

**ANALISIS BALLAST PADA BARGE SAAT PROSES LOADOUT
TOPSIDE PLATFORM MENGGUNAKAN METODE SIMULASI
SOFTWARE**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Strata 1 (S1)

Program Studi Teknik Kelautan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



OLEH:

MUH. DELFRIAWAN MARJALI

D081 18 1325

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

**ANALISIS BALLAST PADA BARGE SAAT PROSES LOADOUT
TOPSIDE PLATFORM MENGGUNAKAN METODE SIMULASI
SOFTWARE**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Strata 1 (S1)

Program Studi Teknik Kelautan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



OLEH:

MUH. DELFRIAWAN MARJALI

D081 18 1325

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS BALLAST PADA BARGE SAAT PROSES LOADOUT TOPSIDE PLATFORM MENGGUNAKAN METODE SIMULASI SOFTWARE

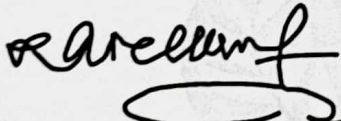
Disusun dan diajukan oleh

Muh. Delfriawan Marjali
D081181325

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 20 Oktober 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

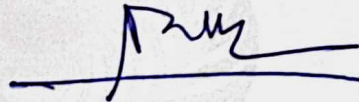
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



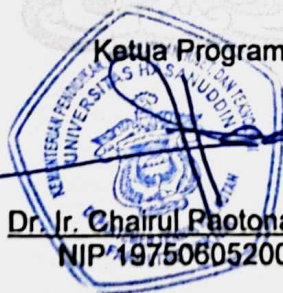
Prof. Daeng Paroka, S.T., M.T., Ph.D
NIP 197201181998021001

Pembimbing Pendamping,



Ir. Juswan, M.T.
NIP 196212311989031031

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.
NIP 197506052002121003

LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

Judul Skripsi

ANALISIS BALLAST PADA BARGE SAAT PROSES LOADOUT TOPSIDE PLATFORM MENGGUNAKAN METODE SIMULASI SOFTWARE

Disusun dan diajukan oleh

Muh. Delfriawan Marjali
D081181325

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Skripsi dan Dinyatakan telah memenuhi syarat pada:

Tanggal : 20 Oktober 2022
Di : Gowa

Dengan Panel Ujian Skripsi :

1. Ketua : Prof. Daeng Paroka, S.T., M.T., Ph.D
2. Sekretaris : Ir. Juswan, M.T.
3. Anggota 1 : Dr. Ir. Taufiqur Rachman, S.T., M.T.
4. Anggota 2 : Fuad Mahfud Assidiq, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi,


Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.
NIP-197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muh. Delfriawan Marjali
NIM : D081181325
Program Studi : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Analisis Ballast Pada Barge Saat Proses Loadout Topside Platform
Menggunakan Metode Simulasi Software**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 20 Oktober 2022

nyatakan Tanda tangan



Muh. Delfriawan Marjali

ABSTRAK

Muh. Delfriawan Marjali "Analisis *Ballast* Pada *Barge* Saat Proses Loadout Topside Platform Menggunakan Metode Simulasi Software" Dibimbing oleh **Prof. Daeng Paroka, S.T., M.T., Ph.D** dan **Ir. Juswan, M.T.**

Loadout adalah proses pemindahan struktur (*deck/platform/module*) ke atas *barge* untuk ditransportasikan ke *site* tempat struktur tersebut akan diinstalasi. Pemindahan dan peletakkan struktur ke atas *Barge*, biasanya menggunakan bantuan alat angkat maupun dengan menggunakan metode launching/skidding. *Barge* diposisikan dekat dengan lapangan *fabrikasi*. Proses ini termasuk tahap yang cukup kritis, karena stabilitas *barge* harus diperhitungkan dengan cermat sebelum dan setelah ada beban di atasnya. Perubahan Kondisi *Barge* setelah ada beban di atasnya dari yang semula menjadi trim, baik itu trim haluan maupun trim buritan atau sebaliknya akan mempengaruhi terhadap stabilitas pada *Barge*. Hal inilah yang ingin dijadikan sebuah tinjauan oleh penulis dengan menggunakan metode *ballasting* pada *barge*.

Untuk mencapai tujuan penelitian maka dilakukan studi literatur untuk pembelajaran dan pengumpulan referensi teori-teori yang berkaitan dengan penelitian. Kemudian dilakukan pengumpulan data berupa data *barge* dan data *topside platform* yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan pembuatan model 3d dari data *barge* dan *topside platform* . kemudian pemberian beban pada *barge* yang dilanjutkan dengan penentuan volume *tanki ballast* yang diperlukan saat proses *loadout topside platform*.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan aplikasi *maxsurf stability advance* dengan tinggi dermaga *launching topside* sebesar 2 m, maka beban yang dibutuhkan *barge* agar saratnya sama dengan tinggi dermaga adalah 4118,116 ton. sehingga pengaturan volume *tanki ballast barge* sebelum ada *topside* di atasnya adalah 3218,116 ton. Ketika *topside* telah naik pada *barge*, besar volume *tanki ballast* yang harus dikurangi untuk dapat membuat *barge* tetap dalam sarat yang ditentukan adalah 1000 ton sesuai dengan berat dari *topside platform* itu sendiri. Sehingga ketika *topside* bergerak dari ujung *barge* sampai ketitik tengah *barge*, dibutuhkan 2218,116 ton volume tanki *ballast* yang kemudian harus disesuaikan volumenya dengan pergerakan *topside platform* diatas *barge* untuk membuat *barge* tetap dalam posisi *even keel*.

Kata kunci : Loadout, *Barge*, Tanki *Ballast*, Topside Platform

ABSTRAK

Muh. Delfriawan Marjali “*Ballast Analysis on Barge During Topside Platform Loadout Process Using Software Simulation Method*” Supervised by **Prof. Daeng Paroka, S.T., M.T., Ph.D** and **Ir. Juswan, M.T.**

Loadout is the process of moving a structure (deck/platform/module) onto a *barge* to be transported to the site where the structure will be installed. Moving and laying the structure onto the *barge*, usually using lifting equipment or using the launching/skidding method. The *barge* is positioned close to the fabrication field. This process is a fairly critical step, because the stability of the *barge* must be carefully considered before and after there is a load on it. Changes in *Barge Condition* after there is a load on it from the original to trim, be it bow trim or stern trim or vice versa will affect the stability of the *Barge*. This is what the author wants to use as a review by using the *ballasting* method on the *barge*.

To achieve the research objectives, a literature study was carried out for learning and collecting references to theories related to research. Then collect data in the form of *barge* data and topside platform data that will be used. The next step is to create a 3d model from the data *barge* and topside platform. then loading the *barge* followed by determining the volume of the *ballast* tank required during the topside platform loadout process.

Based on the results of the analysis carried out using the Maxsurf Stability Advance application with a topside launching dock height of 2 m, the load required for the *barge* to be the same as the pier height is 4118.116 tons. so that the volume setting of the *ballast barge* tank before there is a topside on it is 3218,116 tons. When the topside has risen on the *barge*, the volume of the *ballast* tank that must be reduced to be able to keep the *barge* in the specified load is 1000 tons according to the weight of the topside platform itself. So that when the topside moves from the tip of the *barge* to the midpoint of the *barge*, it takes 2218,116 tons of *ballast* tank volume which must then be adjusted in volume with the movement of the topside platform above the *barge* to keep the *barge* in an even keel position.

Keywords : Loadout, *Barge*, *Ballast* Tank, Topside Platform

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **"Analisis *Ballast* Pada *Barge* Saat Proses Loadout Topside Platform Menggunakan Metode Simulasi Software"**.

Teristimewa penulis haturkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis Bapak **Marjali** dan Ibu **Siti Hasnia** yang senantiasa selalu mendoakan dan memberi dukungan moril dan materil kepada penulis. Dengan rasa terima kasih dan rendah hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Daeng Paroka, S.T., M.T., Ph.D.** selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberi arahan dan saran kepada penulis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.
2. Bapak **Ir. Juswan, M.T.** selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi arahan dan saran kepada penulis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak **Habibie, S.T, M.T.** selaku dosen Teknik Kelautan Unhas yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak **Dr. Eng. Firman Husain, S.T., M.T.** selaku dosen Pembimbing Akademik penulis selama masa perkuliahan di Teknik Kelautan UNHAS.
5. Seluruh **dosen**, dan **staf akademik** Departemen Teknik Kelautan UNHAS yang telah banyak memberikan pembelajaran dan pengalaman berharga kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Teknik Kelautan.
6. Teman-teman **Teknik Kelautan 2018**, yang selalu memberi motivasi dan dukungannya serta waktu yang telah dilalui bersama dalam suka

duka. menjadi keluarga kedua penulis selama masa perkuliahan, berbagi suka dan cita, dan sudah bersedia untuk membantu penulis selama di tempat perantauan ini.

7. Pihak-pihak lain yang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan untuk menutupi kekurangan dari penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu kelautan, bagi pembaca umumnya dan penulis pada khususnya.

Gowa, 9 September 2022

Muh. Delfriawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Loadout	5
2.2 Kapal Tongkang (<i>Barge</i>)	9
2.2.1 Barrack <i>Barge</i>	10
2.2.2 Dry Bulk Cargo <i>Barge</i>	10
2.2.3 Liquid Cargo <i>Barge</i>	11
2.2.4 Car-float <i>Barge</i>	11
2.2.5 Split Hopper <i>Barge</i>	12
2.2.6 Power <i>Barge</i>	12
2.3 Operasional Kapal Tongkang (<i>Barge</i>)	13
2.4 Teori Gerak Bangunan Apung	14

2.5 Efek dari Trim.....	14
2.5.1 Pengaruh trim terhadap daya dorong kapal	15
2.5.2 Pengaruh trim terhadap stabilitas kapal	15
2.6 Batas Kemiringan.....	16
2.6.1 Batas trim	16
2.6.2 Batas kemiringan engine	16
2.7 Stabilitas Kapal	16
2.7.1 Pengertian <i>Buoyancy</i> , Titik Berat, dan Titik <i>Metacenter</i>	17
2.7.2 Kondisi Stabil, Netral, dan Labil.....	18
2.8 Pelaksanaan Draught/Draft Survey	21
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir	27
3.2 Tahap Pengerjaan.....	28
3.2.1 Studi Literatur.....	28
3.2.2 Pengumpulan Data	28
3.2.3 Pembuatan Model 3d di aplikasi Maxsurf dan AutoCad	29
3.2.4 Pemberian Beban pada Barge.....	29
3.2.5 Loadout Topside platform keatas barge.....	29
3.2.6 Penentuan Volume Tanki <i>Ballast</i> yang diperlukan.....	30
3.2.7 Kesimpulan dan Saran.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Pemodelan Barge.....	31
4.2. Pemodelan Topside Platform	35
4.3 Analisa Stabilitas.....	36
4.3.1 Topside berada 0 m di atas <i>barge</i>	36
4.3.2 Topside berada 10 m di atas <i>barge</i>	39
4.3.3 Topside berada 20 m di atas <i>barge</i>	41
4.3.4 Topside berada 30 m di atas <i>barge</i>	43
4.3.5 Topside berada 40 m di atas <i>barge</i>	45
4.3.6 Topside berada 40,675 m di atas <i>barge</i>	47
4.4 Analisis data	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skidding System	6
Gambar 2.2	Deck Struktur diatas SPMT	6
Gambar 2.3	Proses lifting menggunakan Crane	7
Gambar 2.4	Tug boat menarik Submersible Hulls	7
Gambar 2.5	Barrack <i>Barge</i>	10
Gambar 2.6	Dry Bulk Cargo <i>Barge</i>	10
Gambar 2.7	Liquid Cargo <i>Barge</i>	11
Gambar 2.8	Car-Float <i>Barge</i>	11
Gambar 2.9	Split Hopper <i>Barge</i>	12
Gambar 2.10	Power <i>Barge</i>	12
Gambar 2.11	Kapal tunda pada Pengoperasiannya	13
Gambar 2.12	Kondisi kapal secara memanjang	14
Gambar 2.13	Kondisi Stabil	21
Gambar 2.14	Kondisi Labil	21
Gambar 2.15	Kondisi Netral	22
Gambar 2.16	Pembacaan Draft Mark Kapal.....	23
Gambar 2.17	Lokasi titik draft mark kapal.....	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan	28
Gambar 4.1	Pemodelan <i>Barge</i> Menggunakan Maxsurf.....	32
Gambar 4.2	Frame of Reference <i>Barge</i>	33
Gambar 4.3	Tampak Samping <i>Barge</i>	34
Gambar 4.4	Tampak Atas <i>Barge</i>	35
Gambar 4.5	Topside Platform.....	37
Gambar 4.6	Topside Platform berada 0 m diatas <i>barge</i>	38
Gambar 4.7	Topside Platform berada 10 m diatas <i>barge</i>	40
Gambar 4.8	Topside Platform berada 20 m diatas <i>barge</i>	42
Gambar 4.9	Topside Platform berada 30 m diatas <i>barge</i>	44
Gambar 4.10	Topside Platform berada 40 m diatas <i>barge</i>	46
Gambar 4.11	Topside Platform berada 40,675 m diatas.....	48
Gambar 4.12	Perubahan draft setiap 1 m pada proses loadout topside.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Form Calculation	24
Tabel 4.1 Data <i>Barge</i> Pas – 26011 TK	32
Tabel 4.2 Input Tanki <i>Ballast</i> Pada <i>Barge</i>	34
Tabel 4.3 Loadcase Default <i>Barge</i>	35
Tabel 4.4 Form Calculation	36
Tabel 4.5 Data Topside Platform	37
Tabel 4.6 Loadcase <i>Barge</i> Saat topside berada 0 m diatas <i>Barge</i>	39
Tabel 4.7 Form Calculation Saat Topside 0 m diatas <i>Barge</i>	39
Tabel 4.8 Loadcase <i>Barge</i> Saat topside berada 10 m diatas <i>Barge</i>	41
Tabel 4.9 Form Calculation Saat Topside 10 m diatas <i>Barge</i>	41
Tabel 4.10 Loadcase <i>Barge</i> Saat topside berada 20 m diatas <i>Barge</i>	43
Tabel 4.11 Form Calculation Saat Topside 20 m diatas <i>Barge</i>	43
Tabel 4.12 Loadcase <i>Barge</i> Saat topside berada 30 m diatas <i>Barge</i>	45
Tabel 4.13 Form Calculation Saat Topside 30 m diatas <i>Barge</i>	45
Tabel 4.14 Loadcase <i>Barge</i> Saat topside berada 40 m diatas <i>Barge</i>	47
Tabel 4.15 Form Calculation Saat Topside 40 m diatas <i>Barge</i>	47
Tabel 4.16 Loadcase <i>Barge</i> Saat topside berada 40,675 m diatas <i>Barge</i>	49
Tabel 4.17 Form Calculation Saat Topside 40,675 m diatas <i>Barge</i>	49
Tabel 4.18 Perubahan Volume Tanki <i>ballast barge</i> setiap 1 meter.....	51

DAFTAR ISTILAH

- Loadout : Proses pemindahan struktur (deck/platform/module) keatas *barge* untuk ditransportasikan ke site tempat struktur tersebut akan diinstalasi
- Barge* : Suatu Jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang.
- Topside Platform : Bangunan atas pada anjungan lepas pantai (Offshore)
- Yard : Lapangan Fabrikasi Offshore
- Ballast* Kapal : Salah satu system pelayanan dikapal yang mengangkut dan mengisi air *ballast*. Sistem pompa *ballast* ditujukan untuk menyesuaikan tingkat kemiringan dan draft kapal, sebagai akibat dari perubahan muatan kapal sehingga stabilitas kapal dapat dipertahankan.
- Trim : perbedaan antara sarat di AP (T_A) dan sarat di FP (T_F).
- Even Keel : *draft* depan kapal sama dengan *draft* belakang kapal
- Draft : suatu seri angka-angka yang diterakan atau dilekatkan (bisa dilas/welding atau hanya dicat saja) di lambung kapal dimana angkaangka tersebut menunjukkan kedalaman bagian kapal yang masuk ke dalam air laut atau sungai.
- LCB : Longitudinal Center of buoyancy jarak titik tekan bouyancy terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal
- LCF : Longitudinal Center Of Floatation jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu dari Negara penghasil minyak dan gas alam dunia, diaman sumber minyak dan gasnya sebagian besar berada di wilayah lautan yang merupakan 70% dari luas total Negara Indonesia. Untuk itu perlu dibangun infrastruktur lepas pantai untuk memfasilitasi kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas alam di lepas pantai. Salah satu struktur yang biasa di bangun untuk kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas alam di lepas pantai adalah anjungan lepas pantai. Jenis anjungan yang umum dipergunakan adalah anjungan lepas pantai terpancang (*fixed platform*) yaitu *jacket platform*. Anjungan lepas pantai dibangun di perusahaan fabrikasi anjungan lepas pantai (*offshore fabrication*). Sebelum anjungan lepas pantai beroperasi, maka anjungan lepas pantai tersebut harus dibawa dari *yard* menuju *barge* yang akan membawa bangunan tersebut menuju *site* dimana akan di install. Proses pemindahan itu disebut dengan proses *loadout*. Salah satu cara yang dilakukan dalam proses *loadout* yaitu dengan menggunakan crane.

Pemindahan dan peletakkan struktur ke atas *Barge*, biasanya menggunakan bantuan alat angkat maupun dengan menggunakan metode *launching/skidding*. *Barge* diposisikan dekat dengan lapangan *fabrikasi*. Proses ini termasuk tahap yang cukup kritis, karena stabilitas *barge* harus diperhitungkan dengan cermat sebelum dan setelah ada beban di atasnya.

Perubahan Kondisi *Barge* setelah ada beban diatasnya dari yang semula menjadi trim, baik itu trim haluan maupun trim buritan atau sebaliknya akan mempengaruhi terhadap stabilitas pada *Barge*. Hal inilah

yang ingin dijadikan sebuah tinjauan oleh penulis dengan menggunakan metode *ballasting* pada *barge*. Contoh kasus jatuhnya jacket platform di laut banda pada 9 juni 2015. Jacket platform jatuh dari kapal pengangkut diduga karena kondisi trim melebihi batas dan pada akhirnya stabilitas kapal tidak memenuhi kriteria.

Berdasarkan kasus di atas, penggunaan sistem *ballast* pada *barge* sangat penting dilakukan pada saat proses loadout. Sistem *ballast* pada *barge* dapat memudahkan *barge* untuk dapat kembali seimbang, baik dalam keadaan trim haluan maupun trim buritan saat sebelum atau sesudah ada beban di atasnya. Dan juga, dapat membuat sarat kapal sesuai dengan tinggi yang telah ditentukan yang tentunya dapat memudahkan proses *loadout* topside ke atas *barge*.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah

1. Untuk mengetahui besar volume tanki *ballast* yang diperlukan untuk membuat *barge* tetap dalam kondisi *even keel* dan sesuai dengan sarat yang ditentukan ketika dilakukannya proses loadout.
2. Untuk mengetahui besaran volume distribusi ballast barge pada setiap langkah dalam proses loadout topside platform.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menentukan besaran volume tanki *ballast* yang digunakan pada peletakkan akhir topside.
2. Untuk menentukan distribusi volume ballast barge pada setiap langkah dalam proses loadout topside platform.

1.4 Manfaat

Manfaat pengerjaan tugas akhir ini adalah didapatkannya besaran volume tanki *ballast* yang diperlukan untuk membuat *barge* tetap dalam posisi *even keel* ketika dilakukannya proses *loadout*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan di luar topic yang akan dikaji, maka dilakukan pembatasan masalah dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Analisa dilakukan hanya pada penentuan volume tanki *ballast barge* ketika dilakukannya proses *loadout topside platform*.
2. *Barge* yang digunakan tidak memiliki alat penggerak.
3. Kondisi air tenang.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada Bab I Pendahuluan diterangkan berbagai hal yang menyangkut penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Hal-hal yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian;
2. permasalahan yang ingin diselesaikan dengan mengejakan penelitian Tugas Akhir;
3. Tujuan yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang diangkat;
4. Manfaat yang diperoleh dari dilakukannya penelitian Tugas Akhir;
5. Hal-hal yang menjadi batasan masalah dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir;
6. Penjelasan dari sistematika laporan yang digunakan dalam Tugas Akhir.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori berisi tinjauan pustaka yang dijadikan acuan, dan dasar-dasar teori serta rumus-rumus yang digunakan dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir.

Bab III Metodologi Penelitian menerangkan tentang metodologi yang dipergunakan untuk mengerjakan penelitian Tugas Akhir.

Bab IV Analisis Data dan Pembahasan berisi data yang digunakan untuk pengerjaan penelitian Tugas Akhir. Selain itu bab ini juga memuat analisis pengolahan data, dan pembahasan hasil dari pengerjaan penelitian Tugas Akhir.

Bab V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan-kesimpulan yang menjawab pertanyaan yang ada dari pengerjaan penelitian Tugas Akhir dan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut dari Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Loadout

Sebelum beroperasi, anjungan lepas pantai harus dibangun disebuah perusahaan fabrikasi anjungan lepas pantai (*offshore fabrication*). Pada proses fabrikasi terdapat suatu proses dimana anjungan lepas pantai harus dibawa dari *yard* menuju *barge* yang akan membawa bangunan tersebut menuju *site* tempat bangunan akan diinstal. Proses pemindahan tersebut disebut dengan proses *loadout*. *Loadout* adalah proses pemindahan struktur (*deck/platform/module*) ke atas *barge* untuk ditransportasikan ke *site* tempat struktur tersebut akan diinstalasi. Proses *Loadout* dapat dilakukan dengan beberapa cara dengan mempertimbangkan berbagai factor baik geometrid an berat struktur, maupun ketersediaan peralatan yang dibutuhkan selama proses *loadout*. Dan juga salah satu factor yang sangat penting dalam pemilihan metode *loadout* yaitu factor ekonomi.

Menurut Soegiono proses *load out* dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

1. Metode *Launching/Skidding*

Pada proses *skidding*, konstruksi sebuah struktur akan ditarik kearah *barge*. Struktur akan ditumpu oleh *skidshoe* yang duduk diatas *skidway*. Pada saat *loadout*, struktur diikat dengan *sling* dan ditarik keatas *barge* dengan menggunakan *winch*. Metode *Lauching/skidding* dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah.



Gambar 2.1 *Skidding System* [2]

2. Metode Dolly/Trailer

Metode ini disebut juga metode *multiwheel*. Struktur akan ditarik keatas *barge* dengan menggunakan *dollies* (*multi wheel platform trailer*) atau SPMT sehingga dapat dilakukan di berbagai lokasi karena tidak terikat pada konstruksi *skidway*. Metode *Dolly/Trailer* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah.



Gambar 2.2 *Deck Struktur* diatas SPMT [2]

3. Metode Lifting

Pada metode ini, struktur akan diangkat oleh *crane* dan diletakkan pada *support* diatas *barge*. Metode ini digunakan untuk

struktur dengan ukuran kecil yang kapasitasnya masih dapat diangkat oleh *crane*. Metode *Lifting* dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah.



Gambar 2.3 Proses *lifting* menggunakan *crane* [2]

4. Metode *Floodaway loadout*

Pada metode ini struktur-struktur seperti submersible hulls, TLP hulls, dan FPSO hulls dibangun di dry dock. Setelah struktur selesai dibangun, dry dock diisi dengan air atau di *ballast* untuk floating dry dock (dok apung), dan struktur yang mengapung karena buoyancy nya sendiri kemudian ditarik dengan menggunakan tug boat. Metode *Floodway loadout* dimana *tug boat* menarik *submersible hulls* dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah [2].



Gambar 2.4 *Tug boat* menarik *Submersible hulls* [2]

Berdasarkan API RP 2A WSD 21th edition, *loadout* harus dilakukan sesuai dengan rencana instalasi dimana memenuhi kondisi lingkungan yang diijinkan selama operasi *loadout*. Sesuai dengan pernyataan tersebut dalam menjalankan proses *loadout*, perencanaan teknis yang baik sangat diperlukan guna terlaksananya pelaksanaan *loadout* yang lancar. Secara garis besar proses pemuatan struktur dari daratan menuju ke *barge* dapat dibagi menjadi 3 tahap diantaranya sebagai berikut :

1. Pemindahan struktur selama di daratan.

Pada saat pemindahan struktur selama di daratan, struktur ditarik dengan *winch* secara perlahan-lahan. Tiap langkah maju struktur tersebut dapat berjalan secara serempak (bagian kiri dan kanan) namun apabila terjadi ketidaksamaan maka harus disamakan dahulu dengan bantuan bulldoser. Keadaan ini terus berlanjut sampai dengan *skidshoes* tepat akan melintasi *transition skid*.

2. Pergeseran struktur saat melintasi transition skid sampai ke atas *barge*

Pada langkah struktur melintasi transition skid, penarikan dilakukan dengan winch melalui sling. Pada langkah ini, waktu yang dibutuhkan harus diperhitungkan dengan mempertimbangkan pasang surut air. Karena pasang surut air laut menyebabkan posisi transition skid membentuk sudut dengan jetty. Pada saat itu bagian *ballast* mulai dioperasikan dan bekerja sama dengan bagian draft mark untuk mengontrol tinggi rendahnya sarat. Juga informasi letak dan jumlah *ballast* yang dibutuhkan untuk membentuk keseimbangan sehingga *barge* tetap berada pada posisi rata (*even keel*).

3. Pengikatan struktur di atas *barge* (*tie down* atau *sea fastening*)

Pada saat posisi struktur berada tepat pada posisi yang diinginkan (diatas *barge*), kegiatan penarikan dihentikan dengan sling masih tetap pada posisinya untuk menjaga pergeseran struktur

tersebut. Kegiatan selanjutnya adalah pemasangan pengikat pada struktur (tie down support) [3].

2.2 Kapal Tongkang (*Barge*)

Kapal Tongkang merupakan suatu jenis 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.

Berdasarkan pengertian tersebut maka tongkang merupakan jenis kapal yang digunakan untuk membawa barang, namun tongkang tidaklah dapat bekerja sendiri atau tidak seperti kapal pada umumnya yang memiliki penggerak sendiri namun tongkang harus ditarik bersama dengan kapal atau angkutan laut lainnya di air. Pada umumnya tongkang digunakan pada perairan yang agak dangkal seperti sungai ataupun kanal. Namun pada saat sekarang ini sebagian besar tongkang digunakan secara luas di pelabuhan

Tongkang telah dioperasikan sebelum masa revolusi industri. Sebelum revolusi industri di Eropa, tongkang digunakan sebagai alat transportasi utama untuk mengangkut barang melintasi tempat-tempat yang dihubungkan oleh perairan atau dalam hal ini sebagai jembatan untuk melintasi perairan. Tetapi setelah revolusi industri dan penemuan mesin uap, permintaan untuk penggunaan tongkang sebagai moda alat pengangkut barang mulai berkurang karena terkendala pada kecepatan. Namun pada zaman milenial ini, tongkang masih dapat ditemukan karena tongkang berkembang menjadi alat utilitas yang penting untuk mengangkut barang seperti batubara, minyak, dan berbagai macam barang curah. [4]

Karena perkembangan zaman, tongkang pun mengalami perkembangan. Adapun beberapa jenis tongkang menurut muatannya, yaitu:

2.2.1 Barrack *Barge*

Barrack *Barge* biasa dikenal dengan rumah kapal. Rumah kapal seperti ini sangat umum di tempat-tempat seperti Kamboja, India Utara (Kashmir), Laos Australia, dan Kanada. Seperti namanya, jenis tongkang seperti ini terutama digunakan untuk keperluan tempat tinggal. Barrack *barge* dapat di lihat pada Gambar 2.5 dibawah.



Gambar 2.5 *Barrack Barge* [5]

2.2.2 Dry Bulk Cargo *Barge*

Dry Bulk Cargo *Barges* biasa dikenal dengan kapal tongkang pengangkut barang curah. Jenis tongkang seperti ini mengangkut barang curah kering seperti biji- bijian, makanan, pasir, mineral seperti baja, batubara serta barang barang curah kering lainnya yang dapat di pindahkan melalui sistem angkut Tongkang. Dry Bulk Cargo *Barge* dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah.



Gambar 2.6 Dry Bulk Cargo *Barge* [5]

2.2.3 Liquid Cargo *Barge*

Jenis tongkang ini benar-benar berlawanan dengan tongkang kargo curah kering. Tongkang ini sangat berguna dalam membawa petrokimia dan pupuk yang digunakan terutama dalam keadaan cair, dan bahan kimia cair industri penting lainnya. Liquid Cargo *Barge* dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah.



Gambar 2.7 Liquid Cargo *Barge* [5]

2.2.4 Car-float *Barge*

Jenis tongkang laut ini terutama digunakan pada awal abad ke-20 untuk mengangkut kereta rel. Secara sederhana, dapat dikatakan bahwa kereta-kereta yang terpasang pada tongkang-tongkang ini seperti kereta-rel portabel yang diangkut dari satu lokasi ke lokasi lain. Di zaman sekarang, car-float *barge*, masih berfungsi di beberapa bagian Amerika Serikat. Car-Float *barge* dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah.



Gambar 2.8 Car-float *Barge* [5]

2.2.5 Split Hopper *Barge*

Tongkang unik ini digunakan untuk membawa material kerukan karena dilengkapi dengan alat bongkar muat yang tepat. Tongkang hopper split digunakan secara luas dalam tujuan konstruksi kelautan karena dapat membongkar material (Tanah, pasir, material kerukan, dll.) Di lokasi. Tongkang ini dapat berupa tipe self- propelled yang dilengkapi dengan motor hidrolik dan unit silinder untuk membelah lambung. Ini memiliki lambung terbuka split yang dioperasikan secara hidrolik untuk membawa bongkar muat bahan konstruksi. Split hopper *Barge* dapat dilihat pada Gambar 2.9 di bawah.



Gambar 2.9 Split Hopper *Barge* [6]

2.2.6 Power *Barge*

Power *Barge* merupakan pembangkit listrik yang dapat dipindahkan yang dimana pembangkit listrik yang dipasang di dek tongkang dan ditarik oleh kapal tunda. Mulanya power *barge* digunakan sebagai sumber daya pembangkit listrik berskala besar yang dapat di angkut selama Perang dunia II. Power barge dapat dilihat pada gambar 2.10 dibawah [6].



Gambar 2.10 Power *Barge* [6]

2.3 Operasional Kapal Tongkang (*Barge*)

Pengoperasian kapal tunda dan tongkang sering kita jumpai di sepanjang Selat Malaka, atau bahkan di perairan Asia Tenggara dan negara Asia lainnya. Tongkang yang mengangkut kargo atau barang lainnya umumnya tidak memiliki propeller sendiri sehingga bergantung pada kapal tunda untuk memberinya daya dorong, sehingga kapal tunda adalah tenaga penggerak utama dari tongkang yang dihubungkan menggunakan tali penarik jarak tongkang bisa mencapai 200 m atau lebih, Metode yang paling umum kita jumpai adalah derek tunggal (single tow), dimana satu kapal tunda menarik satu tongkang. Seperti pada Gambar 2.11 dimana kapal tunda menarik barge dalam pengoperasiannya [7] .



Gambar 2.11 Kapal tunda pada Pengoperasiannya [6]

2.4 Teori Gerak Bangunan Apung

Trim didefinisikan sebagai perbedaan antara sarat di AP (T_A) dan sarat di FP (T_F).

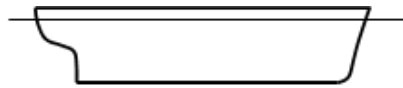
$$Trim = T_A - T_F \quad (2.1)$$

Hasil positif menunjukkan terjadi Trim Buritan. Pada saat kapal dalam kondisi trim, displasemen dan kecepatan kapal tetap konstan, tidak ada penambahan *ballast* dan kapal tidak mengalami penambahan kecepatan meskipun hambatan berubah ketika kondisi trim. Kondisi kapal terbagi menjadi 3 seperti yang dapat di lihat pada Gambar 2.12 [8].

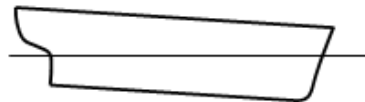
Secara umum terdapat tiga kondisi yang dapat dialami kapal, yaitu:

- *Evenkeel* yaitu *draft* depan kapal sama dengan *draft* belakang kapal
- Trim haluan yaitu *draft* belakang lebih kecil dari *draft* depan
- Trim buritan yaitu *draft* belakang lebih besar dari *draft* depan

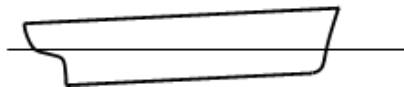
Lunas datar
(*evenkeel*)



Trim haluan
(*trimby bow*)



Trim buritan
(*trimbystern*)



Gambar 2.12 Kondisi kapal secara memanjang [8]

2.5 Efek dari Trim

Kondisi trim dapat menyebabkan perubahan parameter pada kapal. Parameter-parameter yang berubah diantaranya adalah sebagai berikut:

- *Wetted surface area (WSA)*
- *Water line length (LWL)*
- *Residual resistance coefficient*
- *Thrust deduction*
- *Wake fraction*
- *Propeller efficiency*

2.5.1 Pengaruh trim terhadap daya dorong kapal

Secara umum, efek dari trim yang diharapkan adalah mengurangi daya pendorong kapal (PD). Ketika kapal dalam kondisi trim dapat dihubungkan dengan hambatan total (RT) dan efisiensi total gaya dorong kapal (η_T) seperti pada rumus berikut:

$$P_D = \frac{R_T \cdot V}{\pi T} \quad (2.2)$$

Seperti yang telah disampaikan pada definisi trim bahwa kecepatan kapal (V_s) dalam kondisi konstan. Dari perubahan parameter-parameter kapal diatas jelas bahwa tujuan dari pengoptimalan trim adalah untuk mengurangi hambatan dan/atau meningkatkan efisiensi untuk memperoleh hasil dari pengoptimalan trim [8].

2.5.2 Pengaruh trim terhadap stabilitas kapal

Kondisi trim dapat mengubah besarnya nilai lengan penegak pada kapal atau lengan GZ. Perubahan lengan GZ akibat kondisi trim pada sebuah kapal nilainya tidak terlalu signifikan. Dalam Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap 2 tahun 2015 dalam penelitian yang dilakukan pada kapal pukat, nilai lengan GZ saat kapal kondisi even keel adalah 1,708 m dan saat kapal dalam kondisi trim haluan 1° adalah 1,742 m. Selisih lengan GZ pada saat kapal dalam kondisi even keel dan trim nilainya tidak lebih dari 0,05 m [9].

2.6 Batas Kemiringan

2.6.1 Batas trim

Besarnya trim pada kapal terpenuhi apabila selisih antara *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB) dan *Longitudinal Center of Grafity* (LCG) nilainya tidak lebih dari 1 % *Longitudinal Between Perpendicular* (LPP) dari kapal tersebut [10].

2.6.2 Batas kemiringan engine

Kondisi trim pada kapal juga mempengaruhi kemiringan pada mesin kapal. Dalam BKI volume III *section* 1.C.1.1 batas kemiringan *main engine* dan *auxiliary engine* untuk kondisi statis adalah 5° (untuk kapal lebih dari 100 m sudut trim maksimal adalah 500/L degrees) dan untuk kondisi dinamis adalah $7,5^{\circ}$ [9].

2.7 Stabilitias Kapal

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

Pendapat lain mengenai stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali dari posisi oleng atau heel melintang kapal menuju ke posisi tegak kembali, setelah pengaruh gaya-gaya luar yang menyebabkan oleng dihilangkan. Jadi yang dimaksud dengan kemampuan kapal untuk mengembalikan dari posisi tegak berupa besaran dalam bentuk momen penegak dan energi potensial dan untuk selanjutnya disebut stabilitas statis dan stabilitas dinamis.

Dalam teori bangunan kapal, stabilitas statis dan stabilitas dinamis dapat ditinjau dari sudut oleng. Bila sudut oleng yang terjadi kurang dari 9° maka disebut stabilitas statis awal dan stabilitas dinamis awal. Dan bila lebih besar dari 9° disebut stabilitas statis lanjut dan stabilitas dinamis lanjut [12].

2.7.1 Pengertian *Buoyancy*, Titik Berat, dan Titik *Metacenter*

Menurut Rubiantoro, titik-titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik berat (G), titik apung (B), dan titik *Metacenter* (M).

a. *Buoyancy*

Apabila suatu benda mengapung pada air tenang, maka ada gaya yang bekerja ke arah bawah yang disebabkan oleh gravitasi (g), sehingga bila massa benda ini adalah M , maka gaya ini disebut Mg . Saat benda mengapung akan terjadi keseimbangan gaya yang bekerja ke atas yang besarnya sama dengan Mg . Gaya ke atas ini ditimbulkan oleh adanya gaya tekan hidrostatis yang bekerja normal pada permukaan benda, artinya tekanan hidrostatis tegak lurus permukaan benda yang tercelup. Gaya normal ini mempunyai dua komponen, yaitu vertikal dan horizontal. Jumlah dari komponen yang vertikal sama dengan gaya berat benda (Mg) dan ini sering disebut *buoyancy* (γV), sedangkan jumlah komponen yang horizontal sama dengan nol. Bila P adalah tekanan hidrostatis normal, sedangkan P_v dan P_h adalah komponen tekanan hidrostatis vertikal dan horizontal yang bekerja pada elemen luas (dA) yang tercelup, maka gaya hidrostatis ke arah vertikal adalah

$$P_v \times dA = Mg \quad (2.3)$$

Sedangkan gaya hidrostatis ke arah horizontal adalah nol. *Buoyancy* yang bekerja pada titik B atau titik pusat *buoyancy* yang merupakan titik pusat dari volume benda yang tercelup sebesar volume fluida yang dipindahkan oleh volume benda yang tercelup yang disebut volume *displacement* (V).

b. Titik Berat (*Center 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 berat di kapal, makin banyak berat yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G-nya. Secara definisi titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang bekerja ke bawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung daripada pembagian berat di kapal. Jadi selama tidak ada berat yang di pindah, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk.

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 kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut senget. Apabila kapal senget pada sudut kecil (tidak lebih dari 15^0), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (*centerline*) dan pada sudut senget yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap [13].

2.7.2 Kondisi Stabil, Netral, dan Labil

Peninjauan stabilitas kapal dipengaruhi oleh tiga titik utama, yaitu titik berat kapal (G), titik tekan gaya ke atas (B) dan tinggi metacentre (M) (Wakidjo P, 1972). Titik G adalah titik berat kapal yang dipengaruhi oleh konstruksi kapal. Titik B adalah titik tekan gaya apung dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup dalam air. Titik M adalah titik perpotongan gaya tekan ke atas (γV) pada keadaan tetap

dengan vektor gaya tekan ke atas padasudut kecil. [12].

Pada keadaan kapal setimbang titik G dan titik B harus berada pada suatu garis vertikal terhadap permukaan zat cair, dan besarnya gaya berat kapal sama dengan gaya tekan ke atas. Apabila kapal mendapat gaya dari luar, akan menyebabkan kemiringan, baik oleng maupun trim, dengan asumsi titik G tidak mengalami perubahan tempat atau dengan kata lain muatannya tidak bergeser, maka titik B akan berpindah tempatnya. Akibat kemiringan kapal, maka letak titik B akan berpindah juga sesuai dengan perubahan bentuk badan kapal yang tercelup dalam air. Jadi untuk kapal yang mengalami oleng, titik B akan berpindah menjadi $B\theta$ pada bidang memanjang kapal. Keadaan oleng kapal ini menyebabkan titik G dan titik $B\theta$ tidak terletak dalam satu garis vertikal lagi terhadap air yang baru. Maka kapal akan mendapatkan momen kapal sebesar S yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$S = P \times GZ \quad (2.4)$$

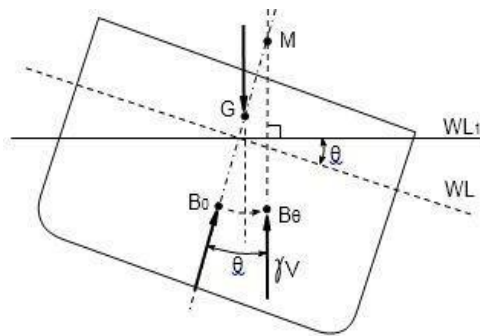
- P = berat kapal (ton)
- γV = displacement kapal (ton)
- GZ = Lengan pengembali (m)
- MG = Tinggi metacentre (m)

Berdasarkan kedudukan titik beratnya, ada tiga kondisi yakni stabil, netral, dan labil :

1. Kondisi Stabil

Titik G berada di bawah titik M seperti yang terlihat pada Gambar. Pada kondisi ini MG berharga positif dan kapal dalam kondisi stabil. Apabila mendapat gaya dari luar, maka akan dibalas dengan momen pengembali sebesar $P \times GZ$, dimana P adalah berat kapal, h adalah jarak titik G tegak lurus terhadap garis oleng. Sehingga pada kondisi ini kapal memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Kondisi stabil dapat dilihat

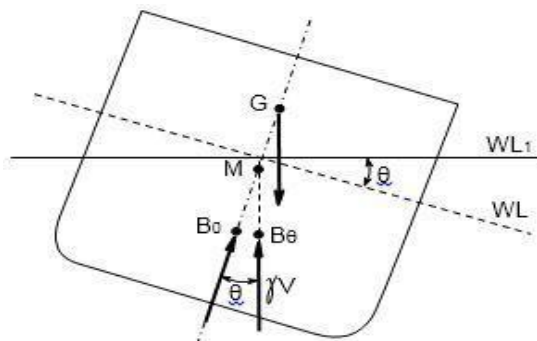
pada Gambar 2.13 dibawah.



Gambar 2.13 Kondisi Stabil

2. Kondisi Labil

Titik M berada di bawah titik G seperti yang terlihat pada Gambar. Pada kondisi ini GM berharga negatif, sehingga kapal dalam keadaan labil. Bila mendapatkan gaya luar, maka kapal tidak akan bisa kembali dalam keadaan semula karena tidak mempunyai momen pengembali. Kondisi Labil Kapal dapat dilihat pada Gambar 2.14 dibawah.

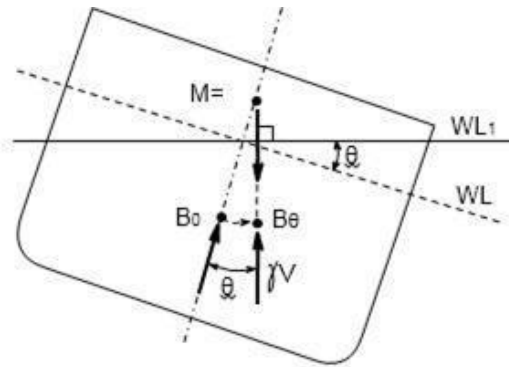


Gambar 2.14 Kondisi Labil

3. Kondisi Netral

Titik M berimpit dengan titik G seperti yang terlihat pada Gambar. Pada kondisi ini M_g sama dengan 0 (nol) dan kapal dalam kondisi netral atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Dengan

kata lain bila kapal oleng tidak ada MG maupun momen penerus, sehingga kapal tetap miring pada sudut oleng yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan dibagian atas kapal. Kondisi Netral Kapal dapat dilihat pada Gambar 2.15 dibawah [13].



Gambar 2.15 Kondisi Netral

2.8 Pelaksanaan Draught/Draft Survey

Pelaksanaan draft survey adalah suatu tahapan dalam bongkar/muat barang untuk mengetahui berapa berat muatan yang telah naik atau turun dari atas kapal dalam satuan ton. Jumlah barang yang dibongkar-muat yang diakui, sesuai dengan peraturan pelayaran internasional yaitu dengan melukan pembacaan draft mark pada kapal, seperti pada Gambar 2.16 berikut [14].

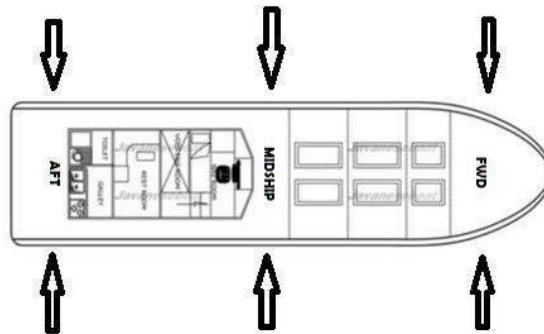


Gambar 2.16 Pembacaan *Draft Mark* Kapal [14]

Pelaksanaan survey ini dilakukan oleh beberapa pihak yang berkepentingan pada kapal tersebut, seperti *chief officer* perwakilan kapten kapal, surveyor perwakilan dari *buyer*/pembeli barang, perwakilan dari *shiper*/pemilik barang, perwakilan dari costum/perpajakan, perwakilan dari syahbandar dan lain sebagainya. Dengan tahap pelaksanaan sebagai berikut:

1. Draft *reading*/pembacaan draft kapal

Pembacaan dilakukan dari titik draft kapal untuk referensi berat/displacement kapal. Lokasi draft kapal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.17 dibawah ini.



Gambar 2.17 Lokasi titik *draft mark* kapal [14]

2. Measuring/pengukuran dan Kalkulasi Data

Tahap ini berupa pengukuran tanki *ballast*, tanki *fresh water*, tanki *fuel*, tanki *diesel oil*, tanki *lub oil*, ukur nilai *density* perairan. Setelah dilakukan pengukuran maka dilakukanlah perhitungan kalkulasi data yang diperoleh saat pengukuran. Setelah data-data kapal diperoleh dan total *ballast*, total bahan bakar, serta total air tawar diketahui, maka kita bias memasuki tahap perhitungan muatan kapal. Dibawah ini merupakan table form surveyor dalam pelaksanaan urutan *Draught Survey* [14].

Tabel 2.1 Form Calculation

SAMPLE FORM DRAUGHT SURVEY CALCULATION				
NO	OBSERVATION		INITIAL	FINAL
1	Draught Forward			
	A. Forward Port side		MtrlFeet	MtrlFeet
	B. Forward Starboard side		MtrfFeet	Mtr/Feet
	C. Mean Forward	a	MtrlFeet	Mtr/Feet
	D. Forward Correction	b	MtrfFeet	Mtr/Feet
	E. True Forward Draught	c	MtrlFeet	Mtr/Feet
2	Draught Midship			
	A. Midship Port side		Mtr/Feet	Mtr/Feet
	B. Midship Starboard		Mtr/Feet	Mtr/Feet
	C. Mean Midship	d	Mtr/Feet	Mtr/Feet
	D. Midship Correction	e	Mtr/Feet	Mtr/Feet
	E. True Midship Draught	f	Mtr/Feet	Mtr/Feet
3	Draught After/ Stem			
	A. After Port side		MtrlFeet	Mtr/Feet
	B. After Starboardsi		MtrlFeet	Mtr/Feet
	C. Mean After Ak	g	Mtr/Feet	Mtr/Feet
	D. After Correction	h	Mtr/Feet	Mtr/Feet
	E. True After Draught	i	Mtr/Feet	MtrlFeet
4	Quarter mean draught		MtrlFeet	Mtr/Feet
5	Displacement Corespondent		MT/LT	MT/LT
6	Trim Correction			
	A. First trim correction		MT/LT	MT/LT
	B. Second trim correction		MT/LT	MT/LT
7	Displacement after corr by Trim		MT/LT	MT/LT
8	Listing Correction		MT/LT	MT/LT
9	Diplacement after corr by List		MT/LT	MT/LT
10	Density observation		Kg/m3	Kg/m3
11	Correction by Density		MT/LT	MT/LT
12	Displacement after corr by Density		MT/LT	MT/LT
13	Deduction Weight		MT/LT	MT/LT
14	Net Displacement		MT/LT	MT/LT
	Cargo Loadeed/Discarg			MT/LT

Keterangan Pengerjaan dari Tabel Form Calculation :

1. Tahap No. **1,2** dan **3**

Untuk *Mean Draft* (**a,d** dan **g**) dengan persamaan sebagai berikut

$$Mean\ Draft = \frac{Draft\ Port\ side + Draft\ Starboard\ Side}{2} \quad (2.5)$$

Untuk *Draft Correction* (**b,e** dan **h**) dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Draft Correction} = \frac{\text{Draft Port side} + \text{Draft Starboard Side}}{2} \quad (2.6)$$

Untuk *True Draught* (**c,d** dan **i**) dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{True Draught} = \text{Mean Draft} \pm \text{Draft Correction} \quad (2.7)$$

2. Tahap No. 4

Dari pembacaan draft serta pencarian koreksi, keseluruhannya untuk mencari draft sebenarnya secara rata-rata. Dengan istilah lain *True Draft* atau *Quarter Mean Draft*, dengan persamaan perhitungan sebagai berikut

$$\text{Quarter Mean} = \frac{T_{\text{Forward Draft}} + (6 \times T_{\text{Mid Draft}}) + T_{\text{Aft Draft}}}{2} \quad (2.8)$$

3. Tahap No. 5 dan 6

Displacement Correspondent adalah nilai displacement berdasarkan *Quarter Mean Draft* hasil pembacaan draft survey. Nilai *Displacement correspondent* didapatkan dari pentabelan pada *Hydrostatic Table*.

4. Tahap No. 7

Pada tahapan ini, untuk mendapatkan Displacement yang telah terkoreksi oleh *Trim Correction*, menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Displ after corr by Trim} = \text{Displ Cor} \pm \text{Total Trim Corrcct} \quad (2.9)$$

5. Tahap No. 8

Pada tahap ini List Correction kemiringan diterapkan apabila pada saat *draught survey* kondisi kapal tidak tegak dimana ada kemiringan yang mempengaruhi perbedaan antara draft tengah kanan dan draft tengah kiri kapal. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{List Correction} = 6(D_2 - D_1) \times (TPC_2 - TPC_1) \quad (2.10)$$

Dimana,

$D_{1,2}$ = Draft midship

$TPC_{1,2}$ = TPC pada saat draft tersebut $D_{1,2}$

6. Tahap No. **9**

Setelah mendapatkan besar nilai koreksi kemiringan/ *list correction*, langkah selanjutnya ditambahkan dengan displacement yang sudah dikoreksi oleh trim koreksi.

7. Tahapan No. **10** dan **11**

Pada tahapan ini untuk mengetahui koreksibernaman kapal pada tingkat kekentalan atau berat jenis bidang air dimana kapal berada. Untuk mengetahui tingkat kekentalan perairan sekitar kapal maka diadakan pengambilan air untuk diukur tingkat kekentalannya. Pengambilan sample air lebih baik adalah sedalam 50% dari draft kapal dengan menggunakan *hydrometer*. Untuk mencari Besar Nilai Koreksi *Density* menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Correction by Density} = \frac{(MD-SD) \times \text{Displacement}}{SD} \quad (2.11)$$

Dimana,

MD = Nilai Density perairan yang di observasi (sekitar kapal)

SD = Ship Density Kapal berdasarkan table Hydrostatic (1.025)

Displacement = Displacement kapal yang telah terkoreksi kemiringan

8. Tahapan No. **12,13** dan **14**

Dengan mendapatkan Displacement yang telah terkoreksi, tahapan selanjutnya mencari *Net Displacement* kapal dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Net Displacement} = \text{Disp. Corr by Density} - \text{Deduct Wight} \quad (2.12)$$

Deduct Weight merupakan berat pengurangan yang berasal dari berat selain berat kapal itu sendiri dan Constant kapal, jadi pengurangan berat ini berupa *ballast water, fresh water, fuel oil, diesel oil, spare lub oil*, atau *other*. Dengan mendapatkan Nilai *Net Displacement* pada saat Initial dan Final, maka mendapatkan nilai muatan yang telah termuat atau terbongkar dengan menggunakan persamaan berikut. [15]

$$Cargo\ on\ Board = Net\ Displ\ Final - Net\ Displ\ Initial \quad (2.13)$$