \times 10^6 - 50 \times 10^6$	$8 \times 10^6 - 10 \times 10^6$	$1 \times 10^6 - 1.5 \times 10^6$	10×10^6	30×10^6
Density (lb/in ³)	.050	.050	.055	.10	.30
Specific Strength	$1.8 \times 10^6 - 4 \times 10^6$	$1 \times 10^6 - 1.8 \times 10^6$	363,640-636,360	350,000	200,000
Specific Stiffness	$200 \times 10^6 - 1,000 \times 10^6$	$160 \times 10^6 - 200 \times 10^6$	$18 \times 10^6 - 27 \times 10^6$	100×10^6	100×10^6
CTE (in/in-F)	$-1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-6}$	$6 \times 10^{-6} - 8 \times 10^{-6}$	13×10^{-6}	7×10^{-6}

Sumber :

Densitas Material Fiber		
0.055 lb/in ³	=	0.0249 kg/in ³
	=	1519.497 kg/m ³





Luasan area			
Luasan hull	=	255.882 m ²	total 392.904 m ²
Luasan selain lambung	=	137.022 m ²	
p	=	1519.497 kg/m ³	
Perhitungan Tebal Lambung			
BKI FIBER (BKI Volume 5 section 7 c)		jarak gading umumnya 500mm (0.5 m)	
tebal lapisan kulit tidak boleh kurang dari :		Lapisan kulit pada penguat bawah bagian depan kapal	
$t_s = 15 \times a \sqrt{T + 0,026 \times L}$ (mm)		Untuk konstruksi tunggal	
Di mana:		$t_{BF} = c \times a \sqrt{L}$ (mm)	
a = jarak gading		Di mana:	
T = tinggi sarat kapal		$a = a$	
L = panjang kapal		c = lihat tabel	
ts	=	$\sqrt{1 + 0.026 \times 18}$ mm	
	=	9.08707 mm	
Diambil		10 mm	
tebal lapisan kulit alas tidak kurang dari:			
Kulit alas pada konstruksi tunggal			
$t_B = 15,8 \times a \sqrt{T + 0,026 \times L}$ (mm)			
tb	=	$\sqrt{1 + 0.026 \times 18}$	
	=	9.571 mm	
diambil		10 mm	
Sumber :			
Tebal secara keseluruhan yang diambil agar konstruksi tidak gagal			
=	10 mm		

$t_{lambung}$	=	10 mm	=	0.01 m		
t_{dek}	=	10 mm	=	0.01 m		
W_{hull}	=	Luasan x t x p				
W_{hull}	=	3888.12 kg				
	=	3.88812 ton				
W_{deck}	=	Luasan x t x p				
W_{deck}	=	2082.045 kg				
	=	2.082045 ton				
Total berat kapal						
W	=	$W_{hull} + W_{deck}$				
	=	5.970165 ton				

PERHITUNGAN HAMBATAN KAPAL

Hambatan Yang Diperoleh Dari Perhitungan Software Maxsurf							
No.	Speed (kn)	Fn Lwl	Fn Vol.	savitsky planning resist (kN)	savitsky planning power (kW)	Slender Body resist (kN)	Slender body power (kW)
1	0,000	0,000	0,000	--	--	--	--
2	2,500	0,100	0,260	--	--	0,2	0,356
3	5,000	0,200	0,521	--	--	1,0	3,083
4	7,500	0,300	0,781	--	--	2,2	10,078
5	10,000	0,400	1,042	6,8	41,110	3,4	20,633
6	12,500	0,500	1,302	8,0	60,592	5,4	41,005
7	15,000	0,600	1,562	9,4	85,771	7,6	69,064
8	17,500	0,700	1,823	11,1	117,235	9,8	103,394
9	20,000	0,801	2,083	12,9	155,563	12,1	146,446
10	22,500	0,901	2,344	14,8	201,174	14,7	199,861
11	25,000	1,001	2,604	16,8	254,317	17,5	264,904
12	27,500	1,101	2,865	18,9	315,048	20,6	342,597
13	30,000	1,201	3,125	21,1	383,233	23,9	433,675
14	32,500	1,301	3,385	23,3	458,551	27,4	539,311
15	35,000	1,401	3,646	25,5	540,521	31,2	660,536
16	37,500	1,501	3,906	27,7	628,571	35,2	797,799
17	40,000	1,601	4,167	29,8	722,132	39,3	952,545
18	42,500	1,701	4,427	31,9	820,752	43,8	1,125,392
19	45,000	1,801	4,687	33,9	924,203	48,4	1,317,822
20	47,500	1,901	4,948	35,9	1,032,528	53,2	1,530,300
21	50,000	2,001	5,208	37,9	1,146,025	58,3	1,763,173
22	52,500	2,101	5,469	39,8	1,265,189	63,6	2,019,576
23	55,000	2,202	5,729	41,8	1,390,639	69,0	2,298,470
24	57,500	2,302	5,990	43,8	1,523,046	74,7	2,600,847
25	60,000	2,402	6,250	45,8	1,663,093	80,7	2,928,825
26	62,500	2,502	6,510	47,9	1,811,447	86,8	3,282,067
27	65,000	2,602	6,771	50,0	1,968,743	93,1	3,663,035
28	67,500	2,702	7,031	52,3	2,135,579	99,7	4,072,662
29	70,000	2,802	7,292	54,6	2,312,519	106,5	4,510,896
30	72,500	2,902	7,552	57,0	2,500,093	113,4	4,977,915
31	75,000	3,002	7,812	59,5	2,698,804	120,6	5,474,289

32	77,500	3,102	8,073	62,0	2,909,128	128,0	6,002,650
33	80,000	3,202	8,333	64,7	3,131,518	135,6	6,564,666
34	82,500	3,302	8,594	67,4	3,366,410	143,4	7,161,962
35	85,000	3,402	8,854	70,3	3,614,225	151,5	7,794,032
36	87,500	3,502	9,114	73,2	3,875,369	159,8	8,460,492
37	90,000	3,603	9,375	76,2	4,150,237	168,2	9,162,677
38	92,500	3,703	9,635	79,3	4,439,216	176,9	9,901,322
39	95,000	3,803	9,896	82,5	4,742,682	185,7	10,677,203
40	97,500	3,903	10,156	85,8	5,061,005	194,7	11,492,154
41	100,000	4,003	10,417	89,1	5,394,550	204,0	12,347,849

Ket:

- A. Perhitungan hambatan dilakukan dengan software maxsurf, dengan menggunakan metode savitsky planing
- B. Perhitungan hambatan dilakukan dengan mengambil sampel 1 demi hull dari kapal Tank Boat, kemudian dihitung menggunakan metode savitsky dengan form factor holtrop

Alasan menggunakan 1 sampel demihull Tank Boat:

1. Kapal yang di desain memiliki lambung katamaran asimetris yang tidak bisa dihitung dengan metode slender body maupun molland serta beberapa metode lain pada software maxsurf

Sehingga Hambatan kapal berdasarkan Maxsurf adalah

2 x Rt monohull

2 x 33,9 kN

67,8 kN

Batasan:

Interferensi gelombang di bawah bridge diabaikan

PERHITUNGAN DAYA MESIN

Perhitungan Daya Mesin Yang Dibutuhkan											
Data Kapal dari Software Maxsurf											
LWL	=	17.029	m								
T	=	1.000	m								
B	=	6.600	m								
C _B	=	0.590									
V _{max}	=	23.148	m/s								
V _s	=	23.148	m/s	dan	12.86	m/s					
R _t	=	67.8	kN pada vs 45 knot		dan	33.6	kN pada vs 25 knot				
LCB	=	8.175	m dari AP	(Didapatkan dari model di maxsurf)							
Perhitungan Awal											
Effective Horse Power (EHP) untuk 45 knot											
EHP	=	R _t · V		(ref : PNA vol.II, hal.153)							
	=	1569.434	kW	1 HP = 0.746 kW							
	=	2103.7995	HP								
Delivery Horse Power (DHP)											
DHP	=	EHP / η _D		(ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179)							
				Keterangan : η _D dianggap 1 karena tidak menggunakan propeller konvensional							
	=	1569.4344	kW								
Brake Horse Power Calculation (BHP)											
BHP	=	DHP + (X% DHP)									
X%	=	Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15%-20% DHP)									
X%	=	15%		(Parametric Design Chapter 11, hal 11-29)							
BHP	=	1804.850	kW								
Effective Horse Power (EHP) untuk 25 knot											
EHP	=	R _t · V		(ref : PNA vol.II, hal.153)							
	=	432.096	kW	1 HP = 0.746 kW							
	=	579.21716	HP								
Delivery Horse Power (DHP)											
DHP	=	EHP / η _D		(ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179)							
	=	432.096	kW								
Brake Horse Power Calculation (BHP)											
BHP	=	DHP + (X% DHP)									
X%	=	Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15%-20% DHP)									
X%	=	15%		(Parametric Design Chapter 11, hal 11-29)							
BHP	=	496.910	kW								

PEMILIHAN MOTOR INDUK

Pemilihan Mesin Utama									
Input Data untuk kondisi kecepatan max :									
BHP	=	1804.84956	kW	=	77.97 kN				
Vs	=	45	knot	=	23.148 m/s				
Vs	=	25	knot	=	12.86 m/s				
Spec Mesin :									
Turbojet Engine									
General Electric YJ93		(YJ93-GE-3)							
Thrust		98kN / 2268,504 kW							
Length		237 in (6m)							
Diameter		52.5 in (1.330m)							
Dry Weight		5000 lb (2300 kg)							
Component									
Compressor		Axial flow 11-stages							
Combustors		Annular with 36 - Dual Fuel nozzle							
Performance									
Maximum Thrust		22000 lbf (98 kN)							
Power to weight ratio		6lbf/lb							
YJ93									
									
YJ93-GE-3 engine at National Museum of the United States Air Force									
Type Turbojet National origin United States Manufacturer General Electric Aircraft Engines Major applications North American XB-70 Valkyrie Developed into General Electric GE4									
									
YB-58 at Edwards AFB with GE J93 engine pod									

Specifications (J93-GE-3) [edit]

Data from Aircraft engines of the World 1966/77^[5], Military Turbojet/Turbofan Specifications^[6], North American XB-70A Valkyrie^[1]

General characteristics

- **Type:** Turbojet with afterburner
- **Length:** 237 in (6,000 mm)
- **Diameter:** 52.5 in (1,330 mm)
- **Dry weight:** 5,000 lb (2,300 kg)

Components

- **Compressor:** 11-stage axial
- **Combustors:** Annular with 36 dual fuel nozzles
- **Turbine:** Two-stage axial
- **Fuel type:** Special high-temperature JP-6 Fuel to MIL-F-25656
- **Oil system:** Return oil spray system at 60 psi (410 kPa)

Performance

- **Maximum thrust:** 22,000 lbf (98 kN) dry; 30,000 lbf (130 kN) with afterburner
- **Air mass flow:** 275 lb/s (125 kg/s)
- **Turbine inlet temperature:** 1,149 °C (2,100 °F; 1,422 K)
- **Specific fuel consumption:** 0.700 lb/(lbf·h) (19.8 g/(kN·s)) dry; 1.800 lb/(lbf·h) (51.0 g/(kN·s)) wet
- **Thrust-to-weight ratio:** 6 lbf/lb (0.129 kN/kg) with afterburner

Keterangan : Diambil mesin yang dayanya lebih besar dikarenakan, Mesin Turbojet YJ-93 lebih kecil mengenai SFCnya, serta bahan bakar yang digunakan tergantung dari kN yang dihasilkan.

fuel consmp 19,8 g/(kN.s)

=	71.28	kg/(kN jam)
=	1.188	kg/(kN menit)

Namun dengan kelebihan daya yang dimiliki mesin turbojet, maka kapal juga dapat melaju dengan kecepatan maksimal 55 knot

Saat kecepatan maksimal 55 knot

Rt = 83,6 kN

BHP = EHP + prosentase koreksi daerah pelayaran wilayah asia timur sebesar 15%

BHP = 96,14 kN (Mesin masih sanggup memberi daya)

KEBUTUHAN DAYA LISTRIK

Perhitungan Daya Listrik		
Navigasi		
No.	Peralatan	Daya yang dibutuhkan (watt)
1	Lampu navigasi	60
2	Lampu pendant	100
3	Lampu sorot	1000
4	Lampu Kerja	40
5	Lampu TL	40
6	Navigasi	4000
	total	5240
Persenjataan		
No.	Peralatan	Daya yang dibutuhkan (watt)
1	CT-CV Turret	30000
2	Iemur	576
3	Thermal Camera	500
	Total	31076
Mesin		
No.	Peralatan	Daya yang dibutuhkan (watt)
1	SGU Starter unit	20000
2	Thrust Vectoring	1800
3	Ballast water Pump	1200
	Total	23000
Total kebutuhan daya		
59316 watt		
59.316 kW		
74.145 kVA		

PEMILIHAN AUXILARY ENGINE

Kebutuhan daya kapal	59.316 kw 74.145 kVA																																															
Mesin yang dipilih (Perkins)	@ 35 kVA SFC 8.6 l/h 6 jam 5 menit 55.9 l																																															
Spesifikasi Mesin Daya																																																
1100 Series 1103A-33G Diesel Engine – ElectropaK 30.4 Kw/Hr 1500 rev/min 35.4 Kw/Hr 1800 rev/min																																																
<p>Building upon Perkins proven reputation within the power generation industry, the 1100 Series range of ElectropaK engines now offer even closer to customers needs.</p> <p>In the world of power generation success is only gained by providing more for less. By offering the 1103A-33G Perkins engine, we have taken the best of the 1100 Series and reduced the cost of ownership.</p> <p>1103A units are designed for territories that do not require compliance to EPA or EU emissions legislation. These units are able to meet SA 503 legislation.</p> <p>Compact, efficient power</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perkins actively pursues product support excellence by ensuring our customer network invests in their territory through strong relationships and providing more value to you, our customer. • Through an extensive global distribution network and dealers, fully trained engine experts deliver total service support around the clock, 365 days a year. They have a comprehensive suite of web-based tools, including a parts ordering system, technical support, parts identification and ordering systems, all dedicated to maximising the productivity of your engine. • Through our extensive dealer network, we provide access to genuine OE specification parts and service. We give 100% reassurance that you receive the very best in terms of quality for lowest possible cost - wherever your Perkins powered machine is operating in the world. <p>Cost effective power</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compact size and low noise • Complete unitised design and use • 300 hour service interval • Two year warranty <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Engine Speed (rev/min)</th> <th rowspan="2">Type of Operation</th> <th colspan="2">Typical Generator Output</th> <th colspan="4">Engine Power</th> </tr> <tr> <th>Gross kW</th> <th>Net kW</th> <th>Gross lph</th> <th>Net lph</th> <th>Gross lph</th> <th>Net lph</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1500</td> <td>Prime Power</td> <td>30.0</td> <td>24.0</td> <td>25.2</td> <td>27.6</td> <td>27.7</td> <td>37.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Standby (maximum)</td> <td>33.0</td> <td>26.4</td> <td>31.0</td> <td>41.6</td> <td>30.4</td> <td>40.8</td> </tr> <tr> <td>1800</td> <td>Prime Power</td> <td>34.0</td> <td>27.9</td> <td>35.2</td> <td>44.5</td> <td>32.2</td> <td>43.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Standby (maximum)</td> <td>39.2</td> <td>30.6</td> <td>36.5</td> <td>48.9</td> <td>35.4</td> <td>47.5</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>*This document represents the engine performance capabilities (as conditions specified in ISO 8528/1, ISO 3046/1-1998, BS5199-1/2). Delivery may be required for conditions outside these general Perkins Engine Company Limited.</small></p> <p><small>**Subject to Perkins' standard guarantee. This engine is not covered by an average alternative efficiency and a lower fuel rate. @ 40% of Fuel specification ISO 20866 Part 2 (SAE Class 5) on 20% E10.</small></p> <p><small>Lubricating oil: 10W/30 to SAE 20W/50.</small></p> <p><small>Perkins Power - Variable load (constant torque output) on average fuel test factor of 0.95 of the published prime power rated 50.2 hour period. A 10% allowance is available for 1 hour in every 10 hours of operation. Standby Power, defined under London 1990 Convention, is 110% of prime power.</small></p> <p><small>Perkins and the Perkins logo are registered trademarks of Perkins Engines Company Limited. © 2002 Perkins Engines Company Limited. All rights reserved. 1100 Series 1103A-33G Diesel Engine – ElectropaK.</small></p> <p><small>Photographs and/or illustrations shown only, nothing can reflect actual specifications.</small></p> <p><small>All information in this document is supplied without commitment or obligation. © 2002 Perkins Engines Company Limited. All rights reserved. 1100 Series 1103A-33G Diesel Engine – ElectropaK.</small></p> <p><small>Perkins Engine Company Limited Perkins Lane, PR2 1SP2 United Kingdom Telephone +44 1772 580300 Fax +44 1772 580246 www.perkins.com</small></p>			Engine Speed (rev/min)	Type of Operation	Typical Generator Output		Engine Power				Gross kW	Net kW	Gross lph	Net lph	Gross lph	Net lph	1500	Prime Power	30.0	24.0	25.2	27.6	27.7	37.1		Standby (maximum)	33.0	26.4	31.0	41.6	30.4	40.8	1800	Prime Power	34.0	27.9	35.2	44.5	32.2	43.2		Standby (maximum)	39.2	30.6	36.5	48.9	35.4	47.5
Engine Speed (rev/min)	Type of Operation	Typical Generator Output			Engine Power																																											
		Gross kW	Net kW	Gross lph	Net lph	Gross lph	Net lph																																									
1500	Prime Power	30.0	24.0	25.2	27.6	27.7	37.1																																									
	Standby (maximum)	33.0	26.4	31.0	41.6	30.4	40.8																																									
1800	Prime Power	34.0	27.9	35.2	44.5	32.2	43.2																																									
	Standby (maximum)	39.2	30.6	36.5	48.9	35.4	47.5																																									

CONSUMABLE

Perhitungan Consumable

Kebutuhan Daya

Input Data :

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= 1804.84956 \text{ kW} \\
 &= 0.746 \text{ kW} \\
 \text{Vs} &= 45 \text{ knot} = 23.148 \text{ m/s} \\
 &25 \text{ knot} = 12.86 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\text{Fuel consumption} = 1.19 \text{ kg/(kN menit)}$$

jadi kebutuhan daya turbojet yang digunakan adalah

$$= 1804.84956 \text{ kW}$$

Power discharge turbojet

P=kebutuhan daya

$$\begin{aligned}
 &= 1804.84956 \text{ kW} \\
 &= 1804.84956 \text{ kW} \quad (\text{Kebutuhan Power kapal})
 \end{aligned}$$

Digunakan 1 mesin Turbojet yang memiliki daya 98 kN

$$98 \text{ kN} = 2268.504 \text{ kW}$$

$$\text{Fix daya} = 2268.504 \text{ kW} \quad (\text{Daya Yang Disediakan Mesin Turbojet})$$

Perencanaan jarak operasi TANK BOAT

Kapal beroperasi dalam waktu 6 jam 5 menit

RINCIAN :

30 menit menuju batas ZTE 12 nm dengan kecepatan 25 knot

120 menit untuk rolling area ZTE dengan kecepatan 25 knot

120 menit untuk pemantauan dengan sea keeping

65 menit asumsi apabila ada pengejaran musuh dengan kecepatan 45 knot (mengusir keluar 43km)

30 menit untuk kembali ke pangkalan melakukan shift dengan kecepatan 25 knot

Perhitungan Jet Fuel Consumption

$$\text{Rt saat 45} \quad 1804.84956 \text{ kW} = 77.97 \text{ kN}$$

$$\text{Rt saat 25} \quad 496.9104 \text{ kW} = 38.64 \text{ kN}$$

untuk 1 mesin harus melawan

$$\text{Rt saat 45} \quad 1804.84956 \text{ kW} = 77.97 \text{ kN}$$

$$\text{Rt saat 25} \quad 496.9104 \text{ kW} = 38.64 \text{ kN}$$

$$\text{konsumsi bahan bakar} \quad 1.188 \text{ kg/kN.menit} \quad \text{density avtur JP-6} \quad = \quad 785 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{konsumsi saat vs 25 knot} \quad 45.90432 \text{ kg/menit}$$

$$\text{konsumsi saat vs 45 knot} \quad 92.62836 \text{ kg/menit}$$

kebutuhan FC saat vs 25 knot				
180 menit	=	8262.7776 kg	=	10.525831 m3
kebutuhan FC saat vs 45 knot				
65 menit	=	6008.5476 kg	=	7.6542008 m3
total FC	=	14271.3252 kg	=	18.180032 m3
Fix FC	=	14271.3252 kg	=	18.180032 m3
fuel consumption:				
Kebutuhan bahan bakar (Fuel Consumption) selama 6 jam operasi yakni :				
14271.3252 kg	=	18.18003 m3	bahan bakar JP-6 Fuel	
pengejaran penuh 45 knot	=	154.0708 menit	(keadaan perang)	
Pengejaran penuh 55 knot	=	148.4432 menit	(keadaan perang)	
Perhitungan Diesel Oil Consumption				
Bahan bakar yang dibutuhkan berdasarkan pemilihan AE				Densitas solar
=	55.9	l		840 Kg/m3
=	46.956	kg		
=	0.046956	Ton	(untuk 1 mesin diesel)	
=	0.093912	Ton	(Untuk 2 mesin diesel)	
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 4 orang				
60 liter total kebutuhan air				
berat air bersih		60 kg		
diambil		100 kg		

PERHITUNGAN BERAT PERMESINAN, ALUSISTA, NAVIGASI, dan OUTFITTING

Permesinan					
No	Nama Barang	Jumlah	Dimensi (mm)	Berat (kg)	Daya yang Dibutuhkan (Watt)
1	Main Engine	1	6000x1330	2300	-
2	12 V Battery	4	578x254x219	100	-
3	Thrust Vectoring + motor *	1	mengikuti ME	137	1800
4	AE	2	1029 x 629 x 951	824	-
5	SGU Starter Engine	1	D= 200	7	20000
6	Water Ballast Pump	4	375 x 215 x 285	56	1200
			TOTAL	3424	23000

No	Sumber
1	Turbofan and Turbojet Engines (Database Hand Book)
2	http://www.torqeedo.com/en/products/batteries/power-26-104/2103-00.html
3	www.indomiliter.com
4	www.perkins.com
5	Aeronamic.com
6	m.alibaba.com

ALUSISTA						
No	Nama Barang	Jumlah	Dimensi (mm)	Berat (kg)	Daya yang Dibutuhkan (Watt)	Keterangan
1	Thermal Camera	1	300x50x30	30	500	TVC4510-2132-IP-S
2	CT-CV Turret	1	12m	4000	30000	Total system senjata utama CT-CV 105HF
3	Lemur	1	H = 850, D= 870	270	576	Mesin penembak amunisi kecil
4	Turret Ammo	12	1015 x 105	300	-	Amunisi mesin penembak utama
5	Lemur Ammo	1 set	12.7 mm	50	-	Amunisi mesin penembak lemur
6	RGB	1	L=5, W = 2	450	-	Boat pengangkut pasukan
			TOTAL	5100	31076	

No	Sumber
1	http://www.chinahpws.com/
2	https://www.armyrecognition.com/belgium_defence_industry_company_uk
3	www.baesystems.se
4	http://www.pof.gov.pk/products/Tank_AND_Anti_Tank_Ammunition/
5	www.baesystems.se

Navigasi				
No	Nama Barang	Jumlah	Berat (kg)	Daya yang Dibutuhkan (Watt)
1	Navigation Bridge System	1	77.6	4000
2	Lampu Navigasi	2	8.3	60
4	Lampu Pendant	4	3	100
5	Lampu Sorot	1	16.5	1000
6	Lampu Kerja	1	0.55	40
8	Lampu TL	2	5.2	40
		Total	111.15	5240

Diambil Berat Navigasi sebesar 120 Kg

No	Sumber
1	WWW.TRANSASMARINE.COM
2	www.asmarines.com
3	www.asmarines.com
4	www.asmarines.com
5	www.asmarines.com
6	www.asmarines.com
7	www.asmarines.com
8	www.asmarines.com

Outfitting

No	Nama Barang	Jumlah	Dimensi (mm)	Berat (kg)
1	Life Raft	2	900 x 550 x 380	56 Diasumsikan
2	VHF/ DSC Radio	1		
3	Monitor Kompas	1		
4	Antena Kompas	1		
5	Tali Tambat	2		
6	Lain-Lain	1		
				TOTAL 130

Sumber

No	Sumber
1	http://www.rfd.com.au/products/marine/liferafts/leisure.php
2	m.indonesian.alibaba.com
3	m.indonesian.alibaba.com
4	m.indonesian.alibaba.com
5	m.indonesian.alibaba.com
6	

Dari data diatas diambil asumsi berat total Outfitting 130 Kg

PERHITUNGAN DWT dan LWT

Berat DWT Kapal		
No.	KOMPONEN DWT	BERAT (Kg)
1	Fresh water	100
2	Fuel Oil	14271.3252
3	Thermal camera	30
4	Life raft	56
5	Diesel oil	86.688
6	4 orang navigasi dan senjata	360
	TOTAL	14904.0132

untuk alasan cadangan saat operasi serta stabilitas kapal, DO dibuat sebesar	428 kg
Sehingga berat DWT kapal menjadi	15245.3252 Kg

Berat LWT Kapal		
No.	KOMPONEN LWT	BERAT (Kg)
1	Hull dan deck	5970.165122
2	Main engine	2300
3	Aki	100
4	Thrust vectoring + motor	137
5	AE	824
6	SGU	7
7	Water Ballast Pump	56
8	CT-CV Turret	4000
9	Lemur	270
10	Turret Ammo	300
11	Lemur Ammo	50
12	RGB	450
13	Navigasi dan Outfitting	250
14	Konstruksi	777.6239446
	TOTAL	15491.78907

PERHITUNGAN FREEBOARD

Perhitungan Free Board

TANK BOAT merupakan kapal perang dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966*. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul *catamaran boat* menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standard (NCSV) Indonesian Flagged sebagai referensi*

Input Data									
H	=	2.80	m			V	=	15.58	m^3
d	=	$0.85 \cdot H$				B_1	=	1.60	m
	=	2.38	m			C_B	=	$V/(L \cdot B \cdot d)$	
L	=	Lwl					=	0.5900	
	=	17.03	m						
L	=	17.03	m						

1. Tipe Kapal

(NCSV) Indonesian Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan bahwa :

Kapal Tipe A adalah :

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

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga Tank Boat termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul Standar (F_{b1})

F_{b1}	=	0,8 L	cm	Untuk kapal dengan $L < 50$ m
F_{b1}	=	13.6232	cm	
	=	0.1362	m	

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

$f_b = 0,8 L$ cm, untuk L sampai dengan 50 m

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

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

C_B	=	0.5900	Tidak ada koreksi
-------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

$L/15 = 1.13527$

$D = 2.80$ m

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

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

$D >$	$L/15$	maka, lambung timbul menjadi
$20(D - \frac{L}{15})$	=	33.295 cm

Sehingga nilai lambung timbul menjadi $F_{b2} = 13.623 \text{ cm} + 33.295 = 46.9178667 \text{ cm}$

Total Lambung Timbul		
F_b'	=	Fb2 - Pengurangan
	=	46.92 cm
	=	0.46918 m
Batasan		
1. Lambung Timbul Sebenarnya		
F_b	=	H - T
	=	1.80 m
<i>Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total</i>		
Kondisi	=	Diterima
Lambung Timbul		Nilai
Lambung Timbul yang di Syaratkan		0.47
Lambung Timbul Sebenarnya		1.80
Kondisi		Diterima
Rekapitulasi		
Komponen koreksi		Freeboard (Cm)
Freeboard Standart		13.623
FB koreksi CB		0 cm
FB koreksi Depth		33.295
FB Deduction		0 cm
Total Freeboard min		46.918

PERHITUNGAN STABILITAS KAPAL

Stabilitas						
Stabilitas kapal saat muatan kapal penuh (KONDISI 1)			Value	Units	Actual	Status
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.1 Area 0 to 30				Pass
2		from the greater of				
3		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
4		to the lesser of				
5		spec. heel angle	30,0	deg		
6		angle of max. GZ	20,0	deg	20,0	
7		first downflooding angle	n/a	deg		
8		higher heel angle	30,0	deg		
9		required GZ area at higher heel angle	31,510	m.deg		
10		shall be greater than (>)	47,265	m.deg	216,002	Pass
11						+357,00
12	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ				Pass
13		shall not be less than (>=)	10,0	deg	20,0	Pass
14						+100,00
15	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.5 Area between GZ and HTL				Pass
16		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)				
17		number of passengers: nPass =	0			
18		passenger mass: M =	0,075	tonne		
19		distance from centre line: D =	0,000	m		
20		cosine power: n =	0			
21		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)				
22		constant: a =	1			
23		vessel speed: v =	0,000	kn		
24		turn radius: R =	200,000	m		
25		h = KG - mean draft / 2	1,081	m		
26		cosine power: n =	0			
27		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)				
28		constant: a =	150,102			
29		wind model		Pressure		
30		wind pressure: P =	56,0	Pa		
31		area centroid height (from zero point): h =	0,000	m		
32		additional area: A =	0,000	m^2		
33		height of lateral resistance: H =	0,000	m		
34		cosine power: n =	0			
35		Area integrated from the greater of				
36		angle of equilibrium (with heel arm)	0,1,0,1	deg		
37		to the lesser of				
38		spec. angle above equilibrium (with heel arm)	15,0 (15,1)	deg		
39		first downflooding angle	n/a	deg		
40		angle of vanishing stability (with heel arm)	66,8, 66,8	deg		
41		Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)...				Pass
42		Hpc + Hw	16,040	m.deg	132,769	Pass
43		Ht + Hw	16,040	m.deg	132,769	Pass
44		Intermediate values				
45		Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc)		m	0,000	
46		Turning heel arm amplitude (Ht)		m	0,000	
47		Model windage area		m^2	30,827	
48		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1,889	
49		Total windage area		m^2	30,827	
50		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1,889	

51		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,016		
52		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	135,205		
53		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	135,205		
54		Area under Hpc + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,2436		
55		Area under Ht + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,2436		
56							
57	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Value of max. GZ				Pass	
58		in the range from the greater of					
59		angle of equilibrium	0,0	deg	0,0		
60		to the lesser of					
61		angle of max. GZ	20,0	deg	20,0		
62		first downflooding angle	n/a	deg			
63		shall be greater than (>)	0,050	m	1,702	Pass	+3304,00
64		Intermediate values					
65		angle at which this GZ occurs		deg	20,0		
66							
67	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	3.2.1 Angle of equilibrium with gust wind HL2				Pass	
68		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
69		number of passengers: nPass =	0				
70		passenger mass: M =	0,075	tonne			
71		distance from centre line: D =	0,000	m			
72		cosine power: n =	0				
73		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
74		constant: a =	1				
75		vessel speed: v =	34,000	kn			
76		turn radius: R =	0,000	m			
77		$h = KG - \text{mean draft} / 2$	1,081	m			
78		cosine power: n =	0				
79		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
80		constant: a =	150,102				
81		wind model		Pressure			
82		wind pressure: P =	56,0	Pa			
83		area centroid height (from zero point): h =	0,000	m			
84		additional area: A =	0,000	m^2			
85		$H = \text{mean draft} / 2$	0,493	m			
86		cosine power: n =	0				
87		Criteria: Angle of equilibrium due to the following shall not be greater than (<=)...				Pass	
88		Wind heeling (Hw)	10,0	deg	0,1	Pass	+99,10
89		Intermediate values					
90		Model windage area		m^2	30,827		
91		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1,889		
92		Total windage area		m^2	30,827		
93		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1,889		
94		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,012		
95							
96	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Range of positive stability				Pass	
97		from the greater of					
98		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
99		angle of equilibrium	0,0	deg			
100		to the lesser of					
101		first downflooding angle	n/a	deg			
102		angle of vanishing stability	67,3	deg	67,3		
103		shall not be less than (>=)	7,0	deg	67,3	Pass	+861,77

Stabilitas kapal saat muatan kapal 50% (KONDISI 2)																																		
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %																											
1	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.1 Area 0 to 30 from the greater of spec. heel angle to the lesser of spec. heel angle angle of max. GZ first downflooding angle higher heel angle required GZ area at higher heel angle shall be greater than (>)	0,0	deg	0,0	Pass																												
11																																		
12	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ shall not be less than (>=)	10,0	deg	17,3	Pass	+72,73																											
13																																		
14																																		
15	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.5 Area between GZ and HTL Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi) number of passengers: nPass = passenger mass: M = distance from centre line: D = cosine power: n = Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi) constant: a = vessel speed: v = turn radius: R = h = KG - mean draft / 2 cosine power: n = Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi) constant: a = wind model wind pressure: P = area centroid height (from zero point): h = additional area: A = height of lateral resistance: H = cosine power: n = Area integrated from the greater of angle of equilibrium (with heel arm) to the lesser of spec. angle above equilibrium (with heel arm) first downflooding angle angle of vanishing stability (with heel arm) Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)... Hpc + Hw Ht + Hw Intermediate values Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc) Turning heel arm amplitude (Ht) Model windage area Model windage area centroid height (from zero point) Total windage area Total windage area centroid height (from zero point)	0	tonne	0,000	m	1	kn	200,000	m	1,225	0	150,102	Pressure	56,0	Pa	0,000	m	0,000	m^2	0,000	m	0	15,0 (15,1)	deg	n/a	deg	58,1, 58,1	deg	16,040	m.deg	151,642	Pass	+845,40
41																																		
42																																		
43																																		
44																																		
45																																		
46																																		
47																																		
48																																		
49																																		
50																																		

51		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,021		
52		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	154,826		
53		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	154,826		
54		Area under Hpc + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,3184		
55		Area under Ht + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,3184		
56							
57	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Value of max. GZ				Pass	
58		in the range from the greater of					
59		angle of equilibrium	0,0	deg	0,0		
60		to the lesser of					
61		angle of max. GZ	17,3	deg	17,3		
62		first downflooding angle	n/a	deg			
63		shall be greater than (>)	0,050	m	1,657	Pass	+3214,00
64		Intermediate values					
65		angle at which this GZ occurs		deg	17,3		
66							
67	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	3.2.1 Angle of equilibrium with gust wind HL2				Pass	
68		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
69		number of passengers: nPass =	0				
70		passenger mass: M =	0,075	tonne			
71		distance from centre line: D =	0,000	m			
72		cosine power: n =	0				
73		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
74		constant: a =	1				
75		vessel speed: v =	34,000	kn			
76		turn radius: R =	0,000	m			
77		h = KG - mean draft / 2	1,225	m			
78		cosine power: n =	0				
79		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
80		constant: a =	150,102				
81		wind model		Pressure			
82		wind pressure: P =	56,0	Pa			
83		area centroid height (from zero point): h =	0,000	m			
84		additional area: A =	0,000	m^2			
85		H = mean draft / 2	0,416	m			
86		cosine power: n =	0				
87		Criteria: Angle of equilibrium due to the following shall not be greater than (<=)...				Pass	
88		Wind heeling (Hw)	10,0	deg	0,1	Pass	+99,00
89		Intermediate values					
90		Model windage area		m^2	33,441		
91		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1,813		
92		Total windage area		m^2	33,441		
93		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1,813		
94		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,016		
95							
96	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Range of positive stability				Pass	
97		from the greater of					
98		spec. heel angle	0,0	deg			
99		angle of equilibrium	0,0	deg	0,0		
100		to the lesser of					
101		first downflooding angle	n/a	deg			
102		angle of vanishing stability	58,8	deg	58,8		
103		shall not be less than (>=)	7,0	deg	58,8	Pass	+739,41

Stabilitas kapal saat muatan penuh + 5 Prajurit (KONDISI 3)								
No	Code	Criteria		Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.1 Area 0 to 30					Pass	
2		from the greater of						
3		spec. heel angle		0,0	deg	0,0		
4		to the lesser of						
5		spec. heel angle		30,0	deg			
6		angle of max. GZ		20,0	deg	20,0		
7		first downflooding angle		n/a	deg			
8		higher heel angle		30,0	deg			
9		required GZ area at higher heel angle		31,510	m.deg			
10		shall be greater than (>)		47,265	m.deg	215,244	Pass	+355,40
11								
12	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ					Pass	
13		shall not be less than (>=)		10,0	deg	20,0	Pass	+100,00
14								
15	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.5 Area between GZ and HTL					Pass	
16		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)						
17		number of passengers: nPass =		0				
18		passenger mass: M =		0,075	tonne			
19		distance from centre line: D =		0,000	m			
20		cosine power: n =		0				
21		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)						
22		constant: a =		1				
23		vessel speed: v =		0,000	kn			
24		turn radius: R =		200,000	m			
25		h = KG - mean draft / 2		1,091	m			
26		cosine power: n =		0				
27		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)						
28		constant: a =		150,102				
29		wind model			Pressure			
30		wind pressure: P =		56,0	Pa			
31		area centroid height (from zero point): h =		0,000	m			
32		additional area: A =		0,000	m^2			
33		height of lateral resistance: H =		0,000	m			
34		cosine power: n =		0				
35		Area integrated from the greater of						
36		angle of equilibrium (with heel arm)		0,1, 0,1	deg			
37		to the lesser of						
38		spec. angle above equilibrium (with heel arm)		15,0 (15,1)	deg			
39		first downflooding angle		n/a	deg			
40		angle of vanishing stability (with heel arm)		66,6, 66,6	deg			
41		Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)...					Pass	
42		Hpc + Hw		16,040	m.deg	131,908	Pass	+722,37
43		Ht + Hw		16,040	m.deg	131,908	Pass	+722,37
44		Intermediate values						
45		Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc)			m	0,000		
46		Turning heel arm amplitude (Ht)			m	0,000		
47		Model windage area			m^2	30,676		
48		Model windage area centroid height (from zero point)			m	1,894		
49		Total windage area			m^2	30,676		
50		Total windage area centroid height (from zero point)			m	1,894		

51		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,016		
52		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	134,298		
53		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	134,298		
54		Area under Hpc + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,2390		
55		Area under Ht + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,2390		
56							
57	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Value of max. GZ in the range from the greater of angle of equilibrium to the lesser of angle of max. GZ first downflooding angle shall be greater than (>) Intermediate values angle at which this GZ occurs				Pass	
58			0,0	deg	0,0		
59			20,0	deg	20,0		
60			n/a	deg			
61			0,050	m	1,708	Pass	+3316,00
62				deg	20,0		
63							
64							
65							
66							
67	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	3.2.1 Angle of equilibrium with gust wind HL2 Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)				Pass	
68		number of passengers: nPass =	0				
69		passenger mass: M =	0,075	tonne			
70		distance from centre line: D =	0,000	m			
71		cosine power: n =	0				
72		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
73		constant: a =	1				
74		vessel speed: v =	34,000	kn			
75		turn radius: R =	0,000	m			
76		h = KG - mean draft / 2	1,091	m			
77		cosine power: n =	0				
78		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
79		constant: a =	150,102				
80		wind model		Pressure			
81		wind pressure: P =	56,0	Pa			
82		area centroid height (from zero point): h =	0,000	m			
83		additional area: A =	0,000	m^2			
84		H = mean draft / 2	0,497	m			
85		cosine power: n =	0				
86		Criteria: Angle of equilibrium due to the following shall not be greater than (<=)... Wind heeling (Hw)				Pass	
87			10,0	deg	0,1	Pass	+99,11
88		Intermediate values					
89		Model windage area		m^2	30,676		
90		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1,894		
91		Total windage area		m^2	30,676		
92		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1,894		
93		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,012		
94							
95							
96	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Range of positive stability from the greater of spec. heel angle angle of equilibrium to the lesser of first downflooding angle angle of vanishing stability shall not be less than (>=)				Pass	
97			0,0	deg	0,0		
98			0,0	deg			
99			n/a	deg			
100			67,1	deg	67,1		
101			7,0	deg	67,1	Pass	+859,10
102							
103							

Stabilitas kapal saat muatan kosong (KONDISI 4)							
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.1 Area 0 to 30 from the greater of spec. heel angle to the lesser of spec. heel angle angle of max. GZ first downflooding angle higher heel angle required GZ area at higher heel angle shall be greater than (>)	0,0 30,0 13,6 n/a 30,0 31,510 69,322	deg deg deg deg m.deg m.deg	0,0 13,6 132,219	Pass Pass Pass +90,73	
11							
12	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ shall not be less than (>=)	10,0	deg	13,6	Pass Pass	+36,36
13							
14							
15	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.5 Area between GZ and HTL Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)				Pass	
16		number of passengers: nPass =	0				
17		passenger mass: M =	0,075	tonne			
18		distance from centre line: D =	0,000	m			
19		cosine power: n =	0				
20		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
21		constant: a =	1				
22		vessel speed: v =	0,000	kn			
23		turn radius: R =	200,000	m			
24		h = KG - mean draft / 2	1,724	m			
25		cosine power: n =	0				
26		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
27		constant: a =	150,102				
28		wind model		Pressure			
29		wind pressure: P =	56,0	Pa			
30		area centroid height (from zero point): h =	0,000	m			
31		additional area: A =	0,000	m^2			
32		height of lateral resistance: H =	0,000	m			
33		cosine power: n =	0				
34		Area integrated from the greater of					
35		angle of equilibrium (with heel arm)	0,1, 0,1	deg			
36		to the lesser of					
37		spec. angle above equilibrium (with heel arm)	15,0 (15,1)	deg			
38		first downflooding angle	n/a	deg			
39		angle of vanishing stability (with heel arm)	44,9, 44,9	deg			
40		Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)...				Pass	
41		Hpc + Hw	16,040	m.deg	151,344	Pass	+843,54
42		Ht + Hw	16,040	m.deg	151,344	Pass	+843,54
43		Intermediate values					
44		Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc)		m	0,000		
45		Turning heel arm amplitude (Ht)		m	0,000		
46		Model windage area		m^2	34,717		
47		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1,775		
48		Total windage area		m^2	34,717		
49		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1,775		
50							

51		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,026		
52		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	155,190		
53		Area under GZ curve, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	155,190		
54		Area under Hpc + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,3846		
55		Area under Ht + Hw, from 0,1 to 15,1 deg.		m.deg	0,3846		
56							
57	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Value of max. GZ				Pass	
58		in the range from the greater of					
59		angle of equilibrium	0,0	deg	0,0		
60		to the lesser of					
61		angle of max. GZ	13,6	deg	13,6		
62		first downflooding angle	n/a	deg			
63		shall be greater than (>)	0,050	m	1,524	Pass	+2948,00
64		Intermediate values					
65		angle at which this GZ occurs		deg	13,6		
66							
67	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	3.2.1 Angle of equilibrium with gust wind HL2				Pass	
68		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
69		number of passengers: nPass =	0				
70		passenger mass: M =	0,075	tonne			
71		distance from centre line: D =	0,000	m			
72		cosine power: n =	0				
73		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
74		constant: a =	1				
75		vessel speed: v =	34,000	kn			
76		turn radius: R =	0,000	m			
77		h = KG - mean draft / 2	1,724	m			
78		cosine power: n =	0				
79		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
80		constant: a =	150,102				
81		wind model		Pressure			
82		wind pressure: P =	56,0	Pa			
83		area centroid height (from zero point): h =	0,000	m			
84		additional area: A =	0,000	m^2			
85		H = mean draft / 2	0,378	m			
86		cosine power: n =	0				
87		Criteria: Angle of equilibrium due to the following shall not be greater than (<=)...				Pass	
88		Wind heeling (Hw)	10,0	deg	0,1	Pass	+98,84
89		Intermediate values					
90		Model windage area		m^2	34,717		
91		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1,775		
92		Total windage area		m^2	34,717		
93		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1,775		
94		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0,020		
95							
96	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Damage	2.6 Range of positive stability				Pass	
97		from the greater of					
98		spec. heel angle	0,0	deg			
99		angle of equilibrium	0,0	deg	0,0		
100		to the lesser of					
101		first downflooding angle	n/a	deg			
102		angle of vanishing stability	45,4	deg	45,4		
103		shall not be less than (>=)	7,0	deg	45,4	Pass	+548,06

STABILITAS SAAT MENEMBAK

Stabilitas kapal saat menembak 42 derajat (Muatan Penuh)

Perhitungan stabilitas rolling

Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal penuh dan menembak = 1,574 m

15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 42 derajat = 10,035 Ton gaya ke arah bawah dan 11,145 ke arah samping

Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =

$$\frac{F \times I}{V}$$

$$\frac{11,145 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{30,738} \\ = \\ \frac{11,145 \times (3,936 - 1,574)}{30,738}$$

0,856 m

Stabilitas kapal saat menembak 0 derajat (Muatan penuh)

Perhitungan stabilitas rolling

Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal penuh dan menembak = 1,574 m

15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 0 derajat = 15 Ton gaya ke arah samping

Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =

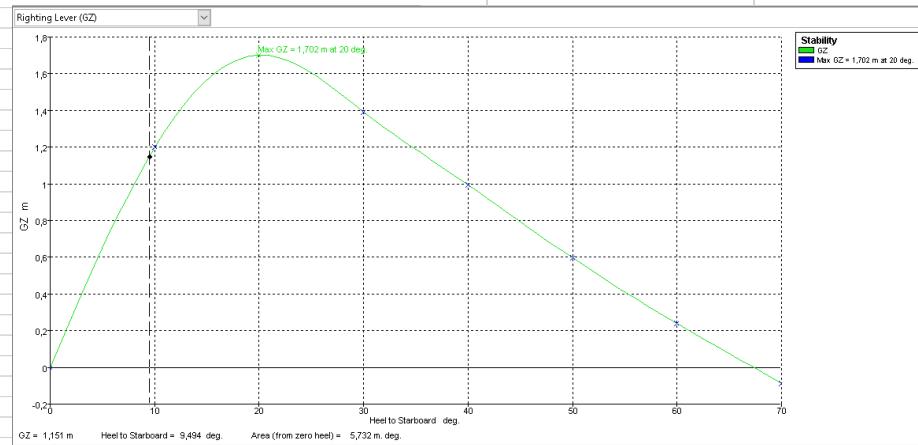
$$\frac{F \times I}{V}$$

$$\frac{15 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{30,738} \\ = \\ \frac{15 \times (3,936 - 1,574)}{30,738}$$

1,15 m

GRAFIK STABILITAS MENEMBAK SAAT KAPAL BERMUATAN PENUH

Diambil nilai GZ terbesar untuk dijadikan acuan stabilitas



Diambil batasan 10 derajat heel to starboard sebagai batasan maximal oleng kapal

Berdasarkan grafik diatas, derajat heel to starboard stabilitas menembak pada muatan penuh tidak melebihi 10 derajat, sehingga stabilitas terpenuhi

Stabilitas kapal saat menembak 42 derajat (Muatan kosong)		
Perhitungan stabilitas rolling		
Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal kosong dan menembak = 2,102		
15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 42 derajat = 10,035 Ton gaya ke arah bawah dan 11,145 ke arah samping		
Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =	$\frac{F \times l}{V}$	$\frac{11,145 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{20,604}$ $= \frac{11,145 \times (3,936 - 2,102)}{20,604}$ $0,99 \text{ m}$
Stabilitas kapal saat menembak 0 derajat (Muatan kosong)		
Perhitungan stabilitas rolling		
Diketahui KG dari Maxsurf saat kapal kosong dan menembak = 2,102		
15 Ton recoil forces dengan sudut elevasi 0 derajat = 15 Ton gaya ke arah samping		
Nilai GZ, stabilitas kapal saat menembak =	$\frac{F \times l}{V}$	$\frac{15 \text{ Ton} \times (\text{Tinggi pusat beban Senjata - KG})}{20,604}$ $= \frac{15 \times (3,936 - 2,102)}{20,604}$ 1335 m
GRAFIK STABILITAS MENEMBAK SAAT KAPAL BERMUATAN KOSONG		
Diambil nilai GZ terbesar untuk dijadikan acuan stabilitas yakni 1,335 m		
<p>Righting Lever (GZ)</p> <p>Max GZ = 1,524 m at 13,6 deg.</p> <p>Max GZ = 1,624 m at 13,8 deg.</p> <p>GZ = 1,338 m Heel to Starboard = 9,273 deg. Area (from zero heel) = 6,854 m. deg.</p>		
Diambil batasan 10 derajat heel to starboard sebagai batasan maximal loleng kapal		
Berdasarkan grafik diatas, derajat heel to starboard stabilitas menembak pada muatan penuh tidak melebihi 10 derajat, sehingga stabilitas terpenuhi		

PERHITUNGAN TRIM KAPAL

Perhitungan Trim Kapal

Batasan untuk trim menurut rule NVCS 2009
adalah dengan batasan $< L_{pp}/50$

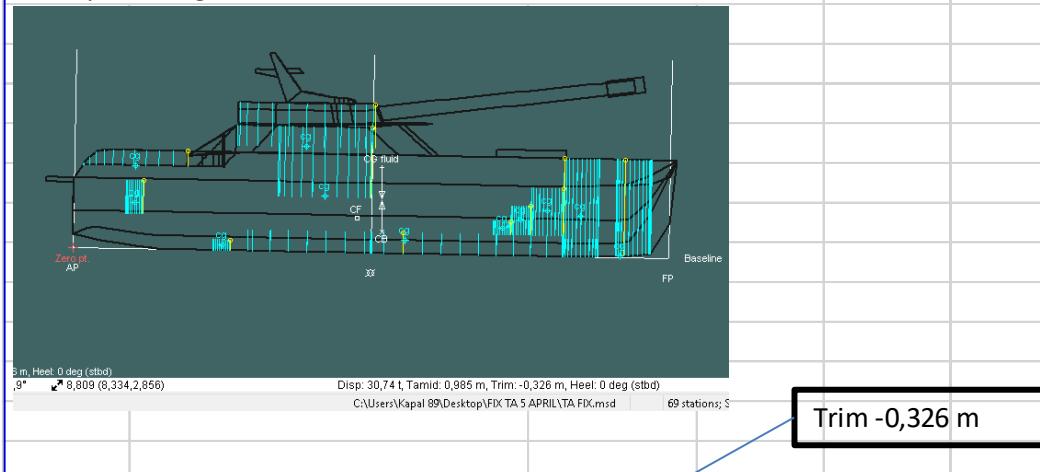
Input Data

L _{pp}	=	17.029 m
L _{pp} /50	=	0.34058 m

Berdasarkan hasil perhitungan trim dengan menggunakan software maxsurf
didapatkan nilai trim sebesar

No.	Kondisi Muatan	Besarnya nilai trim kapal (m)
1	Muatan penuh	-0.326
2	50% operasi	0.296
3	Muatan penuh + 5 orang prajurit	-0.271
4	Muatan kosong	0.032

maka, perhitungan trim USV memenuhi standar aturan NVCS 2009



Disp: 30,74 t, Tamid: 0,985 m, Trim: -0,326 m, Heel: 0 deg (stbd)
C:\Users\Kapal 89\Desktop\FIX TA 5 APRIL\TA FIX.msd

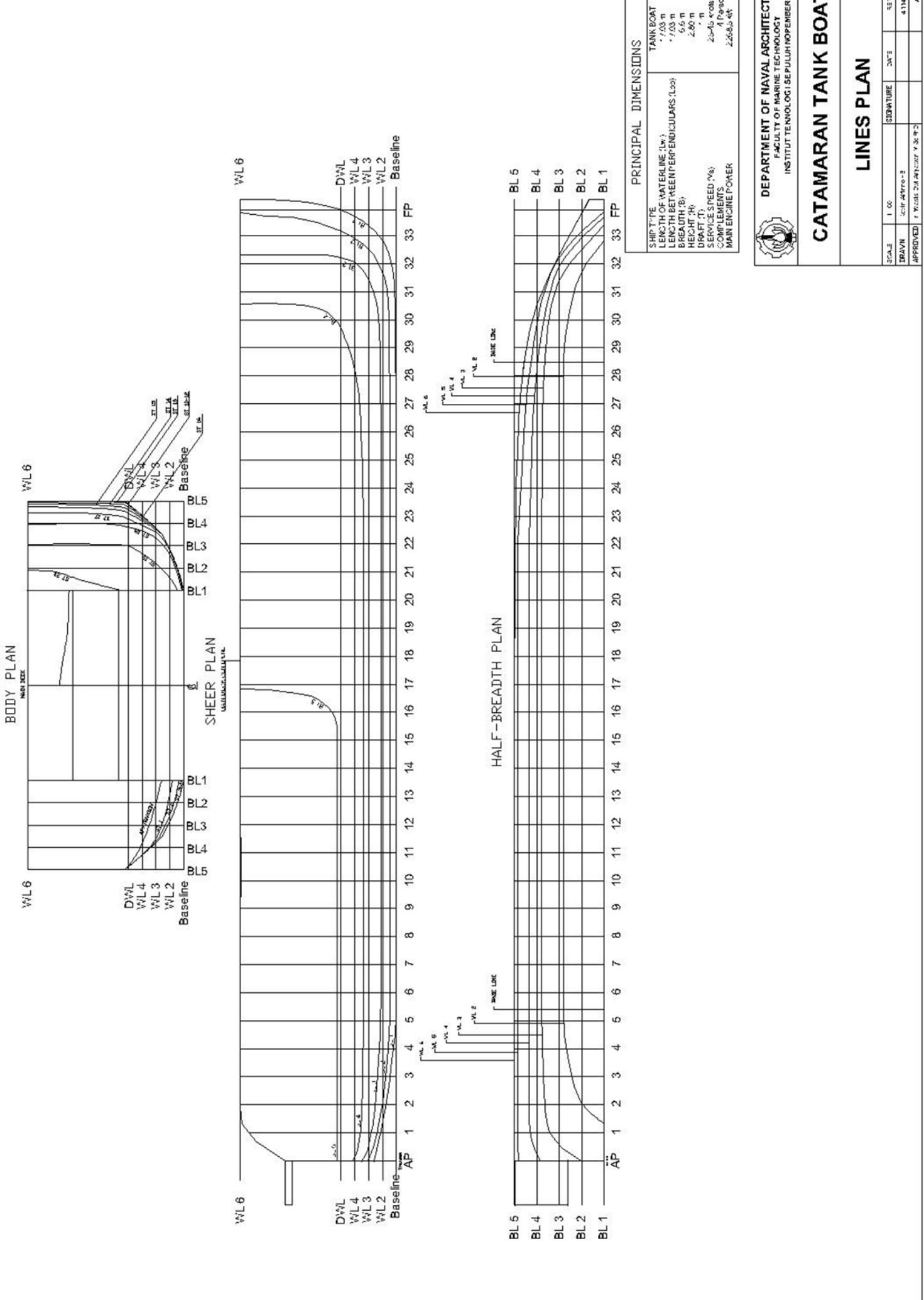
PERHITUNGAN TITIK BERAT LWT

PERHITUNGAN LWT KAPAL								
INPUT DATA :								
Lpp =	17.03	Cb =	0.59					
B =	1.60	Cm =	0.653					
H =	2.80	Cp =	0.904					
T =	1.00	Cw =	0.918					
Fn =	1.790954	Lcb =	8.18					
Titik Berat Hull								
Ref : Parametric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan hal 11-22								
Berat lambung	=	3888.12	kg					
LCG _{1 hull}	=	- 0.15 + LCB						
	=	8.03	m	dari AP				
VCG _{1 hull}	=	0.01D (46.6 + 0.135(0.81 - C _B). (L/D) ²) + 0.008D(L/B - 6.5)						
	=	0.552458	m	dari baseline				
LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
3888.120	8.025	0.552	2082.045	8.649	2.979	777.624	8.025	0.552
Mesin YJ-93			CV Turret dan Lemur beserta alat			Navigation and Outfitting		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
2600.000	2.217	1.708	4620.000	7.000	3.936	250.000	7.313	2.377
RGB			AE			TOTAL LWT		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
450.000	2.000	3.000	824	0.5141	2.3819	15491.79	6.242	2.279

PERHITUNGAN BERAT TOTAL

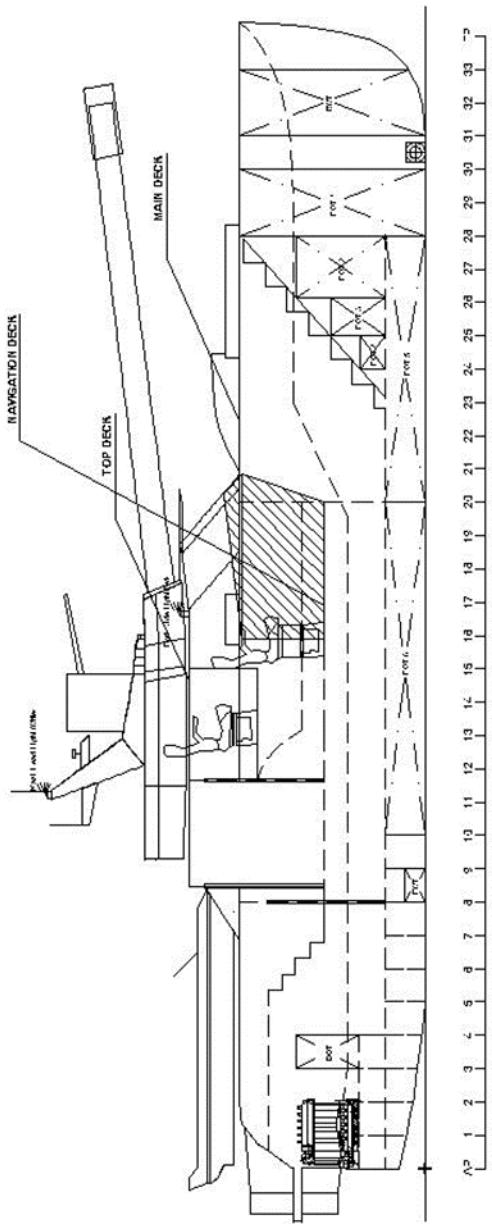
Perhitungan Berat Total			
Berat LWT			
LWT	=	$W_{AI} + W_{E&O} + W_M$	
	=	15.492	ton
Berat DWT			
DWT	=	15.245	ton
Berat Total			
W	=	LWT + DWT	
	=	30.737	ton
Perhitungan :			
Selisih Displacement & Berat Kapal = 1.20 ton			
Selisih dalam % = 3.8%			
Kondisi = Accepted (Batasan kondisi= 2-10%)			

LAMPIRAN C
RENCANA GARIS

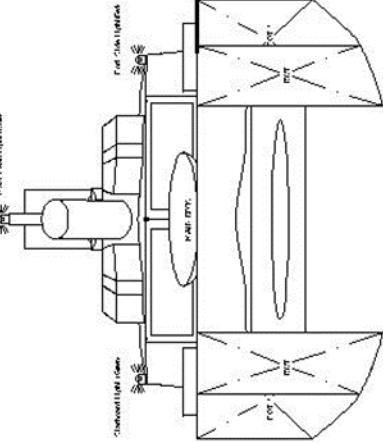


LAMPIRAN D
GENERAL ARRANGEMENT

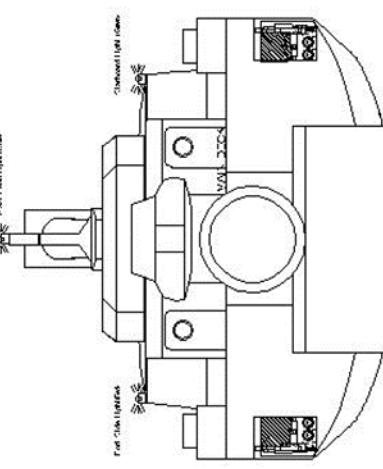
SIDE ELEVATION



FRONT ELEVATION



STERN ELEVATION



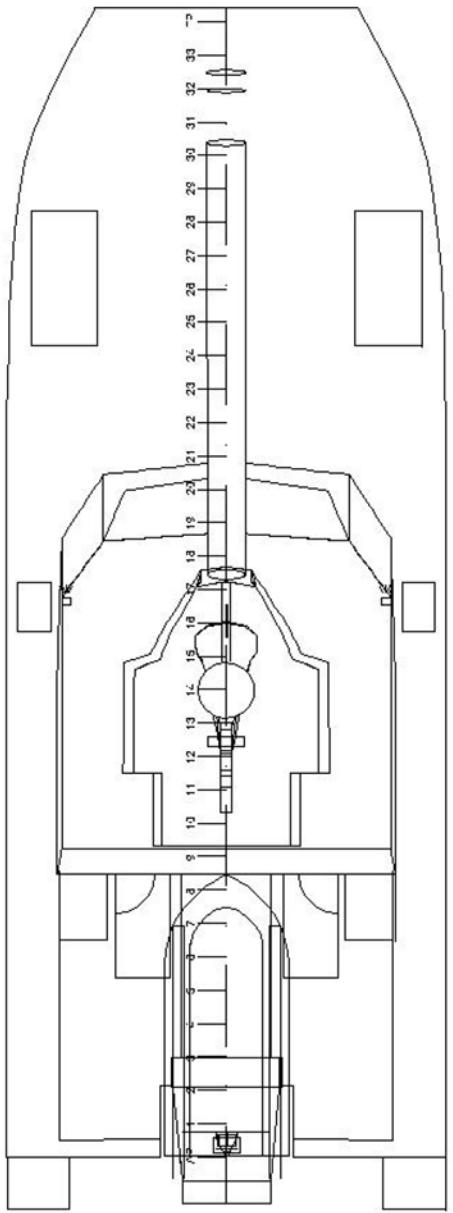
PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	TANK BOAT
LENGTH OF WATERLINE (LWL)	11.03 m
LENGTH BETWEEN perpendiculars (Lbp)	7.03 m
BREADTH (B)	5.15 m
HEIGHT (H)	2.80 m
DRAFT (T)	0.7 m
SERVICE SPEED (%)	25-35 %
COMPLIMENTS	4 Person's
MAIN ENGINE POWER	226.85 kW



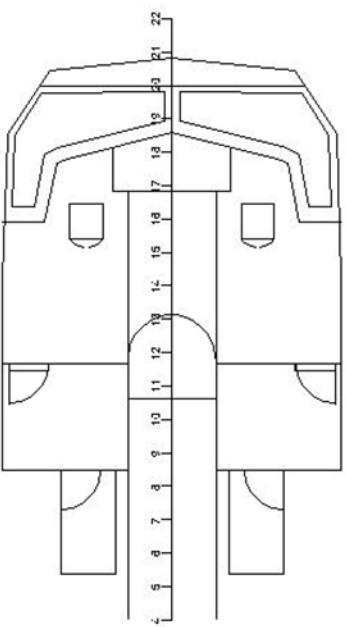
CATAMARAN TANK BOAT

GENERAL ARRANGEMENT

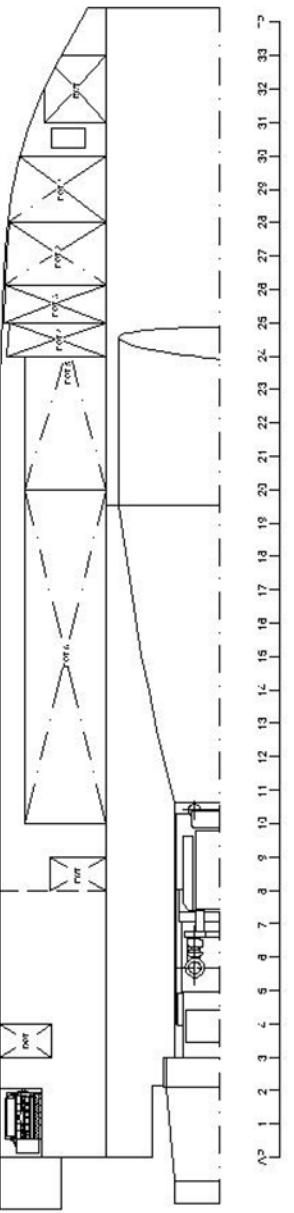
TOP ELEVATION



NAVIGATION DECK



DEMIHULL



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE:	TANK BOAT
LENGTH OF WATERLINE (Lwl):	10.03 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (Lbp):	7.03 m
BREADTH (B):	6.15 m
HEIGHT (H):	2.80 m
DRAFT (T):	0.70 m
SERVICE SPEED (%):	25-45 knots
COMPLEMENT:	1 Person
MAIN ENGINE POWER:	265.5 kN

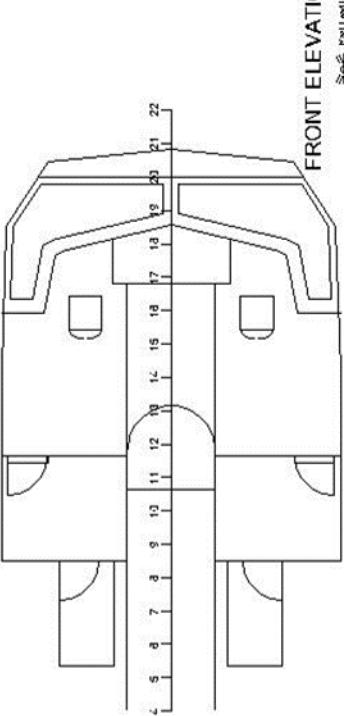
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER

CATAMARAN TANK BOAT

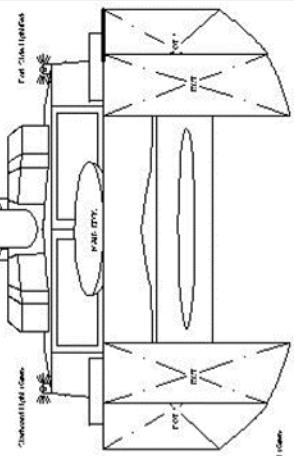
GENERAL ARRANGEMENT

SCHEM	1	SCHEM	2	SCHEM	3	REMARKS:
DRAWN	Scdr. M. Herro - 2	APPROVED	I. W. Drs. Dwi Yudhistira - SE - IT	SIGNATURE	25/IV	4114100009
						A3

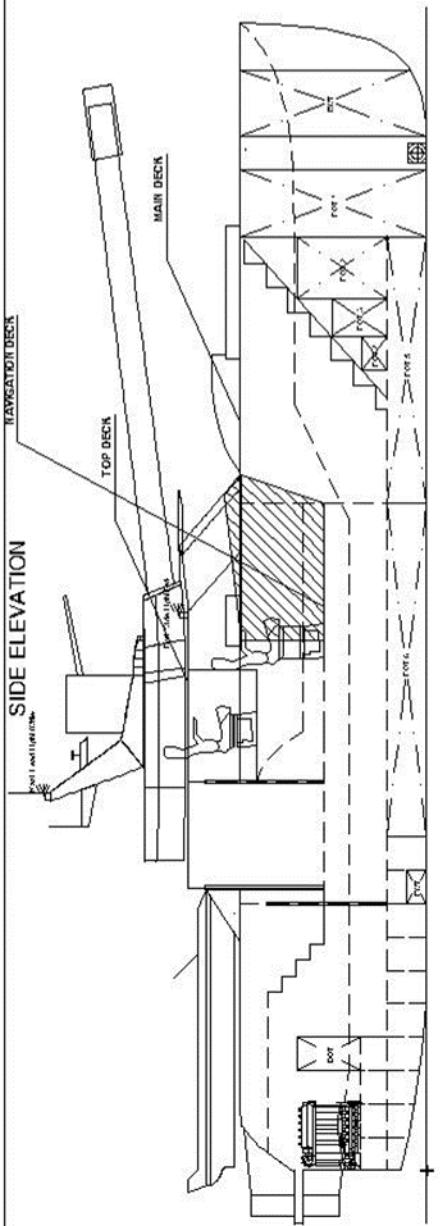
NAVIGATION DECK



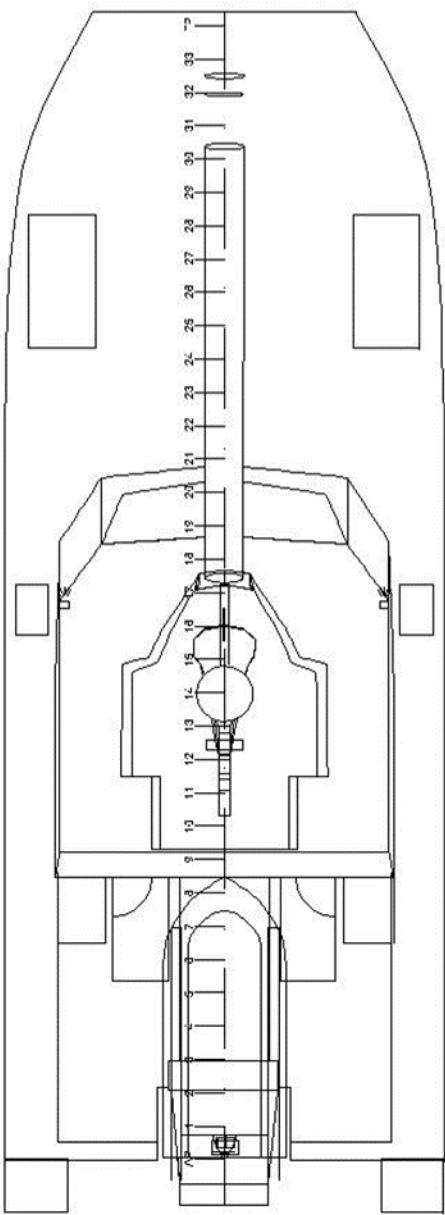
FRONT ELEVATION



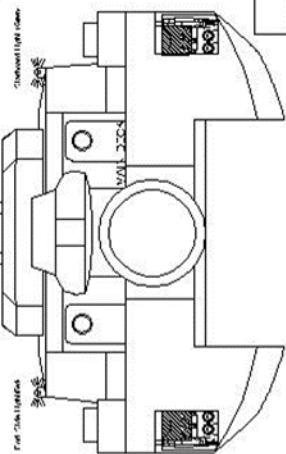
SIDE ELEVATION



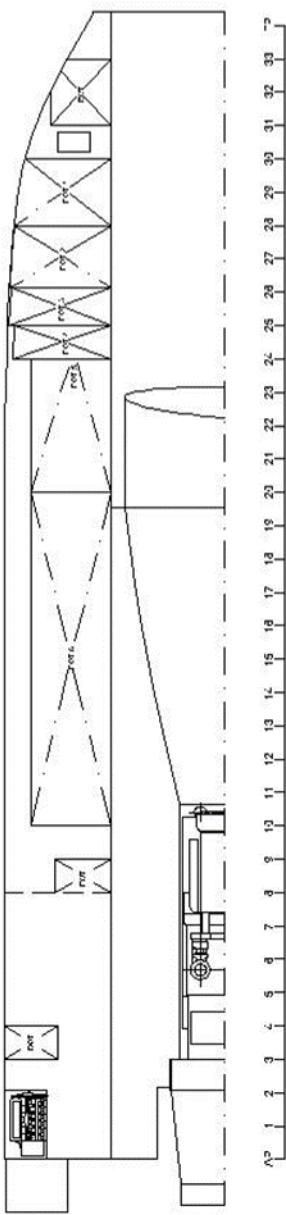
TOP ELEVATION



STERN ELEVATION



DEMIHULL



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE		TANK BOAT
LENGTH AT WATERLINE (Lw)	10.00 m	10.00 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (Lbp)	9.50 m	9.50 m
BREADTH (B)	5.6 m	5.6 m
HEIGHT (H)	2.80 m	2.80 m
DRAFT (D)	1 m	1 m
SERVICE SPEED (%)	25-30 kts	25-30 kts
COMPLEMENT	4 persons	4 persons
MAIN ENGINE POWER	2200-3000 kW	2200-3000 kW

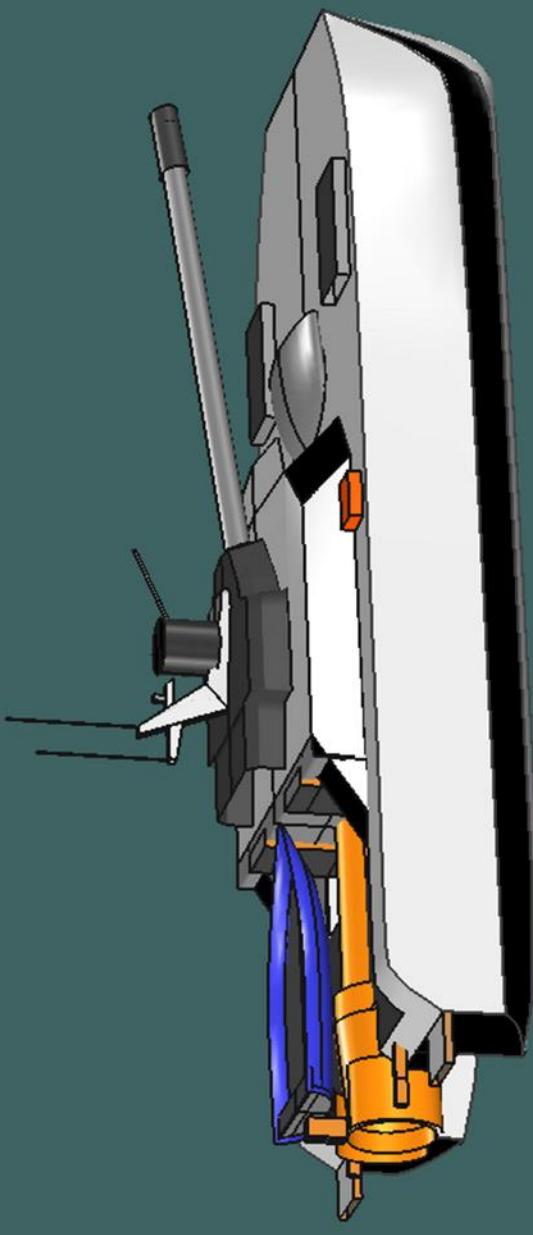
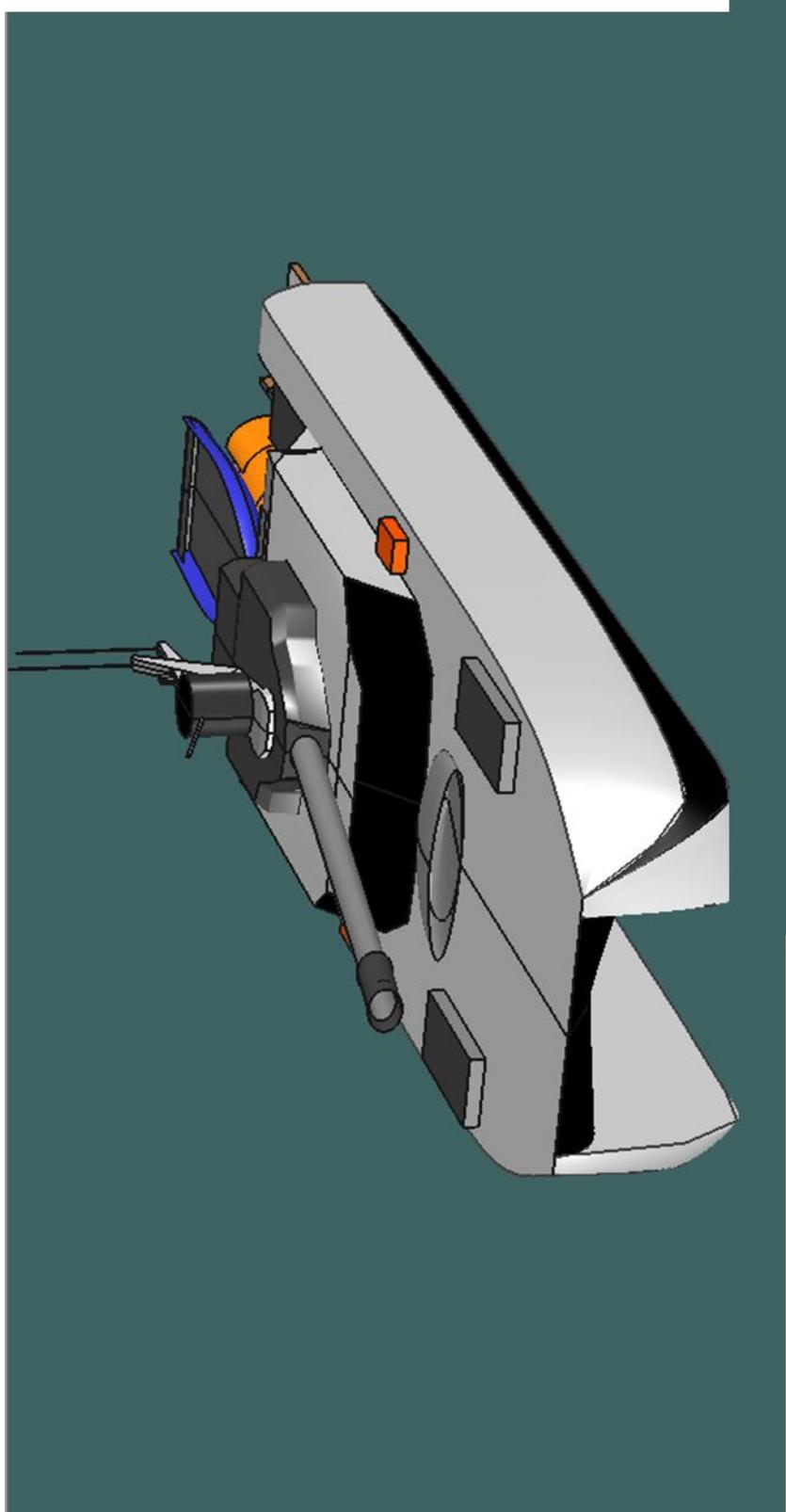
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SE PULIH NOPENBER

CATAMARAN TANK BOAT

GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	1 : 50	REVIEW:
BRANN	Engr. M. Herro - 2	20/5/2023
APPROVED	Engr. M. Herro - 2	20/5/2023
		A3

LAMPIRAN E
MODEL 3 DIMENSI



BIODATA PENULIS



Kevin Alfinno H.B., itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Lumajang pada 08 September 1995 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Bhayangkari Lumajang, kemudian melanjutkan ke SDN Ditotrunan 1 Lumajang, SMPN 1 Lumajang dan SMAN 2 Lumajang. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur mandiri.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Biro Hydromodelling HIMATEKPAL 2015/2016, lalu Ketua Divisi Program Internal BSO Hydromodelling HIMATEKPAL 2016/2017. Selain itu, Penulis pernah menjadi bergabung dengan Kepanitiaan SAMPAN 10 ITS.

Email: kevinalfinno46@gmail.com