



UNIVERSITAS INDONESIA

KONSEP DESAIN DERMAGA PERIKANAN TERAPUNG

SKRIPSI

**IBNU NURSEHA
0405080157**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

KONSEP DESAIN DERMAGA PERIKANAN TERAPUNG

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana**

IBNU NURSEHA

0405080157

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : IBNU NURSEHA
NPM : 0405080157
Tanda Tangan :
Tanggal : 26-06-2009**



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ibnu Nurseha
NPM : 0405080157
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Konsep Desain Dermaga Perikanan Terapung

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Marcus Albert Talahatu, M.T ()
Penguji : Dr. Ir. Sunaryo ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng, M.Sc ()
Penguji : Ir. Hadi Tresna Wibowo ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 10 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Perkapalan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Marcus Albert Talahatu .MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) pihak Departemen Teknik Mesin yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (3) pihak Departemen Kelautan dan Perikanan yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) pihak Dok Kodja Bahari yang telah membantu dalam perancangan
- (5) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (6) sahabat-sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 20 Desember 2006

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Nurseha
NPM : 0405080157
Program Studi : Teknik Perkapalan
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Konsep Desain Dermaga Perikanan Terapung.

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 26-Juni-2009

Yang menyatakan

(.....)

ABSTRAK

Nama : Ibnu Nurseha
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul : Konsep Desain Dermaga Perikanan Terapung

Perancangan Dermaga Perikanan Terapung sebagai fungsi tambahan dari administrasi pelabuhan perikanan, bertujuan untuk menampung produksi ikan dan penjaga kedaulatan negara di Laut Arafura. Metode yang dipakai dalam perancangan adalah metode perbandingan. Pada perancangan ini bentuk lambung yang dipakai adalah barge dan pada perhitungan didapat panjang barge sebesar 91,44 meter dan memiliki stabilitas awal yang memenuhi standar IMO. Dermaga ini memiliki kapasitas ruang muat 3700 ton ikan dan 1833 ton bahan bakar.

Kata kunci:

Barge, Kapasitas, Stabilitas.

ABSTRACT

Name : Ibnu Nurseha
Study Program: Naval Architecture
Title : Design Concept of Fisheries Floating Port

Fisheries Floating Port design as an additional function of the fisheries administration, aims to accommodate the production of fish and guard state sovereignty in the Arafura sea. The design used comparison method. The side's form that used in this design is barge. Obtained in the calculation, the barge's long is 91,44 m and has the stability to meet the initial standards IMO. This port has a capacity of 3700 tons of cargo hold of fish and 1833 tons of fuel.

Keywords:

Barge, Capacity, Stability.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian.....	3
1.6. Metode Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB 2. DASAR TEORI.....	6
2.1. Preliminary Design	6
2.2. Bentuk Badan Kapal	8
2.2.1. Ukuran Utama Kapal.....	8
2.2.1.1. Perbandingan Ukuran Utama Kapal.....	12
2.2.2. Koefisien Bentuk Kapal.....	13
2.3. Besaran-besaran Kapal.....	19
2.3.1. Volume Displacement (Volume Carene) Kapal	20
2.3.3. Volume Pemindahan Air	20
2.3.4. Berat Pemindahan Air	21
2.3.5. Bobot-Berat Mati (Dead Weight Ton)	22

2.3.6. Eksploitasi Kapal.....	22
2.3.7. Muatan Bersih.....	24
2.4. Stabilitas Kapal.....	25
2.4.1. Macam-macam Keadaan Stabilitas	27
2.4.2. Titik-titik Penting dalam Stabilitas	28
2.4.3. Dimensi Pokok dalam Stabilitas	30
BAB 3. PROSES PERANCANGAN	34
3.1. Perancangan.....	34
3.1.1. Penentuan Lokasi Dermaga Perikanan Terapung	34
3.1.2. Penentuan Bentuk Bangunan Dermaga Perikanan Terapung .	36
3.1.3. Penentuan Dimensi, dan Koefisien,	38
3.1.4. Pembuatan Rencana Garis	39
3.1.5. Penilaian Stabilitas Awal.....	39
3.1.6. General Arrangement atau Rencana Umum	41
BAB 4. PERHITUNGAN DAN HASIL	43
4.1. Estimasi Pay Load Barge 250 feet.....	43
4.1.1. Estimasi Ukuran Utama dan Koefisien-Koefisien Bentuk..	44
4.1.2. Estimasi Berat Barge Kosong (LWT).....	46
4.1.3. Estimasi Perhitungan Berat DWT	48
4.2. Estimasi Pay Load Barge 440 feet.....	51
4.2.1. Estimasi Ukuran Utama dan Koefisien Bentuk.....	52
4.2.2. Estimasi Berat Barge Kosong (LWT).....	54
4.2.3. Estimasi Berat DWT	56
4.3. Hubungan Panjang Barge Terhadap Pay Load.....	59
4.4. Estimasi Pay Load Barge Rancangan	60
4.3.1. Estimasi Ukuran Utama dan Koefisien Bentuk.....	62
4.3.1.1. Koreksi Lambung Timbul.....	64
4.3.2. Rencana Garis (Lines Plan).....	65
4.3.3. Estimasi Berat Barge Kosong (LWT).....	65
4.3.4. Estimasi Berat DWT rancangan	80
4.3.5. Perhitungan Hidrostatik	83
4.3.6. Penilaian Terhadap Stabilitas Awal.....	88

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1. Kesimpulan.....	95
5.2. Saran	96
DAFTAR PUSAKA	97



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar barge pembanding 250 feet.....	38
Tabel 3.2 Daftar barge pembanding 440 feet.....	39
Tabel 3.3. Kriteria IMO	40
Tabel 3.4. Jumlah awak kapal	42
Tabel 4.1. Barge pembanding 250 feet.....	43
Tabel 4.2. Barge pembanding 440 feet.....	51
Tabel 4.3. Daftar barge pembanding 300 feet.....	60
Tabel 4.4. Daya cold storage.....	76
Tabel 4.5. Kebutuhan daya pada setiap item.....	78
Tabel 4.6. Hasil perhitungan hidrostatis.....	83
Tabel 4.7. Persyaratan stabilitas awal pada maxsurf 11.12.....	88
Tabel 4.8. Hasil perhitungan stabilitas.....	89
Tabel 4.9. Hasil pengujian stabilitas dari IMO.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penentuan panjang kapal.....	8
Gambar 2.2 Penentuan lebar kapal	9
Gambar 2.3 Penentuan tinggi kapal.....	10
Gambar 2.4 Penentuan sarat air	10
Gambar 2.5 Penentuan koefisien balok.....	14
Gambar 2.6 Penentuan gading besar.....	15
Gambar 2.7 Penentuan koefisien garis air.....	16
Gambar 2.8 Kondisi stabil dan tidak stabil	28
Gambar 2.9 Titik penting dalam stabilitas	30
Gambar 2.10 Momen penegak	32
Gambar 3.1 Peta ZEE laut Indonesia	35
Gambar 3.2. Peta batas-batas laut Indonesia.....	35
Gambar 3.3. Tipe bentuk dasar rancangan.....	37
Gambar 4.1. Data rancangan barge 250 feet	46
Gambar 4.2. Data rancangan barge 440 feet	54
Gambar 4.3. Grafik perbandingan pay load terhadap panjang barge	60
Gambar 4.4. Hasil perhitungan barge rancangan pada maxsurf 11.12	64
Gambar 4.5. Rencana garis pada maxsurf 11.12	65
Gambar 4.6. Kurva hidrostatik	89
Gambar 4.7. Kurva koefisien bentuk	90
Gambar 4.8. Kurva stabilitas awal.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lines Plan barge Rancangan.

Lampiran 2. Rencana Umum atau General Arrangement Dermaga Perikanan Terapung.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Indonesia adalah negara maritim dan kepulauan (*archipelagic state*) terbesar di dunia, dengan luas laut 5,8 juta km persegi dan jumlah pulau sekitar 17.508 pulau yang dikelilingi oleh garis pantai sepanjang 81.290 km. Selain itu, Indonesia juga berada di jalur strategis, yakni pada jalur pelayaran Internasional baik melalui Selat Malaka maupun melalui jalur Laut Kepulauan Indonesia.

Perairan Laut Arafura merupakan bagian dari Paparan sahur. Perairan tersebut dibatasi oleh Propinsi Irian Jaya pada sisi timur dan Propinsi Maluku pada sisi barat. Perairan ini sebagian besar termasuk wilayah ZEE Indonesia yang langsung berhubungan dengan Laut Timor dan Laut Banda. Melihat kondisi geografis ini, maka kesuburan perairan Laut Arafura tidak diragukan lagi.

Sejalan dengan upaya pengembangan perekonomian, khususnya dalam pemerataan pembangunan, pengembangan kawasan Indonesia Bagian Timur merupakan skala prioritas. Pembangunan sektor perikanan tangkap yang merupakan salah satu sub sektor unggulan dari sektor kelautan dan perikanan saat ini tentunya diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mensejahterakan nelayan serta berdampak positif bagi kemajuan daerah. Daerah-daerah yang terkait langsung dengan laut Arafura tentunya melihat sumberdaya perikanan laut Arafura sebagai potensi besar yang bisa memberikan nilai dan manfaat bagi pembangunan dan kemajuan perekonomian daerah. Salah satu strategi yang mungkin dilakukan adalah menambah upaya melalui penambahan jumlah armada penangkapan ikan. Semua pihak berharap sumberdaya ikan di Laut Arafura menjadi harapan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi kawasan termasuk mampu mensejahterakan nelayan lokal.

Keberadaan kapal asing sangat mendominasi perairan Indonesia. "Dari sekitar 7000 kapal yang beroperasi di ZEE, dan memiliki izin, 70 persen di antaranya adalah kapal asing. Itu terjadi karena kapal asing itu mendaftar untuk memperoleh bendera Indonesia. Akibatnya negara pun mengalami kerugian yang

sangat besar. Sehingga hal tersebut menimbulkan banyak pelanggaran yang dilakukan oleh negara tetangga dalam mengolah hasil laut Indonesia.

Jika pemerintah mau segera meningkatkan patroli laut untuk mengatasi *illegal fishing*, bayangkan berapa dana yang akan di hemat pemerintah. Selain itu, pemerintah juga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat pribumi melalui pencegahan *illegal fishing*. Dari sektor perikanan saja, per tahunnya Indonesia dapat mengirit 20 triliun jika *illegal fishing* dapat diatasi.

Dengan adanya Dermaga Perikanan Terapung yang dioperasikan di sekitar perairan ZEE Arafura yang mampu menampung produksi ikan di wilayah tersebut dengan adanya fasilitas-fasilitas penunjang seperti tempat pengisian bahan bakar, kantor kesyahbandaran dan kapal-kapal patroli, sehingga mampu mengendalikan situasi keadaan yang terjadi di perairan tersebut. Hal ini tentunya akan mampu meningkatkan kesejahteraan para nelayan, meningkatkan keamanan perbatasan laut, dan tentunya memajukan dunia perikanan di Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah.

Laut-laut Indonesia dikenal dengan laut yang memiliki Sumber Daya Laut (SDL) yang melimpah seperti pada Laut Arafura. Sehingga perlu dilakukan pengolahan Sumber Daya Laut di Arafura yang cerdas yang dapat menghasilkan nilai tambah bagi Indonesia, salah satunya dengan mengadakan Dermaga Perikanan Terapung yang beroperasi di sekitar Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) yang bertujuan sebagai tempat penampungan sementara ikan-ikan hasil tangkapan nelayan di daerah tersebut. Selain itu dermaga ini juga dapat berfungsi sebagai penjaga kedaulatan NKRI dari pihak luar.

Untuk melakukan pembangunan ini tentunya kita harus bekerjasama dengan pihak pemerintah. Dimana fungsi pemerintah pada pembangunan ini yaitu sebagai penyedia dana atau sebagai pihak *owner*. Dimana kapasitas palka ikan yang dibutuhkan adalah 3500 ton/bulan dan 1600 ton/bulan.

1.3 Tujuan Penelitian.

Bertujuan untuk membuat kajian dan studi mengenai konsep disain dermaga apung di Laut Arafura dengan memenuhi kebutuhan kapasitas ruang muat ikan dan bahan bakar yang dibutuhkan.

Dimana pada perancangan ini diharapkan produksi ikan di Laut Arafura dapat ditampung secara maksimal dan efektif. Sehingga akan terjadinya pemasukan ekonomi yang besar bagi Indonesia dan peningkatan kesejahteraan nelayan khususnya di sekitar Laut Arafura.

1.4 Manfaat Penelitian.

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

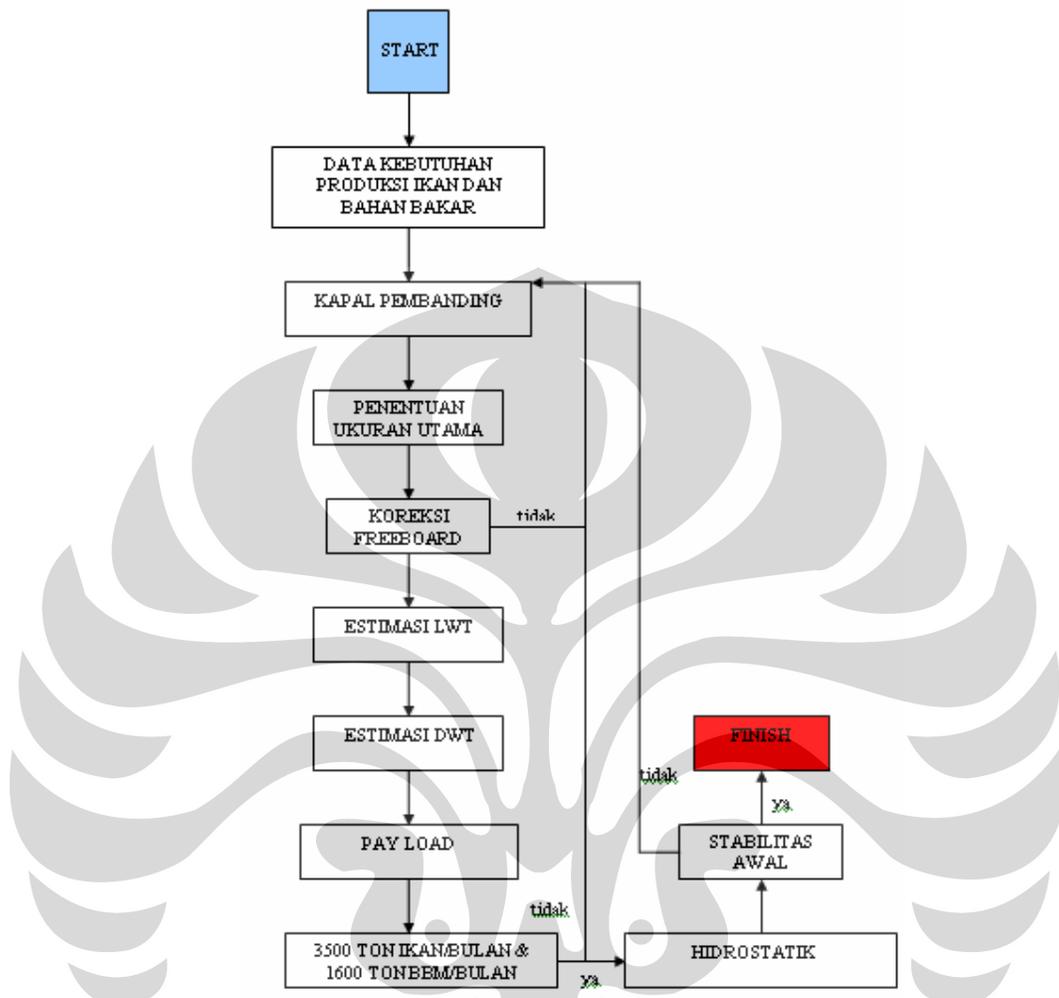
- Bagi penulis.
Untuk menerapkan teori-teori merancang kapal yang selama ini diperoleh di bangku kuliah dan untuk menambah wawasan pengetahuan terkait dengan konsep disain dermaga perikanan terapung ini.
- Bagi akademisi.
Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi para akademisi sebagai suatu referensi tambahan dalam pengembangan ilmu di bidang perancangan kapal dan estimasi pembangunan.

1.5 Batasan Penelitian.

Agar permasalahan lebih terfokus dan tujuan penulisan dapat tercapai, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- *Conceptual Design.*
 - Estimasi Dimensi Utama.
 - Estimasi Koefisien Bentuk (C_b , C_m , C_w , dan C_p).
 - Estimasi LWT, DWT, dan Pay Load
 - Penilaian Awal Stabilitas.
 - General Arrangement.

1.6 Metode Penelitian.



1.7 Sistematika Penulisan.

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 Pendahuluan.

Bab ini akan menjelaskan latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 Landasan Teoritik.

Bab ini akan menguraikan penjelasan teoritik tentang konsep disain Dermaga Perikanan Terapung.

BAB 3 Proses Perancangan.

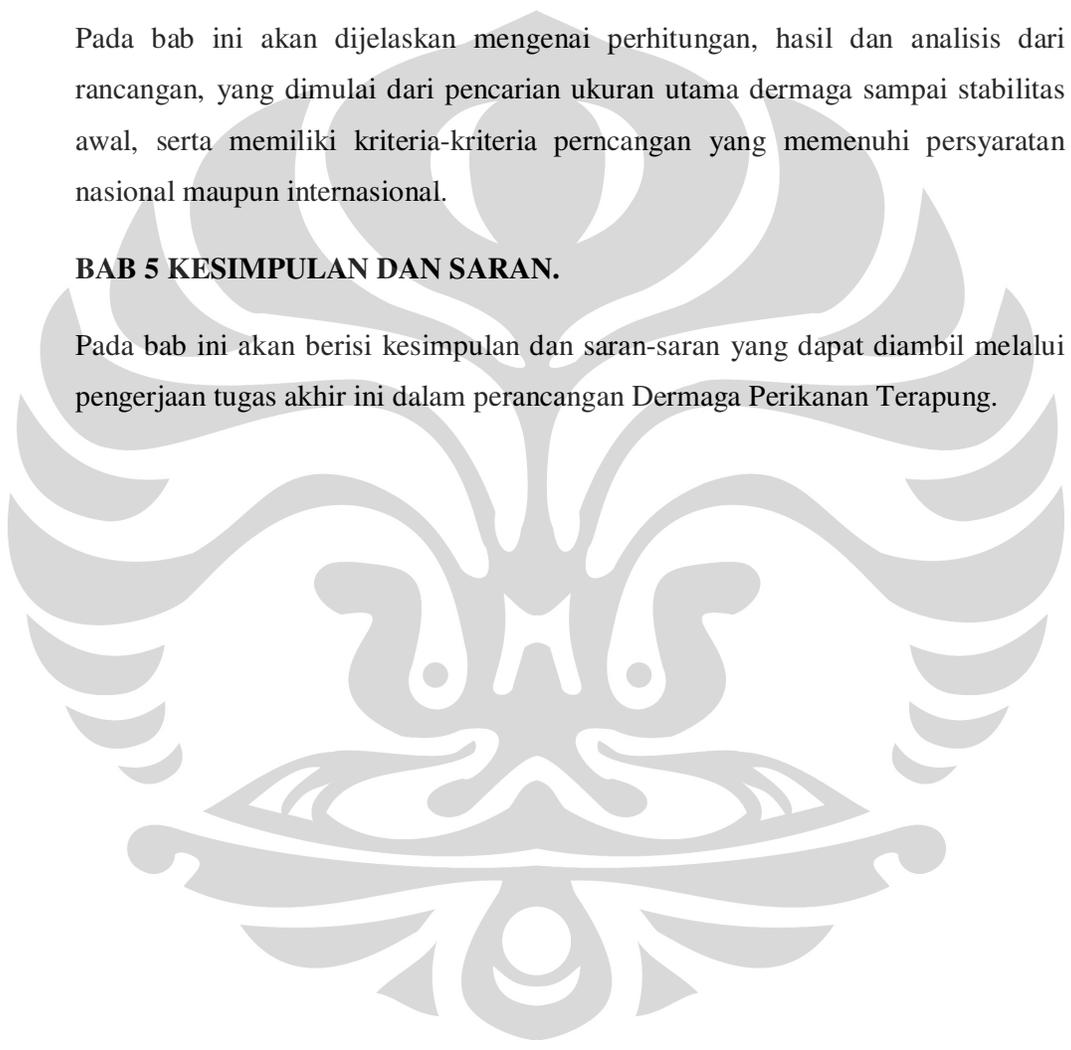
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan Dermaga Perikanan Terapung, yang dimulai dari pencarian dimensi dermaga yang dibutuhkan sampai stabilitas awal rancangan.

BAB 4 Perhitungan dan Hasil.

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perhitungan, hasil dan analisis dari rancangan, yang dimulai dari pencarian ukuran utama dermaga sampai stabilitas awal, serta memiliki kriteria-kriteria perncangan yang memenuhi persyaratan nasional maupun internasional.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.

Pada bab ini akan berisi kesimpulan dan saran-saran yang dapat diambil melalui pengerjaan tugas akhir ini dalam perancangan Dermaga Perikanan Terapung.



BAB 2 DASAR TEORI

2.1 *Preliminary Design.*

Untuk merancang sebuah kapal, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah spesifikasi yang sesuai dengan permintaan pemilik kapal (*owner*), hal ini tidak mudah karena banyaknya permasalahan pokok yang mana dapat dijadikan suatu titik tolak untuk memulai suatu rancangan. *Preliminary design* adalah perhitungan desain secara teori bangunan kapal (*naval architect*) untuk menentukan dan pengecekan terhadap ukuran utama kapal apakah sudah dapat memenuhi “*design condition*” atau rasio-rasio yang ada terutama yang berkaitan dengan kemampuan kapal dalam hal daya muat, keselamatan, kecepatan, dan olah gerak kapal.

Lingkup *preliminary design* terdiri dari perhitungan dan gambar desain untuk menentukan aspek-aspek sebagai berikut :

1. Estimasi sementara ukuran utama, bentuk dan displacement
2. Estimasi tenaga penggerak
3. Estimasi awal isi ruang muat
4. Penilaian awal isi ruang muat
5. Sketsa rencana garis air dan rencana umum kapal
6. Penilaian awal stabilitas
7. Kontrol momen stabilitas
8. Penilaian awal lambung timbul (*freeboard*)
9. Penilaian awal trim
10. Penempatan sekat kedap air

Keadaan tersebut di atas semuanya dipandang sebagai bagian dari suatu sistem transport yang menguntungkan, sehingga pra rancangan ini dipandang sebagai bagian dari proses rancangan kapal secara keseluruhan.

Langkah awal dalam merancang sebuah kapal adalah menentukan ukuran pokok kapal secara pendekatan dengan metode-metode perencanaan kapal yang digunakan berdasarkan asumsi-asumsi awal dan teori-teori bangunan kapal (*naval architect*) yang disertai dengan rumus-rumus pendekatan dan empiris/pengalaman hasil suatu penelitian dan studi banding.

Dalam perencanaan kapal ada 5 metode yang dapat digunakan yaitu :

1. Metode Perbandingan (*Comparison Method*).
Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa kapal dengan tipe yang sama serta memiliki karakter yang sama/hampir sama akan memiliki ukuran pokok yang sama/hampir sama.
2. Metode Statistik (*Method of Statistic*).
Metode ini didasarkan pada data statistik kapal yang sudah dibangun berbagai ukuran pokok dengan melakukan analisis sehingga menjadi referensi dalam menentukan ukuran pokok kapal yang akan dirancang.
3. Metode *Trial and Error*.
Metode perencanaan yang prosesnya dilakukan dengan mengulangi perhitungan yang telah dibuat sebagaimana digambarkan dalam "design spiral" sampai semua parameter desain memenuhi ketentuan desain yang ditetapkan.
4. Metode Solusi Komplek.
Metode yang menggunakan formula atau rumus yang telah teruji dan mempunyai ketelitian tinggi sehingga hasilnya hampir tidak lagi memerlukan adanya koreksi. Metode ini dapat digunakan dengan menggabungkan metode lainnya yaitu metode pembanding atau metode statistik.
5. Metode Spiral (*Spiral Method*).
Metode ini menggunakan beberapa parameter yang harus dilakukan sebelum melanjutkan ke proses merancang selanjutnya. Biasanya metode ini sudah termasuk ke dalam metode-metode di atas.

2.2 Bentuk Badan Kapal.

Pada umumnya bentuk badan kapal tergantung daripada ukuran utama kapal, perbandingan ukuran utama kapal dan koefisien bentuk kapal. Ukuran utama kapal terdiri dari panjang kapal = L , lebar kapal = B , tinggi kapal = H , dan sarat air kapal = d .

Perbandingan ukuran utama kapal meliputi nilai-nilai perbandingan L/B , L/H , B/d , sedang koefisien bentuk kapal terdiri dari koefisien balok = C_b , koefisien gading besar = C_m , koefisien garis air = C_w , dan koefisien prismatic = C_p .

Setiap jenis kapal yang sesuai dengan tujuan pengoperasiannya mempunyai karakteristik bentuk kapal yang berbeda. Karakteristik bentuk badan kapal dapat terlihat dari ukuran utama, perbandingan ukuran utama dan koefisien bentuk kapal.

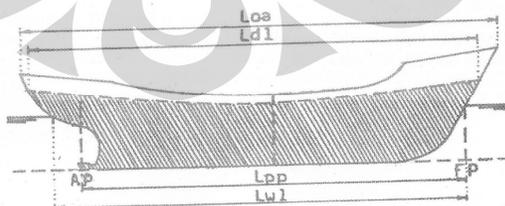
Penentuan ukuran utama kapal, perbandingan ukuran utama dan koefisien bentuk kapal perlu pertimbangan-pertimbangan yang khusus dalam perencanaan kapal karena mempunyai pengaruh terhadap sifat dan bentuk lambung kapal.

2.2.1 Ukuran Utama Kapal.

Ukuran utama kapal merupakan besaran skalar yang menentukan besar kecilnya sebuah kapal¹. Ukuran utama kapal terdiri dari :

a. Panjang Kapal : L .

Dalam penentuan panjang kapal ada 4 macam pengertian panjang kapal yang sering kali dipergunakan dalam perencanaan kapal (seperti terlihat pada gambar dibawah), yaitu :



Gambar. 2.1. Penentuan Panjang Kapal. (sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

- Panjang seluruh kapal (*Length over all* = Loa) adalah jarak yang mendatar antara ujung depan tinggi haluan sampai dengan ujung belakang tinggi buritan kapal.
- Panjang geladak kapal (*Length deck line* = Ldl) adalah jarak mendatar antara sisi depan tinggi haluan sampai dengan sisi belakang tinggi buritan yang diukur pada garis geladak utama atau geladak kekuatan.
- Panjang garis air kapal (*Length water line* = Lwl) adalah jarak mendatar sisi belakang tinggi haluan sampai dengan sisi depan tinggi buritan yang diukur pada garis muat tertinggi atau garis air muatan penuh (tidak termasuk tebal kulit luar lambung kapal).
- Panjang garis tegak kapal (*Length between perpendicular* = Lpp atau Lbp) adalah jarak mendatar antara garis tegak haluan sampai dengan garis tegak buritan yang diukur pada garis air muatan penuh.

b. Lebar Kapal : B.

Dalam penentuan lebar kapal sering kali dijumpai 3 macam pengertian lebar kapal dalam perencanaan kapal (seperti pada gambar di bawah), yaitu :



Gambar. 2.2. Penentuan Lebar Kapal (sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

- Lebar maksimum kapal (*Breadht maximum* = $Bmax$) adalah jarak mendatar antara sisi-sisi luar kulit lambung kapal yang diukur pada lebar kapal terbesar.
- Lebar moulded kapal (*Breadht moulded* = $Bmld$) adalah jarak mendatar antara sisi-sisi luar kulit lambung kapal yang diukur pada garis geladak utama atau geladak kekuatan.

- Lebar garis air kapal (*Breadht water line = Bwl*) adalah jarak mendatar antara sisi-sisi luar kulit lambung kapal yang diukur pada garis air muatan penuh.
- Lebar perencanaan kapal (*Breadht design = Bdesign*) adalah jarak mendatar antara sisi-sisi luar kulit lambung kapal yang diukur pada gading kapal terbesar (tidak termasuk tebal kulit luar lambung kapal).

c. Tinggi Kapal : H.

Tinggi kapal atau tinggi geladak kapal (*Height = H* atau *Depth = D*) adalah jarak vertikal atau tegak antara garis dasar sampai dengan garis atau sisi atas geladak utama yang diukur pada pertengahan panjang garis tegak kapal (seperti terlihat dalam gambar di bawah).



Gambar. 2.3. Penentuan Tinggi Kapal (sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

d. Sarat Air Kapal : d.

Sarat air kapal (*Draft* atau *Draught* : *d* atau kadang-kadang menggunakan notasi *T*) adalah jarak vertical antara garis dasar sampai dengan garis air muatan penuh atau tanda lambung timbul untuk garis muat musim panas yang diukur pada pertengahan panjang garis tegak kapal (seperti terlihat pada gambar di bawah).



Gambar. 2.4. Penentuan Sarat Air (sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

e. Pengaruh Ukuran Utama Kapal.

- Panjang kapal : L.

Panjang kapal mempunyai pengaruh terhadap kecepatan dan kekuatan memanjang kapal.

- Adanya penambahan panjang kapal akan mengurangi tahanan kapal pada displacement kapal tetap, mengurangi kemampuan olah gerak kapal atau manouwer kapal, mngurangi kekuatan memanjang kapal (menambah longitudinal bending stress) serta mengurangi penggunaan fasilitas galangan dan terusan.
- Adanya pengurangan panjang kapal akan menambah ruangan badan kapal yang lebih baik atau besar pada displacement kapal tetap.

- Lebar Kapal : B.

Lebar kapal mempunyai pengaruh terhadap tinggi metacentre = MG. Apabila terjadi penambahan lebar kapal akan mengakibatkan kenaikan tinggi metacentre : MG pada displacement, panjang dan sarat air kapal tetap serta menambah ruangan badan kapal, mengurangi penggunaan fasilitas galangan dan terusan.

- Tinggi Kapal : H.

Tinggi kapal mempunyai pengaruh terhadap tinggi titik berat kapal (centre of gravity = KG), kekuatan memanjang dan ruangan badan kapal .

Apabila terjadi penambahan tinggi kapal akan mengakibatkan kenaikan tinggi titik berat kapal : KG, mengurangi tinggi metacentre : MG dan menambah kekuatan memanjang kapal dengan ukuran balok-balok penguat memanjang tetap.

- Sarat Air Kapal : d.

Sarat air kapal mempunyai pengaruh terhadap tinggi titik tekan ke atas kapal (centre of buoyancy = KB).

Apabila terjadi penambahan sarat air kapal akan mengakibatkan kenaikan tinggi titik tekan ke atas kapal : KB pada displacement, panjang dan lebar kapal tetap serta mengurangi penggunaan fasilitas galangan dan terusan,

mengurangi jumlah pelabuhan yang akan disinggahi dan mengurangi daerah pelayaran.

2.2.1.1 Perbandingan Ukuran Utama Kapal.

Setiap jenis kapal mempunyai karakteristik bentuk badan kapal yang berbeda-beda tergantung daripada harga perbandingan ukuran utama kapal dan koefisien bentuk kapal yang berpengaruh terhadap sifat dan bentuk kapal. Perbandingannya antara lain, yaitu:

a. Perbandingan antara panjang dengan lebar kapal = L/B .

Nilai perbandingan L/B mempunyai pengaruh terhadap kecepatan, stabilitas, dan kekuatan memanjang kapal.

- Apabila nilai perbandingan L/B besar akan menambah kecepatan kapal, menambah harga perbandingan ruangan kapal yang lebih baik, mengurangi kemampuan olah gerak kapal, dan mengurangi stabilitas kapal.
- Apabila nilai perbandingan L/B kecil akan menambah kemampuan stabilitas kapal yang lebih baik dan menambah tahanan kapal.

b. Perbandingan antara panjang dengan tinggi kapal = L/H .

Nilai perbandingan L/H mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal.

- Untuk nilai perbandingan L/H besar akan mengurangi kekuatan memanjang kapal.
- Untuk nilai perbandingan L/H kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal.

Penentuan persyaratan nilai perbandingan L/H kapal yang sesuai peraturan Biro Klasifikasi Indonesia :

- $L/H = 14$ untuk daerah pelayaran Samudera.
- $L/H = 15$ untuk daerah pelayaran Pantai.
- $L/H = 17$ untuk daerah pelayaran Lokal.
- $L/H =$ untuk daerah pelayaran Terbatas.

Apabila daerah pelayaran gelombang atau pengaruh gaya-gaya luar yang bekerja pada kapal lebih besar maka persyaratan nilai perbandingan L/H kapal akan lebih kecil.

c. Perbandingan antara lebar dengan sarat air kapal = B/d .

Nilai perbandingan B/d mempunyai pengaruh terhadap stabilitas kapal.

- Apabila nilai perbandingan B/d kecil akan mengurangi stabilitas kapal.
- Apabila nilai perbandingan B/d besar akan menambah stabilitas kapal yang lebih baik.

d. Perbandingan antara tinggi dengan sarat air kapal = H/d .

Nilai perbandingan H/d mempunyai pengaruh terhadap daya apung cadangan (*reserve displacement*).

- Apabila nilai perbandingan H/d kecil akan mengurangi daya apung cadangan dan mengurangi daya muat kapal serta menambah stabilitas kapal yang lebih baik.
- Apabila nilai perbandingan H/d besar akan menambah daya apung cadangan dan menambah daya muat kapal serta mengurangi stabilitas kapal yang lebih baik.
- Selisih antara tinggi kapal : H dengan sarat air kapal : d dinamakan lambung timbul (*freeboard*).
- *Freeboard* merupakan jarak tegak antara garis tepi geladak sampai dengan permukaan air.

2.2.2 Koefisien Bentuk Kapal.

Koefisien bentuk kapal yang mempengaruhi sifat dan bentuk lambung kapal terdiri dari dari:

a. Koefisien Balok (*Block Coefficient*).

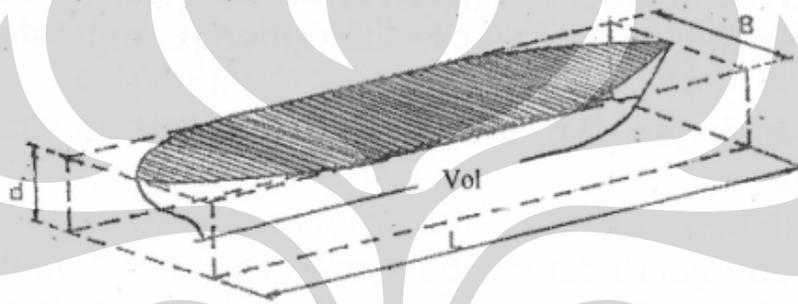
Koefisien balok adalah perbandingan antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air dengan volume balok yang dibentuk oleh panjang, lebar, dan tinggi balok.

Koefisien balok dapat dinyatakan dengan formula, sebagai berikut :

$$C_b = \frac{Vol}{L \times B \times d} \quad (2.1)$$

Dimana :

- C_b = koefisien balok
- Vol = volume badan kapal yang di bawah permukaan air (isi carene)
- L = panjang garis air kapal
- B = lebar garis air kapal (lebar carene)
- D = sarat air kapal



Gambar. 2.5. Penentuan Koefisien Balok (sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

Badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping tergantung dari nilai koefisien balok. Kapal cepat mempunyai nilai C_b kecil sedang kapal lambat mempunyai nilai C_b besar. Selain itu ada beberapa formula atau rumus untuk menentukan besarnya nilai C_b kapal, yaitu antara lain adalah :

- Metode *Kerleen*:

$$C_b = 1.179 - 0.333 \frac{v}{\sqrt{L}} \quad (2.2)$$

- Metode *Chirila*:

$$C_b = 1.214 - 0.374 \frac{v}{\sqrt{L}} \quad (2.3)$$

- Metode *Sabit, Series 60*:

$$C_b = 1.173 - 0.368 \frac{v}{\sqrt{L}} \quad (2.4)$$

- *Schneekluth*

$$C_b = 1.17 - 0.361 \sqrt[3]{\frac{v}{\sqrt{L}}} \quad (2.5)$$

b. Koefisien Gading Besar (*Midship Coefficient*).

Koefisien gading besar adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang berada di bawah permukaan air dengan luas empat persegi panjang yang dibentuk oleh lebar dan tinggi segi empat.

Koefisien gading besar dapat dinyatakan dengan formula, sebagai berikut :

$$C_m = \frac{A_m}{B \times d} \quad (2.6)$$

- Metode *RF Scheltema De Keere*:

$$C_m = 1.05 - \frac{0.025}{C_b - 0.35} \quad (2.7)$$

- Metode *Sabit, Series 60*:

$$C_m = 0.08 C_b + 0.93 \quad (2.8)$$

- Metode *Van Lammeren*:

$$C_m = 0.9 + 0.1 \sqrt{C_b} \quad (2.9)$$

- Metode *A Schoeker*:

$$C_m = 0.91 + 0.1 \sqrt{C_b} \quad (2.10)$$

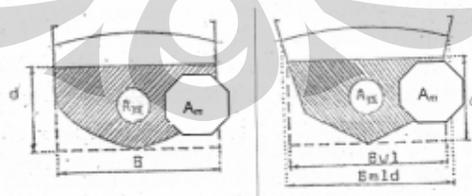
Dimana :

C_m = koefisien gading besar

A_m = luas penampang gading besar yang berada di bawah permukaan air

B = lebar kapal

D = sarat air kapal



Gambar. 2.6. Penentuan gading besar (sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

Gading besar merupakan penampang melintang kapal yang terbesar. Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian dari panjang kapal

dinamakan parallel middle body. Kapal yang memerlukan ruang muat yang besar harus mempunyai penampang gading besar yang cukup besar atau nilai C_m besar.

c. Koefisien Garis Air (*Water Plane Coefficient*).

Koefisien garis air adalah perbandingan antara luas penampang garis air dengan luas empat persegi panjang yang dibentuk oleh panjang dan lebar segi empat.

Koefisien garis dapat dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$C_w = \frac{A_w}{L \times B} \quad (2.11)$$

- Metode *Posdunine*:

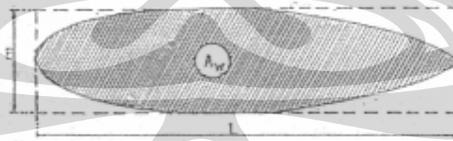
$$C_w = \frac{1 + 2C_b}{3} \quad (2.12)$$

- *Schneekluth*:

$$C_w = 0.95 C_p + 0.17 (1 - C_p)^{1/3} \quad (2.13)$$

Dimana :

- C_w = koefisien garis air
- A_w = luas penampang garis air
- L = panjang garis air kapal
- B = lebar garis air kapal



Gambar. 2.7. Penentuan koefisien garis air (sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang, 2006)

Kapal cepat mempunyai nilai C_w kecil dan bentuk garis air yang tajam, koefisien garis air mempunyai pengaruh terhadap jari-jari metacentre = MB.

d. Koefisien Prismatik (*Prismatic Coefficient*).

Ada 2 (dua) macam koefisien prismatik, yaitu :

- Koefisien Prismatic Memanjang (*Longitudinal Prismatic Coefficient*).
Koefisien prismatic memanjang adalah perbandingan antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air dengan volume prisma yang dibentuk oleh luas penampang gading besar dan panjang prisma.
Koefisien prismatic memanjang dapat dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$C_p = \frac{Vol}{A_m \times L} \quad (2.14)$$

Dimana :

C_p = koefisien prismatic memanjang

Vol = volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air (isi carene)

L = panjang garis air kapal

Bentuk kelangsingan badan kapal tergantung dari nilai C_p . Apabila perubahan bentuk penampang melintang pada sepanjang panjang kapal yang kecil (perubahan bentuk penampang sedikit), maka nilai C_p besar.

Hubungan antara koefisien prismatic memanjang dengan koefisien-koefisien balok dan koefisien gading besar. Dengan cara penjabaran formula-formula (1) dan (2) akan diperoleh formula sebagai berikut :

$$C_b = \frac{Vol}{L \times B \times d} \quad (2.1)$$

$$Vol = L \times B \times d \times C_b \quad (2.15)$$

$$C_m = \frac{A_m}{B \times d} \quad (2.6)$$

$$A_m = B \times d \times C_m$$

(2.16)

Apabila formula (2.15) dan (2.16) dimasukkan dalam formula (2.14) akan diperoleh formula sebagai berikut :

$$C_p = \frac{Vol}{A_m \times L} \quad (2.14)$$

$$= \frac{L \times B \times d \times C_b}{B \times d \times C_m \times L}$$

$$= \frac{C_b}{C_m} \quad (2.17)$$

Jadi koefisien prismatic memanjang (C_p) sama dengan koefisien balok (C_b) dibagi dengan koefisien gading besar (C_m).

- Koefisien Prismatic Melintang (*Vertical Prismatic Coefficient*).

Koefisien prismatic melintang adalah perbandingan antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air dengan volume prisma yang dibentuk oleh luas penampang garis air dan tinggi prisma.

Koefisien prismatic melintang dapat dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$C_p = \frac{Vol}{A_m \times L} \quad (2.14)$$

Dimana :

- C_p = koefisien prismatic melintang
- Vol = volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air
- A_w = luas penampang garis air
- d = sarat air kapal

Hubungan antara koefisien prismatic melintang dengan koefisien balok dan koefisien garis air. Dengan penjabaran formula-formula (1) dan (2) akan diperoleh formula sebagai berikut :

$$C_b = \frac{Vol}{L \times B \times d} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Vol = L \times B \times d \times C_b \dots\dots\dots(c)$$

$$C_w = \frac{A_w}{L \times B} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$A_w = L \times B \times C_w \dots\dots\dots(d)$$

Apabila formula-formula (c) dan (d) dimasukkan dalam formula (2.18) akan diperoleh formula sebagai berikut :

$$C_{pv} = \frac{Vol}{A_w \times T} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$= \frac{L \times B \times d \times C_b}{B \times d \times C_w \times L}$$

$$= \frac{C_b}{C_w} \dots\dots\dots(2.19)$$

Jadi koefisien prismatik melintang = C_{pv} sama dengan koefisien balok = C_b dibagi dengan koefisien garis air = C_w .

2.3 Besaran-Besaran Kapal.

Suatu kapal yang dimasukkan ke dalam perairan dianggap sebagai suatu benda yang dimasukkan ke dalam perairan, maka hukum Archimedes berlaku juga untuk suatu kapal. Sesuai dengan "hukum Archimedes" bahwa suatu benda yang dimasukkan ke dalam zat cair maka benda tersebut akan mendapat gaya tekan ke atas sebesar berat zat cair yang dipindahkannya.

Dengan demikian apabila sebuah kapal yang dimasukkan ke dalam air (keadaan terapung, melayang atau tenggelam) maka kapal tersebut akan mendapat gaya tekan ke atas sebesar berat air yang dipindahkan oleh badan kapal tersebut. Sehingga besaran-besaran kapal (*volume displacement* kapal) selalu berhubungan dengan hukum Archimedes.

2.3.1 Volume Displacement (*Volume Carene*) Kapal.

Karena kapal adalah bentuk badan kapal yang berada di bawah permukaan air. *Volume displacement* atau volume carene adalah volume badan kapal (tanpa kulit lambung, lunas sayap, kemudi, baling-baling, dan perlengkapan kapal lainnya) yang berada di bawah permukaan air. *Volume displacement* kapal merupakan hasil perkalian antara panjang, lebar, dan sarat air kapal dengan koefisien balok.

Apabila ditulis dengan formula sebagai berikut :

$$\nabla = L_{wl} \times B_{wl} \times d \times C_b \quad (2.20)$$

Dimana :

- ∇ = volume displacement kapal (dalam m^3)
- L_{wl} = panjang garis air kapal (dalam m)
- B_{wl} = lebar garis air kapal (dalam m)
- d = sarat air kapal (dalam m)
- C_b = koefisien balok

2.3.2 Displacement Kapal.

Displacement kapal merupakan berat karene atau hasil perkalian antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air (volume displacement) dengan berat jenis air. Sesuai dengan hukum Archimedes maka displacement kapal sama dengan gaya tekan ke atas.

Apabila ditulis dengan formula, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta &= Volume_displacement \times BD_{air} \\ \Delta &= \nabla \times \partial_{air} \\ \nabla &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \\ \Delta &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \times \partial_{air}\end{aligned}\quad (2.21)$$

Dimana :

$$\begin{aligned}\Delta &= \text{displacement kapal (dalam ton)} \\ \partial_{air} &= \text{berat jenis air (dalam ton/m}^3\text{)} \\ \partial_{air \text{ tawar}} &= 1.000 \text{ ton/m}^3 \\ \partial_{air \text{ laut}} &= 1,025 - 1,030 \text{ ton/m}^3\end{aligned}$$

2.3.3 Volume Pemindahan Air.

Volume pemindahan air adalah volume air yang dipindahkan oleh badan kapal termasuk kulit lambung, baling-baling, dan perlengkapan kapal lainnya.

Apabila ditulis dengan, sebagai berikut :

$$V = \nabla \times c \quad (2.22)$$

Dimana :

$$\begin{aligned}V &= \text{volume pemindahan air} \\ \nabla &= \text{volume displacement} \\ c &= \text{koefisien penambahan}\end{aligned}$$

- Penambahan volume kulit lambung kapal diperkirakan sebesar 6% dari volume displacement
- Penambahan volume lunas sayap, kemudi, baling-baling dan perlengkapan kapal lainnya sebesar 0,075 – 0,150% dari volume displacement.

2.3.4 Berat Pemindahan Air = W

Berat pemindahan air adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal secara keseluruhan.

Apabila ditulis dengan formula, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}W &= V \times \rho_{air} \\V &= \nabla \times c \\W &= \nabla \times c \times \rho_{air}\end{aligned}\tag{2.23}$$

Penjabaran dari formula (2.23) dengan formula (2.20) maka akan diperoleh formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned}W &= \nabla \times c \times \rho_{air} \dots\dots\dots(2.23) \\ \nabla &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \dots\dots\dots(2.20) \\ W &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \times c \times \rho_{air} \\ W &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \times c \times \rho_{air} \times c\end{aligned}\tag{2.24}$$

Sesuai dengan hukum Archimedes, apabila sebuah kapal dalam keadaan terapung di atas permukaan air akan mendapat gaya tekan ke atas sebesar berat air yang dipindahkan oleh badan kapal tersebut.

Sehingga gaya tekan ke atas sama dengan berat air yang dipindahkan.

$$\begin{aligned}B &= W \\ B &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \times c \times \rho_{air}\end{aligned}$$

Dimana :

- B = gaya tekan ke atas (dalam ton)
- W = berat air yang dipindahkan (dalam ton)

Jadi berat air yang dipindahkan sama dengan displacement kapal dikalikan dengan koefisien penambahan volume c.

$$\begin{aligned}W &= \Delta \times c \\ \Delta &= Lwl \times Bwl \times d \times Cb \times c \times \rho_{air} \dots\dots\dots(2.24)\end{aligned}$$

Berat pemindahan air sama dengan berat kapal.

Berat kapal sama dengan berat kapal kosong (light weight ton) ditambah dengan bobot atau berat mati (dead weight ton).

Jadi berat pemindahan air sama dengan berat kapal kosong ditambah dengan bobot mati, yang dapat ditulis dengan formula sebagai berikut :

$$W = \text{berat kapal}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat kapal} &= \text{Berat kapal kosong} + \text{Bobot mati} \\
 W &= \text{Berat kapal kosong} + \text{Bobot mati} \\
 W &= \text{Light weight ton (LWT)} + \text{Dead weight ton (DWT)} \quad (2.25)
 \end{aligned}$$

2.3.5 Bobot – Berat Mati (Dead Weight Ton).

Berat atau bobot mati adalah kemampuan sebuah kapal untuk mengangkut sejumlah muatan dalam kapal (daya angkut dari sebuah kapal) atau dengan pengertian lain bahwa dead weight ton = DWT sama dengan eksploitasi kapal ditambah dengan muatan bersih kapal.

$$\text{DWT} = \text{Eksploitasi kapal} + \text{Muatan bersih kapal}$$

Jadi dead weight ton = DWT merupakan jumlah keseluruhan dari berat bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bahan makanan, awak kapal, dan penumpang serta barang perlengkapan yang dibawanya, berat muatan.

2.3.6 Eksploitasi Kapal.

Eksploitasi kapal terdiri dari bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bahan makanan, awak kapal, dan penumpang serta barang perlengkapan yang dibawanya.

a. Berat Bahan Bakar : W_{fo} .

Berat bahan bakar adalah jumlah berat bahan bakar yang dipergunakan dalam operasi pelayaran. Berat bahan bakar tergantung dari besarnya tenaga penggerak, jarak pelayaran yang ditempuh dan kecepatan kapal.

Berat bahan bakar dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut :

$$W_{fo} = \frac{a \times EHP \times Cb}{1000 \times V} \quad (2.26)$$

Dimana :

- W_{fo} = berat bahan bakar (dalam ton).
- a = aksi radius (dalam sea mile).
- EHP = Effective Horse Power (dalam DK).
- V = kecepatan dinas (dalam knot).

Ada 2 (dua) macam kecepatan kapal, yaitu :

- Kecepatan Dinas adalah kecepatan rata-rata yang dipergunakan dalam dinas pelayaran kapal.
- Kecepatan Percobaan adalah kecepatan terbesar yang dapat dicapai dalam pelayaran percobaan kapal.

Kecepatan percobaan kapal dapat ditentukan dengan formula :

$$V \text{ percobaan} = V \text{ dinas} + (0,5 - 1,0) \text{ knot.}$$

Satuan kecepatan kapal = knot

$$1 \text{ knot} = 1 \text{ mile laut/jam}$$

$$1 \text{ knot} = 1852 \text{ m/jam} = 0,5144 \text{ m/detik}$$

b. Berat Minyak Pelumas : W_{fo}

Pemakaian minyak lumas tergantung dari pada berat bahan bakar yang dipergunakan dalam operasi pelayaran, dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut :

$$W_{fo} = (2 \sim 4) \% W_{fo}$$

Dimana :

W_{lo} = berat minyak lumas (dalam ton).

W_{fo} = berat bahan bakar (dalam ton).

c. Berat Air Tawar : W_{fw} .

Pemakaian air tawar dipergunakan untuk keperluan pendinginan motor diesel dan keperluan sanitasi.

- Pemakaian air tawar untuk keperluan pendinginan motor diesel tergantung dari besar tenaga penggerak kapal, dapat ditentukan dengan formula, sebagai berikut :

$$W_{fwe} = (3 \sim 5) \text{ kg/EHP}$$

- Pemakaian air tawar untuk keperluan air minum dan sanitari tergantung dari jumlah awak kapal dan penumpang, jarak pelayaran yang ditempuh serta kecepatan kapal.

Berat air tawar untuk keperluan air minum dan sanitari dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut :

$$W_{fw} = N \times t \times C_{fw} \quad (2.27)$$

dimana:

N = jumlah kru,

dengan ketentuan :

t = waktu pelayaran
 C_{fw} = Kebutuhan konsumsi air tawar (minum, mandi, mencuci,dll), diambil = 2 kg/orang/hari.

d. Berat Bahan Makanan : P_e .

Pemakaian bahan makanan tergantung daripada jumlah awak kapal dan penumpang serta jumlah hari operasi pelayaran. Keperluan bahan makanan dapat diperkirakan sebesar = 5 kg/orang/hari.

Berat bahan makanan dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut :

$$W_{prov.} = N \times t \times C_{prov} \quad (2.28)$$

Dimana :

W_{prov} = berat bahan makanan (dalam ton)

N = jumlah awak kapal dan penumpang

C_{prov} = koefisien berat keperluan bahan makanan.
(5 kg/orang/hari)

t = waktu pelayaran

e. Berat Awak Kapal dan Penumpang serta Barang Perlengkapan Bawaan : W_c .

Berat awak kapal dan penumpang serta barang perlengkapan bawaan tergantung dari banyaknya awak kapal dan penumpang yang akan berada di atas kapal selama operasi pelayaran kapal.

Berat awak kapal + penumpang dan barang perlengkapannya dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Berat kru } (W_2) = N \times C_{crew} \quad (2.29)$$

dimana :

$$C_{crew} = 75 \text{ kg/orang}$$

2.3.7 Muatan Bersih.

Pada umumnya palka – ruang muat (*cargo hold*) pada kapal dagang atau niaga dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis palka – ruang muat tergantung dari jenis muatan yang akan diangkut dalam kapal, antara lain :

a. Ruang muatan kering (*Dry cargo hold*).

- b. Ruang muatan cair (*Liquid cargo tank*).
- c. Ruang muatan dingin (*Refrigerated cargo tank*)

Kapasitas atau volume ruang muat tergantung dari banyaknya dan jenis muatan atau tergantung dari spesifik berat atau spesifik volume muatan. Pada kapal ikan yang menggunakan kepingan es sebagai bahan pengawet ikan, maka muatan bersih dalam kapal ikan merupakan muatan campuran ikan hasil tangkapan dan kepingan es, yang mana kepingan es berfungsi untuk menjamin kesegaran dan murtu ikan hasil tangkapan.

Ikan hasil tangkapan ditampung dan disimpan dalam ruang – palka ikan. Berat muatan bersih (ikan dan kepingan es) tergantung dari volume ruang palka-ikan dan spesifik berat ikan, spesifik berat kepinganes atau spesifik berat campuran antara ikan dengan kepingan es.

Volume muatan bersih dalam palka ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pendfekatan sebagai berikut :

$$W_{NL} = C_{NL} \times V \quad (2.30)$$

Dimana :

W_{NL} = berat muatan bersih (dalam kg)

C_{NL} = koefisien berat muatan bersih (dalam kg) atau spesifik berat muatan bersih (ikan + kepingan es)

V = volume muatan bersih (dalam m^3)

Jumlah kepingan es yang diperlukan untuk bahan pengawet ikan sekitar (70~100) % dari jumlah ikan hasil tangkapan yang diperkirakan.

Spesifik berat kepingan es = 625 kg/m^3

Spesifik berat ikan = 835 kg/m^3

Spesifik berat ikan + kepingan es = 760 kg/m^3

2.4 Stabilitas Kapal.

Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat 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

miring 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 hampir tetap sesuai dengan *style* kapal, pusat buoyancy B digerakkan 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. 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 :

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

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 kemiringan 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 kemiringan dalam arah yang membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut kemiringan kecil ($0^\circ - 15^\circ$) dan sudut kemiringan besar ($>15^\circ$). Akan tetapi untuk stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya hingga 15° dan pada pembahasan stabilitas melintang saja.

Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal-kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat miring besar. Pada umumnya kapal hanya miring kecil saja. Jadi kemiringan yang besar, misalnya melebihi 20° bukanlah hal yang biasa dialami. Kemiringan-kemiringan 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 kemiringan kecil (antara $0^\circ - 15^\circ$). 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 (*Metacentris*) atau titik M.

2.4.1 Macam-macam Keadaan Stabilitas.

a. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

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

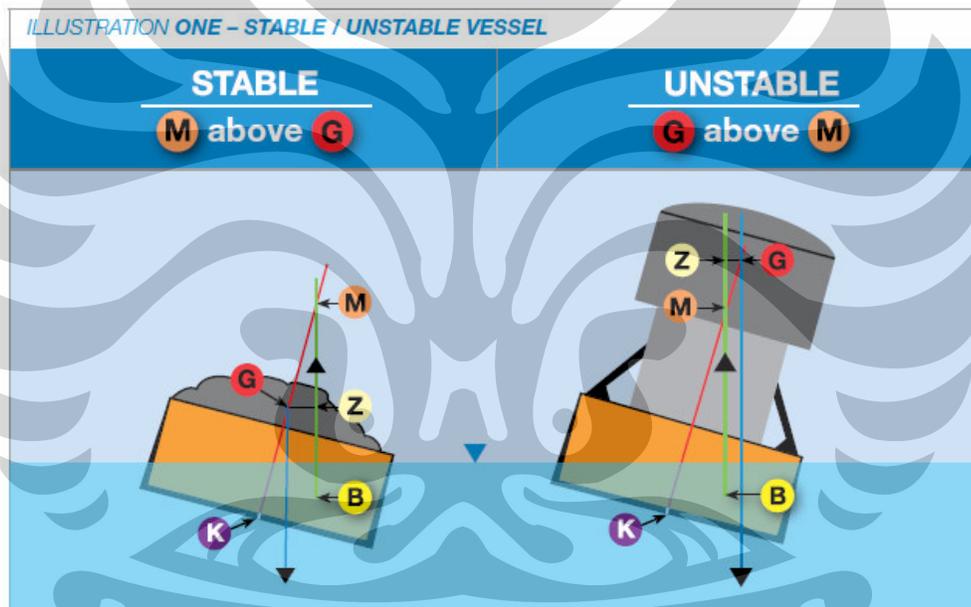
b. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M, maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu miring. Dengan kata lain bila kapal kemiringan tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut kemiringan yang sama,

penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

c. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu miring tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut kemiringannya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan MOMEN PENERUS/Heiling moment sehingga kapal akan bertambah miring.



Gambar. 2.8. Kondisi Stabil dan tidak stabil (sumber: <http://www.maritimenz.govt.nz>)

2.5.2 Titik-Titik Penting dalam Stabilitas.

a. Titik Berat (*Centre of Gravity*)

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 Gnya. Secara definisi titik berat

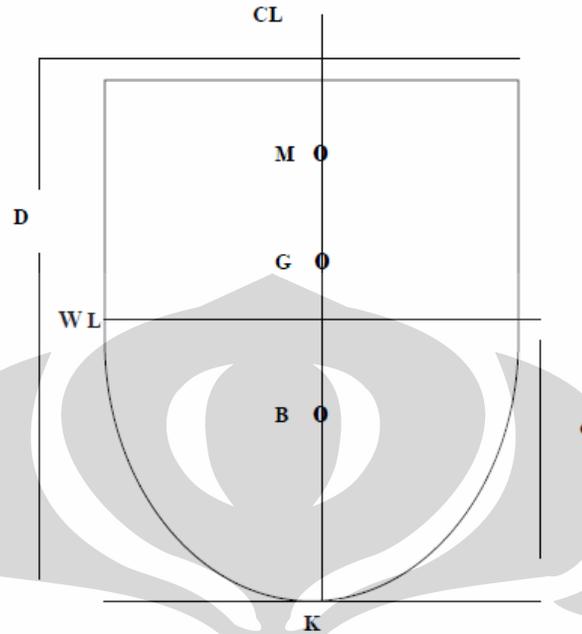
(G) ialah titik tangkap dari semua gaya – gaya yang bekerja kebawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung daripada pembagian berat dikapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk.

b. Titik Apung (*Centre of Buoyance*)

Titik apung (*center of buoyance*) diikenal 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 kemiringan. Letak titik B tergantung dari besarnya kemiringan kapal (bila kemiringan berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal miring titik B akan berpindah kesisi yang rendah.

c. Titik Metasentris

Titik metasentris atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas dimana 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 kemiringan. Apabila kapal kemiringan pada sudut kecil (tidak lebih dari 15°), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (*centre of line*) dan pada sudut kemiringan yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap.



Gambar. 2.9. Titik penting dalam stabilitas

2.5.3 Dimensi Pokok Dalam Stabilitas.

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

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

$$KM = KB + BM \quad (2.32)$$

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

- b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau kemiringan kapal (Wakidjo, 1972). Menurut Rubianto (1996), 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 hidrostatik, dimana nilai KB dapat dicari pada setiap sarat kapal saat itu (Wakidjo, 1972).

c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

Menurut Usman (1981), 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).

$$BM = b^2 / 10d \quad (2.33)$$

dimana :

b = lebar kapal (m)

d = draft kapal (m)

d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

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

e. GM (Tinggi Metasentris)

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

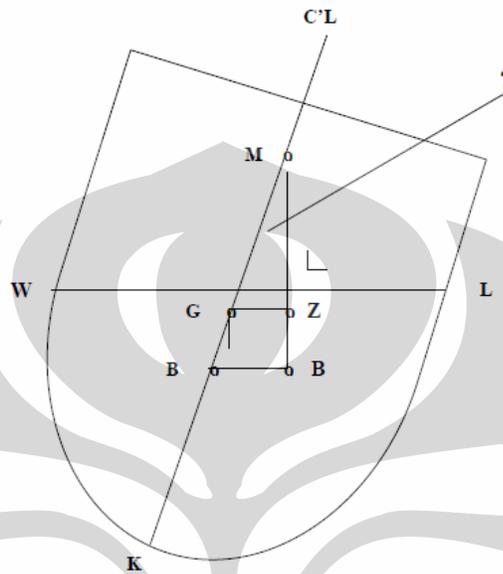
$$GM = KM - KG \quad (2.34)$$

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

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

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

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996).



Gambar. 2.10 Momen Penegak

Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1 . Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Bila dari titik G ditarik garis tegak lurus ke B1 M maka berhimpit dengan sebuah titik Z. Garis GZ inilah yang disebut dengan lengan penegak (*righting arms*). Seberapa besar kemampuan kapal tersebut untuk menegak kembali diperlukan momen penegak (*righting moment*). Pada waktu kapal dalam keadaan kemiringan maka displasemennya tidak berubah, yang berubah hanyalah faktor dari momen penegaknya. Jadi artinya nilai GZ nyalah yang berubah karena nilai momen penegak sebanding dengan besar kecilnya nilai GZ, sehingga GZ dapat dipergunakan untuk menandai besar kecilnya stabilitas kapal.

g. Periode Olang (*Rolling Period*).

Periode olang dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas. Periode olang berkaitan dengan tinggi metasentrik. Satu periode olang lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri,

tegak, miring ke kanan sampai kembali tegak kembali. Wakidjo (1972), menggambarkan hubungan antara tinggi metasentrik (GM) dengan periode oleng adalah dengan rumus :

$$TR = \frac{2\pi \times 0.45 \times B}{\sqrt{g \times \overline{MG}}} \quad (2.35)$$

Yang dimaksud dengan periode oleng disini adalah periode oleng alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal air yang tenang.

h. Pengaruh Permukaan Bebas (*Free Surface Effect*).

Permukaan bebas terjadi di dalam kapal bila terdapat suatu permukaan cairan yang bergerak dengan bebas, bila kapal mengoleng di laut dan cairan di dalam tanki bergerak-gerak akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada di tempatnya semula. Titik G dari cairan tadi kini berada di atas cairan tadi, gejala ini disebut dengan kenaikan semu titik berat, dengan demikian perlu adanya koreksi terhadap nilai GM yang kita perhitungkan dari kenaikan semu titik berat cairan tadi pada saat kapal mengoleng sehingga diperoleh nilai GM yang efektif.

BAB 3

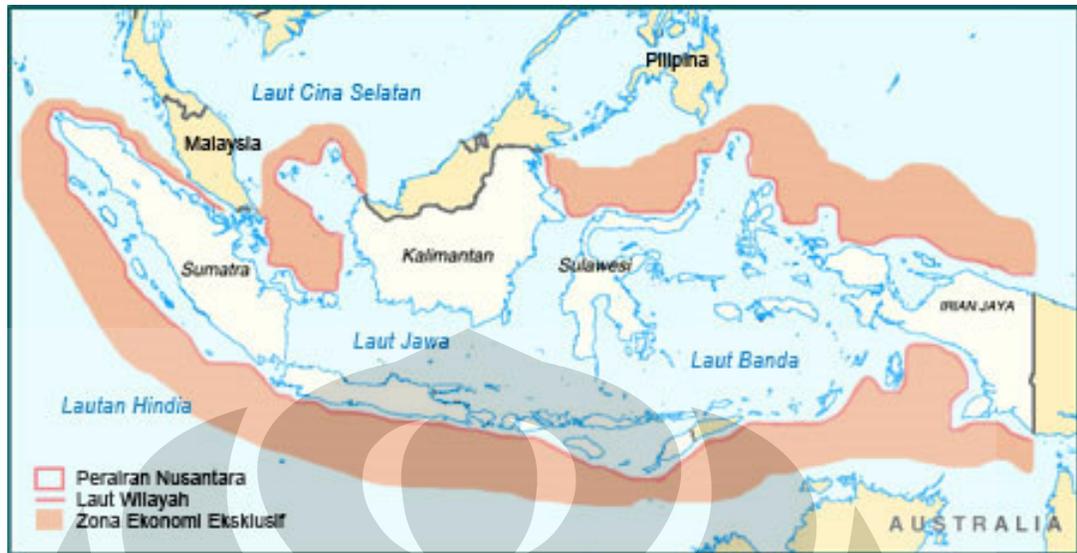
PROSES PERANCANGAN

3.1 Perancangan.

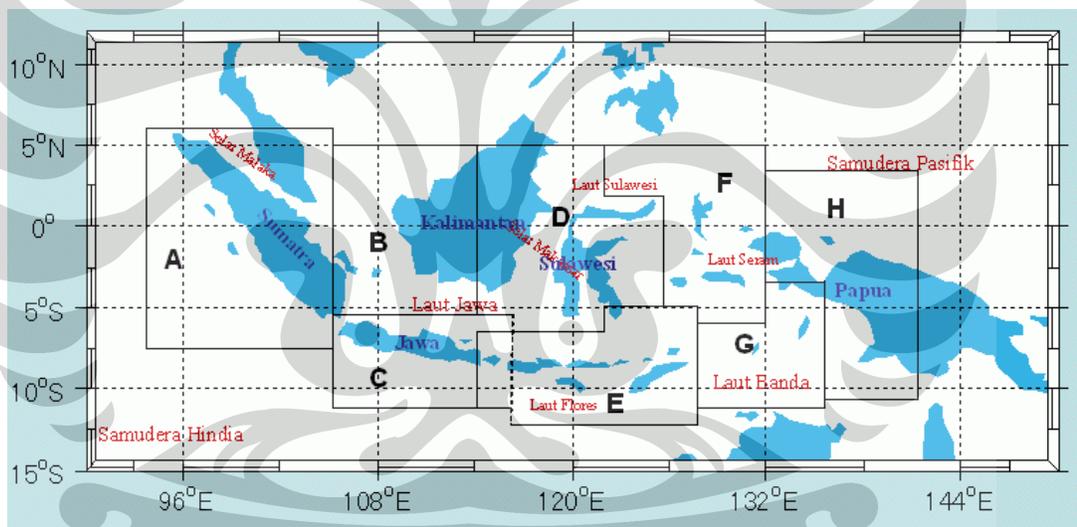
Pada perancangan Dermaga Perikanan Terapung, hal yang pertama dilakukan adalah menentukan lokasi Dermaga Perikanan Terapung, kemudian bentuk dermaga perikanan terapung itu sendiri. Setelah itu baru dilakukan perhitungan estimasi ukuran, koefisien-koefisien bentuk, luas dermaga terapung, berat kapal kosong, berat mati kapal, dan pay load dermaga perikanan terapung. Ketika ukuran dermaga perikanan terapung di dapat, baru dilakukan uji stabilitas, dimana dalam pengujian stabilitas, dermaga perikanan terapung harus memenuhi standar nasional maupun internasional. Ketika stabilitas sudah memenuhi standar, perancangan dilanjutkan ke tahap pembuatan gambar rencana umum atau *general arrangement*, dimana pada tahap ini dilakukan penentuan letak tangki-tangki di dalam dermaga perikanan terapung seperti tangki-tangki ballast, air tawar, bahan bakar, dll.

3.1.1 Penentuan Lokasi Dermaga Perikanan Terapung.

Dalam penentuan lokasi Dermaga Perikanan Terapung ini sesuai dengan tujuan dari dermaga perikanan terapung ini yaitu sebagai penampung produksi ikan dan penjaga kedaulatan negara. Oleh karena itu dipilih lokasi perairan indonersia yang memiliki produksi ikan yang cukup besar, luas perairan yang cukup luas, berbatasan dengan dengan negara tetangga dan juga memiliki pelanggaran penangkapan yang cukup besar juga.. Oleh karena dibutuhkan data produksi perikanan laut di seluruh perairan Indonesia.



Gambar. 3.1. Peta Batas ZEE Indonesia (sumber: www.e-dukasi.net)



Gambar. 3.2 Peta Batas-batas Laut Indonesia (sumber: www.mosaiklautkita.com)

Dalam pengambilan data produksi ikan di perairan Indonesia, data diambil langsung dari pusat statistik Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Dalam statistik produksi perikanan perairan Indonesia di dapat daerah-daerah produksi perikanan tahun 2006 , yaitu Laut Natuna 484.871 ton; Laut Florea dan Selat Makassar 846.718 ton; Laut Banda 236.231 ton; Laut Arufura, Laut Aru, dan Laut Timor Bagian Timur 416.892 ton; Laut Seram 327.378 ton;

Laut Sulawesi dan Samudera Pasifik 273.747 ton; Samudera Hindia, Laut Timor Bagian Barat, Selat Bali dan Laut sawu 842.537 ton.

Sedangkan untuk perairan yang berbatasan dengan negara tetangga yaitu Laut Natuna; Laut Banda; Laut Arafura, Laut Aru dan Laut Timor Bagian Timur; Laut Sulawesi dan Samudera Pasifik.

Dari data-data di atas maka dipilih perairan yang memiliki produksi ikan yang cukup besar, berbatasan dengan negara tetangga, memiliki perairan yang cukup luas, dan memiliki frekuensi terjadinya pelanggaran, maka dipilih lokasi Laut Arafura.

3.1.2 Penentuan Bentuk Bangunan Dermaga Perikanan Terapung.

Dalam menentukan bentuk Dermaga Perikanan Terapung ini, ada 3 aspek yang harus dipenuhi oleh masing-masing bentuk. Yaitu aspek biaya, aspek luas, dan aspek stabilitas. Aspek biaya menyangkut harga produksi bangunan, dimana pada perancangan dana yang dikeluarkan adalah sebesar 40 miliar rupiah, sehingga dibutuhkan bangunan yang memiliki biaya produksi kecil. Pada aspek luas yaitu menyangkut luas bangunan dermaga. Dimana pada perancangan ini diharapkan dengan biaya yang kecil tapi memiliki luas bangunan yang cukup luas dan mampu menampung produksi ikan di Laut Arafura. Sedangkan pada aspek stabilitas yaitu dermaga harus memiliki stabilitas yang cukup baik dimana pada dermaga perikanan terapung ini nantinya akan mengalami gangguan gelombang yang cukup tinggi dan selain itu pada dermaga ini akan terjadi kegiatan yang secara kontinu sehingga dibutuhkan tingkat konsentrasi manusia yang sangat tinggi. Pada perancangan Dermaga Perikanan Terapung ini dipilih 3 jenis bentuk bangunan dasar yang nantinya akan dibuat Dermaga Perikanan Terapung ini, yaitu *Barge* (tongkang), *Off-Shore Platform* (Bangunan Lepas Pantai), dan *Catamaran*.



Gambar.3.3 Tipe bentuk dasar rancangan

Barge atau tongkang adalah suatu [kapal](#) yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan [kapal tunda](#) atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada [dermaga apung](#). *Barge* saat ini sering digunakan sebagai sarana pengangkut batubara. Karena *barge* memiliki luasan kapal yang sangat luas sehingga akan menguntungkan bagi penggunaannya. Selain itu *barge* juga memiliki biaya produksi yang sangat kecil.

Sedangkan *Off-Shore Platform* adalah bangunan lepas pantai yang bertujuan sebagai tempat eksplorasi minyak di tengah laut. Dimana *Off-Shore Platform* ini memiliki berbagai jenis tipe seperti, *Fixed Offshore Platform*, *Tension Leg Platform*, *Semi-Submersible Platform* dll. biaya produksi pembangunan *Offshore Platform* pada umumnya sangat tinggi, dimana pada umumnya bangunan jenis ini membutuhkan konsumsi baja yang sangat banyak, namun bangunan jenis ini memiliki luas daerah yang sangat luas. dan selain itu bangunan ini juga memiliki stabilitas yang sangat baik seperti pada tipe *Fixed Offshore Platform* yang terdiri susunan baja yang tertancap di dasar laut atau sea bed. Sehingga pengaruh gelombang terhadap bangunan sangat kecil.

Sedangkan *Catamaran* adalah kapal yang memiliki dua lambung. *Catamaran* biasanya digunakan sebagai sarana olahraga sailing, selain itu pada saat ini *catamaran* banyak digunakan dalam desain boat-boat. Bentuk *catamaran* yang memiliki dua lambung membuat *catamaran* memiliki tingkat stabilitas yang

sangat baik. Namun catamaran sangat kecil dalam segi luas bangunan dan memakan biaya produksi pembangunan yang cukup tinggi.

Dalam perancangan Dermaga Perikanan Terapung ini rancangan harus sesuai dengan 3 (tiga) aspek yang harus dipenuhi yaitu memiliki biaya produksi yang kecil, memiliki luas bangunan yang besar, dan memiliki stabilitas yang cukup baik. Dilihat dari 3 (tiga) jenis bangun dasar di atas maka dipilih bangun *barge* atau tongkang.

3.1.3 Penentuan Dimensi, dan Koefisien

Dalam menentukan ukuran utama *barge* rancangan, hal yang terlebih dahulu dilakukan adalah menghitung biaya produksi *barge* dengan kisaran di bawah dan di atas 40 miliar rupiah. Yaitu dengan memakai *barge* yang memiliki panjang 250 feet dan 440 feet, sehingga akan didapat nantinya sebuah grafik kisaran pay load terhadap panjang *barge*. kemudian dari grafik tersebut akan dapat diketahui panjang *barge* yang memiliki nilai pay load yang dibutuhkan.

Pada pemilihan *barge* pembanding, data-data *barge* diambil dari “rules & regulasi NK’99” dan website perusahaan-perusahaan pemilik *barge*. Dari data ini akan diolah dengan bantuan software Microsoft Excel untuk mengetahui besaran rasio-rasio dimensi *barge*.

Tabel. 3.1 Daftar *barge* pembanding 250 feet.

dimensi	1001 <i>barge1</i>	carribbean <i>barge2</i>	bonggaya 71 <i>barge3</i>	bahari 2501 <i>barge4</i>	danum 56 <i>barge5</i>
lpp	73.5	70.23	73.2	73.2	73.15
loa	73.50	73.152	76.2	76.25	76.2
b	24.3	20.42	21.4	21.34	21.34
h	4.87	4.88	4.9	4.88	4.88
t	3.532	3.923	3.942	3.917	3.926
fb	1.338	0.957	0.958	0.963	0.954
l/b	3.02	3.44	3.420560748	3.430178069	3.4278351
l/h	15.09	14.39	14.93877551	15	14.989754
b/T	6.88	5.21	5.43	5.45	5.44
t/h	0.73	0.80	0.804489796	0.802663934	0.8045082

Tabel. 3.2 Daftar *Barge* pembanding 440 feet.

dimensi	BA-03 <i>barge1</i>	B-803 <i>barge2</i>	BA-01 <i>barge3</i>	BA-02 <i>barge4</i>
lpp	127.78	127.78	127.78	127.78
loa	134.00	134.00	134.00	134.00
b	26	26	26	26
h	8	8	8	8
t	5.619	5.645	5.618	5.618
fb	2.381	2.355	2.382	2.382
l/b	4.91	4.91	4.914615385	4.914615385
l/h	15.97	15.97	15.9725	15.9725
b/T	4.63	4.61	4.63	4.63
t/h	0.70	0.71	0.70225	0.70225

3.1.4 Pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*.

Pembuatan rencana garis yaitu bertujuan untuk terciptanya bentuk lambung *barge* yang dirancang sesuai dengan dimensi dan koefisien-koefisien bentuk yang didapat dalam tahap estimasi. Dalam pembuatan rencana garis, penulis menggunakan bantuan software Maxsurf Pro 11.12, mengingat dalam pengerjaan menggunakan software ini akan mempercepat dan mempermudah penulis dalam melakukan pembentukan lambung *barge*. Selain itu, dalam pembuatan rencana garis dengan menggunakan software Maxsurf 11.12 membuat penulis lebih mudah dan cepat dalam melakukan perhitungan selanjutnya, seperti perhitungan *Hydrostatic Curve*, penilaian stabilitas *barge*, dll.

3.1.5 Penilaian Stabilitas Awal.

Salah satu faktor boleh dan tidaknya kapal beroperasi adalah harus memenuhi standar stabilitas nasional maupun internasional. Pada perancangan Dermaga Perikanan Terapung ini, penilaian stabilitas awal digunakan bantuan software Maxsurf 11.12. Dimana pada perancangan penilaian stabilitas awal dinilai dan memenuhi standar IMO (*International Maritime Organization*). Penilaian standar stabilitas IMO yaitu IMO A.749 (18) *chapter 3 – Design criteria applicable to all ships pada maxsurf*.

Tabel. 3.3 Kriteria IMO

Code	Criteria	Value	Units
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30		
	shall not be less than (\geq)	3.151	m.deg
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40		
	shall not be less than (\geq)	5.157	m.deg
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40		
	shall not be less than (\geq)	1.719	m.deg
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater		
	shall not be less than (\geq)	0.2	m
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ		
	shall not be less than (\geq)	25	deg
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt		
	shall not be less than (\geq)	0.15	m

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium		
	shall not be greater than (\leq)	10	deg
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium		
	shall not be greater than (\leq)	10	deg
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling		
	Criteria:		
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80	%
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%

3.1.6 General Arrangement atau Rencana Umum.

Pada perancangan rencana umum Dermaga Perikanan Terapung ini, ada 4 (empat) aspek yang harus dipenuhi dalam perancangan kali ini, yaitu :

- Dapat menampung produksi ikan.
- Dapat menampung kebutuhan bahan bakar armada-armada kapal.
- Dapat menampung kebutuhan air tawar.
- Dapat memenuhi kebutuhan fasilitas dermaga.

Pada perancangan ini produksi ikan dan bahan bakar minyak armada-armada kapal ikan, data yang diambil yaitu bersumber dari pengkajian Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Yaitu tepatnya pada acara Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan, 17 Desember 2008. pada

pengakajian yang dilakukan oleh pihak Departemen Kelautan dan Perikanan, Dermaga Perikanan Terapung ini harus memiliki kapasitas bahan bakar minyak (BBM) minimal 1.600 ton/ bulan. Sedangkan kapasitas ruang muat ikan minimal 3.500 ton/ bulan.

Sedangkan untuk kapasitas air tawar didapat dari jumlah awak kapal yang berada di Dermaga Perikanan Terapung. Jumlah awak kapal dan yang lainnya yaitu mengikuti standarisasi IMO. Spesifikasi jumlah awak kapal dan kru yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

Tabel. 3.4 Jumlah Awak Kapal

deck departemen		
chief officer	1	orang
2nd officer	1	orang
3rd officer	1	orang
radio officer	1	orang
boat swain (wire operator)	1	orang
crane	4	orang
labour	12	orang
healthy departement		
doctor	1	orang
ass.doctor	2	orang
engine departement		
chief engineer	2	orang
2nd engineer	1	orang
3rd engineer	1	orang
electrician	2	orang
catering departement		
cooking	2	orang
ass.cooking	4	orang
port departement		
	20	orang
security departement		
	6	orang
total	62	orang

BAB 4

PERHITUNGAN DAN HASIL

4.1 Estimasi Pay Load Barge 250 feet.

Untuk mengetahui besarnya pay load, maka harus diketahui terlebih dahulu nilai DWT, berat consumable, berat kru, dan berat barang bawaan. Oleh karena itu dibutuhkan barge-barge pembanding yang memiliki panjang 250 feet. Data barge pembanding yang diambil diperoleh dari “rules & regulasi NK’99” dan website perusahaan-perusahaan pemilik barge. Sehingga dari barge pembanding dapat diketahui rasio-rasio ukuran barge.

Tabel. 4.1 Barge pembanding 250 feet

dimensi	1001 barge1	carribean barge2	bonggaya 71 barge3	bahari 2501 barge4	danum 56 barge5
lpp	73.5	70.23	73.2	73.2	73.15
loa	73.50	73.152	76.2	76.25	76.2
b	24.3	20.42	21.4	21.34	21.34
h	4.87	4.88	4.9	4.88	4.88
t	3.532	3.923	3.942	3.917	3.926
fb	1.338	0.957	0.958	0.963	0.954
l/b	3.02	3.44	3.420560748	3.430178069	3.4278351
l/h	15.09	14.39	14.93877551	15	14.989754
b/T	6.88	5.21	5.43	5.45	5.44
t/h	0.73	0.80	0.804489796	0.802663934	0.8045082

Dari data-data barge pembanding diperoleh :

- $L/B = 3,02 - 3,44$
- $L/H = 14,39 - 15,09$
- $B/T = 5,21 - 6,88$
- $T/H = 0,73 - 0,805$

4.1.1 Estimasi Ukuran Utama dan Koefisien-Koefisien Bentuk.

Untuk menentukan ukuran utama barge dalam preliminary design digunakan rumus-rumus pendekatan dan perbandingan antara barge rancangan dengan barge pembanding. Adapun ukuran-ukuran utama tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

a. Panjang Barge (L)

- Length Between Perpendicular (Lpp)

$$Loa = \frac{Lpp}{0,96}$$

$$Lpp = Loa \times 0,96$$

$$Lpp = 76,25 \times 0,96$$

$$Lpp = 73,2 \text{ m}$$

Untuk panjang Loa dan Lwl selain didapat dari estimasi perhitungan dengan rumus pendekatan seperti yang tertera pada perhitungan berikut, juga akan dikoreksi kembali ketika menggambar lines plan dan pada akhirnya nilai panjang yang diambil adalah yang sesuai dengan panjang barge pada lines plan.

- Length Over All (Loa)

$$Loa = 76,25 \text{ m}$$

- Length Water Line (Lwl)

$$Lwl = Lpp = 73,2 \text{ m}$$

b. Lebar Barge (B)

Lebar barge harus sesuai dengan panjang barge. Dari perbandingan L/B barge-barge pembanding diatas maka dapat diketahui lebar barge yg dibutuhkan dalam rancangan, yaitu

$$B = Lpp / (L/B)$$

$$L/B = 3,43$$

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{73,2m}{3,43} \\
 &= 21.34 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Koefisien-koefisien Bentuk.

Pada perancangan ini penulis memakai besar koefisien-koefisien bentuk pada desain barge yang dibuat dalam software Maxsurf 11.12. dimana pada desain di maxsurf di dapat besarnya koefisien-koefisien bentuk sebagai berikut:

- $C_b = 0,958$
- $C_m = 0,994$
- $C_p = 0,963$
- $C_w = 0,972$

d. Sarat Air (draft) Barge (T)

Perbandingan ratio B/T untuk barge 250 feet adalah antara 5,21 sampai 6,88 , maka dipilih perbandingan ratio sebesar 5,21 dan didapat,

$$\begin{aligned}
 B/T &= 5,21 \\
 T &= \frac{21,34}{5,21} \\
 &= 4,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. Tinggi Barge (H)

Perbandingan ratio L/H untuk barge 250 feet adalah antara 14,39 sampai 15,09 maka dipilih perbandingan ratio sebesar 14,39 dan didapat,

$$\begin{aligned}
 L/H &= 14,39 \\
 H &= \frac{73,2}{14,39} \\
 &= 5,09 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Loa	: 76,25 m
Lwl	: 73,2 m
Lpp	: 73,2 m
B	: 21,34 m
H	: 5,09 m
T	: 4,1 m
Displacement (Δ)	: 6551,767 ton
Cb	: 0,958
Cm	: 0,994
Cp	: 0,963
Cw	: 0,972
Fb	: 0,99 m

Gambar.4.1 Data Rancangan Barge 250 feet

4.1.2 Estimasi Berat Barge Kosong (LWT).

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen LWT terdiri atas :

$$LWT_2 = W_{st} + W_{ep} + W_{o+ac} + W_{etc} + W_{el.agg}$$

a. Berat Baja Barge (W_{st})

$$\text{Gross } W_{st} = \text{Nett } W_{st} \times \left(1 + \frac{\text{scrap}\%}{100} \right)$$

dengan:

Scrap untuk barge (barang) : 0,50 – 1,00% untuk $60 < L < 100\text{m}$

$$\text{Nett } W_{st} = W_{st} (C_{b0.8H} = 0,7) \times 1 + 0,5 \times (C_{b0.8H} - 7)$$

$$C_{b0.8H} = C_b L_{pp} + (1 - C_b L_{pp}) \left(\frac{0,8H - T}{3T} \right)$$

$$W_{st} (C_{b0.8H} = 0,7) = k \times E^{1.36} \quad (\text{Watson, RINA 1977})$$

dimana :

k = konstanta = 0,029 – 0,037 (barge barang), diambil = 0,034

$$E = L_{pp}(B+T) + 0,85L_{pp}(H-T) + 0,85\sum(l_1h_1) + 0,75\sum(l_2h_2)$$

dengan :

$\Sigma(l_1h_1)$ = jumlah (panjang dan tinggi bangunan atas (superstructure).

$\Sigma(l_2h_2)$ = jumlah (panjang dan tinggi rumah geladak (deck house). Asumsi = jumlah (15 m dan 13,6 m)

$$E = 73,2(21,34 + 4,1) + (0,85 \times 73,2)(5,09 - 4,1) + (0,85 \times 0 \times 0) + (0,75 \times 13,6 \times 15)$$

$$E = 2036,15$$

$$W_{st} (C_{b_{0,8H}} = 0,7) = 0,041 \times 2036,15^{1,36} \\ = 1296,48 \text{ ton}$$

$$C_{b_{0,8H}} = 0,958 + (1 - 0,958) \left(\frac{0,8(5,09) - 4,1}{3(4,1)} \right) \\ = 0,958$$

$$\text{Nett } W_{st} = 1296,48 \times (1 + 0,5(0,958 - 0,7)) = 1463,66 \text{ ton}$$

$$\text{Jadi } W_{st} = 1463,66 \times (1 + 1\%) = 1478,3 \text{ ton}$$

b. Berat Outfitting dan Akomodasi (W_{o+ac})

$$W_{o+ac} = k \times Lpp^{1,3} \times B^{0,8} \times H^{0,3} \quad (\text{Katsoulis})$$

Dengan :

$$k = 0,045 \text{ (untuk barge curah atau barge tangki)}$$

$$W_{o+ac} = 0,045 \times 73,2^{1,3} \times 21,34^{0,8} \times 5,09^{0,3} = 225,1 \text{ ton}$$

$$W_{o+ac} = 0,4 \times Lpp \times B \text{ (ton)} \quad (\text{Watson})$$

$$W_{o+ac} = 0,4 \times 73,2 \times 21,34 = 624,87 \text{ ton}$$

$$W_{o+ac} = c.(Lpp.B.H)^{2/3} ; c = 0,7 \dots 0,9 \quad (\text{Schneekluth})$$

$$W_{o+ac} = 0,9 (73,2 \times 21,34 \times 5,09)^{2/3} = 358,39 \text{ ton}$$

Diambil harga W_{o+ac} terkecil untuk memperbesar nilai pay load,

$$W_{o+ac} = 225,1 \text{ ton}$$

c. Berat Instalasi Listrik ($W_{el.agg}$)

Misal terpasang 3 x 340 kW yang dipakai untuk perlistrikan.

$$W_{el.agg} = 40 + (P/30) ; [kg/kW] \quad (Schneekluth)$$

dimana :

P = daya yang digunakan dalam kW

$$W_{el.agg} = 40 + 340/30 = 51,3 \text{ kg/kW}$$

Karena ada 3 instalasi listrik = 3 x 340 kW, maka :

$$\begin{aligned} W_{el.agg} &= 51,3 \text{ kg/kW} \times 1560 \text{ kW} \\ &= 52326 \text{ kg} \\ &= 52,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} LWT &= W_{st} + W_{o+ac} + W_{el.agg} \\ &= 1478,3 + 225,1 + 52,33 \\ &= 1755,74 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.4 Estimasi Perhitungan Berat DWT.

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen DWT terdiri dari :

$$DWT_2 = \text{Pay Load} + [\text{consumables } (W_1) + \text{Crew } (W_2) + \text{Luggage } (W_3)]$$

Dimana consumables terdiri dari :

- berat bahan bakar (W_{fo})
- berat minyak pelumas (W_{lub})
- berat air tawar (W_{fw})
- berat makanan (W_{prov})

$$\text{Pay load} = \text{DWT rancangan} - (\text{consumables} + \text{crew} + \text{luggage})$$

a. Berat Bahan Bakar (W_{fo})

$$W_{fo} = [(BHP_{me} \times b_{me}) + (BHP_{ae} \times b_{ae})] \times \frac{Cr}{V_s} \times 10^{-6} \times k$$

dimana :

$$BHP_{me} = \text{BHP generator utama (kW)} = 340 \text{ kW}$$

$$BHP_{ae} = \text{BHP generator cadangan (kW)} = 85 \text{ kW}$$

b_{me} = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar generator utama utama (205 – 211 gr/kW h ; untuk mesin 2 langkah diambil 205 gr/kW h).

b_{ae} = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar generator bantu (205 – 211 gr/kW h ; untuk mesin 2 langkah diambil 205 gr/kW h).

t = $C_r/V_s = 30$ hari

K = konstanta (1.3 – 1.5) ; diambil = 1.3

$$W_{fo} = [(340 \times 205) + (85 \times 205)] \times 30 \times 10^{-6} \times 1,3 = 4,84 \text{ ton.}$$

Karena jumlah generator yg dipilih adalah 3(tiga) buah maka berat bahan bakar generator menjadi,

$$W_{fo} = 3 \times 4,84 = 14,52 \text{ ton}$$

b. Berat Minyak Pelumas (W_{lub})

$$\begin{aligned} W_{lub} &= 3\% \times W_{fo} \\ &= 0,03 \times 14,52 \\ &= 0,44 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Berat Air Tawar (W_{fw})

$$W_{fw} = N \times t \times C_{fw}$$

dimana :

$$\begin{aligned} N &= \text{jumlah kru} \\ &= 62 \text{ orang} \end{aligned}$$

dengan ketentuan :

t = waktu pelayaran = 30 hari

C_{fw} = Kebutuhan konsumsi air tawar (minum, mandi, mencuci,dll), diambil = 2 kg/orang/hari.

$$W_{fw} = 62 \times 30 \times 220 = 409.200 \text{ kg} = 409,2 \text{ ton}$$

d. Berat Makanan ($W_{prov.}$)

$$W_{prov.} = N \times t \times C_{prov.}$$

dimana :

$$N = \text{jumlah kru} = 62 \text{ orang}$$

$$t = \text{waktu pelayaran} = 30 \text{ hari}$$

$$C_{prov.} = \text{kebutuhan konsumsi makanan (3 – 5 kg/orang/hari)} \\ \text{diambil maksimal} = 5 \text{ kg/orang/hari}$$

$$W_{prov.} = 62 \times 30 \times 5 = 9300 \text{ kg} = 9,3 \text{ ton}$$

e. Berat Consumables (W_1)

$$\text{Berat consumables (} W_1 \text{)} = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov.}$$

$$\text{Berat consumables (} W_1 \text{)} = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov.} \\ = 14,51 + 0,44 + 409,2 + 9,3 \\ = 433,45 \text{ ton}$$

f. Berat Kru (W_2)

$$\text{Berat kru (} W_2 \text{)} = N \times C_{crew}$$

dimana :

$$C_{crew} = 75 \text{ kg/orang}$$

$$(W_2) = 62 \times 75 = 4650 \text{ kg} = 4,65 \text{ ton}$$

g. Berat Luggage (W_3)

$$\text{Luggage (} W_3 \text{)} = N \times C_{lugg.}$$

dimana :

$$C_{lugg} = 40 \text{ kg/orang (jarak pendek)}$$

$$= 60 \text{ kg/orang (jarak jauh)}$$

$$(W_3) = 62 \times 60 = 3720 \text{ kg} = 3,72 \text{ ton}$$

h. Berat Pay Load

$$\text{Displacement} = \text{LWT} + \text{DWT}$$

$$6551,767 = 1755,74 + \text{DWT}$$

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= 6551,767 - 1755,74 \\ &= 4796,027 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pay Load} &= \text{DWT} - (\text{consumables} + \text{crew} + \text{luggage}) \\ &= 4796,027 - (433,45 + 4,65 + 3,72) \\ &= 4354,207 \text{ ton.} \end{aligned}$$

4.2 Estimasi Pay Load Barge 440 feet.

Untuk mengetahui besarnya pay load, maka harus diketahui terlebih dahulu nilai DWT, berat consumable, berat kru, dan berat barang bawaan. Oleh karena itu dibutuhkan barge-barge pembanding yang memiliki panjang 250 feet. Data barge pembanding yang diambil diperoleh dari “rules & regulasi NK’99” dan website perusahaan-perusahaan pemilik barge. Sehingga dari barge pembanding dapat diketahui rasio-rasio ukuran barge.

Tabel. 4.2 Barge pembanding 440 feet

dimensi	BA-03 barge1	B-803 barge2	BA-01 barge3	BA-02 barge4
lpp	127.78	127.78	127.78	127.78
loa	134.00	134.00	134.00	134.00
b	26	26	26	26
h	8	8	8	8
t	5.619	5.645	5.618	5.618
fb	2.381	2.355	2.382	2.382
l/b	4.91	4.91	4.914615385	4.914615385
l/h	15.97	15.97	15.9725	15.9725
b/T	4.63	4.61	4.63	4.63
t/h	0.70	0.71	0.70225	0.70225

Dari data-data barge pembanding diperoleh :

- L/B = 4,91
- L/H = 15,97
- B/T = 4,61-4,63

$$- T/H = 0,70-0,1$$

berdasarkan barge pembanding tersebut, maka didapat berat baja barge dan perkiraan *budget constraint*, yaitu :

Berat baja barge terdiri dari $W_{hull} + W_{st}$

Menurut Watson (RINA 1977).

$$W^{steel} = k \cdot E^{1,36}$$

Dimana :

- o k = konstanta yang tergantung dengan nilai E.
- o E = $L \cdot (B + T) + 0,85 \cdot L \cdot (H - T) + 0,85 \cdot \sum 1_1 \cdot h_1 + 0,75 \cdot \sum 1_2 \cdot h_2$
- o $\sum 1^1 \cdot h^1$ = jumlah panjang dan tinggi bangunan atas.
- o $\sum 1^1 \cdot h^2$ = jumlah panjang dan tinggi rumah geladak.

4.2.1 Estimasi Ukuran Utama dan Koefisien Bentuk.

Untuk menentukan ukuran utama barge dalam *preliminary design* digunakan rumus-rumus pendekatan dan perbandingan antara barge rancangan dengan barge pembanding.

Adapun ukuran-ukuran utama tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

a. Panjang Barge (L)

- Length Between Perpendicular (Lpp)

$$Loa = \frac{Lpp}{0,96}$$

$$Lpp = Loa \times 0,96$$

$$Lpp = 134 \times 0,96$$

$$Lpp = 128,64 \text{ m}$$

Untuk panjang Loa dan Lwl selain didapat dari estimasi perhitungan dengan rumus pendekatan seperti yang tertera pada perhitungan berikut, juga akan dikoreksi kembali ketika menggambar lines plan dan pada akhirnya nilai panjang yang diambil adalah yang sesuai dengan panjang barge pada lines plan.

- Length Over All (Loa)
Loa = 134 m
- Length Water Line (Lwl)
 $Lwl = Lpp = 128,64$ m

b. Lebar Barge (B)

Lebar barge harus sesuai dengan panjang barge. Dari perbandingan L/B barge-barge pembanding diatas maka dapat diketahui lebar barge yg dibutuhkan dalam rancangan, yaitu

$$\begin{aligned}
 B &= Lpp / (L/B) \\
 L/B &= 4,92 \\
 B &= \frac{128,64m}{4,92} \\
 &= 26,17 \text{ m, diambil lebar barge adalah } 26 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Koefisien-koefisien Bentuk.

Pada perancangan ini penulis memakai besar koefisien-koefisien bentuk pada desain barge yang dibuat dalam software Maxsurf 11.12. dimana pada desain di maxsurf di dapat besarnya koefisien-koefisien bentuk sebagai berikut:

- $C_b = 0,958$
- $C_m = 0,994$
- $C_p = 0,963$
- $C_w = 0,972$

d. Sarat Air (draft) Barge (T)

Perbandingan ratio B/T untuk barge adalah antara 4,61 sampai 4,63 , maka dipilih perbandingan ratio sebesar 4,61 dan didapat,

$$\begin{aligned}
 B/T &= 4,61 \\
 T &= \frac{26,17}{4,61} \\
 &= 5,68 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. Tinggi Barge (H)

Perbandingan ratio L/H untuk barge dengan panjang 440 feet adalah 15,97
maka dipilih perbandingan ratio sebesar 15,97 dan didapat,

$$L/H = 15,97$$

$$H_2 = \frac{128,64}{15,97}$$

= 8,05 m, diambil tinggi barge adalah 8 m.

f. Lambung Timbul (Fb)

$$F_b = H - T$$

$$F_b = 8 - 5,68$$

$$F_b = 2,38 \text{ m}$$

Loa	: 134 m
Lwl	: 128,64 m
Lpp	: 128,64 m
B	: 26 m
H	: 8 m
T	: 5,68 m
Displacement (Δ)	: 19580,869 ton
Cb	: 0,958
Cm	: 0,994
Cp	: 0,963
Cw	: 0,972
Fb	: 2,38 m

Gambar. 4.2 Data rancangan barge 440 feet.

4.2.2 Estimasi Berat Barge Kosong (LWT).

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen LWT terdiri atas :

$$LWT_2 = W_{st} + W_{ep} + W_{o+ac} + W_{etc} + W_{el.agg}$$

a. Berat Baja Barge (W_{st})

$$\text{Gross } W_{st} = \text{Nett}W_{st} \times \left(1 + \frac{\text{scrap}\%}{100} \right)$$

dengan:

Scrap untuk barge : 0,50 – 1,00% untuk $100 < L < 200\text{m}$

$$\text{Nett } W_{st} = W_{st} (\text{Cb}_{0.8H} = 0,7) \times 1 + 0,5 \times (\text{Cb}_{0.8H} - 7)$$

$$\text{Cb}_{0.8H} = \text{Cb } L_{pp} + (1 - \text{Cb } L_{pp}) \left(\frac{0,8H - T}{3T} \right)$$

$$W_{st} (\text{Cb}_{0.8H} = 0,7) = k \times E^{1.36} \quad (\text{Watson, RINA 1977})$$

dimana :

k = konstanta = 0,029 – 0,037 (barge barang), diambil = 0,034

$$E = L_{pp}(B+T) + 0,85L_{pp}(H-T) + 0,85\sum(l_1h_1) + 0,75\sum(l_2h_2)$$

dengan :

$\sum(l_1h_1)$ = jumlah (panjang dan tinggi bangunan atas (superstructure))

$\sum(l_2h_2)$ = jumlah (panjang dan tinggi rumah geladak (deck house)).

Asumsi = jumlah (20 m dan 10 m)

$$E = 128,64(26 + 5,68) + (0,85 \times 128,64)(8 - 5,68) + (0,85 \times 0 \times 0) + (0,75 \times 20 \times 13,6)$$

$$E = 4507,22$$

$$W_{st} (\text{Cb}_{0.8H} = 0,7) = 0,041 \times 4507,22^{1.36} = 3820,32 \text{ ton}$$

$$\text{Cb}_{0.8H} = 0,958 + (1 - 0,958) \left(\frac{0,8(8) - 5,68}{3(5,68)} \right)$$

$$= 0,96$$

$$\text{Nett } W_{st} = 3820,32 \times (1 + 0,5(0,96 - 0,7)) = 4316,75 \text{ ton}$$

$$\text{Jadi } W_{st} = 4316,75 \times (1 + 1\%) = 4359,9 \text{ ton}$$

b. Berat Outfitting dan Akomodasi (W_{o+ac})

$$W_{o+ac} = k \times L_{pp}^{1.3} \times B^{0.8} \times H^{0.3} \quad (\text{Katsoulis})$$

Dengan :

$k = 0,045$ (untuk barge curah atau barge tangki)

$$W_{o+ac} = 0,045 \times 128,64^{1.3} \times 26^{0.8} \times 8^{0.3} = 633,15 \text{ ton}$$

$$W_{o+ac} = 0,4 \times L_{pp} \times B \text{ (ton)} \quad \text{(Watson)}$$

$$W_{o+ac} = 0,4 \times 128,64 \times 26 = 1346,75 \text{ ton}$$

$$W_{o+ac} = c.(L_{pp}.B.H)^{2/3} ; c = 0,7 \dots 0,9 \quad \text{(Schneekluth)}$$

$$W_{o+ac} = 0,9 (128,64 \times 26 \times 8)^{2/3} = 812,41 \text{ ton}$$

Diambil harga W_{o+ac} terkecil untuk memperbesar nilai pay load,

$$W_{o+ac} = \underline{633,15 \text{ ton}}$$

c. Berat Instalasi Listrik ($W_{el.agg}$)

Misal terpasang 3 x 520 kW yang dipakai untuk perlistrikan.

$$W_{el.agg} = 40 + (P/30) ; [\text{kg/kW}] \quad \text{(Schneekluth)}$$

Dimana :

P = daya yang digunakan dalam kW

$$W_{el.agg} = 40 + 340/30 = 51,3 \text{ kg/kW}$$

Karena ada 3 instalasi listrik = 3 x 340 kW, maka :

$$\begin{aligned} W_{el.agg} &= 51,3 \text{ kg/kW} \times 1560 \text{ kW} \\ &= 52326 \text{ kg} \\ &= 52,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} \text{LWT} &= W_{st} + W_{o+ac} + W_{el.agg} \\ &= 4359,9 + 633,15 + 52,33 \\ &= 5045,39 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.5 Estimasi Berat DWT.

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen DWT terdiri dari :

$$\text{DWT}_2 = \text{Pay Load} + [\text{consumables } (W_1) + \text{Crew } (W_2) + \text{Luggage } (W_3)]$$

Dimana consumables terdiri dari :

- berat bahan bakar (W_{fo})
- berat minyak pelumas (W_{lub})
- berat air tawar (W_{fw})
- berat makanan (W_{prov})

$$\text{Pay load} = \text{DWT rancangan} - (\text{consumables} + \text{crew} + \text{luggage})$$

a. Berat Consumables (W_1)

$$\text{Berat consumables } (W_1) = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov}.$$

b. Berat Bahan Bakar (W_{fo})

$$W_{fo} = [(BHP_{me} \times b_{me}) + (BHP_{ae} \times b_{ae})] \times \frac{Cr}{Vs} \times 10^{-6} \times k$$

dimana :

$$BHP_{me} = \text{BHP generator utama (kW)} = 340 \text{ kW}$$

$$BHP_{ae} = \text{BHP generator cadangan (kW)} = 85 \text{ kW}$$

b_{me} = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar generator utama utama (205 – 211 gr/kW h ; untuk mesin 2 langkah diambil 205 gr/kW h).

b_{ae} = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar generator bantu (205 – 211 gr/kW h ; untuk mesin 2 langkah diambil 205 gr/kW h).

$$t = Cr/Vs = 30 \text{ hari}$$

$$K = \text{konstanta (1.3 – 1.5) ; diambil} = 1.3$$

$$W_{fo} = [(340 \times 205) + (85 \times 205)] \times 30 \times 10^{-6} \times 1,3 = 4,84 \text{ ton.}$$

Karena jumlah generator yg dipilih adalah 3(tiga) buah maka berat bahan, maka bakar generator menjadi,

$$W_{fo} = 3 \times 4,84 = 14,52 \text{ ton}$$

c. Berat Minyak Pelumas (W_{lub})

$$W_{lub} = 3\% \times W_{fo}$$

$$= 0,03 \times 14,52$$

$$= 0,44 \text{ ton}$$

d. Berat Air Tawar (W_{fw})

$$W_{fw} = N \times t \times C_{fw}$$

dimana :

$$N = \text{jumlah kru}$$

$$= 62 \text{ orang}$$

dengan ketentuan :

$$t = \text{waktu pelayaran} = 30 \text{ hari}$$

$$C_{fw} = \text{Kebutuhan konsumsi air tawar (minum, mandi, mencuci, dll), diambil} = 2 \text{ kg/orang/hari.}$$

$$W_{fw} = 62 \times 30 \times 220 = 409.200 \text{ kg} = 409,2 \text{ ton}$$

e. Berat Makanan ($W_{prov.}$)

$$W_{prov.} = N \times t \times C_{prov.}$$

dimana :

$$N = \text{jumlah kru} = 62 \text{ orang}$$

$$t = \text{waktu pelayaran} = 30 \text{ hari}$$

$$C_{prov} = \text{kebutuhan konsumsi makanan (3 – 5 kg/orang/hari)}$$

$$\text{diambil maksimal} = 5 \text{ kg/orang/hari}$$

$$W_{prov.} = 62 \times 30 \times 5 = 9300 \text{ kg} = 9,3 \text{ ton}$$

Jadi :

$$\text{Berat consumables (} W_1) = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov.}$$

$$= 14,51 + 0,44 + 409,2 + 9,3$$

$$= 433,45 \text{ ton}$$

f. Berat Kru (W_2)

$$\text{Berat kru (} W_2) = N \times C_{crew}$$

dimana :

$$C_{crew} = 75 \text{ kg/orang}$$

$$(W_2) = 62 \times 75 = 4650 \text{ kg} = 4,65 \text{ ton}$$

g. Berat Luggage (W_3)

$$\text{Luggage } (W_3) = N \times C_{\text{lugg}}$$

dimana :

$$C_{\text{lugg}} = 40 \text{ kg/orang (jarak pendek)}$$

$$= 60 \text{ kg/orang (jarak jauh)}$$

$$(W_3) = 62 \times 60 = 3720 \text{ kg} = 3,72 \text{ ton}$$

h. Berat Pay Load

$$\text{Displacement} = \text{LWT} + \text{DWT}$$

$$19580,869 = 5045,39 + \text{DWT}$$

$$\text{DWT} = 19580,869 - 5045,39$$

$$= 14535,48 \text{ ton}$$

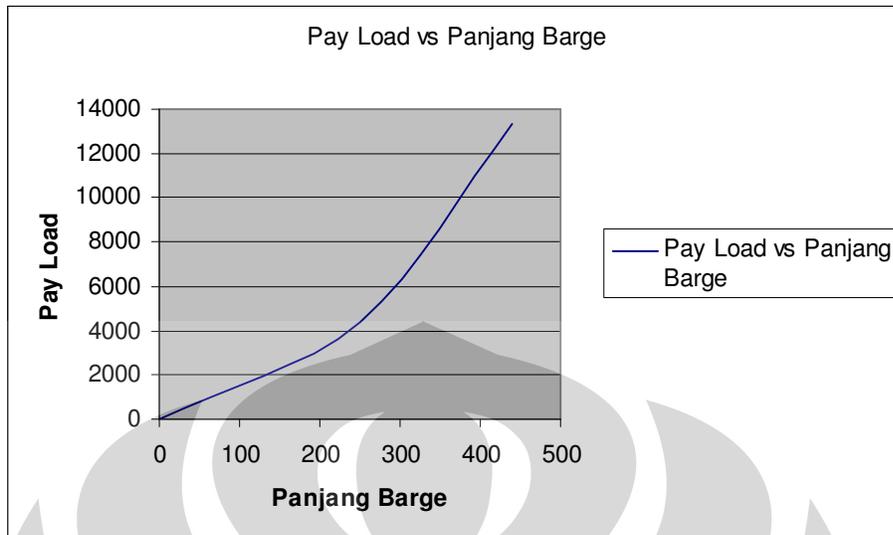
$$\text{Pay Load} = \text{DWT} - (\text{consumables} + \text{crew} + \text{luggage})$$

$$= 14535,48 - (433,45 + 4,65 + 3,72)$$

$$= 13320,98 \text{ ton.}$$

4.3 Hubungan Panjang Barge Terhadap Pay Load.

Setelah di dapat nilai pay load dari kedua barge yang memiliki panjang yang berbeda. Dimana kebutuhan pay load adalah 5100 ton, dalam menentukan ukuran barge, maka penulis memberikan safety factor 10% pada kebutuhan pay load, sehingga kebutuhan pay load menjadi 5610. Maka dapat diketahui barge yang memiliki nilai pay load 5610 dengan menghubungkan nilai barge 220 feet dengan barge 440 feet dengan menggunakan Microsoft Excel.



Gambar.4.3 Grafik perbandingan pay load terhadap panjang barge

Dari grafik dapat dilihat barge yang memiliki nilai pay load yang mendekati batas 5610 yaitu barge yang memiliki panjang 300 feet. Maka dalam rancangan ditentukan panjang barge yang dipakai adalah 300 feet atau 91,44 meter.

4.4 Estimasi Pay Load Barge Rancangan.

Untuk mengetahui besarnya pay load, maka harus diketahui terlebih dahulu nilai DWT, berat consumable, berat kru, dan berat barang bawaan. Oleh karena itu dibutuhkan barge-barge pembanding yang memiliki panjang 300 feet. Data barge pembanding yang diambil diperoleh dari “rules & regulasi NK’99” dan website perusahaan-perusahaan pemilik barge. Sehingga dari barge pembanding dapat diketahui rasio-rasio ukuran barge.

Tabel. 4.3 Daftar barge pembanding 300 feet

dimensi	marmac300 barge1	kline3 barge2	E.T. OFFSHORE VIII barge3	johan glory1 barge4	mitra jaya2 barge5
lpp	87.78	87.78	87.42	86.8	87.78

loa	91.44	91.44	91.44	90.37	91.44
b	30.48	23.1	24.38	21.95	24.38
h	6.02	5.49	4.88	5.49	5.49
t	4.76	4.32	3.71	4.356	4.305
fb	1.26	1.17	1.17	1.134	1.185
l/b	2.88	3.80	3.585726005	3.954441913	3.6004922
l/h	14.58	15.99	17.91393443	15.81056466	15.989071
b/T	6.40	5.35	6.57	5.04	5.66
t/h	0.79	0.79	0.760245902	0.793442623	0.784153

Dari data-data barge pembanding diperoleh :

- $L/B = 2,88 - 3,95$
- $L/H = 14,58 - 17,91$
- $B/T = 5,04 - 6,57$
- $T/H = 0,76 - 0,793$

Dari data-data di atas maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan estimasi-estimasi sementara ukuran utama dan koeisien-koefisien bentuk barge rancangan barge dengan teori-teori bangunan barge (naval architect) yang disertai dengan rumus-rumus empiris / pengalaman atau perbandingan hasil suatu penelitian dan studi banding.

berdasarkan barge pembanding tersebut, maka didapat berat baja barge dan perkiraan *budget constraint*, yaitu :

Berat baja barge terdiri dari $W_{hull} + W_{st}$

Menurut Watson (RINA 1977).

$$W^{steel} = k \cdot E^{1,36}$$

Dimana :

- o k = konstanta yang tergantung dengan nilai E.
- o E = $L \cdot (B + T) + 0,85 \cdot L \cdot (H - T) + 0,85 \cdot \sum 1_1 \cdot h_1 + 0,75 \cdot \sum 1_2 \cdot h_2$
- o $\sum 1^1 \cdot h^1$ = jumlah panjang dan tinggi bangunan atas.
- o $\sum 1^1 \cdot h^2$ = jumlah panjang dan tinggi rumah geladak.

4.3.1 Estimasi Ukuran Utama dan Koefisien Bentuk.

Untuk menentukan ukuran utama barge dalam preliminary design digunakan rumus-rumus pendekatan dan perbandingan antara barge rancangan dengan barge pembanding.

Adapun ukuran-ukuran utama tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

a. Panjang Barge (L)

- Length Between Perpendicular (Lpp)

$$L_{pp} = 91,44 \text{ m}$$

Untuk panjang Loa dan Lwl selain didapat dari estimasi perhitungan dengan rumus pendekatan seperti yang tertera pada perhitungan berikut, juga akan dikoreksi kembali ketika menggambar lines plan dan pada akhirnya nilai panjang yang diambil adalah yang sesuai dengan panjang barge pada lines plan.

- Length Over All (Loa)

$$Loa = 91,44 \text{ m}$$

- Length Water Line (Lwl)

$$L_{wl} = L_{pp} = 91,44 \text{ m}$$

b. Lebar Barge (B)

Lebar barge harus sesuai dengan panjang barge. Dari perbandingan L/B barge-barge pembanding diatas maka dapat diketahui lebar barge yg dibutuhkan dalam rancangan, yaitu

$$B = L_{pp} / (L/B)$$

$$L/B = 3,95$$

$$B = \frac{91,44m}{3,95}$$

$$= 23,15 \text{ m}$$

c. Sarat Air (draft) Barge (T)

Perbandingan ratio B/T untuk barge adalah antara 5,04 sampai 6,4 ,
maka dipilih perbandingan ratio sebesar 5,04 dan didapat,

$$\begin{aligned} T &= \frac{23,15}{5,04} \\ &= 4,59 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Tinggi Barge (H)

Perbandingan ratio L/H untuk barge adalah antara 14,58 sampai 17,91 ,
maka dipilih perbandingan ratio sebesar 14,58 dan didapat,

$$\begin{aligned} L/H &= 14,58 \\ H &= \frac{91,44}{14,58} \\ &= 6,27 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Lambung Timbul (Fb)

$$\begin{aligned} F_b &= H - T \\ F_b &= 6,27 - 4,59 \\ F_b &= 1,68 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Koefisien-koefisien Bentuk.

Pada perancangan ini penulis memakai besar koefisien-koefisien bentuk pada desain barge yang dibuat dalam software Maxsurf 11.12. dimana pada desain di maxsurf di dapat besarnya koefisien-koefisien bentuk sebagai berikut:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	9554.255	tonne
2	Volume	9321.224	m ³
3	Draft to Baseline	4.59	m
4	Immersed depth	4.59	m
5	Lwl	91.44	m
6	Beam wl	23.15	m
7	WSA	2930.187	m ²
8	Max cross sect area	105.766	m ²
9	Waterplane area	2056.916	m ²
10	Cp	0.964	
11	Cb	0.959	
12	Cm	0.995	
13	Cwp	0.972	
14	LCB from zero pt	45.721	m
15	LCF from zero pt	45.72	m
16	KB	2.319	m
17	KG	0	m
18	Bmt	9.713	m
19	BML	145.427	m
20	Gmt	12.032	m
21	GML	147.745	m
22	Kmt	12.032	m
23	KML	147.745	m
24	Immersion (TPc)	21.083	tonne/cm
25	MTc	154.374	tonne.m
26	RM at 1deg = Gmt.Dis	2006.323	tonne.m
27	Precision	Medium	50 stations

Density: 1.025 tonne/m³ Recalculate

VCG: 0 m Close

Gambar. 4.4 Hasil perhitungan barge rancangan pada Maxsurf Pro 11.12

- Cb = 0,958
- Cm = 0,994
- Cp = 0,963
- Cw = 0,972

4.3.1.1 Koreksi Lambung Timbul

Untuk menentukan tinggi lambung timbul minimum secara tepat pada tahap preliminary design masih belum memungkinkan disebabkan karena belum ditentukannya secara pasti ukuran konstruksi barge, tinggi haluan, dan

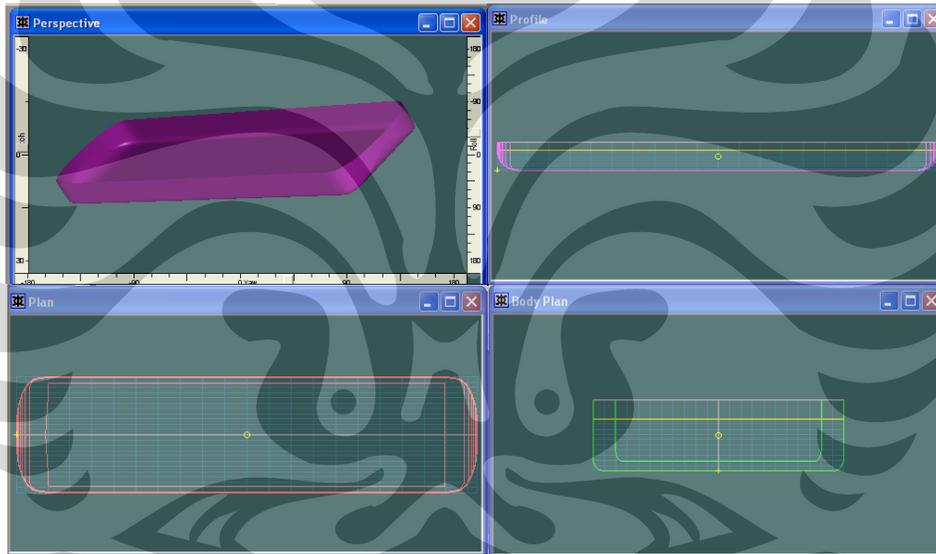
parameter lainnya yang diperlukan untuk menghitung lambung timbul minimum sesuai peraturan loadline, sehingga untuk estimasi sementara digunakan cara pendekatan.

$$Fb = H - T = 6,27 - 4,59 = 1,68 \text{ m}$$

Sesuai dengan persyaratan ILLC'66 untuk barge dengan $L_{pp} = 91,44$ m, maka tinggi lambung timbul minimum adalah 1075 mm. Lambung timbul rancangan memenuhi karena masih berada di atas lambung timbul minimum.

4.3.2 Rencana Garis (Lines Plan).

Dalam pembuatan rencana garis, penulis menggunakan software Maxsurf Pro 11.12. hasil yang didapat pada rancangan tertera dalam lampiran.



Gambar. 4.5. Rencana garis pada Maxsurf 11.12

4.3.3 Estimasi Berat Barge Kosong (LWT).

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen LWT terdiri atas :

$$LWT_2 = W_{st} + W_{ep} + W_{o+ac} + W_{etc} + W_{el.agg}$$

a. Berat Baja Barge (W_{st})

$$Gross W_{st} = NettW_{st} \times \left(1 + \frac{scrap\%}{100} \right)$$

dengan:

Scrap untuk barge : 0,50 - 1.00% untuk $60 < L < 100\text{m}$

$$\text{Nett } W_{st} = W_{st} (\text{Cb}_{0.8H} = 0,7) \times 1 + 0,5 \times (\text{Cb}_{0.8H} - 7)$$

$$\text{Cb}_{0.8H} = \text{Cb } L_{pp} + (1 - \text{Cb } L_{pp}) \left(\frac{0,8H - T}{3T} \right)$$

$$W_{st} (\text{Cb}_{0.8H} = 0.7) = k \times E^{1.36} \quad (\text{Watson, RINA 1977})$$

dimana :

k = konstanta = 0,029 - 0,037 (barge barang), diambil = 0,034

$$E = L_{pp}(B+T) + 0,85L_{pp}(H-T) + 0,85\sum(l_1h_1) + 0,75\sum(l_2h_2)$$

dengan :

$\sum(l_1h_1)$ = jumlah (panjang dan tinggi bangunan atas (superstructure). Asumsi

$\sum(l_2h_2)$ = jumlah (panjang dan tinggi rumah geladak (deck house).

Asumsi = jumlah (16 m dan 13,6 m)

$$E = 91,44(23,15 + 4,59) + (0,85 \times 91,44)(6,27 - 4,59) + (0,85 \times 0 \times 0) + (0,75 \times 13,6 \times 16)$$
$$E = 2787,23$$

$$W_{st} (\text{Cb}_{0.8H} = 0,7) = 0,041 \times 2787,23^{1.36}$$
$$= 1987.1 \text{ ton}$$

$$\text{Cb}_{0.8H} = 0,958 + (1 - 0,958) \left(\frac{0,8(6,27) - 4,59}{3(4,59)} \right)$$
$$= 0,959$$

$$\text{Nett } W_{st} = 1987,1 \times (1 + 0.5(0,959 - 0,7)) = 2244,72 \text{ ton}$$

$$\text{Jadi } W_{st} = 2244,72 \times (1 + 1\%) = 2267,17 \text{ ton}$$

b. Berat Outfitting dan Akomodasi (W_{o+ac})

$$W_{o+ac} = k \times L_{pp}^{1.3} \times B^{0.8} \times H^{0.3} \quad (\text{Katsoulis})$$

Dengan :

$k = 0,045$ (untuk barge curah atau barge tangki)

$$W_{o+ac} = 0,045 \times 91,44^{1.3} \times 23,15^{0.8} \times 6,27^{0.3} = 341,61 \text{ ton}$$

$$W_{o+ac} = 0,4 \times Lpp \times B \text{ (ton)} \quad (\text{Watson})$$

$$W_{o+ac} = 0,4 \times 91,44 \times 23,15 = 846,17 \text{ ton}$$

$$W_{o+ac} = c.(Lpp.B.H)^{2/3} ; c = 0,7 \dots 0,9 \quad (\text{Schneekluth})$$

$$W_{o+ac} = 0,9 (91,44 \times 23,15 \times 6,27)^{2/3} = 504,6 \text{ ton}$$

Diambil harga W_{o+ac} terkecil untuk memperbesar nilai pay load,

$$W_{o+ac} = 341,61 \text{ ton}$$

c. Berat Instalasi Listrik ($W_{el.agg}$)

- Pompa Muatan Bahan Bakar.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pompa (Q)} &= V.\gamma \\ &= 85. 0,85 \\ &= 100 \text{ t/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pompa muatan (Pp)} &= \frac{Q \times H}{3600 \times 75} \\ &= \frac{100 \times 80}{3600 \times 75} = 2,9 \text{ HP} \\ &= 3,94 \text{ kW} \end{aligned}$$

- Pompa Bilga

Pompa bilga dipergunakan untuk memindahkan sisa cairan dari bagian barge yang telah dikumpulkan untuk dibuang keluar. System bilga pada barge rancangan dilayani oleh satu buah pompa yang bekerja pada satu sisi barge. Pompa ballas, pompa dinas umum serta pompa lainnya dapat juga digunakan sebagai pompa bilga yang berdiri sendiri bila kapasitas dari pompa-pompa tersebut sesuai dengan kapasitas-kapasitas yang ditentukan.

Untuk barge barang dan penumpang, diameter pipa bilga utama menurut ketentuan Klasifikasi Indonesia :

$$dh = 1,68 \sqrt{(B+H) \times L} + 25 \text{ (mm)}$$

Dimana :

Panjang antara garis tegak (Lpp) = 91,44 m

Lebar barge (B) = 23,15 m

Tinggi Barge (H) = 6,27 m

Maka :

$$dh = 1,68 \sqrt{(23,15 + 6,27) \cdot 91,44} + 25$$

$$= 108,64 \text{ mm}$$

Kapasitas pompa bilga :

$$Q = 0,576 \cdot dh^2 \text{ (m}^3/\text{jam)}$$

$$= 0,576 \cdot 10,86^2$$

$$= 67,93 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Daya pompa bilga :

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot w}{102} = \frac{67,93 \cdot 15 \cdot 1.025}{102} = 10,24 \text{ hp} = 13,9 \text{ kW}$$

Jumlah pompa : 1

Jenis : vertical centrifugal self priming

Kapasitas : 67,93 m³/jam

Head : 15 m

Daya : 14 kW

- Pompa Ballast.

Pompa ballast berfungsi untuk mengisi atau mengosongkan tangki balas atau memindahkan air dari suatu tangki ke tangki lainnya. Berat air balas menurut ref. Khetagurov, berkisar antara (10 – 17 %) dari displacement. Pada barge rancangan ini berat air ballast adalah 10% dari displacement. Maka berat air ballast adalah :

$$10\% \times 9554,26 \text{ ton} = 955,43 \text{ ton} = 955,43 \text{ m}^3$$

Menurut ref. Khetagurov, untuk kapasitas air ballas 256 - 1300 m³ dibutuhkan waktu 4 – 5,5 jam untuk mengosongkan dan mengisi air ballas. Direncanakan untuk kapasitas 955,43 m³, dapat diisi atau dikosongkan dalam waktu 5 jam.

Kapasitas pompa ballas :

$$Q = 955,43 / 5 \\ = 137,14 \text{ m}^3/\text{jam} = 38,09 \text{ l/sec.}$$

Daya pompa

$$N = \frac{Q \times H \times w}{102} \text{ (kW)} \text{ (Ref. Souchotte \& Smith)}$$

Dimana :

$$w = \text{density air} = 1 \text{ gm/ml}$$

Maka :

$$N = \frac{38,09 \cdot 15 \cdot 1}{102} = 5,6 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat :

Jumlah pompa : 1
Jenis : vertical centrifugal self priming
Kapasitas : 137,14 m³/jam
Head : 15 m
Daya : 6 kW

- Pompa Sanitary

Pompa ini sebagai pensuplai air atau fecal pump, yang tergantung dari kebutuhan yang dapat dilayani. Kebutuhan air dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan tiap orang yaitu :

Air laut , 20 – 30 liter per hari

Air tawar : Air pencuci, 20 liter per hari
Air minum, 10 liter per hari

o Pompa untuk air tawar

Kebutuhan tiap orang direncanakan 50 liter per hari. Jumlah awak barge dan penumpang adalah 62 orang.

Kebutuhan air tawar dalam 1 hari = 50 x 62 = 3100 liter

Digunakan dari satu buah tangki service yang dapat menampung 0,2 – 0,4 dari kebutuhan sehari (ref. Khetagurov). Untuk setiap kali pengisian dibutuhkan waktu kurang lebih 10 menit. Maka kapasitas pompa :

$$Q = 3100 \times 0,4 / 10 = 124 \text{ L/men} = 3,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Direncanakan kapasitas pompa, $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{jam}$

Head pompa:

Direncanakan untuk head pompa, $H = 30 \text{ m}$

Daya yang dibutuhkan :

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102 \cdot \eta \cdot 3600} \text{ (kW)}$$
$$= \frac{3,5 \cdot 30 \cdot 1000}{102 \cdot 0,7 \cdot 3600} = 0,41 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat :

Jumlah pompa : 2

Jenis : vertical centrifugal self priming

Kapasitas : $3,5 \text{ m}^3/\text{jam}$

Head : 30 m

Daya : 0,5 kW

o Pompa untuk air laut

Kebutuhan tiap orang direncanakan 20-30 liter per hari.

Jumlah awak barge dan penumpang adalah 62 orang.

Kebutuhan air laut dalam 1 hari = 25 x 62 = 1550 liter

Digunakan dari satu buah tangki service yang dapat menampung 0,2 – 0,4 dari kebutuhan sehari (ref.Khetagurov). untuk setiap kali pengisian dibutuhkan waktu kurang lebih 5 menit. Maka kapasitas pompa :

$$Q = 1550 \times 0,4 / 5 = 124 \text{ l/men} = 3,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Direncanakan kapasitas pompa, $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Head pompa:

Direncanakan untuk head pompa, $H = 30 \text{ m}$

Daya yang dibutuhkan :

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102 \cdot \eta \cdot 3600} \text{ (kW)}$$
$$= \frac{3,5 \cdot 30 \cdot 1000}{102 \cdot 0,7 \cdot 3600} = 0,41 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat :

Jumlah pompa : 1

Jenis : vertical centrifugal self priming

Kapasitas : 3,5 m³/jam

Head : 30 m

Daya : 0,5 kW

- Pompa Pemadam Kebakaran

Pompa pemadam kebakaran untuk barge ikan diatur sesuai ketentuan Badan Klasifikasi Indonesia. Kapasitas pompa pemadam kebakaran menurut peraturan klasifikasi Indonesia adalah sebesar 2/3 dari kapasitas pompa bilga (minimal).

$$Q_{\min} = 2/3 \times 67,93$$

$$= 45,29 \text{ m}^3/\text{jam}.$$

Daya pompa

$$N = \frac{Q \times H \times \gamma}{102 \times \eta_{\text{nov}} \times 3600} \text{ (kW)} \quad (\text{Ref. Souchotte \& Smith})$$

Dimana :

$$Q = \text{kapasitas pompa yang direncanakan} = 45,29 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka :

$$N = \frac{45,29 \cdot 20 \cdot 1000}{102 \cdot 0,7 \cdot 3600} = 3,52 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat :

Jumlah pompa	: 1
Jenis	: vertical centrifugal self priming
Kapasitas	: 45,29 m ³ /jam
Head	: 20 m
Daya	: 3,6 kW

- Pompa Dinas Umum

Pompa dinas umum dapat berfungsi sebagai pompa bilga, pompa ballast, pompa sanitasi dan dapat juga dipergunakan untuk pompa pemadam kebakaran dalam keadaan darurat. Karena pompa dinas umum mempunyai fungsi yang cukup banyak, maka harus dapat memenuhi syarat dari pompa-pompa tersebut diatas.

Data pompa :

- Pompa bilga : Q = 67,93 m³/jam
H = 15 m
- Pompa ballast : Q = 137,14 m³/jam
H = 15 m
- Pompa sanitary :
 - Pompa air tawar :
Q = 3,5 m³/jam

$$H = 30 \text{ m}$$

- Pompa air laut :

$$Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$H = 30 \text{ m}$$

- Pompa pemadam kebakaran : $Q = 50 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$H = 72 \text{ m}$$

Berdasarkan data-data di atas, maka pompa dinas umum direncanakan sesuai dengan kapasitas dan head yang paling besar agar dapat menampung kekuatan pompa secara keseluruhan. Maka dalam hal ini yang paling sesuai adalah pompa ballast, yaitu :

Jumlah pompa : 1

Jenis : vertical centrifugal self priming

Kapasitas : $137,14 \text{ m}^3/\text{jam}$

Head : 15 m

Daya : 6 kW

- Kebutuhan Daya Fan

Ruang akomodasi, kemudi, dan kabin.

- Untuk menjaga susunan kimia :

$$Q_{ch} = V_r \times \frac{V_{rc}}{V_{mr} - V_{ca}} \text{ m}^3/\text{jam}$$

dimana :

V_r = volume ruang

$$= 5560,34 \text{ m}^3$$

V_{rc} = volume CO_2 yang dihasilkan per m^3 dari ruangan,

$$= (0.1-0.15)\% \times V_r$$

$$= 0.1\% \times 5560,34$$

$$= 5,56 \text{ Ltr}/\text{m}^3$$

V_{mr} = Jumlah CO_2 maksimum yang diizinkan per m^3

$$= 1 \text{ Ltr}/\text{m}^3$$

V_{ca} = Jumlah CO_2 dari udara luar yang memasuki ruangan

$$= 0.3 \text{ Ltr/m}^3$$

Jadi :

$$\begin{aligned} Q_{ch} &= 5560,34 \times \frac{5,56}{1-0,3} \\ &= 44164,99 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

o Untuk menjaga suhu udara :

$$Q_t = \frac{Q_r}{C_a \times (t_r - t_{fa}) \times f_a} \text{ m}^3/\text{jam}$$

dimana :

$$\begin{aligned} C_a &= \text{kapasitas panas udara rata-rata} \\ &= 0.24 \text{ kcal/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_r &= \text{panas yang masuk ruang per jam} \\ &= 3200 \text{ kcal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{fa} &= \text{temperature udara yang masuk ruang} \\ &= 30^\circ \text{ C (tropis)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_r &= \text{temperatur ruang} \\ &= t_{fa} + 5^\circ \text{ C} \\ &= 35^\circ \text{ C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_a &= \text{density udara pada temperatur masuk} \\ &= 1.165 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

jadi :

$$\begin{aligned} Q_t &= \frac{3200}{0.24 \times (35 - 30) \times 1.165} \\ &= 2288,98 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

o Untuk menjaga kelembaban :

$$Q_k = \frac{100 \times D_k}{\gamma \times (d_r - \gamma f_a) \times d_{fa}} \text{ m}^3/\text{jam}$$

dimana :

$$D_k = \text{jumlah uap air yang dibutuhkan}$$

$$= 75 \text{ g/hr}$$

dr = kelembaban absolute udara ruang

$$= 39.41 \text{ g/m}^3, \text{ untuk } t_r = 35^\circ \text{ C}$$

dfa = kelembaban absolute udara luar

$$= 30.21 \text{ g/m}^3, \text{ untuk } t_{fa} = 30^\circ \text{ C}$$

γ_r = kelembaban relatif udara ruang (40-60%)

$$= 60\%$$

γ_{fa} = kelembaban relatif udara luar

$$= 70\%.$$

Jadi ;

$$Q_k = \frac{100 \times 75}{0.6 \times (39.41 - 0.7) \times 30.21}$$
$$= 10.7 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas fan yang di pilih untuk ventilasi ruang akomodasi, adalah kapasitas yang terbesar dari 3 keadaan diatas yaitu : 44164,99 m³/jam.

o Ruang mesin

$$Q_{rm} = 20 \times \text{vol. engine room (m}^3/\text{jam)}$$

Jadi kapasitas fan yang dibutuhkan :

$$Q_{rm} = 20 \times 2067,63$$
$$= 41352,5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Daya fan,

$$N = \frac{Q \times H}{3600 \times \eta_D \times 75} \text{ (HP)} \quad (\text{ref. Khetagurov})$$

dimana :

Q = kapasitas udara yang dibutuhkan

H = head fan

= 50 mm (direncanakan)

η_D = efesiensi fan

= 0.4 – 0.75

- o Ruang akomodasi, kemudi, dan kabin

Kapasitas pada ruang akomodasi,

$$Q_a = 44164,99 \text{ m}^3/\text{jam.}$$

Daya fan :

$$\begin{aligned} N_a &= \frac{44164,99 \times 50}{3600 \times 0.7 \times 75} \\ &= 11,68 \text{ HP} \\ &= 15,88 \text{ kW} \end{aligned}$$

Maka daya fan yang di pakai untuk ruang akomodasi adalah 16 kW.

- o Ruang mesin

Kapasitas pada ruang mesin,

$$Q_{rm} = 41352,5 \text{ m}^3/\text{jam.}$$

Daya fan :

$$\begin{aligned} N_{rm} &= \frac{41352,5 \times 50}{3600 \times 0.7 \times 75} \\ &= 10,94 \text{ HP} \\ &= 14,88 \text{ kW} \end{aligned}$$

Maka daya fan yang di pakai untuk ruang mesin adalah 15 Kw

- Kebutuhan daya cold storage.

Kebutuhan daya yang dipakai pada pendinginan ikan yaitu dilihat dari besarnya volume cold storage. Untuk 1000 m³ vol.cold storage membutuhkan daya 20 kW compressor (sumber: www.fao.org), sedangkan untuk peralatan tambahan adalah sebagai berikut.

Table.4.4 Daya Cold Storage

Condenser pump and fan	0.6 kW
Door and underfloor heating	0.5 kW
Mechanical handling equipment	1.5 kW
The total power required would therefore be	22.6 kW

(sumber: www.fao.org)

Maka dari keterangan di atas dapat diketahui kebutuhan daya pada cold storage, yaitu sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Vol. cold storage} &= 4198 \text{ m}^3 \\ \text{Daya cold storage} &= 4,198 \times 42,6 \\ &= 178,83 \text{ kW}\end{aligned}$$

- Alat tambat jangkar.

Untuk mengetahui kebutuhan peralatan jangkar, rantai jangkar, tali menali ditentukan oleh badan Klasifikasi Indonesia, yang sesuai dengan angka penunjuk yang diberikan.

Angka penunjuk

$$Z = \Delta^{2/3} + 2 \cdot h \cdot B + 0,1A$$

Dimana :

Δ = displacement (9554,26)

h = tinggi efektif di ukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak.

$$h = fb + \sum h_i = 1,61 + 13,6 = 15,21 \text{ m}$$

B = Lebar kapal = 22,22 m

A = luas pandang samping lambung kapal bangunan atas dan rumah geladak diatas garis muat dalam batas panjang L dan tinggi h .

$$A = (91,44 \times 1,68) + (20,22 \times 13,6) = 422,21 \text{ m}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned}Z &= 9554,26^{2/3} + 2 \cdot 15,21 \cdot 23,15 + 0,1 \cdot 422,21 \\ &= 1079,083\end{aligned}$$

Dari tabel jangkar BKI 2a.BKI. untuk $Z = 1060 - 1140$:

- Jumlah jangkar = 3
- Berat satu jangkar (G_a) = 3300 kg

Pada rancangan dipakai 8 jangkar, maka:

- Jumlah jangkar = 8
- Berat satu jangkar = 1237,5 kg
- Rantai sekang untuk jangkar haluan
 - Panjang total = 495 m
 - Diameter, = 58 mm, untuk K1 (normal)
- Tali tarik
 - Panjang tali = 200 m
 - Beban putus = 66000 kN
- Tali tambat
 - Jumlah tali = 4
 - Panjang tali = 180 m
 - Beban putus = 17000 kg

Maka daya mesin windlass yang dibutuhkan adalah :

$$P_w = \frac{P \cdot v}{75 \cdot 60}$$

Dimana :

P = gaya nominal (kg)

v = kecepatan rantai jangkar = 10 m/mnt

maka:

$$P_w = \frac{1237,5 \cdot 10}{75 \cdot 60} = \text{hp} = 2,75 \text{ kW}$$

Untuk 8 buah jangkar, daya yang harus tersedia adalah :

$$P_w = 8 \times 2,75 \text{ kW} = 22 \text{ kW}$$

Maka diambil daya motor penggerak mesin jangkar adalah sebesar

Ne = 3 kW.

Tabel. 4.5 Kebutuhan daya pada setiap item

No	Item	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya (watt)
1	General Light	117	20	2340
2	Flashlight	12	60	720
3	Air Conditioner 5 hp	4	4000	16000
4	Refrigerator	4	180	720
5	Television	15	120	1800
6	Air Intake	5	750	3750
7	Exhaust fan	5	100	500

Navigation Light				
8	Mast light	1	20	20
9	Side light	2	20	40
10	Setrn ligft	1	20	20
11	Anchor light	4	20	80
Navigation & Radio				
12	Instrument Panel	1	20	20
13	Compass	1	10	10
14	Electric horn	1	100	100
15	Clear View Screen	2	100	200
16	Wiper	3	100	300
17	Winch	1	1000	1000
18	Radio SSB	1	150	150
19	GPS	1	15	15
20	VHF	1	25	25
				27810
				27.81
Pompa & Perlengkapan Barge				
				KW
21	Pompa Muatan Bahan Bakar	1	2.94	2.94
22	Pompa Bilga	1	14	14
23	Pompa ballast	1	6	6
24	Pompa sanitary	2	0.5	1
25	Pompa pemadam kebakaran	1	3.6	3.6
26	Pompa Dinas Umum	1	6	6
26	Alat tambat jangkar	8	3	24
27	Gantry Crane	2	127	254
28	Hose Crane	2	38	76
	Ventilasi			0
29	Ruang Akomodasi	1	16	16
30	Ruang Mesin	1	15	15
31	Cold Storage	1	94.92	94.92
Jumlah Total				513.
				541.27

Total daya yang dibutuhkan pada perancangan yaitu 541,27 kW, dengan dikalikan safety factor sebesar 10% adalah 595,297 kW. Maka dipasang generator dengan kapasitas 3 x 340 kW yang dipakai untuk perlistrikan, dimana 2(dua) sebagai utama dan 1(satu) untuk bantu.

$$W_{el.agg} = 40 + (P/30) ; [\text{kg/kW}] \quad (\text{Schneekluth})$$

dimana :

P = daya yang digunakan dalam kW

$$W_{el.agg} = 40 + 340/30 = 51,3 \text{ kg/kW}$$

Karena ada 3 instalasi listrik = 3 x 340 kW, maka :

$$\begin{aligned} W_{el.agg} &= 51,3 \text{ kg/kW} \times 1560 \text{ kW} \\ &= 52326 \text{ kg} \\ &= 52,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} LWT &= W_{st} + W_{o+ac} + W_{el.agg} \\ &= 2267,17 + 341,61 + 52,33 \\ &= 2661,11 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.4 Estimasi Berat DWT Rancangan.

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen DWT terdiri dari :

$$DWT_2 = \text{Pay Load} + [\text{consumables } (W_1) + \text{Crew } (W_2) + \text{Luggage } (W_3)]$$

Dimana consumables terdiri dari :

- berat bahan bakar (W_{fo})
- berat minyak pelumas (W_{lub})
- berat air tawar (W_{fw})
- berat makanan (W_{prov})

$$\text{Pay load} = \text{DWT rancangan} - (\text{consumables} + \text{crew} + \text{luggage})$$

a. Berat Consumables (W_1)

$$\text{Berat consumables } (W_1) = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov}.$$

b. Berat Bahan Bakar (W_{fo})

$$W_{fo} = [(BHP_{me} \times b_{me}) + (BHP_{ae} \times b_{ae})] \times \frac{Cr}{V_s} \times 10^{-6} \times k$$

dimana :

$$BHP_{me} = \text{BHP generator utama (kW)} = 340 \text{ kW}$$

$$BHP_{ae} = \text{BHP generator cadangan (kW)} = 85 \text{ kW}$$

b_{me} = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar generator utama utama (205 – 211 gr/kW h ; untuk mesin 2 langkah diambil 205 gr/kW h).

b_{ae} = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar generator bantu (205 – 211 gr/kW h ; untuk mesin 2 langkah diambil 205 gr/kW h).

t = $C_r/V_s = 30$ hari

K = konstanta (1.3 – 1.5) ; diambil = 1.3

$$W_{fo} = [(340 \times 205) + (85 \times 205)] \times 30 \times 10^{-6} \times 1,3 = 4,84 \text{ ton.}$$

Karena jumlah generator yg dipilih adalah 3(tiga) buah maka berat bahan, maka bakar generator menjadi,

$$W_{fo} = 3 \times 4,84 = 14,52 \text{ ton}$$

c. Berat Minyak Pelumas (W_{lub})

$$\begin{aligned} W_{lub} &= 3\% \times W_{fo} \\ &= 0,03 \times 14,52 \\ &= 0,44 \text{ ton} \end{aligned}$$

d. Berat Air Tawar (W_{fw})

$$W_{fw} = N \times t \times C_{fw}$$

dimana :

$$\begin{aligned} N &= \text{jumlah kru} \\ &= 62 \end{aligned}$$

dengan ketentuan :

t = waktu pelayaran = 30 hari

C_{fw} = Kebutuhan konsumsi air tawar (minum, mandi, mencuci,dll), diambil = 2 kg/orang/hari.

$$W_{fw} = 62 \times 30 \times 220 = 409.200 \text{ kg} = 409,2 \text{ ton}$$

e. Berat Makanan ($W_{prov.}$)

$$W_{prov.} = N \times t \times C_{prov.}$$

dimana :

$$\begin{aligned} N &= \text{jumlah kru} = 62 \text{ orang} \\ t &= \text{waktu pelayaran} = 30 \text{ hari} \\ C_{\text{prov}} &= \text{kebutuhan konsumsi makanan (3 – 5 kg/orang/hari)} \\ &\text{diambil maksimal} = 5 \text{ kg/orang/hari} \\ W_{\text{prov.}} &= 62 \times 30 \times 5 = 9300 \text{ kg} = 9,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} \text{Berat consumables (} W_1 \text{)} &= W_{\text{fo}} + W_{\text{lub}} + W_{\text{fw}} + W_{\text{prov.}} \\ &= 14,51 + 0,44 + 409,2 + 9,3 \\ &= 433,45 \text{ ton} \end{aligned}$$

f. Berat Kru (W_2)

$$\text{Berat kru (} W_2 \text{)} = N \times C_{\text{crew}}$$

dimana :

$$\begin{aligned} C_{\text{crew}} &= 75 \text{ kg/orang} \\ (W_2) &= 62 \times 75 = 4650 \text{ kg} = 4,65 \text{ ton} \end{aligned}$$

g. Berat Luggage (W_3)

$$\text{Luggage (} W_3 \text{)} = N \times C_{\text{lugg.}}$$

dimana :

$$\begin{aligned} C_{\text{lugg}} &= 40 \text{ kg/orang (jarak pendek)} \\ &= 60 \text{ kg/orang (jarak jauh)} \\ (W_3) &= 62 \times 60 = 3720 \text{ kg} = 3,72 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari data yang didapat yaitu yang bersumber dari “Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan, 17 Desember 2008 mengenai *Dermaga Apung Untuk Perikanan* oleh Handy Chandra, MT.”, total produksi ikan di laut arafura, yaitu total produksi ikan 1 (satu) bulan di Laut Arafura adalah sebesar 3.500 ton/bulan. Sedangkan untuk keperluan bahan bakar diesel untuk armada barge ikan yang beroperasi di daerah tersebut adalah sebesar 1.600 ton/bulan.

Untuk pembagian besarnya kapasitas ruang kargo untuk ikan dan bahan bakar, perancang mencoba menyusun kebutuhan volume yang ada di kapal seperti tangki ballas, tangki air tawar, tangki bahan bakar generator beserta pelumas, dan kamar mesin. Setelah melakukan pengaturan pada letak-letak tangki dll, maka didapat kapasitas-kapasitas pay load yg tersedia. Yaitu untuk volume ruang kargo ikan sebesar 4431,14 m³, sedangkan kapasitas tangki bahan bakar keperluan armada-armada yang berlayar adalah sebesar 2156,47 m³.

Maka dapat dihitung besarnya muatan yaitu :

- Muatan Ikan.
 Spesifik berat ikan = 835 kg/ m³
 Berat ikan = $V_{\text{fish hold}} \times \text{Spesifik berat ikan}$
 = 4431,14 x 835
 = 3.700.000 kg = 3.700 ton
- Muatan Bahan bakar.
 Spesifik berat bahan bakar diesel = 0,85 ton/ m³
 Berat bahan bakar = Vol. Tangki bahan bakar x Spesifik berat bahan bakar
 = 2156,47 x 0,85
 = 1.833 ton

4.3.5 Perhitungan Hidrostatik.

Pada perhitungan hidrostatik, pada perancangan penulis menggunakan Hydromax Pro 11.12. Dari terbentuknya lambung barge dari rancangan pada Maxsurf Pro 11.12. maka perhitungan hidrostatik dapat dilakukan.

Tabel. 4.6 Hasil perhitungan hidrostatik

Draft Amidsh. m	0.000	0.510	1.020	1.530
Displacement tonne	0.0000	988.8	2035	3102
Heel to Starboard degrees	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	0.000	0.510	1.020	1.530
Draft at AP m	0.000	0.510	1.020	1.530

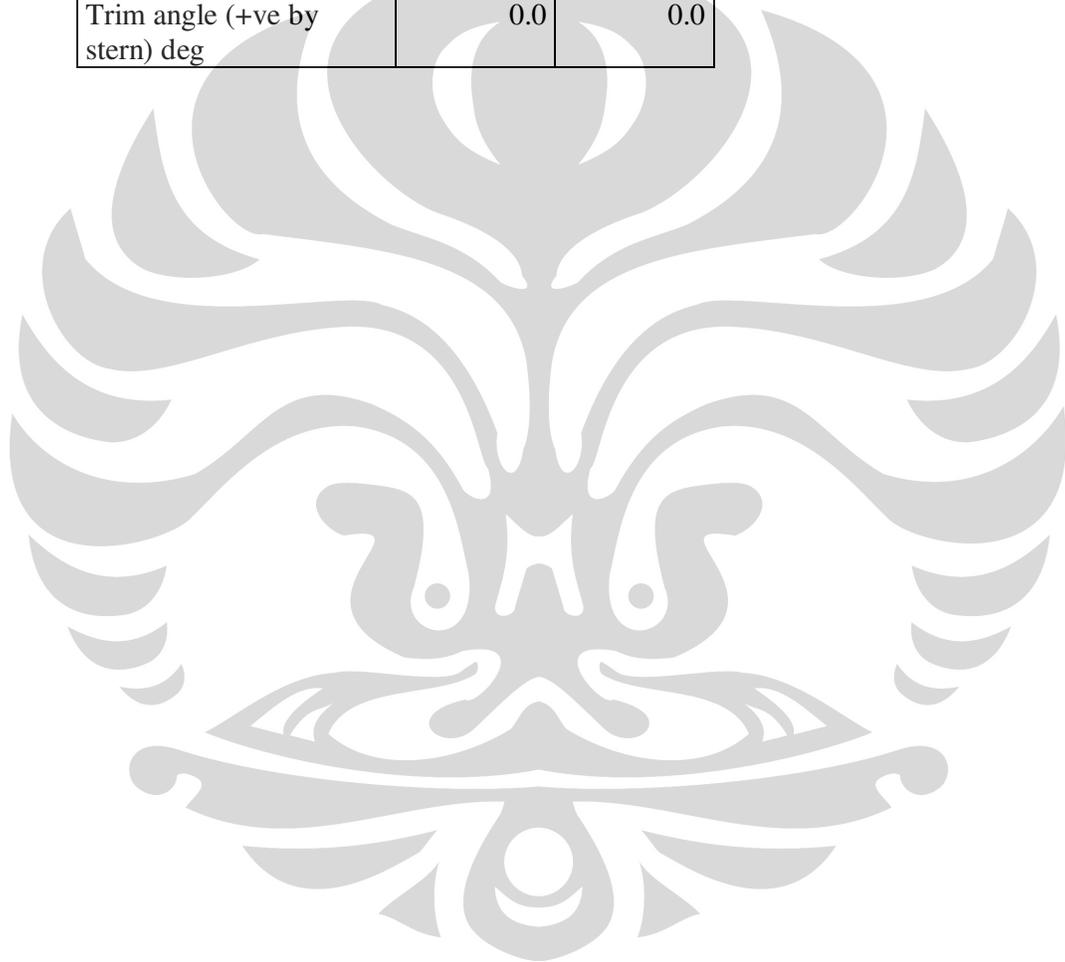
Draft at LCF m	0.000	0.510	1.020	1.530
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	78.629	86.557	88.343	89.458
WL Beam m	0.000	22.823	23.106	23.150
Wetted Area m ²	0.000	2006.557	2128.868	2237.271
Waterpl. Area m ²	0.000	1969.757	2028.209	2050.111
Prismatic Coeff.	0.000	0.977	0.972	0.968
Block Coeff.	0.000	0.957	0.953	0.955
Midship Area Coeff.	0.000	0.979	0.981	0.986
Waterpl. Area Coeff.	0.000	0.997	0.994	0.990
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0.000	0.002	0.001	0.001
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0.000	0.001	0.001	0.001
KB m	3.010	0.260	0.520	0.780
KG m	4.590	4.590	4.590	4.590
BMt m	0.000	88.178	45.001	29.848
BML m	0.000	1268.134	656.581	443.236
GMt m	-1.580	83.848	40.931	26.038
GML m	-1.580	1263.804	652.511	439.425
KMt m	3.010	88.438	45.521	30.628
KML m	3.010	1268.394	657.101	444.015
Immersion (TPc) tonne/cm	0.000	20.194	20.793	21.018
MTc tonne.m	0.000	136.662	145.207	149.080
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.000	1446.935	1453.593	1409.720
Max deck inclination deg	0.0	0.0	0.0	0.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	0.0

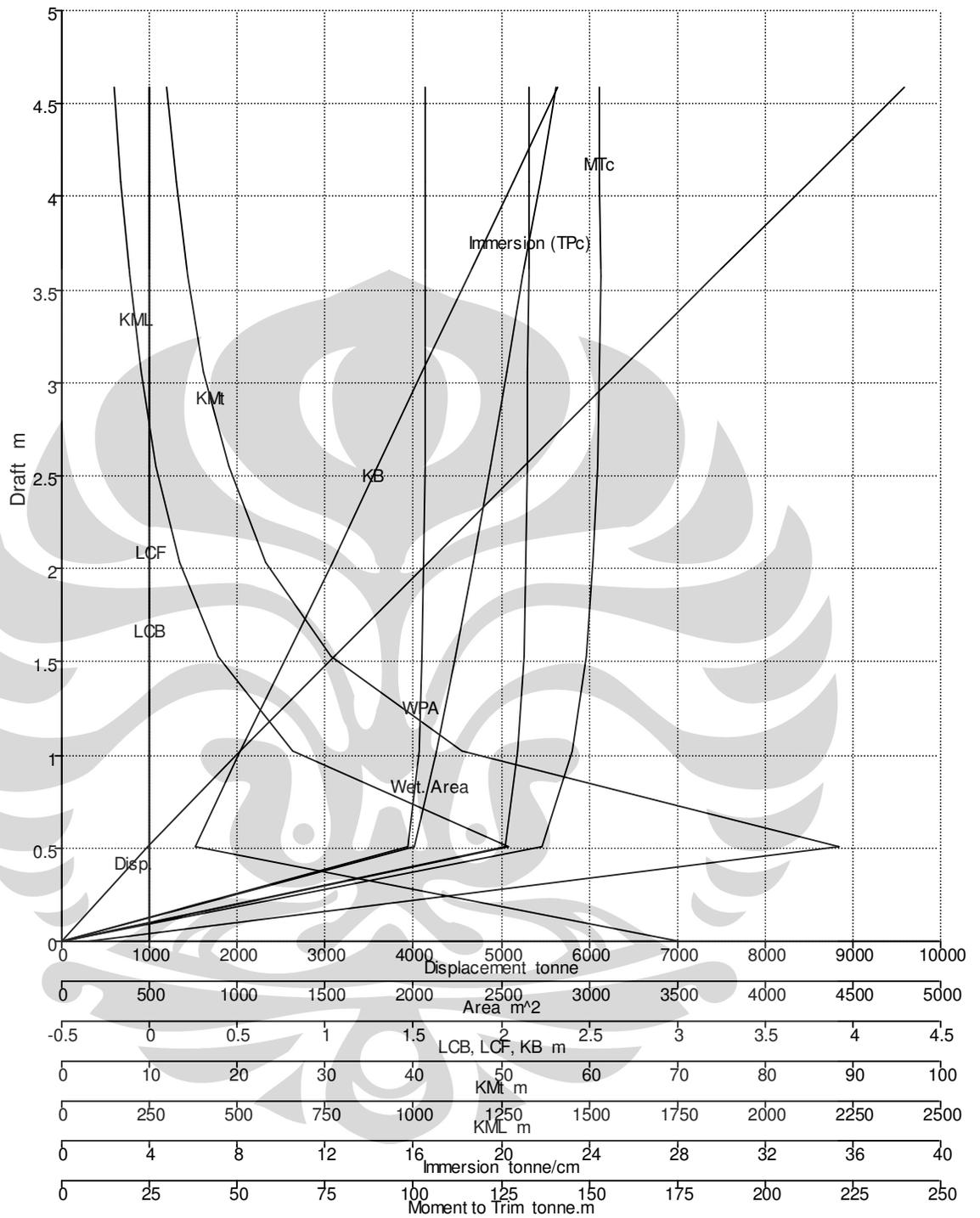
Draft Amidsh. m	2.040	2.550	3.060	3.570
Displacement tonne	4178	5257	6339	7422
Heel to Starboard degrees	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	2.040	2.550	3.060	3.570
Draft at AP m	2.040	2.550	3.060	3.570
Draft at LCF m	2.040	2.550	3.060	3.570
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	90.214	90.675	91.036	91.241
WL Beam m	23.150	23.150	23.150	23.150
Wetted Area m ²	2338.879	2436.769	2532.584	2626.552
Waterpl. Area m ²	2060.782	2067.754	2070.177	2072.303
Prismatic Coeff.	0.967	0.966	0.966	0.966
Block Coeff.	0.956	0.958	0.959	0.960
Midship Area Coeff.	0.990	0.992	0.993	0.994

Waterpl. Area Coeff.	0.987	0.985	0.982	0.981
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001	0.001	0.001	0.001
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001	0.001	0.000	0.000
KB m	1.038	1.296	1.554	1.811
KG m	4.590	4.590	4.590	4.590
BMt m	22.218	17.673	14.661	12.523
BML m	334.401	268.503	223.485	191.481
GMt m	18.667	14.379	11.625	9.743
GML m	330.849	265.209	220.449	188.702
KMt m	23.257	18.969	16.215	14.333
KML m	335.439	269.799	225.039	193.292
Immersion (TPc) tonne/cm	21.127	21.199	21.223	21.245
MTc tonne.m	151.152	152.476	152.825	153.168
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1360.951	1319.261	1286.076	1262.114
Max deck inclination deg	0.0	0.0	0.0	0.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	0.0

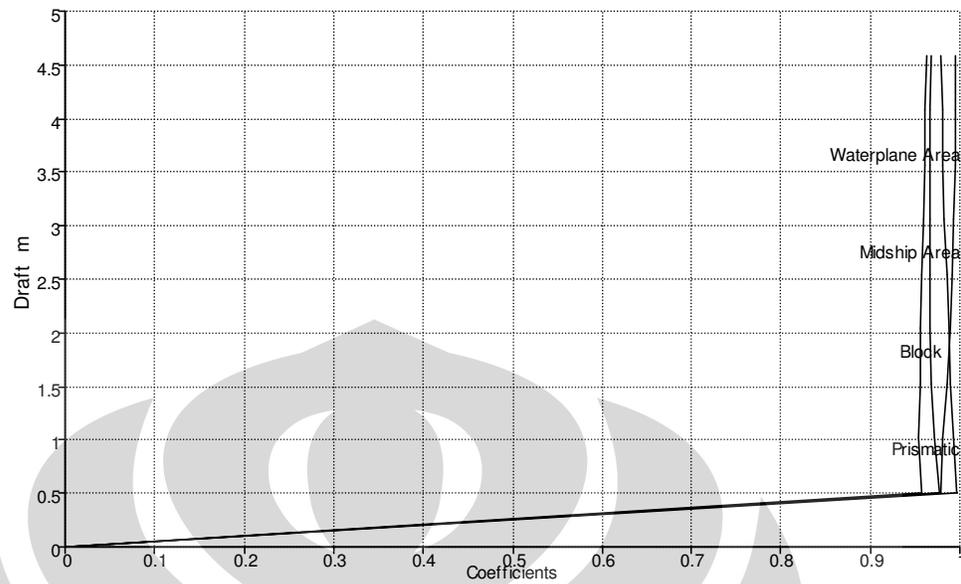
Draft Amidsh. m	4.080	4.590
Displacement tonne	8506	9589
Heel to Starboard degrees	0.0	0.0
Draft at FP m	4.080	4.590
Draft at AP m	4.080	4.590
Draft at LCF m	4.080	4.590
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000
WL Length m	91.341	91.440
WL Beam m	23.150	23.150
Wetted Area m ²	2719.610	2813.323
Waterpl. Area m ²	2072.419	2072.574
Prismatic Coeff.	0.967	0.967
Block Coeff.	0.962	0.963
Midship Area Coeff.	0.995	0.995
Waterpl. Area Coeff.	0.980	0.979
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001	0.001
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0.001	0.000
KB m	2.067	2.324
KG m	4.590	4.590
BMt m	10.928	9.693
BML m	167.117	148.266

GMt m	8.405	7.427
GML m	164.595	146.000
KMt m	12.995	12.017
KML m	169.185	150.590
Immersion (TPc) tonne/cm	21.246	21.248
MTc tonne.m	153.105	153.111
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1247.726	1242.911
Max deck inclination deg	0.0	0.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0





Gambar. 4.6. Kurva hidrostatik



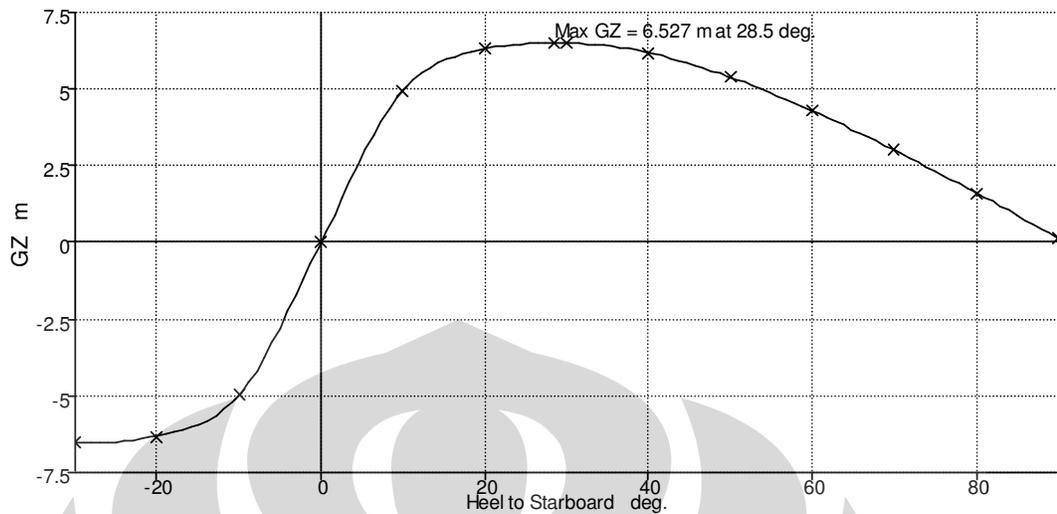
Gambar. 4.7. Kurva koefisien bentuk.

4.3.6 Penilaian Terhadap Stabilitas Awal.

Pada perhitungan stabilitas awal, pada perancangan Dermaga Perikanan Terapung ini penulis menggunakan bantuan software Maxsurf 11.12. hal pertama yang harus dilakukan dalam perhitungan stabilitas awal yaitu harus adanya nilai berat barge kosong. Dalam perancangan menggunakan maxsurf, penulis menggunakan kriteria IMO.

Tabel. 4.7 persyaratan stabilitas awal pada Maxsurf 11.12

Item Name	Quantity	Weight t tonne	Long. Arm m	Vert.Arm m	Trans. Arm m	FS Mom. tonne. m	FSM Type
Lightship	1	2661	45.720	3.010	0.000	0.000	
	Total Weight=	2661	LCG= 45.720	VCG=3.010	TCG= 0.000	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=3.01			



Gambar. 4.8. Kurva stabilitas awal.

Tabel. 4.8 Hasil perhitungan stabilitas awal

Heel to Starboard degrees	-30.0	-20.0	-10.0	0.0	10.0	20.0
Displacement tonne	2661	2661	2661	2661	2661	2661
Draft at FP m	-0.787	0.467	1.220	1.320	1.220	0.467
Draft at AP m	-0.787	0.467	1.220	1.320	1.220	0.467
WL Length m	90.500	90.537	90.422	89.147	90.422	90.537
Immersed Depth m	4.740	4.116	3.050	1.320	3.050	4.116
WL Beam m	11.791	13.683	18.778	23.148	18.777	13.683
Wetted Area m ²	1378.459	1505.279	1872.629	2193.682	1872.599	1505.280
Waterpl. Area m ²	1038.775	1206.065	1651.412	2043.235	1651.386	1206.065
Prismatic Coeff.	0.961	0.961	0.960	0.969	0.960	0.961
Block Coeff.	0.513	0.509	0.501	0.953	0.501	0.509
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
VCB from DWL m	-1.663	-1.432	-1.047	-0.647	-1.047	-1.432
GZ m	-6.521	-6.313	-4.953	0.000	4.953	6.313
LCF from Amidsh. (+ve	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

fwd) m						
TCF to zero pt. m	-7.062	-5.640	-2.622	0.000	2.623	5.640
Max deck inclination deg	30.0	20.0	10.0	0.0	10.0	20.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Heel to Starboard degrees	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
Displacement tonne	2661	2661	2661	2661	2661	2661
Draft at FP m	-0.787	-2.546	-4.935	-8.597	-15.480	-35.304
Draft at AP m	-0.787	-2.546	-4.935	-8.597	-15.480	-35.304
WL Length m	90.500	90.422	90.310	90.202	90.114	90.044
Immersed Depth m	4.740	5.077	5.272	5.332	5.263	5.073
WL Beam m	11.791	9.741	8.174	7.230	6.663	6.358
Wetted Area m ²	1378.493	1356.247	1355.801	1355.948	1356.022	1356.514
Waterpl. Area m ²	1038.800	862.099	725.464	642.951	592.778	566.291
Prismatic Coeff.	0.961	0.961	0.963	0.965	0.966	0.968
Block Coeff.	0.513	0.580	0.667	0.746	0.821	0.894
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
VCB from DWL m	-1.663	-1.813	-1.978	-2.129	-2.249	-2.325
GZ m	6.521	6.190	5.387	4.296	3.016	1.616
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
TCF to zero pt. m	7.062	7.199	6.761	6.114	5.275	4.277
Max deck inclination deg	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Heel to Starboard degrees	90.0
Displacement tonne	2661
Draft at FP m	N/A
Draft at AP m	N/A
WL Length m	90.007
Immersed Depth m	4.794

WL Beam m	6.261
Wetted Area m ²	1357.888
Waterpl. Area m ²	558.548
Prismatic Coeff.	0.969
Block Coeff.	0.961
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0.001
VCB from DWL m	-2.353
GZ m	0.155
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0.000
TCF to zero pt. m	3.152
Max deck inclination deg	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	-1.5

Key point	Type	DF angle deg
Margin Line (immersion pos = 5.655 m)		32.5
Deck Edge (immersion pos = 5.655 m)		33.1

Tabel. 4.9 Hasil pengujian stabilitas dari IMO

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	<i>from the</i>				

	<i>greater of</i>				
	spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability	90.0	deg		
	shall not be less than (>=)	3.151	m.deg	149.951	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	<i>from the greater of</i>				
	spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90.0	deg		
	shall not be less than (>=)	5.157	m.deg	213.924	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	<i>from the greater of</i>				
	spec. heel	30.0	deg	30.0	

	angle				
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90.0	deg		
	shall not be less than (>=)	1.719	m.deg	63.973	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i>				
	spec. heel angle	90.0	deg	90.0	
	angle of max. GZ	28.5	deg		
	shall not be less than (>=)	0.200	m	6.520	Pass
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	30.0	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass

	shall not be less than (\geq)	25.0	deg	28.5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
	spec. heel angle	0.0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.150	m	32.385	Pass

Setelah dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan standar stabilitas IMO. Penilaian awal stabilitas Dermaga Perikanan Terapung ini masih memenuhi standar IMO. Sehingga stabilitas Dermaga Perikanan Terapung dapat dikatakan baik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Dalam perancangan Dermaga Perikanan Terapung ini, sesuai dengan tujuan dari perancangan yaitu Dermaga Perikanan Terapung ini harus dapat memenuhi kebutuhan kapasitas ruang muat ikan dan tangki bahan bakar kebutuhan armada-armada kapal ikan yang berlayar di Laut Arafura.

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan formula-formula yang memenuhi standar perancangan dan menggunakan software Maxsurf 11.12 didapat dimensi-dimensi kapal, yaitu sebagai berikut:

- | | | | |
|-------|-----------|-----------------------------|---------------|
| • Loa | : 91,44 m | • Displacement (Δ) | : 9554,26 ton |
| • Lwl | : 91,44 m | • Cb | : 0,958 |
| • Lpp | : 91,44 m | • Cm | : 0,994 |
| • B | : 23,15 m | • Cp | : 0,972 |
| • H | : 6,27 m | • Cw | : 0,984 |
| • T | : 4,59 m | • Fb | : 1,68 m |

Selain itu, agar rancangan Dermaga Perikanan Terapung dapat beroperasi maka Dermaga tersebut harus memiliki kondisi stabilitas awal yang memenuhi standar IMO. Dari standar IMO yang diberlakukan untuk semua kapal dalam hal stabilitas, rancangan Dermaga Perikanan Terapung ini dapat memenuhi.

Pada perancangan ini, rancangan Dermaga Perikanan Terapung dapat menampung besarnya produksi ikan di Laut Arafura yaitu sebesar 3.500 ton ikan, dimana pada rancangan didapat kapasitas ruang kargo ikan adalah 3.700 ton. Rancangan ini juga mampu menampung kebutuhan bahan bakar diesel armada-armada kapal ikan sebesar 1600 ton diesel, dimana pada rancangan besarnya tangki kebutuhan bahan bakar adalah 1.833 ton, dengan memenuhinya kebutuhan besarnya produksi ikan dan kebutuhan bakar, maka konsep disain Dermaga Perikanan Terapung ini dapat diterima.

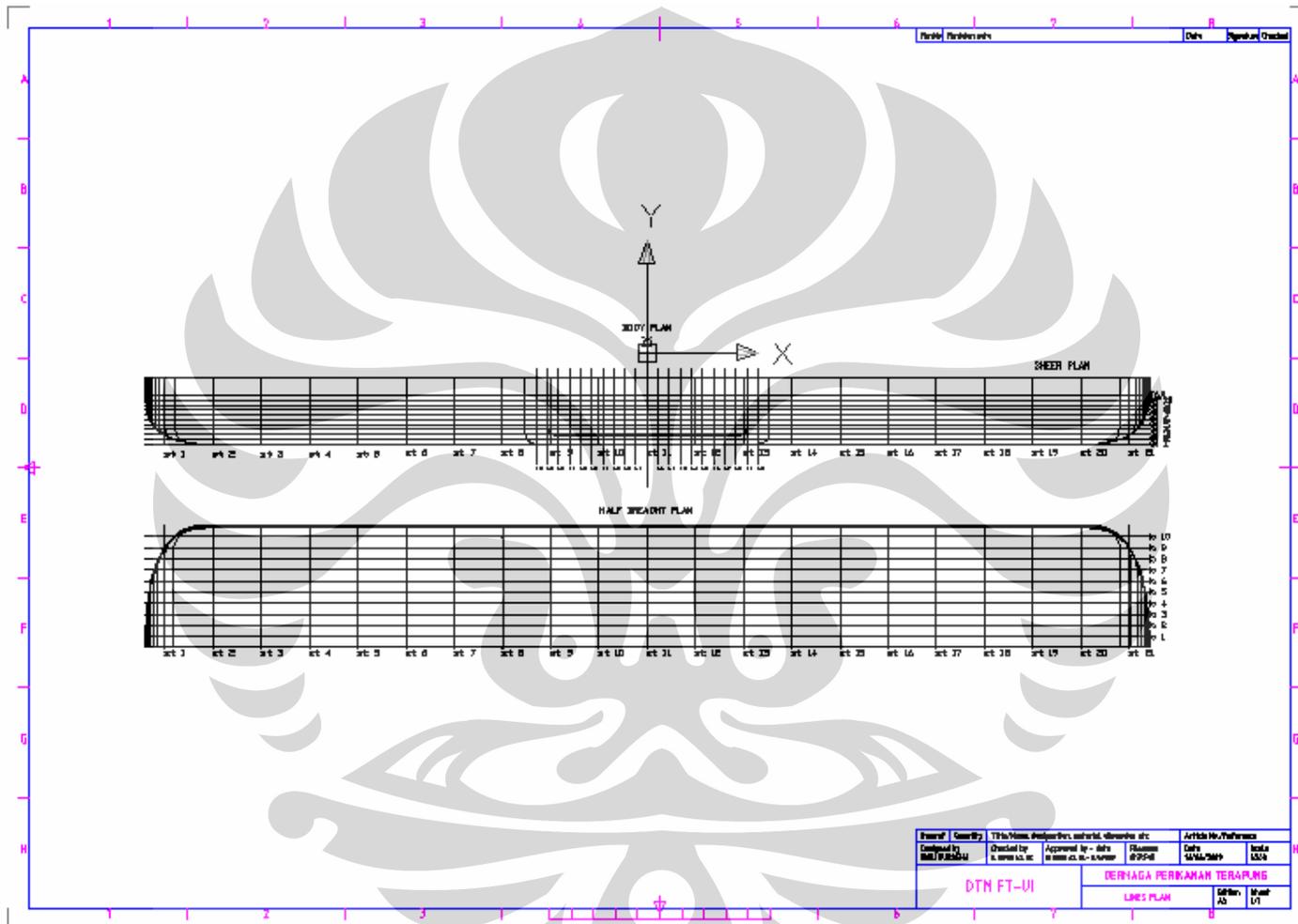
5.2 **Saran.**

- Untuk menghasilkan perhitungan yang tepat dalam menentukan dimensi utama, seharusnya tidak dilakukan pembulatan hasil.
- Untuk menghasilkan grafik perbandingan panjang terhadap pay load yang baik, seharusnya diperlukan data kapal pembanding yang banyak sehingga dalam menentukan ukuran dermaga dapat lebih tepat.



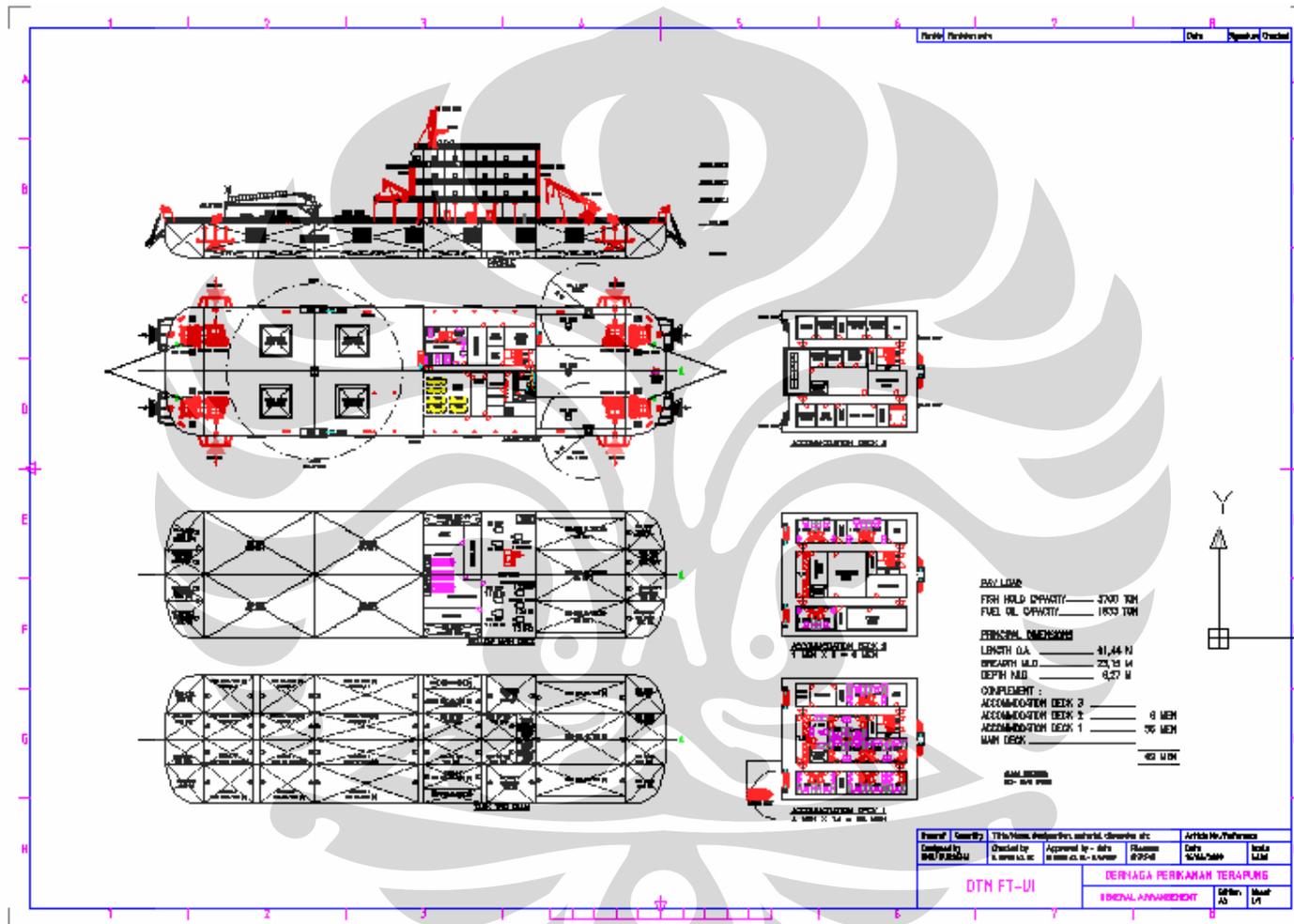
DAFTAR REFERENSI

- Santanelli, Mario, FC. Santarelli, PRELIMINARY DETERMINATION OF MAIN CHARACTERISTIC OF FISHING VESSEL, Lecture Notes for sixth Wegemt School, Fishing Vessel Technology, Politechnical University of Madrid, May, 1982.
- Santoso, IGM. Dan Sudjono, YJ, TEORI BANGUNAN KAPAL, Bagian Proyek Pengadaan Buku Kejuwan Teknologi, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta Utara, PT. Indah Kalam Karya, Januari 1983.
- Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Balai Besar Penegmbangan Penangkapan Ikan, PENGERTIAN DASAR BESARAN-BESARAN KAPAL, Semarang 2006.
- Talahatu, Marcus Albert. MODUL TUGAS MERANCANG KAPAL, Universitas Indonesia.
- Istopo. 1972. STABILITAS UNTUK PERWIRA KAPAL NIAGA.
- Wakidjo, P. 1972. STABILITAS KAPAL JILID II. Penuntun Dalam Menyelesaikan Masalah.
- Stokoe, E. A. 1975. SHIP COSTRUCTION FOR MARINE STUDENTS. Principle Lecture in Naval Architecture at South Shields Marine and Technical College. Published by Thomas Reed Publications Limited Sunderland and London.



a

Universitas Indonesia



b

Universitas Indonesia