



SKIRPSI - ME 141501

**ANALISA PERBANDINGAN KEBUTUHAN
POWER PADA ACTIVE TANK STABILIZER
DENGAN FIN STABILIZER UNTUK DESIGN
KAPAL PATROLI 70 METER**

**A'ANG KUNAIFI
NRP. 4213106011**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Agoes Santoso MSc., MPhil., CEng., FIMarEST., MRINA**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh November
Surabaya 2016**



SKRIPSI - ME 141501

***COMPARATIVE ANALYSIS ON POWER NEEDS
OF ACTIVE TANK STABILIZER AND FIN
STABILIZER FOR DESIGN PATROL VESSEL 70
METER***

**A'ANG KUNAIFI
NRP. 4213106011**

Counselor Lecture:

Ir. Agoes Santoso MSc., MPhil., CEng., FIMarEST., MRINA

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Institut of Technology Sepuluh November
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERBANDINGAN KEBUTUHAN POWER PADA
ACTIVE TANK STABILIZER DENGAN FIN STABILIZER
UNTUK DESIGN KAPAL PATROLI 70 METER**

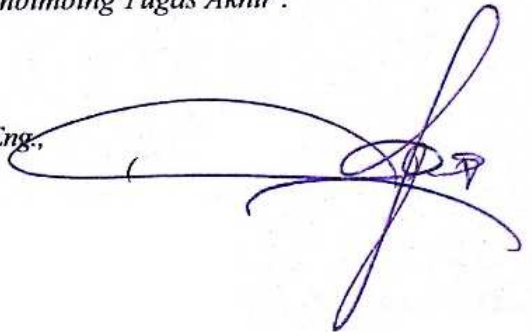
SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

*Oleh :
A'ang Kunaifi
NRP. 4213 106 011*

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

*1. Ir. Agoes Santoso MSc., Mphil., CEng.,
FIMarEST., MRINA*



SURABAYA
Desember, 2015

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERBANDINGAN KEBUTUHAN POWER PADA
ACTIVE TANK STABILIZER DENGAN FIN STABILIZER
UNTUK DESIGN KAPAL PATROLI 70 METER**

SKRIPSI

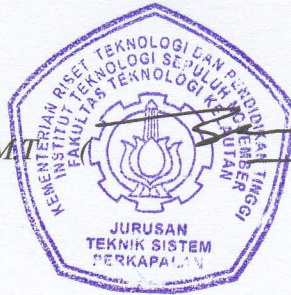
*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

Oleh :

A'ang Kunaifi
NRP. 4213 106 011

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Dr. Eng M. Badrus Zaman, S.T., M.T.



SURABAYA
Januari, 2016

ANALISA PERBANDINGAN KEBUTUHAN POWER PADA ACTIVE TANK STABILIZER DENGAN FIN STABILIZER UNTUK DESIGN KAPAL PATROLI 70 METER

Nama Mahasiswa : A'ang Kunaifi
NRP : 4213 106 011
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Agoes Santoso MSc., MPhil.,
CEng., FIMarEST., MRINA

ABSTRAK

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali pada posisi semula dari suatu keolengan atau kemiringan disebabkan gangguan atau gaya dari luar. Sistem stabilitas adalah suatu sistem untuk mengatasi gerakan oleng kapal yang dipasang pada sisi kanan dan kiri kapal. Pada perancangan kapal patroli 70 meter digunakan 2 sistem *stabilizer*, yaitu *active tank stabilizer* dan *fin stabilizer*. Pemilihan sistem *stabilizer* berdasarkan standar *momen rolling* yang sudah ditentukan IMO. Berdasarkan standar IMO pada kapal patrol 70 meter ini memerlukan *momen rolling* sebesar 55.79 kNm. Dari standar perhitungan tersebut dapat ditentukan sistem *active tank stabilizer* dan *fin stabilizer*. Dari perbandingan 2 sistem diperoleh hasil perhitungan. *Active tank stabilizer* yang membutuhkan power 120.48 kW, kebutuhan ruangan 79.35 m³ dan respon waktu 13.6 detik. Sedangkan untuk sistem *fin stabilizer* membutuhkan power 74.6 kW, kebutuhan ruangan 198.37 m³ dan respon waktu 6.8 detik.

Kata kunci : *Momen Rolling, Active Tank Stabilizer, Fin Stabilizer.*

**COMPARATIVE ANALYSIS ON POWER NEEDS OF
ACTIVE TANK STABILIZER AND FIN STABILIZER FOR
DESIGN PATROL VESSEL 70 METER**

Student Name : A'ang Kunaifi
NRP : 4213 106 011
Departement : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisors : 1. Ir. Agoes Santoso MSc., MPhil.,
CEng., FIMarEST., MRINA

ABSTRACT

The stability of the ship is ability to return to original position of a rocking or rolling due to interference or external forces. The stability of the system is a system to cope with the movement of the ship swerved mounted on the right and left sides of the ship. In designing the 70-meter patrol boats used 2 system stabilizer, ie active tank stabilizer and fin stabilizer. Selection of stabilizer systems based on standards that have been determined rolling moment IMO. Based on the IMO standard 70-meter patrol vessel requires rolling moments of 55.79 kNm. From these calculations can be determined standards of active tank system stabilizer and fin stabilizer. From the comparison of two systems obtained calculation results. Active stabilizer tanks that require power 120.48 kW, 79.35 m³ space requirements and the response time of 13.6 seconds. As for the fin stabilizer system requires power 74.6 kW, 198.37 m³ space requirements and the response time of 6.8 seconds.

Keywords : *Momen Rolling, Active Tank Stabilizer, Fin Stabilizer.*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya Tugas Akhir ini yang berjudul **“Analisa Perbandingan Kebutuhan Power Pada Active Tank Stabilizer Dengan Fin Stabilizer Untuk Design Kapal Patroli 70 Meter”** dapat diselesaikan sesuai dengan harapan. Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

Dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga atas bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan manajemen yang baik kepada mahasiswa.
2. Bapak Ir. Agoes Santoso MSc., MPhil., Ceng., FIMarEST., MRINA selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang sudah banyak memberikan ilmu dan mengarahkan penyelesaian Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan support materiil dan doa dari beliau agar Tugas Akhir dapat penulis selesaikan dengan baik.
4. Teman-teman mahasiswa lintas jalur jurusan Teknik Sistem Perkapalan Semester Genap 2013, teman-teman member dan pengurus lab *Marine Manufacture and Design*, serta seluruh teman dari Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang terkait baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun ke arah yang lebih baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kapal Patroli 70 Meter	5
2.2 Stabilitas.....	5
2.2.1 Titik-titik Dalam Stabilitas	8
2.2.2 Dimensi Pokok Dalam Stabilitas	10
2.2.3 Macam-macam Keadaan Stabilitas.....	11
2.2.4 Stabilitas Melintang.....	13
2.2.5 Persyaratan Stabilitas Kapal Menurut IMO	15
2.2.6 Perhitungan Stabilitas Kapal.....	16
2.3 Gerakan Kapal.....	16
2.4 Jenis <i>Stabilizer</i> Kapal	18
2.4.1 <i>Bilge Keel</i>	18
2.4.1 <i>Fin Stabilizer</i>	21
2.4.2 <i>Active Tank Stabilizer</i>	26
2.5 Software Pendukung.....	30
2.5.1 AutoCAD 2007	31
2.5.2 Maxsurf Pro	32

2.5.1 HydromaxPro.....	32
BAB III METODOLOGI	35
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	35
3.2 Studi Literatur	35
3.3 Pengumpulan Data	36
3.4 Perhitungan dan Desain <i>Active Tank</i> dan <i>Fin Stabilizer</i> ..	36
3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	36
3.6 Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir	37
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Data Kapal	39
4.2 Permodelan Pada <i>Software Maxsurf</i>	41
4.2.1 Permodelan Transom	41
4.2.2 Permodelan <i>Main Deck</i>	42
4.2.3 Permodelan <i>Upper Deck</i>	42
4.2.4 Permodelan <i>Navigation Deck</i>	43
4.2.5 Permodelan <i>Supper Structure</i>	43
4.2.6 <i>Lines Plan</i> Model.....	44
4.3 Perencanaan Distribusi Beban.....	46
4.4 Analisa Perhitungan Stabilitas.....	49
4.5 Hasil Perhitungan Stabilitas	50
4.6 Perencanaan Perhitungan <i>Fin Stabilizer</i>	52
4.7 Perencanaan Perhitungan <i>Active Tank Stabilizer</i>	55
4.8 Perbandingan <i>Fin</i> dengan <i>Active Tank Stabilizer</i>	56
4.8.1 <i>Fin Stabilizer</i>	56
4.8.2 <i>Active Tank Stabilizer</i>	58
4.9 Analisa Daya Sisa.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

2.1	Titik-titik pada Kapal	9
2.2	Kondisi Stabilitas Positif	12
2.3	Kondisi Stabilitas Netral	12
2.4	Kondisi Stabilitas Negatif	13
2.5	Posisi titik-titik yang mempengaruhi stabilitas pada saat kapal tidak oleng	14
2.6	Posisi titik-titik yang mempengaruhi stabilitas pada saat kapal oleng	14
2.7	Gerakan Linier Kapal	17
2.8	Gerakan Rotasi Kapal	18
2.9	<i>Bilge Keel</i> Tampak Depan	21
2.10	Posisi Fin dan Penggerakannya	23
2.11	Diagram Blok <i>Fin Stabilizer</i>	24
2.12	Blok Diagram Mikrokontroler	26
2.13	Sistem <i>Active Tank Stabilizer</i>	27
2.15	Gyroscope	28
2.16	Sistem Pompa dan Katup	29
2.17	Sistem <i>Tank Measuring Management</i>	29
2.18	Sistem Monitoring	30
3.1	<i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir	37
4.1	<i>Side view</i> Kapal Patroli 70 m	40
4.2	<i>Upper Deck view</i> Kapal Patroli 70 m	40
4.3	<i>Main Deck view</i> Kapal Patroli 70 m	40
4.4	<i>Second Deck view</i> Kapal Patroli 70 M	40
4.5	Model Kapal di Bawah Sarat Air	41
4.5	Model Kapal Dengan <i>Transom</i>	41
4.6	Model Kapal Dengan <i>Main Deck</i>	42
4.7	Model Kapal Dengan <i>Upper Deck</i>	42
4.8	Model Kapal Dengan <i>Navigation Deck</i>	43
4.9	Model Kapal Dengan <i>Supper Structure</i>	43
4.10	Permodelan pada Maxsurf <i>View SW isometric</i>	43
4.11	Permodelan pada Maxsurf <i>View SE isometric</i>	44

4.12 <i>Body Plan Model</i>	44
4.13 <i>Sheer Plan Model</i>	44
4.14 Spesifikasi <i>Retractable Fin Stabilizer</i>	53
4.15 <i>Lifting force fin Z300</i> pada sudut 45° dan 60°	54
4.16 Sket Pemasangan <i>Retractable Fin Stabilizer</i>	54
4.17 Sket Pemasangan <i>Active Tan Stabilizer</i>	56
4.18 Perencanaan Fin Secara Melintang	57
4.19 Perencanaan Fin Secara Membujur	57
4.20 Perencanaan Sistem <i>Active Tank</i>	59
4.21 Perencanaan <i>Active Tank</i> Secara Melintang.....	63
4.22 Perencanaan <i>Active Tank</i> Secara Membujur	63

DAFTAR TABEL

4.1 Tabel Data Hidrostatik Kapal Patroli 70 Meter	45
4.1 Tabel Distribusi Beban	48
4.2 Tabel Hasil Analisa Stabilitas Menurut IMO	50

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam perancangan Kapal Patroli ini salah satu faktor yang diperhatikan adalah stabilitas kapal untuk kenyamanan penumpang, pendaratan helikopter, kestabilan kapal untuk akurasi penembakan serta wilayah operasi dari kapal yaitu perairan Indonesia. Stabilitas kapal sangatlah penting karena berhubungan dengan kesetimbangan kapal pada saat diapungkan, tidak miring kekiri atau kekanan, demikian pula pada saat berlayar, pada saat kapal diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali.

Salah satu alat yang berfungsi untuk menstabilkan gerak dari kapal atau *roll motion stabilization* disebut *fin stabilizer*. Namun pada pengoperasiannya komponen ini memerlukan power yang cukup besar, sehingga membutuhkan generator dari sumber listrik yang besar pula. Pada fin stabilizer ini umumnya menggunakan fin/sirip yang digerakan oleh sistem hidrolik untuk menstabilkan gerakan dari kapal. Berdasarkan fungsi dari *fin stabilizer* tersebut dapat dilakukan alternatif lain, yaitu dengan menggunakan alat *active tank stabilizer*, yang pada fungsinya sama dengan *fin stabilizer*. Prinsip alat ini yaitu dengan menggunakan fluida air yang dipindahkan ke bagian kiri atau kanan kapal untuk menstabilkan kapal. Sesuai dengan kebutuhan ballast yang diperlukan untuk menstabilkan gerak dari kapal. Untuk pemindahan fluida air ini dapat menggunakan pompa.

Pada penelitian yang dilakukan untuk penyusunan tugas akhir ini, yaitu melakukan perbandingan keefektifan, kebutuhan power, ruangan dan respon waktu dari fin stabilizer dengan active tank stabilizer. Yang nantinya hasil

dari penelitian ini akan digunakan dan diaplikasi pada pembuatan kapal patroli.

1.2 Perumusan masalah

Permasalahan yang timbul berdasarkan analisa perbandingan *active tank* dengan *fin stabilizer* adalah bagaimana membandingkan keefektifan, rancangan, kebutuhan power dan biaya.

Pada pengerjaan skripsi tentang perbandingan keefektifan *active tank* dan *fin stabilizer*, mencakup beberapa bagian antara lain adalah:

- a) Membandingkan keefektifan antara *active tank* dan *fin stabilizer*?
- b) Bagaimana rancangan/design dari *active tank stabilizer*?
- c) Menganalisa kebutuhan power, ruangan dan respon waktu untuk *active tank* dan *fin stabilizer*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan skripsi ini ada beberapa batasan masalah yang dibahas. Hal ini bertujuan untuk membatasi permasalahan yang ada agar tidak meluas, sehingga pembahasan tujuan dapat terfokus. Batasan-batasan masalah dalam perbandingan keefektifan *active tank* dan *fin stabilizer* adalah :

1. Perhitungan perbandingan pada kapal patrol 70 meter.
2. Perencanaan sistem rancangan/desain menggunakan *software* autocad dan maxsurf 11.
3. Tidak membahas rancangan/design dari *fin stabilizer*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari analisa yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

- a) Dapat membandingkan keefektifan antara *active tank* dengan *fin stabilizer*.
- b) Dapat merancang/desain dari *active tank stabilizer*.
- c) Dapat membandingkan kebutuhan power, ruangan dan respon waktu antara *active tank* dan *fin stabilizer*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah:

- a) Dapat membandingkan keefektifan antara *fin stabilizer* dengan *active tank stabilizer*.
- b) Dapat menentukan rancangan/design untuk *active tank stabilizer*.
- c) Dapat mengetahui kebutuhan power, ruangan dan respon waktu *active tank* dan *fin stabilizer*.
- d) Dapat sebagai referensi untuk pemilihan *stabilizer* pada pembangunan kapal patrol baru.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Patroli 70 Meter

Kapal patroli 70 meter merupakan kapal yang digunakan oleh polisi laut untuk melakukan pengaman wilayah kelautan NKRI dari pencurian ikan oleh kapal nelayan asing. Pada desain kapal patroli ini faktor yang perlu diperhatikan adalah kestabilan kapal. Fungsi kestabilan kapal ini adalah Antara lain untuk kenyamanan penumpang, pendaratan helikopter, akurasi penembakan, dan kelancaran operasi pada seluruh perairan Indonesia.

Kapal patroli 70 meter ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

LOA	: 70.00 meter
LWL	: 67.24 meter
LPP	: 64.55 meter
B	: 11.50 meter
H	: 5.50 meter
T	: 3.00 meter
Cb	: 0.562
Vs max	: 22 knot
Kru kapal	: 41 orang

2.2 Stabilitas

Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar (Rubianto, 1996). Sama dengan pendapat Wakidjo (1972), bahwa stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya.

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

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

Oleh karena itu maka stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, draft, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M (*Metacenter*) hampir tetap sesuai dengan style kapal, pusat buoyancy B (*Bouyancy*) digerakkan oleh draft sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M (*Metacenter*) adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M (*Metacenter*) bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas.

Kaitannya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat tergantung dari beberapa ukuran pokok yang berkaitan dengan dimensi pokok kapal. Ukuran-ukuran pokok yang menjadi dasar dari pengukuran kapal adalah panjang (*length*), lebar (*breadth*), tinggi (*depth*) serta sarat (*draft*).

Sedangkan untuk panjang di dalam pengukuran kapal dikenal beberapa istilah seperti LOA (*Length Over All*), LBP (*Length Between Perpendicular*) dan LWL (*Length Water Line*). Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal yaitu :

1. Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.

2. Berat kapal kosong (Light Displacement) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
3. Operating Load (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar.

$$\text{Displ} = \text{LD} + \text{OL} + \text{Muatan}$$

$$\text{DWT} = \text{OL} + \text{Muatan}$$

Dilihat dari sifatnya, stabilitas atau keseimbangan kapal dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu stabilitas statis dan stabilitas dinamis. Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur.

Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami senget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya, sedangkan stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami senget dalam arah yang membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya.

Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut senget kecil (00-150) dan sudut senget besar (>150). Akan tetapi untuk stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya hingga 150 dan pada pembahasan stabilitas melintang saja.

Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal-kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat menyenget besar. Pada umumnya kapal hanya menyenget kecil saja. Jadi senget yang besar, misalnya melebihi 200 bukanlah hal yang biasa dialami. Senget-senget besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan umpamanya badai atau oleng besar ataupun gaya dari dalam antara lain GM yang negatif.

Dalam teori stabilitas dikenal juga istilah stabilitas awal yaitu stabilitas kapal pada senget kecil (antara 00–150). Stabilitas awal ditentukan oleh 3 buah titik yaitu titik berat (*Center of gravity*) atau biasa disebut titik G, titik apung (*Center of buoyance*) atau titik B dan titik meta sentris (*Metacenter*) atau titik M.

2.2.1 Titik-titik Dalam Stabilitas

1. Titik berat (*center of gravity*)

Dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G-nya. Secara definisi, titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang bekerja ke bawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung daripada pembagian berat di kapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser/ditambah/dikurangi, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk/trim.

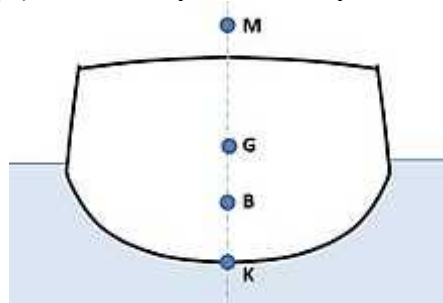
2. Titik apung (*center of buoyance*)

Dikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget kapal (bila senget berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal menyenget titik B akan berpindah kesisi yang rendah.

3. Titik metasentris

Dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas di mana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut senget. Apabila kapal senget pada sudut kecil (tidak lebih dari 15^0), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur di mana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (*centre of line*) dan pada sudut senget yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap.

4. Titik Keel (K) adalah titik pada lunas kapal



Gambar 2.1 Titik-titik pada Kapal

Stabilitas kapal terkait erat dengan distribusi muatan dan perhitungan nilai lengan penegak (GZ). Perbedaan distribusi muatan yang terjadi pada setiap kondisi muatan akan mengakibatkan terjadinya perubahan nilai KG, yaitu jarak vertikal Antara titik K (keel) dan titik G (*centre of gravity*) yang selanjutnya akan mempengaruhi nilai lengan penegak (GZ) yang terbentuk. Stabilitas kapal bergantung pada beberapa faktor Antara lain, dimensi kapal, bentuk badan kapal yang tercelup didalam air, distribusi benda-benda di atas kapal dan sudut kemiringan kapal terhadap bidang horizontal.

Posisi M (*metacenter*) hampir tetap sesuai dengan jenis kapal. Pusat B (*buoyancy*) digerakan oleh draft, sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas. Kaitanya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat dengan dimensi utama kapal.

2.2.2 Dimensi Pokok Dalam Stabilitas

1. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus :

$$KM = KB + BM$$

Diperoleh dari diagram metasentris atau hydrostatical curve bagi setiap sarat (draft) saat itu.

2. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

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

Untuk kapal tipe plat bottom, $KB = 0,50d$

Untuk kapal tipe V bottom, $KB = 0,67d$

Untuk kapal tipe U bottom, $KB = 0,53d$

dimana d = draft kapal

Dari diagram metasentris atau lengkung hidrostatis, dimana nilai KB dapat dicari pada setiap sarat kapal saat itu (Wakidjo, 1972).

3. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM

sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150). Lebih lanjut dijelaskan :

$$BM = b^2/10d, \quad \text{dimana : } b = \text{lebar kapal (m)}$$

$$d = \text{draft kapal (m)}$$

4. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

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

5. GM (Tinggi Metasentris)

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

Dari rumus disebutkan :

$$GM = KM - KG$$

$$GM = (KB + BM) - KG$$

Nilai GM inilah yang menunjukkan keadaan stabilitas awal kapal atau keadaan stabilitas kapal selama pelayaran nanti

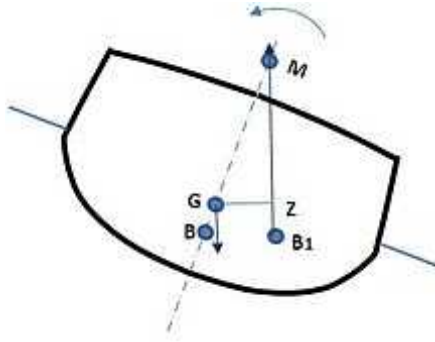
2.2.3 Macam-macam Keadaan Stabilitas

Stabilitas ada tiga macam yaitu stabilitas positif (*stable equilibrium*), stabilitas netral (*neutral equilibrium*) dan stabilitas negatif (*unstable equilibrium*).

1. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Berdasarkan dari gambar 2.1 menyatakan bahwa suatu stabilitas positif adalah stabilitas kapal dimana titik G berada dibawah titik M. Penyebabnya yaitu penempatan muatan

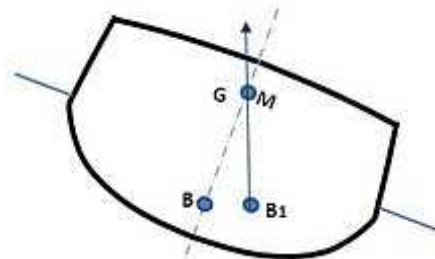
dibagian bawah lebih besar dibandingkan penempatan muatan dibagian atas



Gambar 2.2 Kondisi Stabilitas Positif

2. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

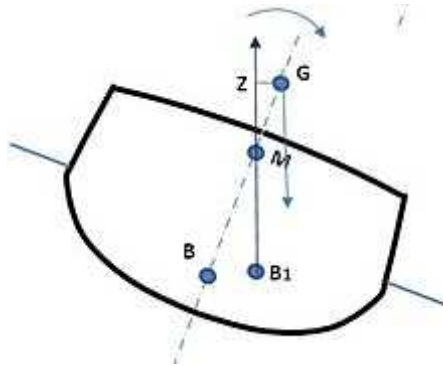
Berdasarkan dari gambar 2.3 menyatakan bahwa suatu stabilitas netral adalah stabilitas kapal dimana titik G berimpit dengan titik M.



Gambar 2.3 Kondisi Stabilitas Netral

3. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Berdasarkan dari gambar 2.4 menyatakan bahwa suatu stabilitas negatif adalah stabilitas kapal dimana titik G berada di atas titik M. Penyebabnya yaitu penempatan muatan dibagian bawah lebih kecil dibandingkan penempatan muatan di bagian atas.

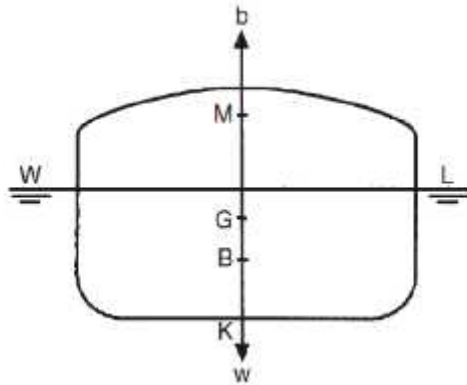


Gambar 2.4 Kondisi Stabilitas Negatif.

2.2.4 Stabilitas Melintang

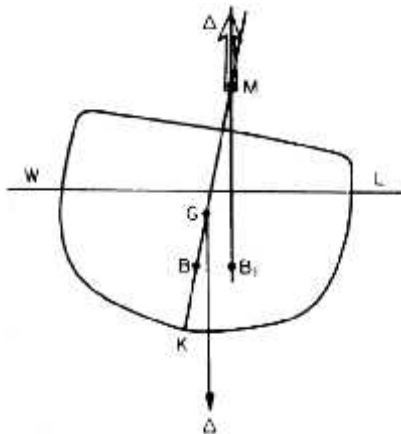
Dasar dari keseimbangan kapal secara melintang terdiri dari beberapa titik berat. Gaya berat (*force of gravity*) bekerja pada titik berat (*center of gravity*), dimana semua berat dari kapal terkonsentrasi. Gaya berat bekerja vertikal kebawah. Gaya apung (*force of buoyancy*) bekerja pada titik apung (*center of buoyancy*), merupakan tempat resultan semua gaya apung bekerja. Gaya apung bekerja vertikal keatas.

Kondisi kapal miring melintang disebabkan karena pengaruh gaya dari luar dan gaya apung pindah dari bidang tengah melintang kapal, terdapat pemisahan garis kerja pada gaya berat dan gaya apung. Sebelum kapal miring melintang kedua gaya tersebut satu garis kerja. Pemisahan garis kerja kedua gaya ini, yang bekerja berlawanan arah dan besarnya sama, membentuk kopel yang besarnya adalah perkalian salah satu gaya diatas displasemen dengan jarak garis kerja kedua gaya tersebut. Apabila kopel (momen) cenderung mengembalikan kapal pada kedudukan tegak, momen ini disebut momen pengembali positif. Berikut contoh gambar keadaan dan posisi titik yang bekerja pada kapal yang mempengaruhi stabilitas pada saat kapal stabil



Gambar 2.5 Posisi titik-titik yang mempengaruhi stabilitas pada saat kapal tidak oleng

Berbeda dengan keadaan pada saat kapal oleng, titik berat yang ada di kapal bergerak. Berikut contoh gambar keadaan dan posisi titik yang bekerja pada kapal yang mempengaruhi stabilitas pada saat kapal oleng.



Gambar 2.6 Posisi titik-titik yang mempengaruhi stabilitas pada saat kapal oleng

2.2.5 Persyaratan Stabilitas Kapal Menurut IMO

Sebagai persyaratan yang wajib, tentunya stabilitas kapal harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi setempat atau *Marine Authority* seperti *International Maritime Organisation* (IMO). Jadi proses analisa stabilitas yang dilakukan harus berdasarkan dengan standar IMO (*International Maritime Organization*) Kode A 749 Chapter 2 poin 2.4.5 yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1 :
 - a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0° – 30° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,151 m.deg.
 - b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0° – 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg.
 - c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30° – 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.
2. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 : nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30° – 180° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
3. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3 : sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg)
4. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4 : nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

Sedangkan kriteria spesial untuk sudut oleng diatur dalam IMO chapter 3 poin 3.1.2:

1. Sudut oleng tidak boleh lebih dari 10 derajat, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$M_R = 0.200 * \frac{V_G^2}{L_{WT}} * \Delta * \left(KG - \frac{d}{2} \right)$$

Dimana :

MR	: Momen Olang	(kNm)
V _o	: Kecepatan Olang	(m/s)
L _{wl}	: Panjang garis air	(m)
Δ	: Displacement	(ton)
d	: Sarat	(m)
KG	: Tinggi keel-titik G	(m)

2.2.6 Perhitungan Stabilitas Kapal

Terdapat 2 perhitungan stabilitas untuk kapal, yaitu intact stability dan damage stability:

1. *Intact stability*

Intact Stability adalah perhitungan stabilitas kapal utuh (tidak bocor) yang dihitung pada beberapa kondisi tangki untuk tiap-tiap derajat kemiringan kapal. Perhitungan *intact stability* dilakukan untuk mengetahui kemampuan kapal kembali pada posisi kesetimbangannya setelah mengalami kemiringan.

2. *Damage stability*

Damage stability adalah perhitungan kapal bocor (*damage*) yang dihitung pada beberapa kondisi untuk tiap-tiap derajat kemiringan. Perhitungan *damage stability* ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kapal untuk menahan kebocoran agar tetap stabil ketika lambung kapal rusak / bocor.

2.3 Gerakan Kapal

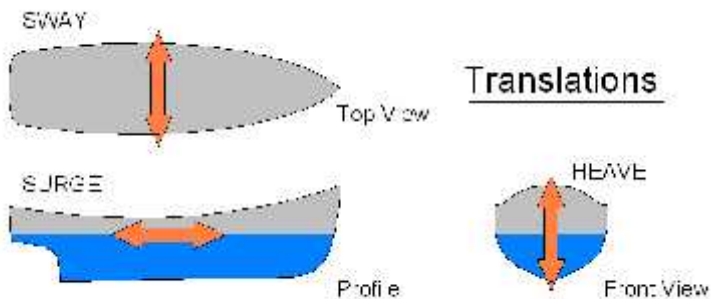
Gerakan kapal dibagi menjadi 2 macam, yaitu gerakan secara linier dan rotasi. Gerakan linier, yaitu gerakan kapal yang bersumbu pada sebuah garis dengan gerakan linier. Sedangkan gerakan rotasi kapal adalah gerakan berputar kapal yang bersumbu pada suatu garis. Berikut pembagian gerakan linier dan gerakan rotasi kapal beserta gambarnya.

1. Gerakan Linier Kapal

Heaving :Gerakan kapal secara linier ke arah atas dan bawah.

Swaying :Gerakan kapal secara linier ke arah sisi samping kapal, portside dan starboard kapal.

Surging :Gerakan kapal secara linier ke arah after dan fore kapal.



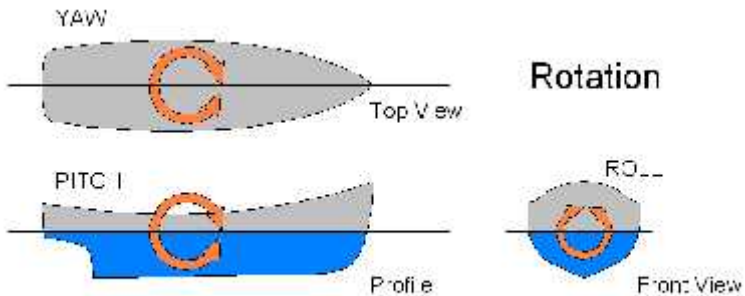
Gambar 2.7 Gerakan Linier Kapal

2. Gerakan Rotasi Kapal

Yawing :Gerakan rotasi kapal yang berputar ke arah fore dan after kapal secara *top view*.

Pitching :Gerakan rotasi kapal yang berputar ke arah fore dan after kapal secara *side view*.

Rolling :Gerakan rotasi kapal yang berputar ke arah sisi samping kapal portside dan starboard kapal.



Gambar 2.8 Gerakan Rotasi Kapal

Pada pembahasan ini akan lebih di titik beratkan pada perhitungan gerakan rotasi kapal secara *pitching* dan *rolling*. Alasan Utama menggunakan sistem stabilisasi rolling pada kapal adalah untuk mencegah kerusakan kapal dan untuk meningkatkan efektifitas penumpang. Dari sudut pandang keamanan dapat diketahui bahwa gerakan *roll* yang besar menyebabkan peluang kesalahan pengemudi semakin besar seperti akurasi penembakan, pendaratan helikopter dan kenyamanan penumpang selama pelayaran. Oleh karena itu stabilitas *rolling* pada kapal patrol merupakan bagian yang sangat penting untuk kapal beroperasi secara optimal.

2.4 Stabilizer Kapal

2.4.1 Bilge Keel

Bilge keel adalah alat untuk menahan gerak oleng kapal dimana fungsinya sebagai alat penambah stabilitas kapal. Pemasangan bilge keel harus ditempatkan sejauh mungkin dari sumbu oleng dan mengarah kearah atau sejajar sumbu tersebut. Bilge keel ini biasanya dipasang hanya pada $1/2 L$ atau $1/3 L$ bagian tengah kapal dan ditempatkan pada bagian bilge keel sejauh paralel midel body. Ujung depan dan belakang bilge

keel harus berbentuk miring sebaik mungkin agar kotoran dan tali-menali tidak tersangkut. (J.L Gaol, 1994)

Bilge keel adalah plat tambahan yang diletakkan pada bagian bilga dari kapal. Fungsi dari bilge keel itu sendiri adalah untuk menambahkan damping dari kapal sehingga gerakan akibat rolling yang terjadi tidak begitu besar. Bilge keel adalah sistem stabilitas pasif. Dimana sistem ini tidak dapat diatur pergerakannya karena sistem ini di las.

Bilge keel umumnya berbentuk “v” dan di las sepanjang lpp kapal atau dengan rasio tertentu. Letaknya pun berada disekitar bilge kapal. Bilge keel tidak memiliki komponen pengatur yang terletak di dalam kapal. Jika ada, akan mempengaruhi volume kapal dan mengurangi ruang untuk menempatkan muatan.

Kriteria perancangan dari bilge keel ini juga harus diperhatikan. Karena jika pembuatan bilge keel tidak memperhatikan kondisi wilayah operasi kapal, dikawatirkan nanti keberadaan bilge keel ini akan menyebabkan grounding / kandas (Ikeda, et.al. 2004)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kawahera et.al (2009), bilge keel ini dapat menghasilkan 15.50% nilai roll damping keseluruhan yang didapat oleh kapal. Maka dari itu nilai koefisien roll damping ini akan semakin besar dengan semakin besarnya ukuran bilge keel. Namun sekali lagi, penentuan dimensi bilge keel ini harus melihat kondisi lingkungan dimana kapal beroperasi. Karena jika bilge keel terlalu besar, maka ditakutkan nantinya akan terjadi grounding dan justru akan membahayakan kondisi kapal.

Pemasangan bilge keel dapat meningkatkan tinggi metacentre kapal, dimana metacentre akan berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Semakin tinggi metacentre kapal akan memberikan hasil yang positif terhadap stabilitas suatu kapal. Namun dengan adanya pemasangan bilge keel pada kapal akan mengurangi kecepatan kapal karena bilge keel tersebut akan menambah tahanan gerak kapal (Gaol, 1994)

Bilge keel bisa terdiri dari bilah rata, profil bulb, atau bentuk V yang didalamnya diisi kayu untuk mengurangi kemungkinan bengkok akibat benturan atau kandas. Menurut Pursey dalam Hutabarat (1996), bilge keel kadang-kadang dapat robek walaupun telah diletakkan dengan baik, jika kapal menyentuh dasar laut. Oleh karena itu sangat penting untuk merancanginya sehingga apabila hal ini terjadi, kulit badan kapal dapat tetap utuh. Bilge keel dihubungkan dengan badan kapal dengan menggunakan paku pengeling atau batangan T, yang menempel kuat pada pelat. Apabila bilge keel terlepas, lambung kapal tetap utuh.

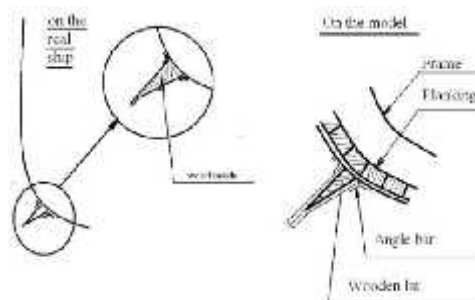
Pemasangan bilge keel pada harlan kapal berpengaruh juga terhadap tahanan gerak kapal. Menurut Gaol (1994) bilge keel dengan bentuk persegi panjang menghasilkan tahanan gerak kapal yang lebih kecil dibandingkan dengan bilge keel dengan bentuk segitiga. Perbedaan tahanan gerak kapal dipengaruhi juga oleh posisi pemasangan bilge keel dan pemasangan bilge keel pada draft mempunyai tahanan gerak kapal yang kecil serta memberikan stabilitas yang lebih baik.

Menurut Iskandar dan Novita (2006) pemasangan bilge keel pada badan kapal dapat mengurangi rolling duration sebesar 1,67 % hingga 7,79 %. Dengan adanya pemasangan bilge keel pada badan kapal, kapal menjadi lebih stabil dibandingkan dengan kapal yang tidak menggunakan bilge keel.

Saat ini umumnya kapal-kapal modern dilengkapi dengan berbagai macam peralatan anti oleng. Peralatan yang paling efektif, diantaranya adalah pemakaian sirip stabilisator yang dikendalikan secara otomatis dengan giroskop. Kelemahan pemakaian sirip stabilisator ini adalah terlalu banyak memakan tempat pada badan kapal sehingga sebagai penggantinya dipakai sirip tetap yang tidak dapat bergerak (bilge keel). Prinsipnya sama dengan sirip

stabilisator, tetapi tidak seefisien alat tersebut. Selain mengurangi oleng kapal, pemasangan bilge keel pada haluan kapal dapat mengurangi goyang angguk (pitching). Dari beberapa hasil pengujian di laut, alat ini dapat mengurangi pitching sebesar 200% di laut bergelombang akibat angin yang berkecepatan 24 knot dan di laut dengan kecepatan angin 40 knot, alat ini masih mampu mengurangi pitching (Lewis, 1988)

Menurut Haryanto (1987), hasil penelitian yang dilakukan terhadap model kapal yang di Pelabuhan Ratu menunjukkan bahwa pemasangan bilge keel berpengaruh nyata terhadap stabilitas kapal ikan. Dimana pemasangan bilge keel dari bahan yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan memberikan pengaruh terhadap tinggi metacentre kapal.



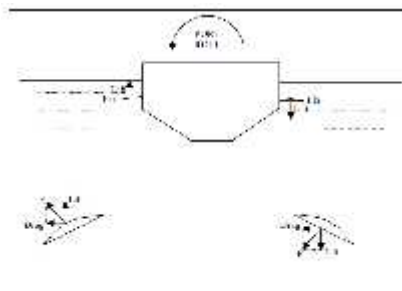
Gambar 2.9 Bilge Keel Tampak Depan

2.4.2 Fin Stabilizer

Fin stabilizer adalah suatu peralatan *roll damping system* yang dipasang pada lambung kanandan kiri kapal bagian bawah yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan kapal pada saat kapal beradadi atas air dan bekerjanya berdasarkan prinsip pengontrolan posisi fin. Peralatan ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh gerakan roll (oleng) kapal yang disebabkan gelombang air laut. Tujuan dipasang *fin stabilizer*

adalah untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang atau ABK (Anak Buah Kapal) dan keamanan peralatan didalamnya serta peningkatan akurasi sistem senjata pada kapal perang. Terutama pada kapal perang jenis kapal cepat dan tipe patroli, dimana kapal-kapal tipe ini memiliki berat yang ringan karena sebagian dari badan kapal terbuat dari logam aluminium agar memungkinkan kapal dapat bergerak lebih cepat dan lebih lincah. Berbeda dengan kapal-kapal dengan tipe combaten atau fregat yang memiliki ukuran yang lebih besar dan badan kapal seluruhnya terbuat dari logam baja yang tebal.

Fin stabilizer bekerja berdasarkan kecepatan kapal, dan amplitudo oleng kapal. Apabila kecepatan kapal rendah maka posisi *fin stabilizer* mempunyai sudut yang lebar dan apabila kecepatan kapal tinggi maka posisi sudut *fin stabilizer* harus kecil. Pada saat amplitudo oleng kapal tinggi maka sudut *fin stabilizer* akan besar dan bila amplitudo oleng kapal rendah maka sudut *fin stabilizer* juga harus kecil. Amplitudo oleng kapal selalu berubah-ubah sehingga sudut *fin stabilizer* juga harus berubah mengikuti perubahan keduanya. Untuk mengatur besarnya sudut *fin stabilizer* berdasarkan kecepatan kapal digunakan *speed control switch* pada kontrol panel. Data amplitudo dan periode oleng kapal dihasilkan oleh *rate gyro* yang terintegrasi langsung dengan sistem hidrolis dan mekanik dari *fin stabilizer*. Posisi *fin stabilizer* dan pergerakannya pada badan kapal dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 Posisi fin dan pergerakannya

Fin stabilizer terdiri dari bagian-bagian besar sebagai berikut:

1. Kontrol Panel

Suatu panel yang terdiri dari saklar dan indikator yang sebenarnya merupakan bagian pemberi sinyal acuan atau referensi.

2. *Gyro panel unit*

Merupakan bagian dari sistem fin stabilizer yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal pengendali *fin stabilizer*.

Gyro Panel Unit mempunyai tiga bagian pokok yaitu:

a. *Roll rate sensing gyro* dan *damped position* pendulum yang berfungsi mendeteksi setiap gerakan oleng (*rolling*) kapal.

b. *Summing amplifier*, unit ini menerima sinyal dari *roll rate sensing gyro* dan *damped position* pendulum untuk kemudian dijumlahkan setelah melalui penkondisian sinyal terlebih dahulu.

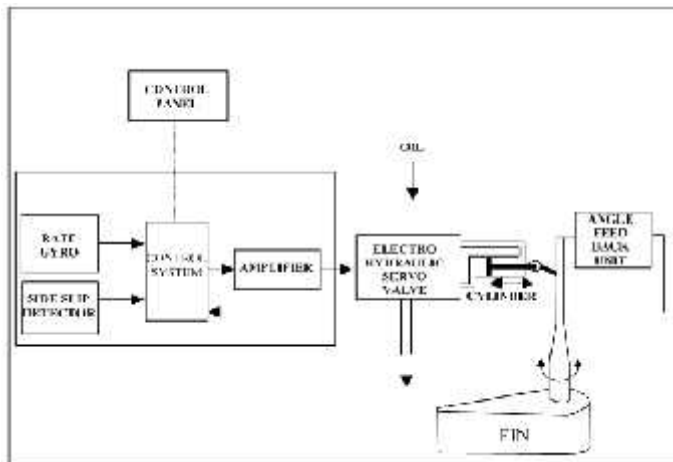
c. *Fin control assy*, merupakan unit pengendali gerakan *fin stabilizer*.

3. Sistem hidraulik

Gerakan kedua fin dikendalikan oleh tekanan hidraulik yang dihasilkan oleh *power pack assembly*.

4. Fin
Terdapat dua buah fin, masing-masing dipasang pada lambung kiri dan kanan kapal. Fin dibuat dari bahan baja berbentuk trapesium yang didasarkan atas pertimbangan hidrodinamik.
5. *Unit feed back*
Terdiri dari sebuah unit yang berisikan transmitter dan potensio meter yang digerakkan oleh sebuah tuas. Tuas ini menghubungkan unit tersebut dengan poros fin, sehingga transmitter beserta potensinya akan bergerak sesuai gerakan/putaran poros fin. Unit ini akan mengirimkan posisi sudut fin ke control panel dan juga mengirimkan sinyal *feedback* ke control unit.

Secara umum sistem *fin stabilizer* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11 Diagram Blok *Fin Stabilizer*

Besar kecilnya gerakan oleng dari kapal selain dipengaruhi oleh alam juga dipengaruhi kecepatan dari kapal tersebut. Umumnya pada kondisi alam normal, makin besar kecepatan

gerak dari kapal, gerakan oleng dari kapal pun akan semakin kecil dan lunas dari kapal akan sedikit terangkat. Sehingga gerakan yang dihasilkan dari Fin pun hanya akan membutuhkan sudut yang kecil pula.

Dikarenakan hal inilah maka besar/kecilnya sudut gerak maksimum dari Fin kita atur berdasarkan kecepatan gerak dari kapal tersebut. Alat pengatur besar/kecil nya gerakan Fin dapat kita temukan pada Kontrol Panel.

Macam Kontrol *Fin Stabilizer* :

1. Kontrol *Fin Stabilizer* Secara Manual

Pada saat ini pengontrolan besarnya sudut kayuhan fin yang diatur berdasarkan atas data dari kecepatan kapal, masih dilakukan secara manual oleh personil kapal. Pengaturan *switch position* secara manual inilah yang kadang kala menyebabkan kerusakan pada sistem hidrolik dari fin, sehingga harus dilakukan pengesetan ulang pada sistem tersebut. Dimana untuk pengesetan harus dilaksanakan di perairan yang airnya tenang (seperti di pangkalan) agar dapat menghasilkan posisi fin pada posisi tengah yang sempurna atau baik.

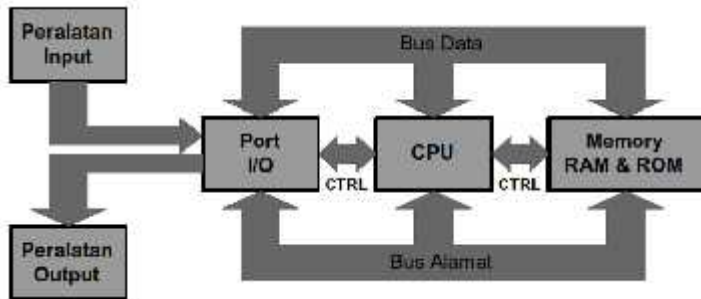
2. Kontrol *Fin Stabilizer* Secara Automatis

Dengan sistim kontrol otomatis maka tugas personil kapal dalam menangani posisi switch kontrol dari *fin stabilizer* menjadi lebih ringan bahkan bisa dirangkap oleh juru mudi kapal, karena alat ini akan dipasang pada bagian Kontrol Panel (dekat dengan kemudi kapal). Switch kontrol otomatis ini akan mengatur besarnya sudut maksimum kayuhan dari fin secara otomatis dengan masukan dari data kecepatan kapal. Pada alat kontrol otomatis ini akan digunakan mikrokontroler sebagai alat pengontrolnya. Sedangkan pada permodelannya sistim mekanik dari fin stabilizer dan data kecepatan kapal (*speed log*) ini akan digantikan dengan komponen lain, namun prinsip kerja dari alat pengontrol otomatis ini akan

tetap seperti aslinya. Sistem mekanik dari *fin stabilizer* akan diganti dengan menggunakan motor stepper yang besar sudut geraknya akan disesuaikan dengan besarnya sudut gerak dari fin kapal.

3. Sistem Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah piranti yang dapat menjalankan perintah- perintah yang diberikan kepadanya dalam bentuk baris-baris program yang dibuat untuk pekerjaan tertentu.



Gambar 2.12 Blok Diagram Mikrokontroler

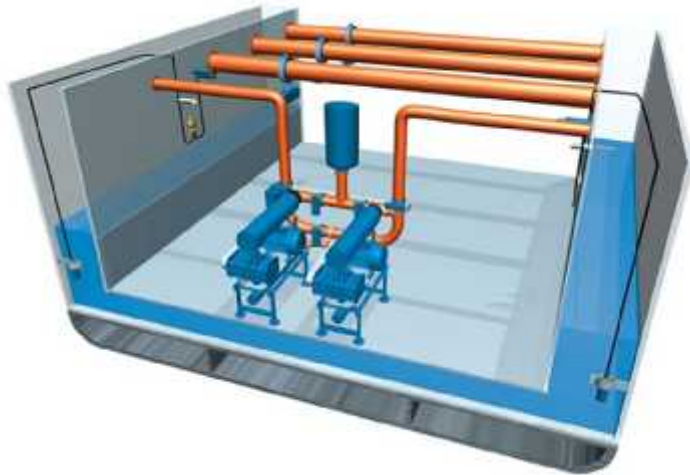
Program dalam hal ini adalah kumpulan perintah yang diberikan pada sistem mikrokontroler, yang kemudian diolah oleh sistem tersebut untuk melaksanakan pekerjaan tertentu.

2.4.3. *Active Tank Stabilizer*

Active Tank Stabilizer adalah sistem peralatan yang fungsinya hampir sama dengan *fin stabilizer*, yaitu mengurangi gerakan *rolling* kapal. Pada sistem ini untuk mengurangi gerakan *rolling*, menggunakan perpindahan ballast dari sisi starboard maupun ke sisi portside dengan menggunakan pompa. Pada sistem ini perlu direncanakan kapasitas dari pompa dan tangki yang diletakan pada sisi starboard maupun sisi portside. Untuk kapasitas dari

tangki ballast itu sendiri diperoleh dari perhitungan momen gerakan rolling kapal yang dibutuhkan.

Sistem *Active Tank Stabilizer*:



Gambar 2.13 Sistem *active tank stabilizer*.

Dikarenakan sistem ini dapat digunakan untuk respon yang cepat terhadap momen rolling kapal yang terjadi maka hampir semua sistem menggunakan sistem otomatis. Terdapat beberapa sub sistem pada active tank stabilizer ini antara lain sub sistem *gyroscope*, pompa, katup, pengukuran ballast.

a) *Gyroscope*

Gyroscope adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil. *Gyroscope* sering digunakan pada robot, heli, kapal dan alat-alat canggih lainnya.



Gambar 2.14 Gyroscope

Prinsip kerja *gyroscope* adalah berupa sensor *gyro* untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu. *Gyro sensor* bisa mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna dan mengirimkan hasil berupa perubahan gerak atau sudut dari gerakan.

Pada kapal *gyroscope* berguna untuk mengirimkan data sudut oleng kapal yang nanti datanya akan diolah oleh sistem PLC (*Progamable Logic Control*) menjadi sistem mekanik yang menggerakkan pompa dan katup.

b) Sistem pompa dan katup

Sistem katup dirancang menggunakan remote control pneumatik, hidrolik, katup elektro-hidrolik, atau dioperasikan secara elektrik. Sistem elektrik menggunakan PLC yang memberikan hubungan sinyal antara semua komponen. Pengaturan sistem ini dirancang khusus untuk instalasi desentralisasi. Berikut gambar sistem pompa dan katup beserta monitor sistem *active tank*.



Gambar 2.15 Sistem Pompa dan Katup.

c) Sistem *Tank Measuring Management*

Sistem ini merupakan sistem yang mengatur berapa kapasitas volume ballast yang berada sisi portside maupun starboard kapal hasil dari data yang telah diolah oleh PLC dan *gyroscope*. Sistem ini sangat menentukan berapa ballas yang harus dipindahkan dari sisi starboard ke portside atau sebaliknya dalam mengatasi *momen rolling* kapal yang terjadi.



Gambar 2.16 Sistem *Tank Measuring Management*.

d) Sistem Monitoring

Sistem ini merupakan sistem yang mengatur semua peralatan yang ada pada active tank stabilizer antara lain, pompa, katup, sensor level dll. Sistem ini ditampilkan pada sebuah monitor yang ditempatkan pada navigation deck untuk memudahkan ABK memonitoring kinerja *active tank stabilizer*.



Gambar 2.17 Sistem Monitoring *Active Tank*..

2.5 Software Pendukung

Dalam Pengerjaan tujan akhir ini tentang analisa stabilitas menggunakan stabilizer jenis *fin stabilizer* dan *active tank stabilizer* dibutuhkan software pendukung untuk proses pengerjaannya. Jenis software yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.5.1 AutoCAD 2007

AutoCAD adalah sebuah program CAD yang dikeluarkan oleh Autodesk, sebuah perusahaan pembuat software desain dari Amerika. CAD kependekan dari *Computer Aided Design* adalah program untuk merancang atau menggambar teknik menggunakan komputer dengan tujuan untuk menghasilkan output rancangan yang memiliki tingkat akurasi tinggi dan dirancang dalam waktu yang singkat. Salah satu software CAD yang paling banyak digunakan oleh perusahaan maupun perorangan baik di bidang arsitektur, teknik mesin maupun bidang teknik lainnya adalah AutoCAD. AutoCAD merupakan program yang bersifat umum yang menawarkan berbagai kemudahan dalam menggambar, baik 2 dimensi maupun 3 dimensi. Semua kelemahan menggambar teknik secara manual dapat teratasi dengan AutoCAD. Beberapa kelebihan AutoCAD dalam menggambar teknik antara lain :

- a) Gambar yang dihasilkan mempunyai kualitas jauh lebih baik dibanding dengan hasil gambar manual karena gambar jauh lebih rapi dan presisi.
- b) Gambar desain yang dihasilkan mempunyai tingkat akurasi yang tinggi karena AutoCAD mempunyai tingkat presisi hingga tiga belas digit sehingga gambar lebih sempurna dan tepat ukurannya.
- c) Gambar yang dihasilkan akan terjamin kerapian dan kebersihannya karena sangat memungkinkan direvisi maupun pengeditan gambar untuk kesesuaian cetak yang dikehendaki.
- d) Bidang gambar kerja AutoCAD tidak terbatas sehingga memungkinkan untuk membuat gambar dengan ukuran yang sangat luas dan kompleks, tetapi dalam pencetakannya bisa dipilih bagian tertentu saja.
- e) Skala gambar yang dihasilkan fleksibel karena dapat mencetak gambar desain yang dihasilkan dengan jenis skala yang sangat variatif.

- f) Gambar yang dihasilkan bisa disimpan dengan cara yang sangat mudah, dimana hasil penyimpanan gambar tersebut bisa dibuka dengan *software* lain serta di publikasikan untuk kerja antar tim bila diperlukan.

2.5.2 Maxsurf Pro

Maxsurf.Pro adalah program yang digunakan oleh *Marine Engineer* untuk membuat model (*Lines Plan*). Pembuatan *Lines Plan* ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan analisa hidrodinamika, kekuatan struktur dan pendetailan lebih lanjut. Seringkali pembuatan model dan analisa ini selalu berubah karena ketidaksesuaian antara desain dan analisisnya, sehingga proses desain dapat digambarkan sebagai desain spiral yang saling menyempurnakan. Dasar pembangunan model pada Maxsurf.Pro menggunakan *surface* yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bisa menjadi model yang utuh.

2.5.3 HydromaxPro

HydromaxPro adalah *software* analisa untuk kebutuhan *naval engineering*. Program ini menjadi satu kesatuan dengan program Maxsurf, tetapi pada HydromaxPro hanya dapat menjalankan analisa saja. Desain yang akan di analisa di dalam program ini harus sudah di desain pada *software* desain yang memungkinkan untuk nantinya di import di program Hydromax Pro ini. Beberapa analisa yang dapat dilakukan oleh program ini yaitu penghitungan kurva hidrostatik, penghitungan stabilitas kapal, penghitungan dan perencanaan tanki-tanki kapal, penhitungan kekuatan memanjang kapal, dan lain lain.

Pada perencaan perhitungan analisa stabilitas kapal patrol ini menggunakan sub perhitungan stabilitas sebagai berikut:

a) *Upright Hydrostatic*

biasa disebut dengan nama *Carena Curve* adalah salah satu analisa stabilitas yang dapat dilakukan di

HydromaxPro dan berfungsi untuk menghitung karakteristik badan kapal yang berada dibawah permukaan air.

b) *Specified Condition*

adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung karakteristik kapal sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

c) *Large Angle Stability*

Adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung stabilitas kapal sesuai dengan kondisi yang telah dihitung pada *specified condition analysis*.

d) *Equilibrium Condition*

Adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung kemungkinan kesetimbangan kapal dengan tanpa kemiringan secara melintang (*heel*) namun dengan kemiringan secara memanjang (*trim*).

e) *Limiting KG*

Adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung limitasi nilai KG pada desain kapal yang telah dibuat.

f) *KN Values*

Adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung nilai *Panto Carena* untuk desain kapal yang telah dibuat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

Pada metodologi ini akan menggambarkan tentang proses pengerjaan tugas akhir ini mulai dari perhitungan stabilitas dan momen rolling sesuai dengan standar IMO. Kebutuhan momen rolling kapal digunakan untuk merencanakan dan menghitung kebutuhan power, ruangan dan respon waktu dari *active tank dan fin stabilizer*.

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi, perumusan masalah dan tujuan penelitian dilakukan pertama kali agar penelitian terarah dan selalu terfokus. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana merencanakan *active tank* dan *fin stabilizer*. Dengan menghitung dan menganalisa sesuai data teknis dari kebutuhan dari kapal patrol 70 meter.

3.2 Studi Literatur

Pentingnya studi literatur adalah untuk memberikan dasar, acuan ataupun wacana bagi peneliti dalam penyelesaian masalah sehingga tercapai tujuan yang telah dirumuskan sebelumnya. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan semua informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dengan cara pengumpulan berbagai sumber pustaka antara lain : dari buku, internet, jurnal dan wawancara yang berhubungan dengan penelitian yang meliputi perhitungan dan analisa power dari *active tank* dan *fin stabilizer*.

Kegiatan diskusi juga dilakukan oleh penulis dengan pihak yang kompeten di bidangnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Diharapkan penelitian dapat dilakukan dengan benar dan sehingga hasilnya dapat memberikan sumbangan

terhadap perkembangan bagi dunia industri dan ilmu pengetahuan.

3.3 Pengumpulan Data

Pada bab ini akan dijelaskan data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir ini. Data-data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari data spesifikasi yang telah ditentukan owner.

Data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah :

- a. Data kapal patrol 70 meter
- b. Spesifikasi *active tank stabilizer*
- c. Spesifikasi *fin stabilizer*

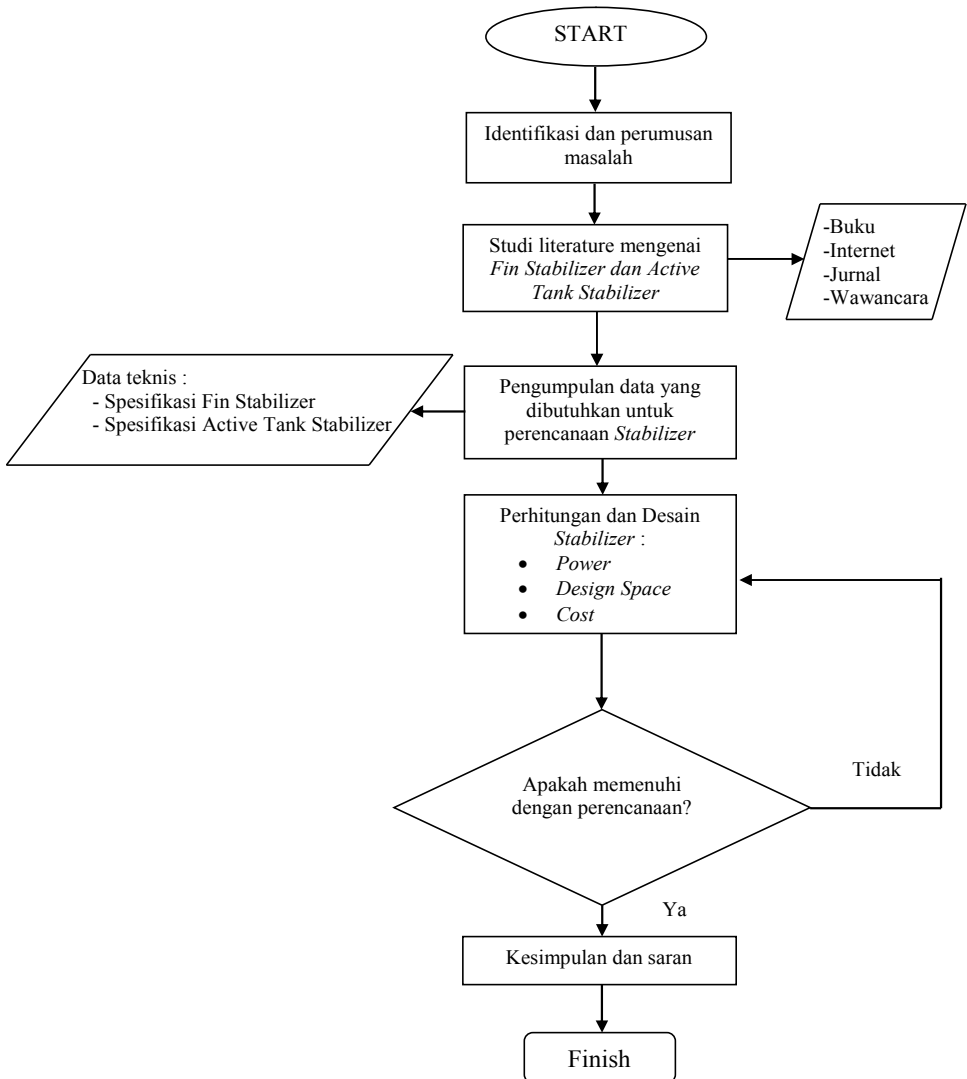
3.4 Perhitungan dan Desain *Active Tank* dan *Fin Stabilizer*

Pada tahap ini melakukan perhitungan stabilitas dan *momen rolling* kapal sesuai dengan standard IMO. Merencanakan *active tank* dan *fin stabilizer* yang bisa mengatasi *momen rolling* sesuai dengan standar IMO. Maka dapat dihitung kebutuhan power, ruangan dan respon waktu dari *active tank* dan *fin stabilizer*.

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir akan dibuat kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari pengerjaan tugas akhir ini. Dan juga memberikan inti informasi penting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini. Serta memberikan saran apa saja yang mungkin dapat membuat laporan tentang perbandingan keefektifan dari *active tank* dan *fin stabilizer* pada kapal patrol 70 meter.

3.6 Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1. Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal

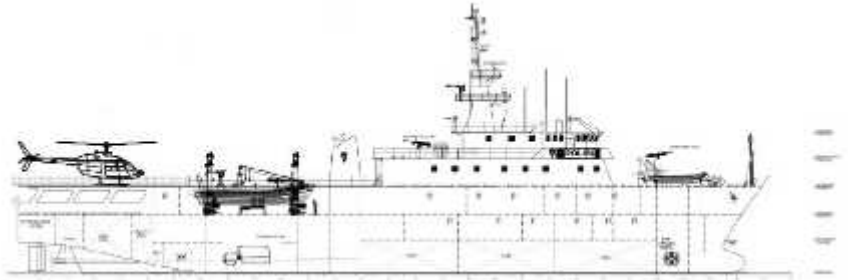
Data kapal yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah Kapal Patroli 70 Meter TNI AL. Data kapal tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk perbandingan sistem stabilitas kapal antara *active tank* dengan *fin stabilizer*. Gambar kapal yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1.sampai Gambar 4.4. dengan data utama kapal sebagai berikut :

Principal Dimension

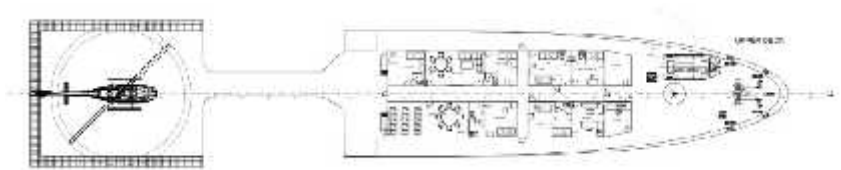
- <i>Length Over All (LOA)</i>	: 70 meter
- <i>Length Water Line (LWL)</i>	: 67.24 meter
- <i>Length of Perpendicular (LPP)</i>	: 64.55 meter
- <i>Breadth (B)</i>	: 11.50 meter
- <i>Height (mid) to main deck</i>	: 5.50 meter
- <i>Draft (maximum)</i>	: 3.00 meter
- <i>Speed</i>	: 22 knot
- <i>Ship Crews</i>	: 41 orang
- <i>Displacement</i>	: 1335 Ton

Machinery

- <i>Type</i>	: MTU 16V 4000M93L
- <i>Quantity</i>	: Double Engine
- <i>Power</i>	: 5600 kW
- <i>RPM</i>	: 2100
- <i>Length</i>	: 3583 mm
- <i>Width</i>	: 1463 mm
- <i>Height</i>	: 2368 mm
- <i>Weight</i>	: 9600 kg



Gambar 4.1. *Side view* Kapal Patroli 70 m.



Gambar 4.2. *Upper Deck view* Kapal Patroli 70 m



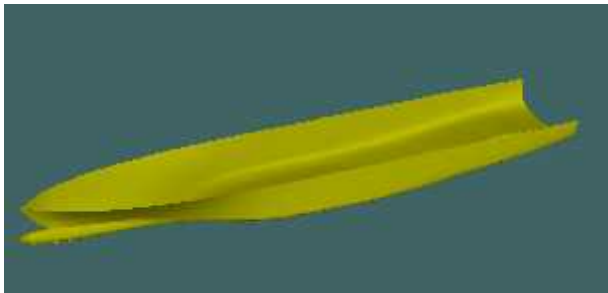
Gambar 4.3. *Main deck view* Kapal Patroli 70 m.



Gambar 4.4. *Second deck view* Kapal Patroli 70

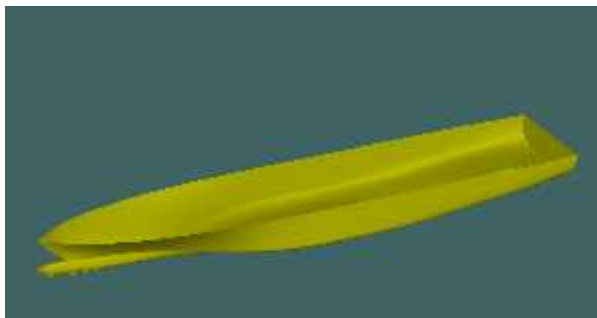
4.2 Permodelan Pada *Software Maxsurf*

Sebelum melakukan proses analisa pada *hydromaxpro* maka bentuk kapal harus dimodelkan terlebih dahulu pada *software maxsurf*. Model kapal di bawah syarat air telah didapatkan dari sumber, sedangkan model bangunan atas perlu dimodelkan sesuai dengan rencana umum. Bangunan atas yang perlu dimodelkan antara lain adalah, transom main deck after, main deck fore, upper deck dan navigation deck. Berikut gambar permodelan sebelum *software maxsurf*.



Gambar 4.5. Model Kapal di Bawah Sarat Air

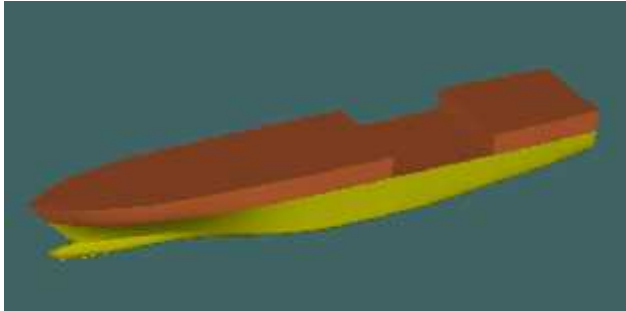
4.2.1 Permodelan Transom



Gambar 4.6. Model Kapal Dengan *Transom*.

4.2.2 Permodelan *Main Deck*

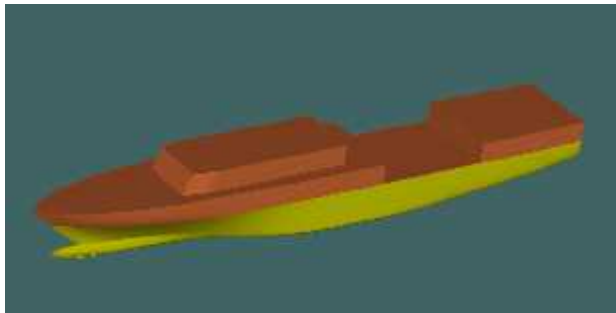
Pada permodelan ini terdapat *main deck* dengan dimensi panjang 16 meter, lebar 11.5 meter, tinggi 2.6 meter dan terletak pada frame 4-134.



Gambar 4.7. Model Kapal Dengan *Main Deck*.

4.2.3 Permodelan *Upper Deck*

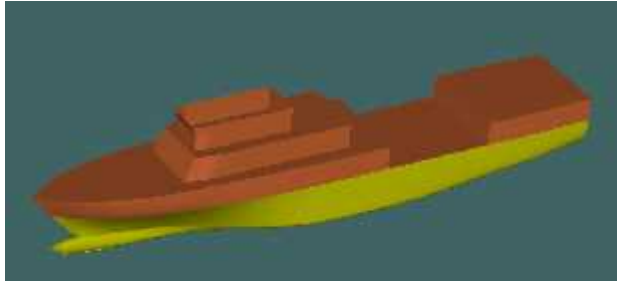
Pada permodelan ini upper deck dengan dimensi panjang 21.5 meter, lebar 8 meter, tinggi 2.6 meter dan terletak pada frame 64-107.



Gambar 4.8 Model Kapal Dengan *Upper Deck*.

4.2.4 Permodelan *Navigation Deck*

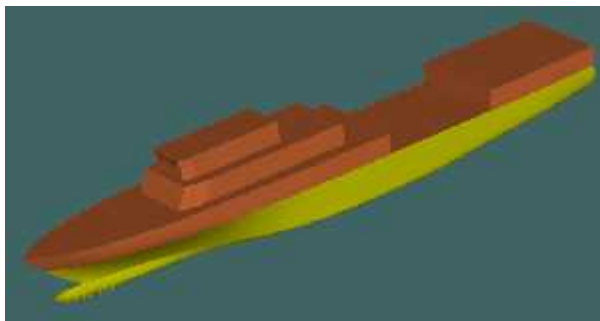
Pada permodelan ini *navigation deck* dengan dimensi panjang 12.5 meter, lebar 5 meter, tinggi 2.6 meter dan terletak pada frame 79-104.



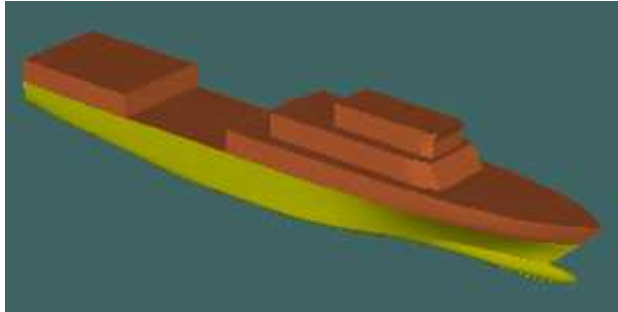
Gambar 4.9 Model Kapal Dengan *Navigation Deck*.

4.2.5 Permodelan *Supper Structure*

Pada permodelan ini semua bangunan atas dari kapal patrol 70 meter sudah dimodelkan, terdiri dari , transom *main deck after*, *main deck fore*, *upper deck* dan *navigation deck*. Berikut gambar permodelan setelah *software maxsurf*.

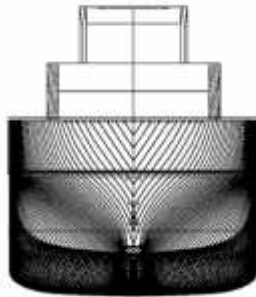


Gambar 4.10. Permodelan *Supper Structure View SW Isometric*

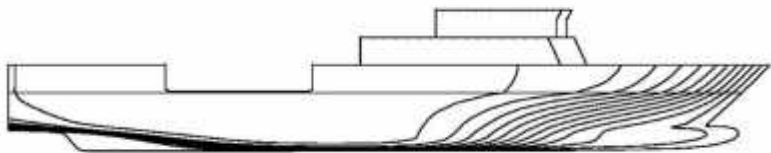


Gambar 4.11. Permodelan Supper Structure view SE isometric

4.2.6 *Lines Plan Model*



Gambar 4.12. *Body Plan* Model



Gambar 4.13. *Sheer Plan* Model.

Dari permodelan maxsurf tersebut maka didapatkan nilai hydrostatik kapal, berikut hasil hydrostatik kapal :

4.1 Tabel Data Hidrostatik Kapal Patroli 70 Meter

No	Measurment	Value	Unit
1	Displacement	1334.961	tonne
2	Volume	1302.401	m ³
3	Draft to Baseline	3	m
4	Immersed depth	3	m
5	Lwl	67.238	m
6	Beam wl	11.492	m
7	WSA	868.131	m ²
8	Max cross sect area	32.428	m ²
9	Waterplane area	604.455	m ²
10	Cp	0.597	
11	Cb	0.562	
12	Cm	0.946	
13	Cwp	0.782	
14	LCB from zero pt	30.048	m
15	LCF from zero pt	27.506	m
16	KB	1.77	m
17	KG	0	m
18	BMt	4.336	m
19	BMI	122.605	m
20	GMt	6.107	m
21	GMI	124.375	m
22	KMt	6.107	m
23	KMI	124.375	m
24	Immersion (TPc)	6.196	tonne/cm
25	MTc	24.694	tonne.m
26	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	142.272	tonne.m
27	Precision	Medium	50 stations

4.3 Perencanaan Distribusi Beban

Pada perencanaan tahap ini perlu dilakukan pembagian distribusi beban pada kapal, seperti peletakan posisi mesin, tangki bahan bakar, air tawar dan lain-lain. Pembagian beban tersebut guna untuk mendapatkan stabilitas yang baik dan kondisi kapal yang *even keel*. Dalam perencanaan distribusi beban ini hanya pada kondisi kapal *full load*. Pembagian beban ini akan menggunakan *software hydromaxpro*. Hasil dari distribusi beban ini akan mendapatkan nilai LCG (*Longitudinal Centre of Gravity*), VCG (*Vertical Centre of Gravity*) dan TCG (*Tranversal Centre of Gravity*).

Data komponen pada kapal patroli:

1. Konstruksi Kapal

Perhitungan kontruksi kapal menurut Practical Ship Design dengan Llyod's Equipment Numeral E.

$$E = L(B+T)+0.85L(H-T)+0.85(l_1 \cdot h_1)+0.75(l_2 \cdot h_2)$$

$$W_{st} = k \times E^{1.36}$$

Dimana :

L	: 64.55 m	(Lpp)
B	: 11.5 m	
H	: 5.5 m	
T	: 3 m	
l_1	: 22 m	(Panjang upper deck)
h_1	: 2.6 m	(Tinggi upper deck)
l_2	: 12 m	(Panjang navigation deck)
h_2	: 2.6 m	(Tinggi navigation deck)
k	: 0.023	

$$\begin{aligned}
 E &= L(B+T)+0.85L(H-T)+0.85(l_1 \cdot h_1)+0.75(l_2 \cdot h_2) \\
 E &= 64.55 (11.5 + 3)+0.85 \times 64.55 (5.5-3) + 0.85 \\
 &\quad (22 \times 2.6) + 0.75 (12 \times 2.6) \\
 E &= 1145.2 \\
 W_{st} &= k \times E^{1.36} \\
 &= 0.038 \times 1145.2^{1.36} \\
 &= 549.35 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

2. Machinery

- Engine	: 2 x 9600	kg
- Gear box	: 2 x 800	kg
- Instalasi permesinan		
Wm	: 0.02 (MCR) ^{0.78}	
	: 0.02 (5600) ^{0.78}	
	: 17000	kg
- Shafting	: 1000	kg
- Rudder	: 500	kg
- Bow Thruster	: 2 x 500	kg

3. Tangki

- Fuel oil tank	: 2 x 87000	kg
- Fuel oil daily	: 2 x 19000	kg
- Fresh water	: 2 x 53000	kg

4. Peralatan Pendukung

- Helikopter	: 5000	kg
- Heli pad	: 2000	kg
- 12 Raiding Boat	: 100	kg
- 9 m Inflatable Boat	: 80	kg
- 5.5 Rubber Boat	: 50	kg

Berikut hasil pembagian distribusi beban dengan hasil akhir nilai LCG (longitudinal centre of gravity), VCG (vertical centre of gravity) dan TCG (transversal centre of gravity).

4.2 Tabel Distribusi Beban

Item Name	Qty	Berat (ton)	L.Arm (m)	V.Arm (m)	T.Arm (m)	FS
Heli	1	5	8.5	10	0	0
Heli Pad	1	2	8.5	8.1	0	0
12 m Raiding Boat	1	0.1	22	6	3.5	0
9 m Inflatable Boat	1	0.08	22	6	-3.5	0
5.5 rubber boat	1	0.05	60	8.5	-2.5	0
Fresh Water PS	1	53	15	1.6	-2.8	0
Fresh Water SB	1	53	15	1.6	2.8	0
Fuel Oil Daily Tank PS	1	19	11	3.2	-2.8	0
Fuel Oil Daily Tank SB	1	19	11	3.2	2.8	0
Fuel Oil Tank PS	1	87	8	3.7	-2.8	0
Fuel Oil Tank SB	1	87	8	3.7	2.8	0
Main Engine PS	1	9.6	22	1.9	-2.5	0
Main Engine SB	1	9.6	22	1.9	2.5	0
Gear Box PS	1	1	20	1.4	-2.5	0
Gear Box SB	1	1	20	1.4	2.5	0
Permesinan Bantu	1	17	25	1	0	0
Shafting	1	0.5	8	1.2	0	0
Propeller	1	0.1	3	1.2	0	0
Steering Gear	1	0.5	2	4.2	0	0
Rudder	1	0.5	2	1.3	0	0
Bow Thruster PS	1	1	60	1.4	-2.6	0
Bow Thruster SB	1	1	60	1.4	2.6	0
Peralatan Tambat	1	1	65	8.6	0	0
Peralatan di Second Deck	1	1.5	40	3.5	0	0
Peralatan di Main Deck After	1	1	8.5	5.8	0	0
Peralatan di Main Deck Fore	1	2.5	40	5.8	0	0
Peralatan di Upper Deck	1	1.5	45	8.5	0	0
Peralatan di Navigation deck	1	1	45	11	0	0
Hull	1	550	35	3.5	0	0

Total Weight	926	LCG= 32.26	VCG= 3.29	TCG= 0.000	0
---------------------	------------	-----------------------	----------------------	-----------------------	----------

Hasil :

- Weight : 926 ton
- LCG : 32.26 m from AP
- VCG : 3.29 m
- TCG : 0 m

4.4 Analisa Perhitungan Stabilitas

Pada perencanaan perhitungan stabilitas dengan menggunakan *software hydromaxpro*. Dengan sub perhitungan stabilitas sebagai berikut:

1. *Upright Hydrostatic*

biasa disebut dengan nama *Carena Curve* adalah salah satu analisa stabilitas yang dapat dilakukan di *HydromaxPro* dan berfungsi untuk menghitung karakteristik badan kapalyang berada dibawah permukaan air.

2. *Specified Condition*

adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung karakteristik kapal sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

3. *Large Angle Stability*

adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung stabilitas kapal sesuai dengan kondisi yang telah dihitung pada *specified condition analysis*.

4. *Equilibrium Condition*

adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung kemungkinan kesetimbangan kapal dengan tanpa kemiringan secara melintang (*heel*) namun dengan kemiringan secara memanjang (*trim*).

5. *Limiting KG*

adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung limitasi nilai KG pada desain kapal yang telah dibuat.

6. *KN Values*

adalah salah satu jenis analisis di *HydromaxPro* yang akan menghitung nilai *Panto Carena* untuk desain kapal yang telah dibuat.

4.5 Hasil Perhitungan Stabilitas

4.3 Tabel Hasil Analisa Stabilitas Menurut IMO

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18)Ch3	3.1.2.1: Area 0 to 30				
	<i>from the</i>				
	spec. heel	0	deg	0	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel	30	deg	30	
	angle of	180	deg		
	shall not be	3.151	m.deg	49.977	Pass
A.749(18)Ch3	3.1.2.1: Area 0 to 40				
	<i>from the</i>				
	spec. heel	0	deg	0	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel	40	deg	40	
	first	n/a	deg		
	angle of	180	deg		
	shall not be	5.157	m.deg	73.366	Pass
A.749(18)Ch3	3.1.2.1: Area				
	<i>from the</i>				
	spec. heel	30	deg	30	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel	40	deg	40	
	first	n/a	deg		
	angle of	180	deg		
	shall not be	1.72	m.deg	23.389	Pass

A.749(18)Ch3	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				
	<i>in the range</i>				
	spec. heel	30	deg	30	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel	180	deg		
	angle of max.	143.6	deg	143.6	
	shall not be	0.2	m	3.092	Pass
	<i>Intermediate</i>				
	angle at which		deg	143.6	
A.749(18)Ch3	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				
	shall not be	25	deg	143.6	Pass
A.749(18)Ch3	3.1.2.4: Initial GMt				
	spec. heel	0	deg		
	shall not be	0.15	m	9.403	Pass

Dari hasil perhitungan pada *software* maxsurf hasil perhitungan stabilitas maka harus sesuai dengan kriteria stabilitas dari *intact stability* chapter 2 poin 2.4.5 *stability criteria* dan *hell criteria* chapter 3 poin 3.1.2 IMO 749 tahun 2008.

Kriteria stabilitas menurut IMO :

1. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1 :

- a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 30° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,101 m.deg.
- b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,157 m.deg.
- c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30°– 40° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.

2. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 : nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30°– 180° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
3. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3 : sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25° (deg)
4. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4 : nilai GM awal pada sudut 0° (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

4.6 Perencanaan Perhitungan *Fin Stabilizer*

Dalam menentukan *fin stabilizer* maka perlu diketahui kriteria momen oleng dari IMO, berikut kriteria sudut oleng dan momen oleng dari IMO:

Kriteria momen oleng menurut IMO:

1. Sudut oleng tidak boleh lebih dari 10 derajat, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$M_R = 0.200 * \frac{V_o^2}{L_{wl}} * \Delta * \left(KG - \frac{d}{2} \right)$$

Dimana :


MR	: Momen Oleng	(kNm)
Vo	: Kecepatan kapal	(m/s)
Lwl	: Panjang garis air	(m)
Δ	: Displacement	(ton)
d	: Sarat	(m)
KG	: Tinggi keel-titik G	(m)

Data perhitung momen oleng :

Vo	: 11.3	(m/s)
Lwl	: 67.24	(m)
Δ	: 926	(ton)
d	: 3	(m)
KG	: 2.99	(m)

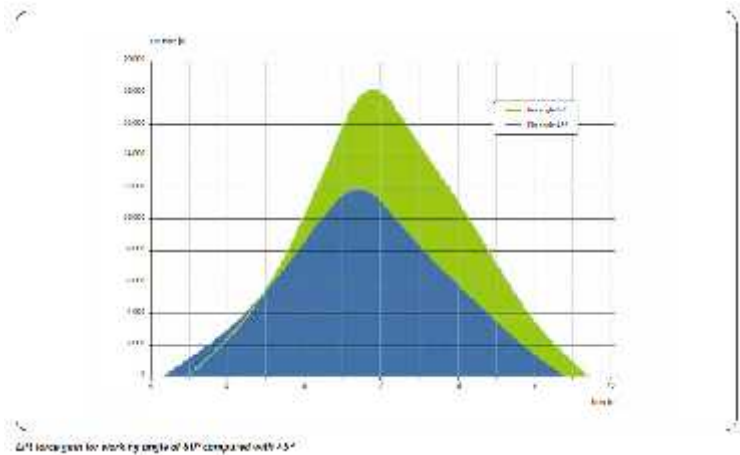
$$\begin{aligned}
 MR &= 0.200 \times (V_0^2 / Lwl) \times \Delta \times \{KG-(d/2)\} \\
 &= 0.200 \times (11.3^2 / 67.24) \times 926 \times \{2.99-(3/2)\} \\
 &= 55.79 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Diketahui momen oleng yang disyaratkan oleh IMO sebesar 55.79 kNm, maka spesifikasi dari *fin stabilizer* harus mampu mengatasi momen oleng sebesar 55.79 kNm. Artinya daya yang *fin stabilizer* untuk gaya angkat lebih besar dari 55.79 kNm. Dalam merencanakan pemilihan dari *fin stabilizer* perlu dipertimbangkan bentuk dari lambung kapal. Pada kapal patroli 70 meter ini bentuk lambungnya adalah tipe U, oleh karena itu dipilih *fin stabilizer* tipe *retractable*. Untuk menghindari tabrakan pada dinding pelabuhan pada saat kapal bersandar. Berikut spesifikasi dari tipe *fin stabilizer retractable*.



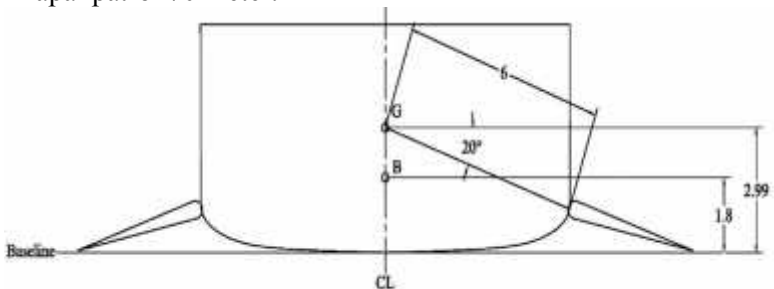
Dimensi/Type	2300	2400	2500	2600
Fin area (sq) up to	0.00	13.00	17.00	21.00
A (m)	0.00	3.60	4.60	6.10
B (m)	0.95	0.99	1.40	1.65
C (m)	1.00	1.04	1.40	1.65
D (m)	1.15	1.22	1.60	1.85
E (m)	1.20	1.21	1.70	1.90
F (m)	1.20	1.20	1.80	1.90

Gambar 4.14. Spesifikasi *Retractable Fin Stabilizer*



Gambar 4.15. *Lifting force fin Z300* pada sudut 45° dan 60°

Perencanaan posisi *retractable* pada kapal patroli 70 meter ditempatkan pada bilga kapal. Direncanakan untuk panjang *fin stabilizer* tidak melebihi garis *baseline* kapal, untuk menghindari fin kandas atau tertabrak karang pada perairan dangkal. Perencanaan pemasangan fin secara membujur diupayakan berada di sekitar titik LCG atau pada frame 65. Berikut pemasangan *retractable fin stabilizer* pada kapal patrol 70 meter.



Gambar 4.16. Sket Pemasangan *Retractable fin stabilizer*

Dari pemasangan *fin stabilizer* pada gambar diatas dan pemilihan *retractable fin stabilizer* maka dapat dihitung *lifting force* pada *fin stabilizer* untuk mengatasi momen oleng yang sudah disyaratkan oleh IMO. Dengan pusat momen pada titik G kapal dan lengan momen adalah jarak Antara titik G kapal dengan jarak *fin stabilizer*.

Lifting force pada sudut 45° dengan waktu reaksi 6.75 detik.

$$\begin{aligned} \text{LF} &= 12000 \text{ N} \times 6 \\ &= 72000 \text{ Nm} \\ &= 72 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Lifting force pada sudut 60° dengan waktu reaksi 6.75 detik.

$$\begin{aligned} \text{LF} &= 18000 \text{ N} \times 6 \\ &= 108000 \text{ Nm} \\ &= 108 \text{ kNm} \end{aligned}$$

4.7 Perencanaan Perhitungan *Active Tank Stabilizer*

Dalam merencanakan *Active Tank Stabilizer* kebutuhan momen rolling dari *active tank* haruslah sama dengan momen rolling dari *fin stabilizer*. Pada perencanaan desain *active tank* akan menempatkan tanki yang akan di pasang pada sisi *starboard* dan *portside* kapal. Sedangkan penempatan tanki secara membujur diupayakan berada disekitar titik LCG atau frame 65. Desain ukuran tangki akan disesuaikan dengan momen rolling yang dihasilkan *fin stabilizer* yaitu sebesar 108.000 Nm. Tanki *active tank* direncanakan mempunyai lengan momen 5 m dari titik G kapal.

$$\begin{aligned} \text{Massa tank} &= \text{Momen fin} / \text{lengan} \\ &= 108.000 / 5.5 \\ &= 19.637 \text{ N} \end{aligned}$$

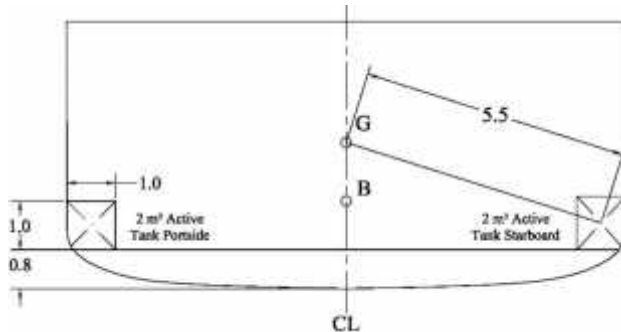
$$\begin{aligned} \text{Berat tank} &= 19.637 / 9.81 \\ &= 2002 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pada perencanaan *active tank* ini akan diisi dengan air laut, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. tank} &= \text{Berat tank} / \text{massa jenis air laut} \\
 &= 2002 / 1025 \\
 &= 1.95 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan volume active tank pada sisi *starboard* dan *portside* kapal sebesar 1.95 m^3 . Berikut direncanakan volume dan sket dari *active tank stabilizer* secara melintang:

Panjang : 2 m (4 *frame spacing*)
 Lebar : 1 m
 Tinggi : 1.1 m
 Volume : 2 m³



Gambar 4.17. Sket pemasangan *Active Tank Stabilizer*

4.8 Perbandingan *Fin* dengan *Active Tank Stabilizer*

4.8.1 *Fin Stabilizer*

a. Kebutuhan Power

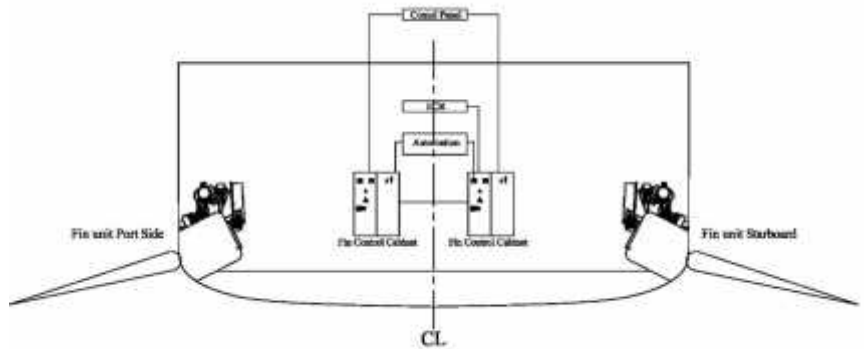
Pada pembahasan diatas sudah direncanakan dan dipilih tipe dari *fin stabilizer*, yaitu fin dari pabrikan Blohm+Voss dengan *retractable fin* type Z 300 dengan kebutuhan power 100 HP atau 74.6 kW.

b. Kebutuhan Ruangan

Dikarenakan pusat oleng kapal secara membujur dan melintang maka perencanaan peletakan diatur secara

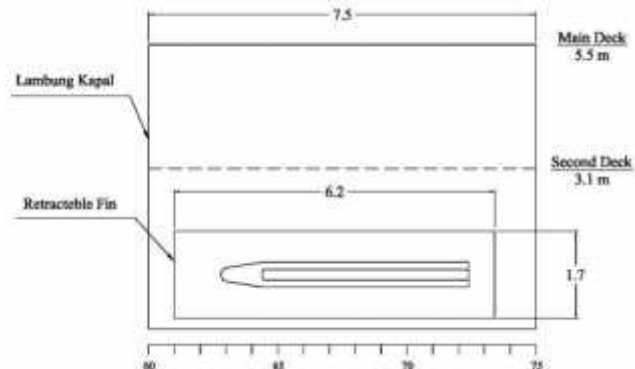
membujur dan melintang. Peletakan secara membujur harus disekitar titik LCG atau momen putar secara membujur yaitu di frame 65 (32.5 m dari AP). Sedangkan peletakan secara melintang diapasang pada bilga keel, diupayakan panjang dari fin tidak melebihi dari garis baseline kapal, untuk menghindari fin kandas atau tertabrak karang pada perairan dangkal.

Perencanaan fin secara melintang :



Gambar 4.18. Perencanaan Fin Secara Melintang

Perencanaan fin secara membujur :



Gambar 4.19. Perencanaan Fin secara membujur

Dari perencanaan kebutuhan ruang untuk sistem *fin stabilizer* dibutuhkan ruang sepanjang 15 kali jarak gading atau dengan panjang 7.5 meter. Dengan tinggi ruangan second deck 3.1 m dikurangi tinggi double bottom 0.8 menjadi 2.3 meter. Sedangkan lebar ruangan sama dengan lebar kapal 11.5. Jadi volume ruangan yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= p \times l \times t \\ &= 7.5 \times 11.5 \times 2.3 \\ &= 198.37 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Respon Waktu

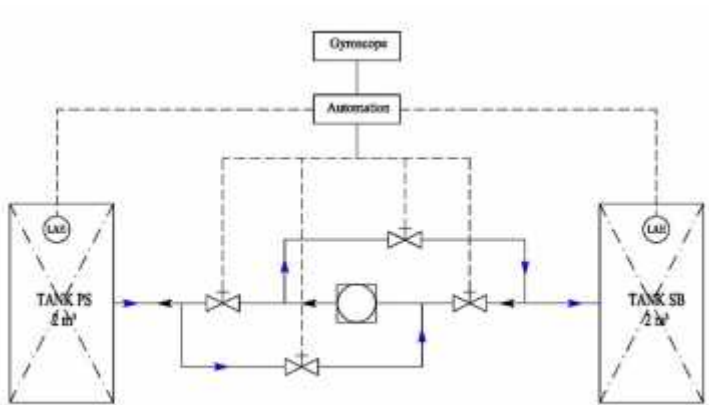
Dalam mengatasi momen rolling dibutuhkan momen dari *fin stabilizer*, untuk menghasilkan momen pengembali tersebut dibutuhkan waktu dan disebut respon waktu. Respon waktu dari fin yang telah dipilih telah tertera pada spesifikasi fin. Respon waktu dipilih untuk menghasilkan momen yang paling besar.

Dapat dilihat pada gambar grafik 4.9, untuk menghasilkan momen paling besar pada sudut fin 45° dan menghasilkan momen 12.000 N membutuhkan respon waktu sebesar 6.75 detik. Sedangkan untuk sudut fin 60° dan menghasilkan momen 18.000 N membutuhkan respon waktu sebesar 6.8 detik

4.8.2 *Active Tank Stabilizer*

a. Kebutuhan Power

Untuk mengetahui kebutuhan power *active tank* atau daya pompa perlu direncanakan terlebih dahulu sistem perpipaan dan dan kecepatan transfer ballast sebagai *stabilizer*. Berikut perencanaan dari sistem perpipaan *active tank stabilizer* :



Gambar 4.20. Perencanaan Sistem *Active Tank*

Direncanakan pada tanki yang pada saat tidak digunakan untuk mengatasi momen rolling terdapat 0.25 dari volume tank atau 0.5 m³. Digunakan untuk mendapatkan *head suction* untuk memompa. Maka volume air yang dipindahkan 0.75 kapasitas tanki atau 1.5 m³. Dengan kecepatan perpindahan sama dengan respon waktu *fin stabilizer* yaitu 6.8 detik. Dengan perhitungan sebagai berikut:

Menentukan kapasitas :

$$\begin{aligned}
 Q &= V / t \\
 &= 1.5 \text{ m}^3 / 6.8 \text{ detik} \\
 &= 0.22 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ atau } 792 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Menentukan diameter pipa:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times v && \text{, digunakan } 3 \text{ m/detik} \\
 &= (\pi \times d^2 / 4) \times v
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{(Q \times 4) / (\pi \times v)} \\
 &= \sqrt{(0.22 \times 4) / (3.14 \times 3)} \\
 &= 0.3 \text{ m} \\
 &= 300 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dipilih pipa karbon galvanis dengan standard JIS, dengan spesifikasi sebagai berikut :

Normal Pipe Size	: 12	inch
Diameter luar	: 318.5	mm
Tebal	: 6.9	mm
Diameter dalam	: 304.7	mm

Menghitung Head Statis, pressure dan velocity:

Hs	: 0.8	m	(Hs discharge- Hs suction)
Hp	: 0		(Hp disc dan, Hp suct 1 atm)
Hv	: 0		(v disc dan v suct sama 3 m/det)

Viskositas (η) : 0.0000008 m² cst pada suhu 30° C

Reynold number (Rn) :

(Pompa dan Kompresor Ir.Sularso, MSME hal 28)

$$\begin{aligned}
 Rn &= (v \times d) / \eta \\
 &= (3 \times 0.3) / 0.0000008 \\
 &= 1125000 \quad (\text{Turbulen})
 \end{aligned}$$

Jika, Rn < 2300 maka laminar
Rn > 2300 maka turbulen

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 0.02 + (0.0005/d) \\
 &= 0.02 + (0.0005/0.3) \\
 &= 0.0216
 \end{aligned}$$

Lossis mayor (Hf) di suction :

$$\begin{aligned} H_f &= \lambda \times L \times v^2 \times (d \times 2g) \\ &= 0.0216 \times 5 \times 3^2 \times (0.3 \times 2 \times 9.81) \\ &= 5.72 \text{ m} \end{aligned}$$

Lossis Minor (Hm) di suction :

Asesoris pada di suction:

No.	Asesoris	n	k	n x k
1	<i>Butterfly valve</i>	2	0.3	0.6
			Σ	0.6

$$\begin{aligned} H_m &= (\Sigma n.k \times v^2) / 2g \\ &= (0.6 \times 3^2) / 2 \times 9.81 \\ &= 0.27 \text{ m} \end{aligned}$$

Head loss pada suction :

$$\begin{aligned} H_{suc} &= H_m + H_f \\ &= 5.72 + 0.27 \\ &= 5.99 \text{ m} \end{aligned}$$

Lossis mayor (Hf) di discharge :

$$\begin{aligned} H_f &= \lambda \times L \times v^2 \times (d \times 2g) \\ &= 0.0216 \times 7 \times 3^2 \times (0.3 \times 2 \times 9.81) \\ &= 8.00 \text{ m} \end{aligned}$$

Lossis Minor (Hm) di discharge :

Assesoris pada di discharge:

No.	Asesoris	n	k	n x k
1	<i>Butterfly valve</i>	2	0.3	0.6
			Σ	0.6

$$\begin{aligned}
 H_m &= (\Sigma n.k \times v^2) / 2g \\
 &= (0.6 \times 3^2) / 2 \times 9.81 \\
 &= 0.27 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Head loss pada discharge :

$$\begin{aligned}
 H_{suc} &= H_m + H_f \\
 &= 8.00 + 0.27 \\
 &= 8.27 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Head Total} &= H_s + H_p + H_v + \Sigma \text{head loss (suct\&disc)} \\
 &= 0.8 + 0 + 0 + 5.99 + 8.27 \\
 &= 15.06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Spesifikasi pompa:

Merek	: CLH Series
Tipe	: CLH1300-250-12
Kapasitas	: 816 m ³ /jam
Head	: 41.8 m
Power	: 120.48 kW

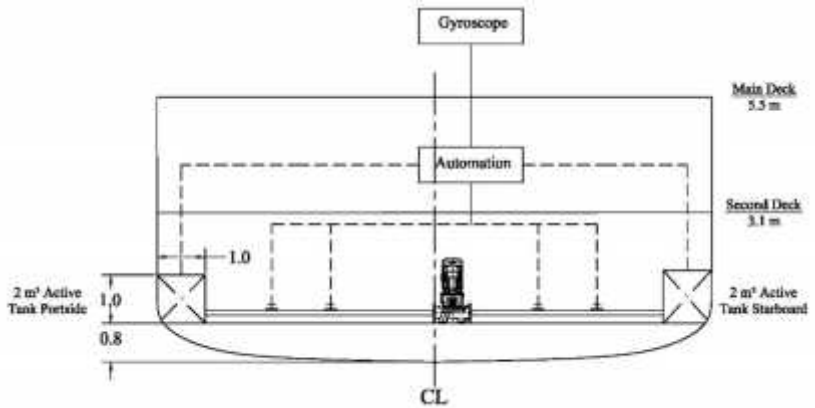
b. Kebutuhan Ruangan

Perencanaan ruangan *active tank* berdasarkan kebutuhan momen dari *fin stabilizer* yang telah dihitung pada bab diatas. Volume *active tank* yang diperlukan adalah sebesar 2 m³, dengan rincian sebagai berikut :

Panjang:	2	m (4 frame spacing)
Lebar	: 1	m
Tinggi	: 1.1	m
Volume:	2	m ³

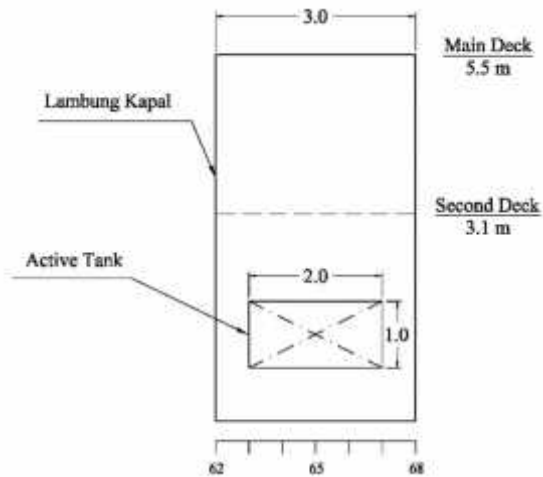
Sedangkan untuk posisi dari tank yaitu sama dengan perencanaan posisi fin. Secara membujur berada di sekitar momen putar membujur yaitu LCG. Berikut perencanaan posisi tank secara membujur dan melintang.

Perencanaan tank secara melintang :



Gambar 4.21. Perencanaan *Active Secara Tank* Melintang.

Perencanaan tank secara membujur :



Gambar 4.22. Perencanaan *Active Secara Tank* Membujur

Dari perencanaan kebutuhan ruang untuk sistem active tank stabilizer dibutuhkan ruang sepanjang 6 kali jarak gading atau dengan panjang 3 meter. Dengan tinggi ruangan second deck 3.1 m dikurangi tinggi *double bottom* 0.8 menjadi 2.3 meter. Sedangkan lebar ruangan sama dengan lebar kapal 11.5. Jadi volume ruangan yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= p \times l \times t \\ &= 3 \times 11.5 \times 2.3 \\ &= 79.35 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Respon Waktu

Respon waktu yang diperlukan untuk menyamai respon waktu fin stabilizer adalah 6.8 detik. Jika respon waktu disamakan maka akan membutuhkan kapasitas pompa yang besar, sekitar 750 m³/jam dan berbanding dengan itu maka memerlukan daya pompa yang besar pula. Maka dalam perencanaan respon waktu *active tank* sekitar 2 kali respon waktu *fin stabilizer* yaitu 13.6 detik untuk memindahkan 1.5 m³ air dari tanki *portside* ke *starboard* dan sebaliknya.

4.9 Analisa Daya Sisa

Untuk menganalisa daya pada kapal patroli 70 meter harus dihitung terlebih dahulu kebutuhan daya listrik semua peralatan yang ada dikapal. Dari semua kebutuhan daya yang dibutuhkan maka dapat dipilih generator yang tepat. Pemilihan jumlah generator disesuaikan dengan kondisi berlayar kapal patrol. Terdapat 4 kondisi yang direncanakan dalam kapal patrol ini, yaitu kondisi berlayar, manuver, dipelabuhan dan kondisi pengejaran.

Masing-masing dari kondisi kapal maka kebutuhan dayanya juga berbeda. Dari kebutuhan daya yang berbeda maka dapat dipilih jumlah generator yang tepat, guna menghemat daya. Perencanaan daya pada masing-masing kondisi, di pelabuhan membutuhkan daya yang paling kecil (25% daya), kondisi berlayar daya yang lebih besar (70% daya) dan kondisi pengejaran daya yang paling besar (95% daya).

Pemilihan jumlah generator yang tepat untuk kebutuhan daya pada seluruh kondisi yang dialami kapal adalah 3 generator. Pada kondisi berlabuh maka menggunakan 1 generator, berlayar menggunakan 2 generator dan pada kondisi pengejaran membutuhkan 3 generator. Dengan kapasitas 3 generator sebesar 115% dari seluruh daya, 15% daya digunakan untuk mengantisipasi daya start peralatan. Artinya masing-masing generator mempunyai daya 40% dari daya keseluruhan kapal.

Dikarenakan data daya kapal patroli tidak ada, maka direncanakan daya untuk sistem stabilizer sebesar 15% dari seluruh kebutuhan daya listrik yang ada dikapal. Dengan perencanaan daya sebesar 15% dari daya keseluruhan atau daya dari sistem stabilizer yang paling besar yaitu sistem *active tank stabilizer* atau 120.48 kW. Maka seluruh kebutuhan daya pada kapal adalah sebesar 805 kW.

Pembagian daya sisa pada masing-masing kondisi dengan sistem stabilizer yang aktif yaitu dalam kondisi, dipelabuhan, berlayar dan pengejaran. Dalam kondisi di pelabuhan yang menggunakan 1 generator (40% daya total) membutuhkan daya 25% maka daya sisa sebesar 15% daya total atau 120.7 kW. Sedangkan dalam kondisi pelayaran yang menggunakan 2 generator (80% daya total) membutuhkan daya 70% maka daya sisa sebesar 10% daya total atau 80.5 kW. Dan dalam kondisi

pengejaran yang menggunakan 3 generator (120% daya total) membutuhkan daya 95% maka daya sisa sebesar 25% daya total atau 201.25 kW.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan stabilitas berdasarkan IMO 749 Chapter 2 poin 2.4.5 pada kapal patrol 70 meter maka semua persyaratan dan ketentuan memenuhi.
2. Dari hasil perhitungan distribusi beban didapatkan nilai, LCG : 32.26 m dari AP, VCG : 3.29 dan TCG : 0.
3. Dari hasil perhitungan momen rolling berdasarkan persyaratan dari IMO 749 chapter 3 poin 3.1.2 maka dapat dipilih kebutuhan power, *space* dan respon dari *active tank stabilizer* dan *fin stabilizer*. Didapatkan hasil berikut:
 - a. Pada kapal patroli 70 meter standard momen rolling dari IMO sebesar sekian 55.79 kNm.
 - b. Pada sistem memerlukan *fin stabilizer* power 74.6 kW, *space* ruangan 198.37 m³ dan respon waktu 6.8 detik.
 - c. Pada sistem *active tank stabilizer* memerlukan power pompa 120.48 kW, *space* ruangan 79.35 m³ dan respon waktu 13.6 detik.
4. Prosentase perbandingan antara *active tank* dan *fin stabilizer* dengan respon waktu yang sama 1 : 1. Perbandingan kebutuhan power, 1:1.6. Sedangkan perbandingan kebutuhan ruangan menurun 2.49 : 1.

5.2 Saran

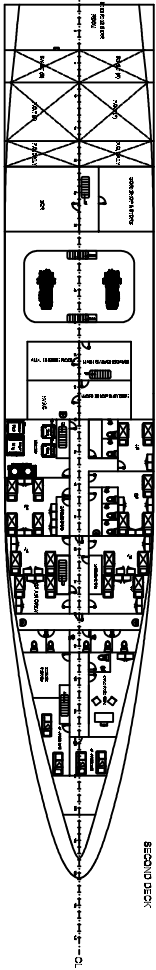
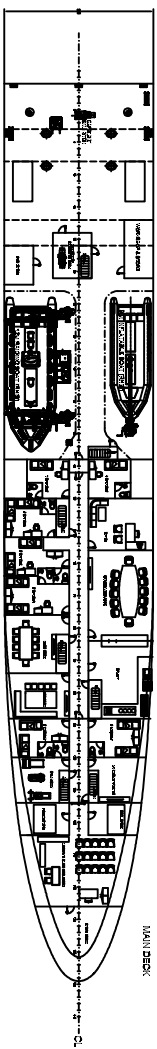
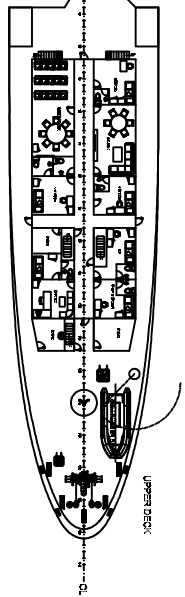
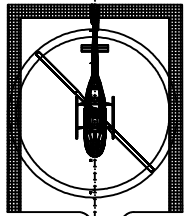
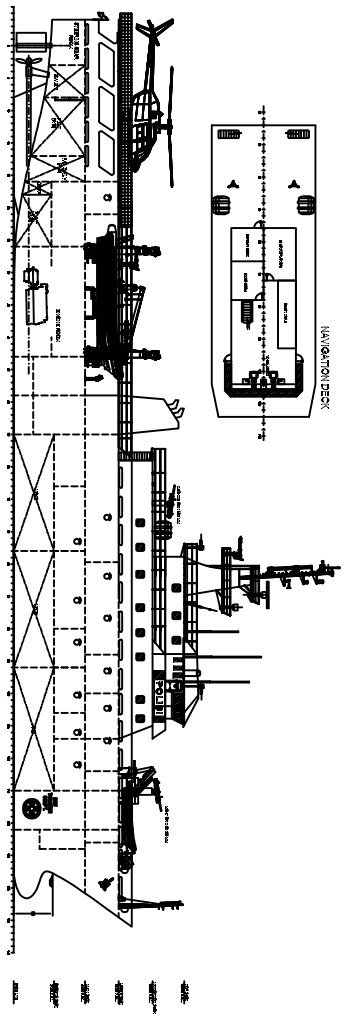
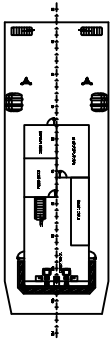
Untuk hasil yang lebih baik, maka penulis memberikan saran dalam pemilihan dan perhitungan sistem *stabilizer* pada kapal perlu di perhatikan:

1. Dalam perhitungan distribusi beban semua komponen dikawal dihitung supaya mendapat perhitungan stabilitas yang lebih akurat.

2. Dalam penentuan olah gerak kapal perlu dianalisa menggunakan *software* lain, misalkan *seakeeper*.
3. Perlu dilakukan analisa perhitungan biaya awal dan biaya perawatan untuk membandingkan antara sitem *active tank* dengan *fin stabilizer*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dontiawan, Vibrio Yulian. (2012). Tugas Akhir: “*Perancangan Sistem Kendali Stabilitas Rolling pada Kapal Perang Kawal Rudal Kelas Sigma-KRI Diponegoro dengan menggunakan Logika Fuzzy*”, Teknik Fisika FTI-ITS Surabaya
- [2] Bhattacharya, R. (1978). “*Dynamic of Marine Vehicles*”. New York, United State of America
- [3] Biran, A.B. (2003). “*Ship Hydrostatic and Stability*”. Butterworth-Heinemann, United State of America
- [4] House, David. J. (2007). “*Ship Handling Theory and Practice*”. Butterworth-Heinemann, United State of America
- [5] Kiryanto. (2010). Tugas Akhir: “*Analisa Teknis Stabilitas Dan Olah Gerak Kapal Patrol Speed Boat Grass Carp Di Perairan Rawa Pening Jawa Tengah*”. Teknk Perkapalan Fakultas Teknik-UNDIP Semarang
- [6] Wikipedia. (2015). *Seismic Source*, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Stabilitas_kapal
- [7] Fin Stabilizer. (2015). *Britannica*, diakses dari <http://www.britannica.com/technology/fin-stabilizer>
- [8] Tank Stabilization System. (2015). *Hoppe Marine*, diakses dari <http://www.hoppe-marine.com/?q=en/node/15>



GENERAL CHARACTERISTICS

TYPE: Offshore Patrol Vessel

CLASSIFICATION: Offshore Patrol Vessel - AR

DISPLACEMENT (GROSS TONNAGE): 1,200

LENGTH: 30.00 m

BREADTH: 10.00 m

DEPTH: 3.50 m

MAXIMUM SPEED: 18 knots

RANGE: 2,000 nautical miles

CREW: 20

ARMAMENT: 12.7 mm machine gun, 30 mm gun

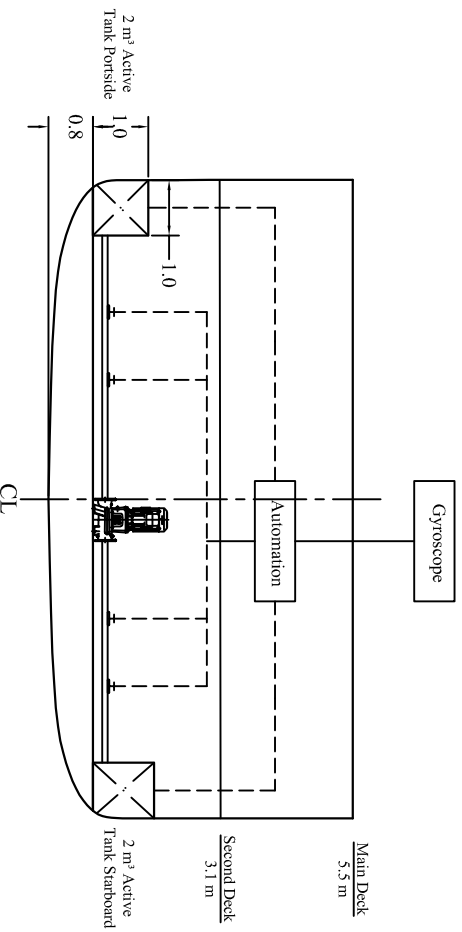
OPERATIONAL CAPABILITY: 24 hours

STATUS: Active

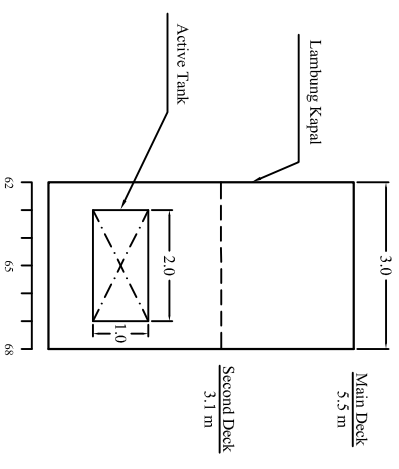
GENERAL ARRANGEMENT		GENERAL CHARACTERISTICS	
NO.	DESCRIPTION	NO.	DESCRIPTION
1	NAVIGATION DECK	1	TYPE
2	UPPER DECK	2	CLASSIFICATION
3	MAIN DECK	3	DISPLACEMENT (GROSS TONNAGE)
4	SECOND DECK	4	LENGTH
5	THIRD DECK	5	BREADTH
6	HELMETRY DECK	6	DEPTH
7	DECK CHAIRS	7	MAXIMUM SPEED
8	DECK EQUIPMENT	8	RANGE
9	DECK LAYOUT	9	CREW
10	DECK STRUCTURE	10	ARMAMENT
11	DECK ACCESSORIES	11	OPERATIONAL CAPABILITY
12	DECK UTILITIES	12	STATUS
13	DECK MAINTENANCE	13	
14	DECK REPAIRS	14	
15	DECK INSPECTIONS	15	
16	DECK CLEANING	16	
17	DECK PROTECTION	17	
18	DECK SAFETY	18	
19	DECK SECURITY	19	
20	DECK DOCUMENTATION	20	
21	DECK RECORDS	21	
22	DECK REPORTS	22	
23	DECK COMMUNICATIONS	23	
24	DECK INFORMATION	24	
25	DECK ASSISTANCE	25	
26	DECK SUPPORT	26	
27	DECK SERVICES	27	
28	DECK FACILITIES	28	
29	DECK AMENITIES	29	
30	DECK CONVENIENCES	30	
31	DECK COMFORTS	31	
32	DECK NECESSITIES	32	
33	DECK REQUISITES	33	
34	DECK SUPPLIES	34	
35	DECK STOCKS	35	
36	DECK RESOURCES	36	
37	DECK CAPABILITIES	37	
38	DECK POTENTIALS	38	
39	DECK OPPORTUNITIES	39	
40	DECK PROSPECTS	40	
41	DECK PROBABILITIES	41	
42	DECK POSSIBILITIES	42	
43	DECK LIKELIHOODS	43	
44	DECK CHANCES	44	
45	DECK RISKS	45	
46	DECK DANGERS	46	
47	DECK HAZARDS	47	
48	DECK PERILS	48	
49	DECK THREATS	49	
50	DECK DANGERS	50	

Perencanaan Active Tank Stabilizer

Front View

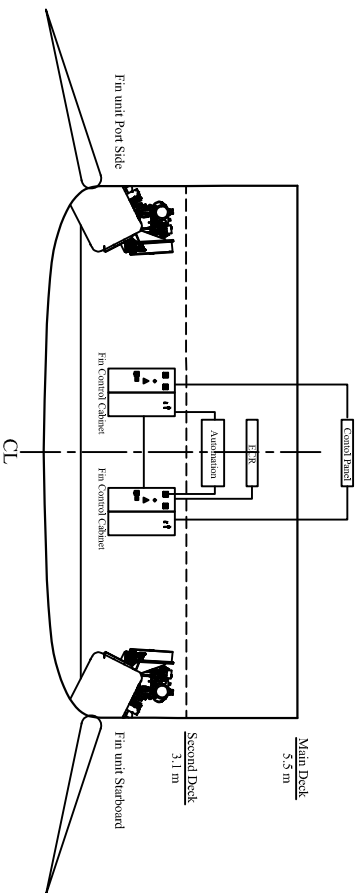


Side View

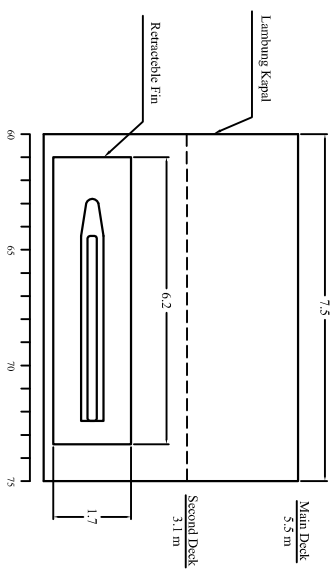


Perencanaan Retractable Fin Stabilizer

Front View

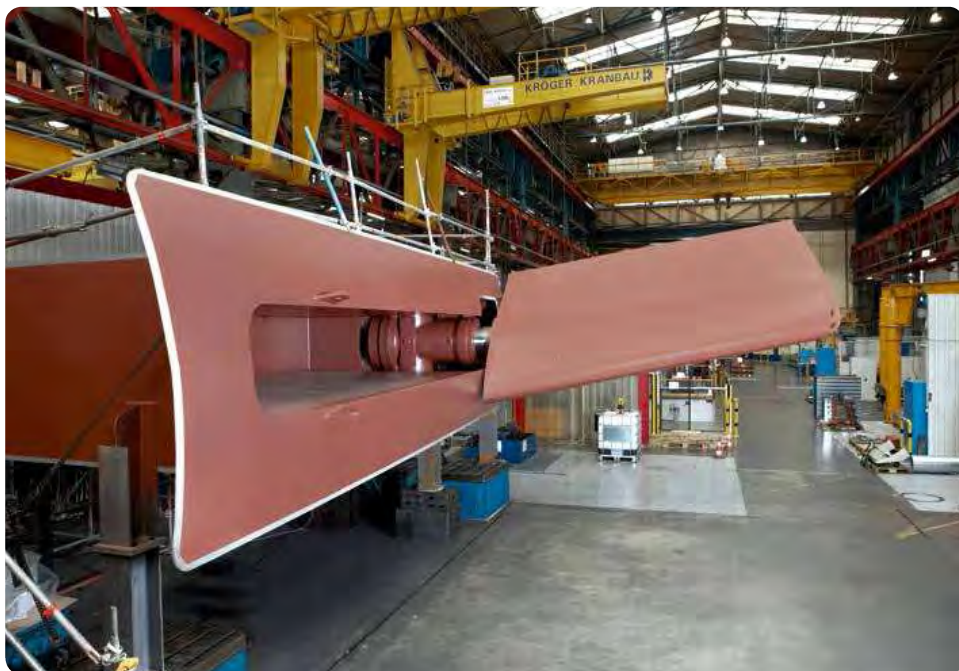


Side View



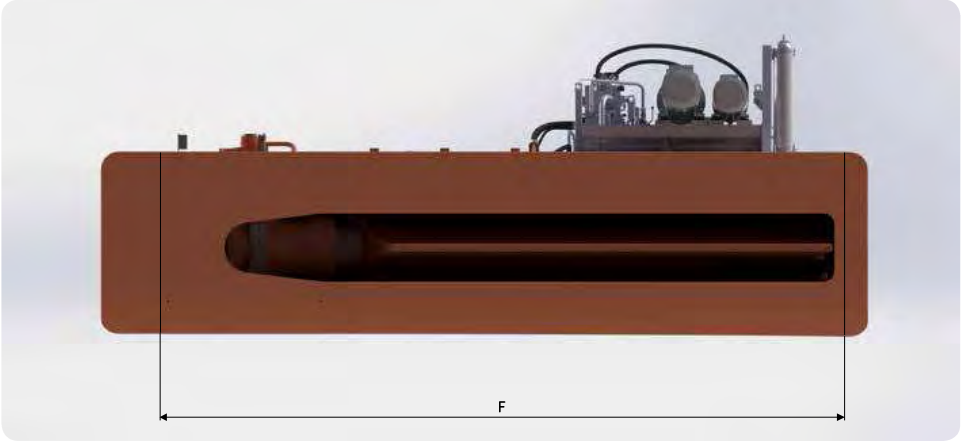
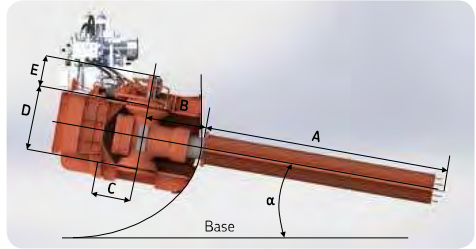
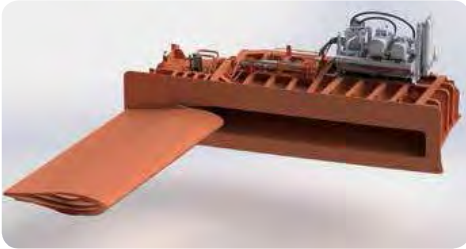
SIMPLEX-COMPACT

Retractable fin stabilizer type Z



General description

- Retractable fin stabilizer for both zero speed and under way stabilization for all kinds of vessels
- Rotary vane fin actuators
- $\pm 60^\circ$ working angle
- Fin can be housed completely inside without any hull protrusion
- Anti-Vortex-Tip fairings
- Fin area range up to 21 m²



Dimensions/Type	Z 300	Z 400	Z 500	Z 600
Fin area [m²] up to	9,00	13,00	17,00	21,00
A [m]	4,00	4,80	5,45	6,10
B [m]	0,95	0,99	1,40	1,65
C [m]	0,58	0,69	0,80	1,00
D [m]	0,95	1,22	1,40	1,54
E [m]	0,73	0,73	0,73	0,73
F_{min} [m]	6,20	7,20	8,50	9,60

© SKF and SIMPLEX are registered trademarks of the SKF Group.

© Blohm + Voss is a registered trademark of Blohm + Voss Shipyards GmbH and used under license.

© SKF Group 2014

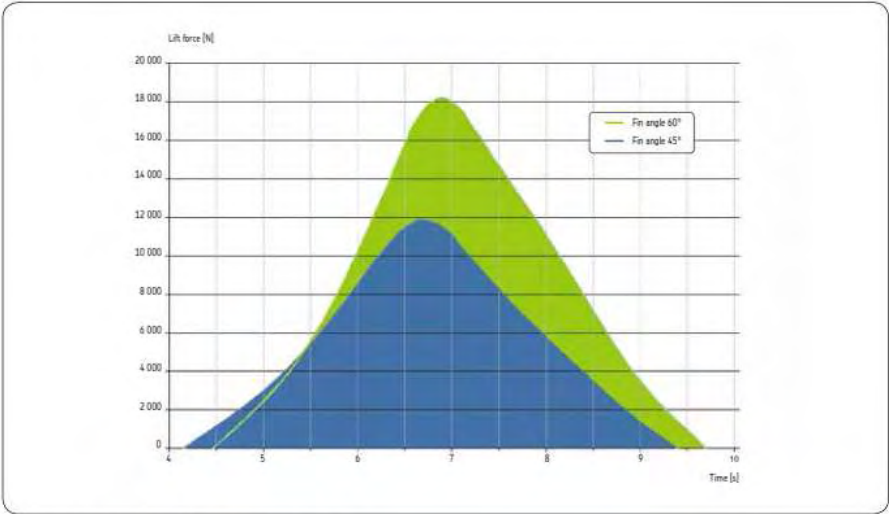
The contents of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless prior written permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct, indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

PUB 43/P2 15237 EN · November 2014



Blohm + Voss Industries





Lift force gain for working angle of 60° compared with 45°

Model	Fin Area (m ²)	Torque (kg-m)	Power Consumption (HP)	Power Consumption (kW)	Hydraulic (psi)
Z 300	9	3510	100	74.6	2800
Z 400	13	5070	145	108.17	4000
Z 500	17	6630	185	138.01	5300
Z 600	21	8190	230	171.58	6500





CLH Series Marine Vertical Centrifugal Ballast Fire General Service pump

CLH series vertical centrifugal marine pump used in all kinds of shipping and warship for ballast pur drainage pump and fire pump. It also used as necessary feed pump for seawater desalting device ar booster pump for petroleum and chemical industry pipelines, cold and hot water circulating system supply system.

Model Explanation

CLH25-25-6.5
CLH-Marine vertical sea water pump
25-Inlet diameter 25mm
25-Outlet diameter 25mm
6.5-Pump speed divided 10

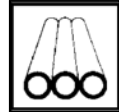
Structural Specification

125-10.5							
CLH1150-125-13	240	28.8	4	77	23.33	1750	30Y200L-4H(\
CLH1150-125-13A	228	25.9	4	77	20.91	1750	30Y200L-4H(\
CLH1150-125-7	264	72	4.5	71	72.92	1750	90Y280M-4H(\
CLH1150-125-7A	247.2	63.4	4.5	71	59.27	1750	75Y280S-4H(\
CLH1150-125-7B	231.6	55.4	4.5	71	49.25	1750	55Y250M-4H(\
CLH1200-150-6	360	100.8	3.5	73	131.85	1750	160Y315L1-4H
CLH1200-150-6A	336	93.6	3.5	72	115.78	1750	132Y315M-4H
CLH1200-150-9.5	480	72	4.5	76	120.61	1750	160Y315L1-4H
CLH1200-150-10	456	64.8	4.5	74	105.84	1750	132Y315M-4H
CLH1200-150-11	408	51.8	4.5	74	75.76	1750	90Y280M-4H(\
CLH1200-150-12	384	46.1	5.5	73	64.28	1750	75Y280S-4H(\
CLH1250-200-21	600	28.8	4.5	77	59.62	1750	75Y280S-4H(\
CLH1250-200-21A	570	25.9	4.5	76	51.58	1750	75Y280S-4H(\
CLH1250-200-15	600	46.1	4.5	75	97.8	1750	132Y315M-4H
CLH1250-200-15A	564	40.3	4.5	74	81.46	1750	110Y315S-4H
CLH1300-250-11	720	46.1	5	76	115.78	1750	132Y315M-4H
CLH1300-250-11A	720	36	5	74	92.85	1750	110Y315S-4H
CLH1300-250-11B	672	36	5	74	86.66	1750	110Y315S-4H
CLH1300-250-12	840	46.1	5	77	133.4	1750	160Y315L1-4H
CLH1300-250-12A	816	41.8	5	75	120.48	1750	160Y315L1-4H
CLH1300-250-19	1020	28.8	5	76	102.52	1750	132Y315M-4H
CLH1300-250-19A	988.8	25.9	5	74	91.81	1750	110Y315S-4H

The measruement/size may be different between the table and goods delivered, please check with u

JIS Japan Sizes G 3452

Carbon Steel Pipes for Ordinary Piping



Dimensions and Weights (Black and Galvanized)

Nominal Pipe Size	Outside diameter	Approx. Wall Thickness	Approximate Weight						Number of Threads per Inch
			Plain End			Treads and Coupling			
			lbs/ft	kg/m	kg/ft	lbs/ft	kg/m	kg/ft	
1/8	10,5	2,0	0,282	0,419	0,128	0,284	0,423	0,129	28,00
1/4	13,8	2,3	0,438	0,652	0,199	0,443	0,659	0,201	19,00
3/8	17,3	2,3	0,572	0,851	0,259	0,579	0,862	0,263	19,00
1/2	21,7	2,8	0,880	1,31	0,399	0,887	1,32	0,402	14,00
3/4	27,2	2,8	1,14	1,69	0,515	1,15	1,71	0,521	14,00
1	34,0	3,2	1,63	2,43	0,741	1,67	2,48	0,756	11,00
1 1/4	42,7	3,5	2,27	3,38	1,03	2,33	3,47	1,06	11,00
1 1/2	48,6	3,5	2,61	3,89	1,19	2,68	3,99	1,22	11,00
2	60,5	3,8	3,57	5,31	1,62	3,69	5,49	1,67	11,00
2 1/2	76,3	4,2	5,02	7,47	2,28	5,21	7,75	2,36	11,00
3	89,1	4,2	5,91	8,79	2,68	6,15	9,15	2,79	11,00
3 1/2	101,6	4,2	6,79	10,1	3,08	7,12	10,6	3,23	11,00
4	114,3	4,5	8,20	12,2	3,72	8,60	12,8	3,90	11,00
5	139,8	4,5	10,1	15,0	4,57	10,7	15,9	4,85	11,00
6	165,2	5,0	13,3	19,8	6,04	14,1	21,0	6,40	11,00
7	190,7	5,3	16,3	24,2	7,38	17,3	25,8	7,86	11,00
8	216,3	5,8	20,2	30,1	9,17	21,6	32,1	9,78	11,00
9	241,8	6,2	24,2	36,0	11,0	25,7	38,3	11,7	11,00
10	267,4	6,6	28,5	42,4	12,9	30,4	45,2	13,8	11,00
12	318,5	6,9	35,6	53,0	16,2	38,2	56,8	17,3	11,00
14	355,6	7,9	45,5	67,7	20,6	-	-	-	-

Note:

*Furnished on special order.

The permissible variation in weight is 10%.

Galvanized pipe weights are heavier approximately by 6% than black pipe.

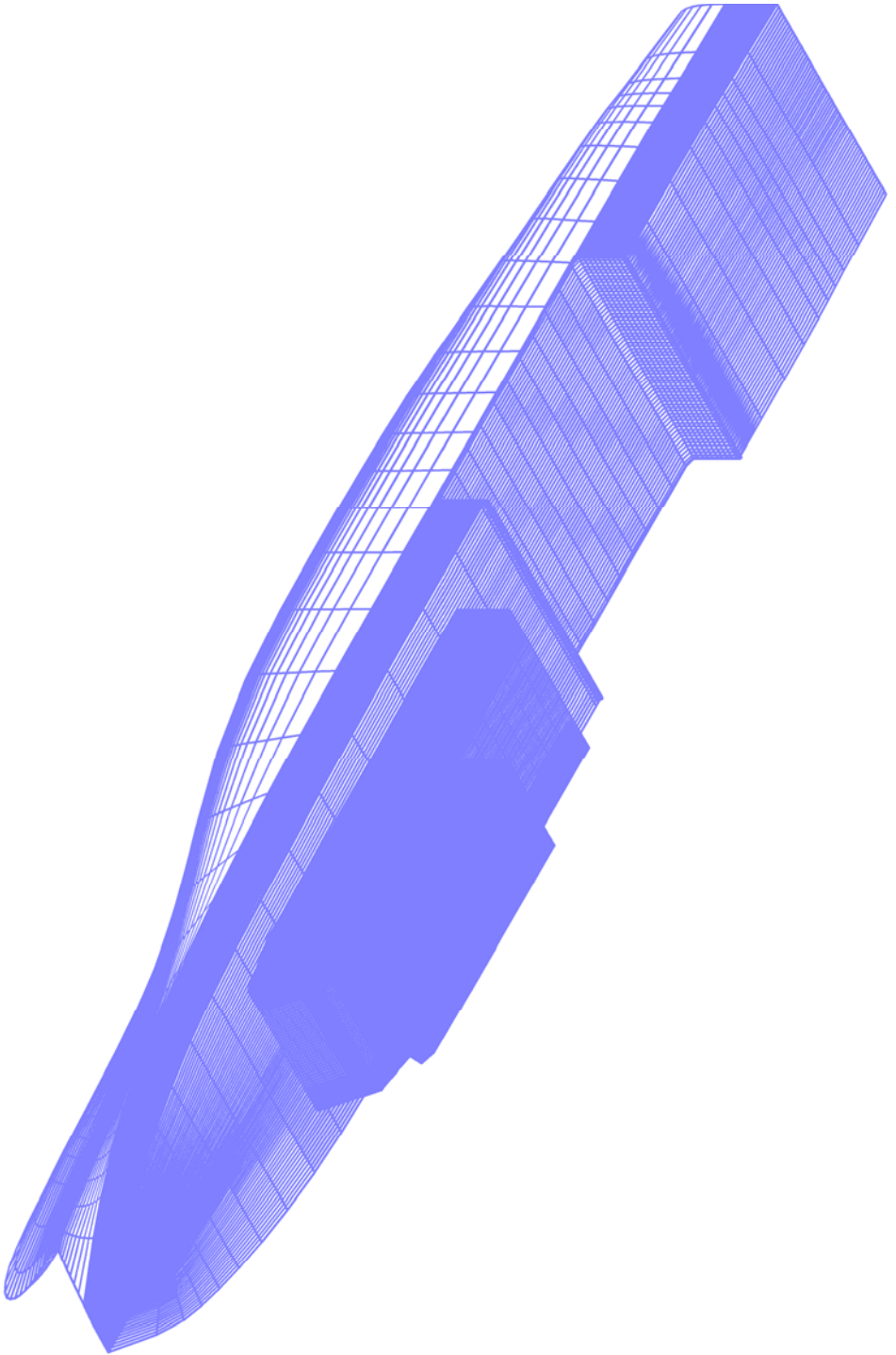
The permissible variation in outside diameter is 0.5 mm for pipe furnished threaded or plain end with outside diameter 48.6 mm and under, 0.5 mm for

threaded pipe with 60.5 mm O.D., 0.7 for 76.3 mm, 0.8 mm for 89.1 mm and up to 165.2 mm, 0.9 mm for 190.7, 0.1 mm for 216.3 mm, 1.2 mm for 241.8, 1.3 mm for 267.4 mm, 1.5 mm for 318.5 mm. and 1 % for plain end pipe with outside diameter 60.5 mm and up to 355.6 mm.

Taper of thread is 3/4 inches per foot, measured on diameter.

Furnished with threads and coupling and in random lengths from 12 feet to 22 feet, unless otherwise specified.

The weight per foot of pipe with threads and coupling is based on a length of 5 meters.



Eurocopter EC155

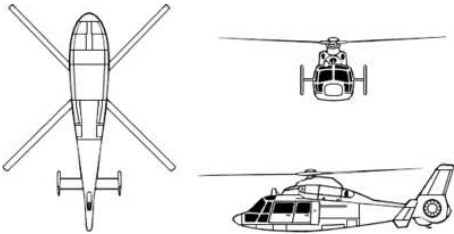
Dari Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas

EC155 Eurocopter adalah helikopter transport penumpang long-range medium-lift yang dikembangkan oleh Eurocopter dari Dauphin keluarga untuk digunakan penerbangan sipil. Ini adalah pesawat bermesin ganda dan dapat membawa sampai 13 penumpang bersama dengan 1 atau 2 kru, tergantung pada konfigurasi pelanggan. Helikopter dipasarkan untuk transportasi penumpang, dukungan lepas pantai , transportasi perusahaan VIP dan tugas kecelakaan transportasi.

Daftar isi

- 1 Spesifikasi (EC155 B1)
 - 1.1 Karakteristik umum
 - 1.2 Prestasi
- 2 Referensi
- 3 Pranala luar

Spesifikasi (EC155 B1)



Karakteristik umum

- Kru: 1 atau 2 (pilot)
- Kapasitas: 13 penumpang atau 2.301 kg (£ 5073) payload
- Panjang: 14,3 m (46 ft 11 in)
- Tinggi: 4.35 m (14 ft 3 in)
- Berat kosong: 2.618 kg (£ 5772)
- Berat kotor: 4.950 kg (10.913 £)
- Max berat lepas landas: 4.920 kg (10.847 £)
- Powerplant: 2 × Turbomeca Arriel 2C2 mesin turboshaft, 697 kW (935 hp) masing-masing
- Main rotor diameter: 12,6 m (41 ft 4 in)
- Main rotor area: 124,7 m 2 (1.342 sq ft)

Prestasi

- Jangan melebihi kecepatan : 324 km / h (201 mph, 175 kn)
- Range: 857 km (533 mil, 463 nm)
- Ferry range: 985 km (612 mil, 532 nm)
- Layanan langit-langit: 4.572 m (15.000 ft)
- Tingkat panjat: 8,9 m / s (1.750 ft / min)

Referensi

- Gray, Peter. Dauphin "Bigger and Better." (<http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/2000/2000%20-%20200130.html?search=AS365>) *Flight International*, January 2000. pp. 48–51.

Pranala luar

Wikidata: Airbus Helicopters H155 Dauphin

- Eurocopter EC 155 B Technical Data Manual

(http://web.archive.org/web/20030418083343/http://www.eurocopter.com/paris2001/products/PDF/TechData%20_EC155_2001.pdf)

EC155



Eurocopter EC155 B1 at Paris Air Show 2007

Jenis	Passenger Transport Helicopter
Pembuat	Eurocopter
Penerbangan perdana	17 June 1997
Diperkenalkan	March 1999
Harga satuan	US\$10 million, €7.5 million
Dikembangkan dari	Eurocopter AS365 N3 Dauphin 2
Dikembangkan menjadi	Eurocopter X3



An EC155 of the German Bundespolizei



Wikimedia Commons memiliki kategori mengenai ***Eurocopter EC155***

- Eurocopter EC 155 B1 Technical Data Manual (http://web.archive.org/web/20061110083746/http://www.eurocopter.com/site/docs_wsw/fichiers_communs/docs/TD_155B1.pdf)
- Aerospace Technology - Eurocopter EC 155 (<http://www.aerospace-technology.com/projects/ec155/>)
- Flug Revue Online - Eurocopter EC 155B1 (AS 365N4 Dauphin) (<http://www.flug-revue.rotor.com/FRTypen/FREC155.htm>)

Diperoleh dari "https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Eurocopter_EC155&oldid=8154559"

Kategori: [Helikopter](#) | [Pesawat terbang Eurocopter](#) | [Helikopter pencarian dan penyelamatan \(SAR\)](#)

- Halaman ini terakhir diubah pada 1 September 2014, pukul 09.47.
- Teks tersedia di bawah Lisensi Atribusi-BerbagiSerupa Creative Commons; ketentuan tambahan mungkin berlaku. Lihat Ketentuan Penggunaan untuk lebih jelasnya.



Features & Benefits

- Sturdy light fabric (1 100 db) & Essential equipment
- Easy to fold – Compact boats
- Easy to carry – Light boats
- Large bow shape & Strong hard decks
- Functional
- Multipurpose boats
- Classic Zodiac Milpro design and accessories
- Simple
- Reliable
- Well-priced
- Long-lasting

Simple, Strong and Reliable

The **Grand Raid** name is almost as old as Zodiac Milpro boats itself and has gone through design and feature evolutions to still be very **reliable** in today's market,

Zodiac Milpro Grand Raid form the backbone of many small boat fleets and are pretty much unique in their full equipment definition.

They continue to answer the needs of users worldwide, whatever conditions and requirements are (Army and Navy, coast guards, customs, police, first responders, scientists eco tourism...).

From 2009, **Zodiac Milpro** is proposing the **Grand Raid Next Generation**, with a new Bow Shape, a reinforced Fabric, new Valves, a Large Flow Self-bailer, and a Long Shaft Transom adapted to 4-stroke engines...

The **Grand Raid** range is the historical range of multipurpose inflatable boats designed to meet the demanding requirements of Military users as well as Professional organizations throughout the world.

– Download the Grand Raid range brochure : (<http://zodiacmilpro.com/wp-content/uploads/2013/05/TDS-EN-GR-range-IT.pdf>)



(<http://zodiacmilpro.com/wp-content/uploads/2010/06/IP09-MK2c-GR-dessus2.jpg>)



(<http://zodiacmilpro.com/wp-content/uploads/2010/>)

	MK 2C GR (http://dev.thalicia.com/zmp2013/web/inflatable-boats/technical-specifications/)	MK 2 GR (http://dev.thalicia.com/zmp2013/web/inflata)
DIMENSIONS & WEIGHT		
Overall length	3.80 m / 12'6"	4.20 m / 13'9"
Weight (empty)	83 kg / 183 lb	86 kg / 190 lb
CAPACITY		
Maximum payload	750 kg / 1653 lb	910 kg / 2006 lb
Number of persons	6	7
ENGINE		
Recommended power	25 hp	40 hp
HULL SHAPE	Classic (http://zodiacmilpro.com/wp-admin/admin-ajax.php?action=the_ajax&task=get_post_content&id=694&nonce=9b1f890cd6&ajax=true&width=650&height=370)	Classic (http://zodiacmilpro.com/wp-admin/admin-ajax.php?action=the_ajax&task=get_post_content&id=694&nonce=9b1f890cd6&ajax=true&width=650&height=370)
FLOOR	Rigid (http://zodiacmilpro.com/wp-admin/admin-ajax.php?action=the_ajax&task=get_post_content&id=560&nonce=9b1f890cd6&ajax=true&width=650&height=370)	Rigid (http://zodiacmilpro.com/wp-admin/admin-ajax.php?action=the_ajax&task=get_post_content&id=560&nonce=9b1f890cd6&ajax=true&width=650&height=370)



SEE ALSO

- Work Boats
(<http://zodiacmilpro.com/inflatable-boats/work-boats/>)
- Emergency Response Boats
(<http://zodiacmilpro.com/inflatable-boats/emergency-response-boats/>)
- Multipurpose Grand Raid
(<http://zodiacmilpro.com/inflatable-boats/multipurpose-grand-raid/>)
- Military Boats
(<http://zodiacmilpro.com/inflatable-boats/military-boats/>)



Inflatables

(<http://zodiacmilpro.com/inflatable-boats/>)

Sea Rib®

(<http://zodiacmilpro.com/rigid-inflatable-boats/>)

Zodiac Hurricane®

(<http://zodiacmilpro.com/hurricane-ribs/>)

Other Products

(<http://zodiacmilpro.com/other-products/>)

Distributors / Service Centers

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/distributors-dealers/>)

Yacht Tenders

(<http://www.zodiacmilproenders.com/>)

They trust us

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/links/>)

Legal

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/legal/>)

Contact us

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/contact-us/>)

News

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/news/>)

Corporate Info

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/>)

Certifications

(<http://zodiacmilpro.com/corporate-info/certifications/>)

Documentation

(<http://zodiacmilpro.com/private-area/documentation/>)

Spare parts

(<http://zodiacmilpro.com/private-area/spare-parts/>)

Private area

(<http://zodiacmilpro.com/private-area/>)

Sitemap

(<http://zodiacmilpro.com/sitemap/>)

Zodiac Milpro © 2013 All Rights Reserved | Developed and hosted by

Thalicia Int, Ltd

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ponorogo pada tanggal 2 Juni 1991, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 1 Coper, SMPN 1 Sambit, dan SMAN 1 Sambit Ponorogo. Pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012-2014 penulis bekerja pada R&D bidang otomotif di Jakarta. Pada Februari 2014 penulis melanjutkan studi S1 jurusan Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan-ITS dengan kosentarsi ilmu pada *Marine Manufacture and Design (MMD)*. Selama perkuliahan penulis aktif dalam bekerja pada beberapa perusahaan *mechanical* dan manufaktur yang berada di Surabaya. Serta penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan seminar dan pelatihan, baik yang diselenggarakan oleh pihak dari Jurusan Teknik Sistem Perkapalan maupun dari luar kampus.

A'ang Kunaifi

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan-FTK-ITS

aangkuna@gmail.com