

13706/H/01



# TUGAS AKHIR

(KP 1701)

## PERENCANAAN PERALATAN BONGKAR MUAT YANG TEPAT UNTUK KLM TRADISIONAL TIPE NADE 220 GT



RSPe  
623.867  
Efe  
P-1  
2001

OLEH :  
**BACHTIAR EFENDI**  
\_\_\_\_\_  
NRP. 4195 100 011

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
S U R A B A Y A

2001

PDR/TU/STK/	
Tgl. Terima	12/01/01
Terima	H
No. Agenda Ppt.	21.3034

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR  
(KP 1701)**

**PERENCANAAN PERALATAN BONGKAR MUAT  
YANG TEPAT UNTUK KLM TRADISIONAL  
TIPE NADE 220 GT**

Surabaya, 18 Januari 2001

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. Triwilaswadio,W.P.M.Sc  
NIP. 131 652 050

Dosen Pembimbing II

Ir. Koestowo,S.W  
NIP. 130 687 430



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

**ABSTRAK**

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

**Sarjana Teknik (S1)**

PERENCANAAN PERALATAN BONGKAR MUAT YANG TEPAT  
UNTUK KLM TIPE NADE 220 GT

Oleh : Bachtiar Efendi

Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswadio. W.P.MSc  
Ir. Koestowo.S.W

Kapal-kapal pelayaran rakyat tradisional yang ada saat ini, sebagian besar masih belum dilengkapi dengan peralatan bongkar muat. Kegiatan bongkar muat dilakukan menggunakan tenaga manusia atau menggunakan fasilitas bongkar muat yang disediakan oleh pihak pelabuhan. Sebagai akibatnya proses bongkar muat menjadi lama.

Tugas akhir ini melakukan perancangan proses bongkar muat yang tepat untuk KLM Tipe Nade 220 GT. Rancangan ini dilakukan dengan menerapkan teori mekanika teknik, teori stabilitas, dan bantuan software analisa struktur NASTRAN. Pada awalnya dilakukan pengumpulan data dan evaluasi mengenai peralatan bongkar muat pada beberapa kapal yang sudah ada. Selanjutnya dilakukan perancangan ditinjau dari aspek letak, tipe, dan kapasitas angkat dari peralatan bongkar muat. Perhitungan ukuran tiang mast dan tiang boom dilakukan dengan menggunakan sofware NASTRAN.

Hasil dari tugas akhir ini adalah rancangan peralatan bongkar muat yang tepat untuk KLM Tipe Nade 220 GT.

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)****ABSTRACT**

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIP BUILDING

**Degree in Engineering (S1)**

DESIGN OF CARGO HANDLING EQUIPMENT WHICH SUITABLE FOR  
KLM TYPE NADE 220 GT

By : Bachtiar Efendi

Supervisor : Ir. Triwilaswadio. W.P.MSc  
Ir. Koestowo. S.W

Presently most of the existing traditional cargo vessels of the people shipping are not equipped with self cargo handling equipment. Most of them use man power to do the cargo handling activities or use port cargo handling facilities. Therefore, this leads to the need of relatively longer time to perform the cargo handling activities.

This final project is to design a cargo handling equipment which suitable for KLM Tipe Nade 220 GT. On the design process, theories of mechanic and stability are used, and with the assistant of NASTRAN structural analysis software. In order to design the cargo handling equipment, initially, a field summary and evaluation of system are conducted. Then base on this, the position, type, and capacity of this equipment determined.

The usually equipment is a single mast system, located in front of the navigation house are chosen with a 7 ton SWL. With this configuration, loading and unloading process can be finish in 13 hours if the vessel is loaded with rice about 178 ton.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Perencanaan Peralatan Bongkar Muat yang Tepat Untuk KLM Tradisional Tipe Nade 220 GT”**. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat pendidikan Sarjana Teknik Perkapalan-ITS.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini peran kedua orang tua, kakak (Mbak Ani dan Mas Julius), dan Inoey sangat membantu, untuk semua itu penulis menghaturkan terima kasih yang tidak ternilai. Dengan selesainya penulisan Tugas Akhir ini, penulis semakin menyadari arti kerjasama untuk menyelesaikan suatu masalah. Oleh karena itu penulis selalu mengingat dan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir.Triwilaswadio.W.P.MSc, selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan petunjuk dan saran berharga dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Koestowo.S.W, selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan petunjuk dan saran berharga dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Perkapalan.
4. Dedi, Brewok, Burhani, Eko, Royke, dan Monot atas sumbangan tenaga dan pikiran.
5. Bencong, terima kasih telah memberikan pinjaman Hard Disk.

6. Arek-arek Green House Said, Junjungan, Aris, Gundul, Oscar, Jack, Ibor, Fajar dan seluruh arek Green House yang penulis tidak sebutkan satu persatu.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Perkapalan angkatan 95, yang telah banyak membantu baik tenaga maupun pikiran dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 18 Januari 2001

Penulis

## Daftar Isi

<b>Abstrak</b> .....	i
<b>Abstract</b> .....	ii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iii
<b>Daftar Isi</b> .....	v
<b>Daftar Tabel</b> .....	viii
<b>Daftar Gambar</b> .....	ix
<b>BAB I Pendahuluan</b> .....	I-1
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Perumusan Masalah .....	I-2
1.3. Tujuan .....	I-2
1.4. Manfaat .....	I-2
1.5. Metodologi Penulisan .....	I-3
1.6. Sistematika Penulisan .....	I-3
<b>BAB II Dasar Teori</b> .....	II-1
2.1. Teori Stabilitas .....	II-1
2.1.1 Pengertian Stabilitas .....	II-1
2.1.2 Titik G .....	II-2
2.1.3 Titik B .....	II-4
2.1.4 Titik M .....	II-5
2.1.5 Macam-macam Stabilitas .....	II-5
2.2. Peralatan Bongkar Muat .....	II-6
2.3. Teori Pembebanan .....	II-12

2.4. Pembebaan Pada Peralatan Bongkar Muat .....	II-13
2.5. Kondisi Beban .....	II-14
2.6. Pembebaan Menurut BKI .....	II-14
2.7. Safety Factor .....	II-16
2.8. Tegangan Ijin .....	II-17
2.9. Konstruksi Tiang Mast .....	II-18
2.10.Drum .....	II-19
2.11.Perencanaan PK Mesin Peralatan Bongkar Muat.....	II-21
<b>BAB III Metodologi Penelitian .....</b>	<b>III-1</b>
3.1. Pengamatan Peralatan Bongkar Muat .....	III-1
3.2. Perencanaan Peralatan Bongkar Muat .....	III-2
<b>BAB IV Gambaran Umum KLM Type Nade 220 GT .....</b>	<b>VI-1</b>
4.1. Ukuran Utama .....	IV-1
4.2. Rencana Umum KLM Tipe Nade 220 GT .....	IV-1
4.3. Ruang Muat .....	IV-3
4.3. Rute Perjalanan dan Jenis Muatan .....	IV-3
4.4. Proses Bongkar Muat .....	IV-4
4.5. Stabilitas KLM Type NADE 220 GT .....	IV-5
<b>BAB V PERENCANAAN PERALATAN BONGKAR MUAT .....</b>	<b>V-1</b>
5.1. Peralatan Angkat Dari Kapal-Kapal yang Sudah Ada .....	V-1
5.2. Perencanaan Peralatan Bongkar Muat .....	V-29
5.2.1. Perencanaan Letak Peralatan Bongkar Muat .....	V-29
5.2.2. Perencanaan Type Peralatan Bongkar Muat .....	V-32

5.2.3. Perencanaan Toping Angle .....	V-33
5.2.4. Perencanaan Swing Angle, Panjang Boom, dan Tinggi Mast .....	V-33
5.2.5. Penentuan Kapasitas Angkut dari Peralatan Bongkar Muat .....	V-35
5.2.6. Perhitungan Komponen Peralatan Bongkar Muat .....	V-41
5.2.7. Perencanaan Profil .....	V-43
5.2.8. Pemodelan .....	V-44
5.2.9. Tegangan Ijin .....	V-47
5.2.10. Ukuran dari Tiang Mast dan Boom .....	V-47
5.2.11. Kontruksi Tiang Mast .....	V-48
5.2.12. Perencanaan Drum .....	V-48
5.2.13. Perhitungan Kapasitas Mesin .....	V-51
<b>BAB VI PEMBAHASAN .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1. Pembahasan .....	VI-1

## **BAB VII KESIMPULAN**

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**

**Daftar Tabel**

Tabel 2.1. Static Inclination of Ship .....	II-15
Tabel 2.2. Dead Load Coefficient .....	II-15
Tabel 2.3. Safety Factor for Structural Members .....	II-17
Tabel 5.1. Komponen peralatan bongkar muat .....	V-27
Tabel 5.2. Perlengkapan peralatan bongkar muat .....	V-28

## Daftar Gambar

Gambar 2.1. Letak titik B,G, M .....	II-2
Gambar 2.2. Perubahan Titik B .....	II-4
Gambar 2.3. Stabil .....	II-5
Gambar 2.4. Netral .....	II-5
Gambar 2.5. Tidak Stabil .....	II-6
Gambar 2.6. The union gear .....	II-7
Gambar 2.7. Doubling Whip .....	II-8
Gambar 2.8. Yo-Yo gear .....	II-9
Gambar 2.9. Wing lead derrick .....	II-9
Gambar 2.10. Dead weight gear .....	II-10
Gambar 2.11. Heavy derrick .....	II-11
Gambar 2.12. Swinging derrick .....	II-11
Gambar 3.1. Beban pada Perlatan Bongkar Muat .....	III-3
Gambar 4.1. KLM Type NADE 220 GT .....	IV-2
Gambar 4.2. Lubang Palkah .....	IV-3
Gambar 4.3 Proses bongkar muat secara tradisional dengan tenaga manusia .....	IV-5
Gambar 5.1. Proses Bongkar Muat pada KLM Cahaya Abadi .....	V-3
Gambar 5.2. Mesin dan winch peralatan bongkar muat pada KLM Cahaya Abadi .....	V-4
Gambar 5.3. Tiang Mast dan Tiang Boom pada KLM Cahaya Abadi .....	V-5
Gambar 5.4. Gooseneck peralatan bongkar muat pada KLM Mitra Abadi .....	V-8

Gambar 5.5. Tiang layar yang juga menjadi tiang mast Pada KLM Mitra Abadi .....	V-8
Gambar 5.6. Mesin, Cargo drum, dan guy drum pada KLM Mitra Abadi .....	V-9
Gambar 5.7. Tackle block pada KLM Mitra Abadi .....	V-9
Gambar 5.8. Cargo hook pada KLM Mitra Abadi .....	V-10
Gambar 5.9. Cargo block, derrick head fitting, dan shakle pada KLM Mitra Abadi .....	V-11
Gambar 5.10. Mesin, Cargo drum, dan guy drum pada KLM PRT Pinisi 360 .....	V-14
Gambar 5.11. Tackle block pada KLM PRT Pinisi 360 .....	V-14
Gambar 5.12. Tiang Mast dan Tiang Boom pada KLM PRT Pinisi 360 .....	V-15
Gambar 5.13. Tiang Boom pada KLM Mitra Usaha .....	V-18
Gambar 5.14. Mesin Peralatan Bongkar Muat pada KLM Mitra Usaha .....	V-18
Gambar 5.15. Tiang Mast dan tiang boom pada KLM Mitra Usaha .....	V-19
Gambar 5.16. Tiang Mast dan Tiang boom pada KLM Madura Jaya .....	V-22
Gambar 5.17. Gooseneck pada KLM Berkat Madura Jaya .....	V-23
Gambar 5.18. Gooseneck, cargo drum, dan guy drum pada KLM Buana Marga .....	V-26
Gambar 5.19. Letak tiang layar .....	V-30
Gambar 5.20. Layar dan tali .....	V-30
Gambar 5.21. Letak tiang mast .....	V-31
Gambar 5.22. Swinging derrick .....	V-32
Gambar 5.23. Daerah kerja boom .....	V-34

Gambar 5.24. Peralatan bongkar muat .....	V-34
Gambar 5.25. Perubahan G keatas .....	V-36
Gambar 5.26. Perubahan G kesamping .....	V-37
Gambar 5.27. Beban pada peralatan bongkar muat .....	V-41
Gambar 5.28. Penguraian gaya pada C .....	V-42
Gambar 5.29a. Penampang tiang mast .....	V-43
Gambar 5.29b. Penampang tiang boom .....	V-43
Gambar 5.30. Pembagian panjang boom .....	V-44
Gambar 5.31. komponen gaya pada tiang mast .....	V-45
Gambar 5.32. Komponen gaya pada tiang boom .....	V-46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Dengan diberlakukannya undang-undang otonomi daerah, kebutuhan transportasi antar pulau akan semakin meningkat, khususnya untuk pengembangan pulau-pulau terpencil. Kebutuhan transportasi antar pulau yang ada sekarang, kebanyakan dipenuhi oleh pelayaran rakyat. Namun pada umumnya, armada pelayaran rakyat ini belum dilengkapi dengan peralatan bongkar muat. Sehingga cukup menyulitkan jika berlabuh di pulau-pulau terpencil yang belum memiliki pelabuhan. Selain itu, kebanyakan pelabuhan di pulau-pulau terpencil itu belum dilengkapi dengan peralatan bongkar muat yang memadai.

Demikian juga dengan KLM Tradisional Tipe Nade 220 GT, kapal ini tidak dilengkapi dengan peralatan bongkar muat. Pengisian muatan beras di Pelabuhan Gresik dan muatan kayu di Pelabuhan Sampit dilakukan dengan cara tradisional yaitu dengan menggunakan tenaga manusia untuk memasukkan/mengeluarkan muatan melalui lubang palkah yang tersedia. Hal ini mengakibatkan kapal tersebut membutuhkan waktu yang relatif lebih lama untuk melakukan proses bongkar muatnya. Dengan waktu yang relatif lama tersebut akan meningkatkan biaya yang dikeluarkan untuk aktivitas bongkar muat dan akan mengakibatkan frekwensi perjalanan berkurang yang pada akhirnya juga akan mengurangi pendapatan.



Dari pengamatan yang dilakukan dipelabuhan Gresik, dapat dilihat beberapa kapal pelayaran rakyat yang telah dilengkapi dengan peralatan bongkar muat. Namun desain yang digunakan tanpa perhitungan.

### 1.2. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang diangkat dari tugas akhir ini adalah:

- Bagaimanakah desain peralatan bongkar muat yang tepat untuk KLM Tradisional Tipe Nade 220 GT.

Untuk menghindari bias maka perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- Kapal berlabuh dengan sisi merapat di dermaga.
- Perairan dalam keadaan tenang

### 1.3. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah:

- Merencanakan desain peralatan bongkar muat yang tepat untuk KLM Tradisional Tipe Nade 220 GT

### 1.4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan adalah:

- Desain yang diperoleh dapat digunakan sebagai pedoman bagi pemilik kapal dan pelabuhan berkembang dalam pembuatan peralatan bongkar muat yang tepat.



- Memberikan gambaran bagaimana proses perancangan peralatan bongkar muat dilakukan dengan menerapkan teori-teori yang relevan.

### 1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi yang akan dilakukan dalam penulisan ini adalah:

a. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi-informasi landasan teori yang mendukung penyelesaian permasalahan di atas dengan mempelajari teks book, buku-buku pedoman, publikasi ilmiah, dan referensi-referensi yang mendukung.

b. Studi lapangan

Melakukan peninjauan pada KLM Tipe Nade 220 GT di Gresik dan pengamatan pada kapal-kapal pelayaran rakyat yang telah dilengkapi dengan peralatan bongkar muat.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir “*Perencanaan Peralatan Bongkar Muat yang Tepat Pada KLM Tipe Nade 220 GT*”, adalah sebagai berikut:

**BAB I : Pendahuluan**

Berisi latar belakang masalah, permasalahan, analisa, pembatasan masalah.



## BAB II : Dasar Teori

Pada bab ini diuraikan tentang dasar teori stabilitas dan pembebanan.

## BAB III : Metodologi Penelitian

Menguraikan cara/metode penelitian dan langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan peralatan bongkar muat.

## BAB IV : Gambaran Umum KLM Tipe NADE 220 GT

Berisi gambaran umum tentang KLM Tipe Nade 220 GT

## BAB V : Perencanaan Peralatan Bongkar Muat

Perhitungan komponen peralatan bongkar muat.

## BAB VI : Pembahasan

Berisi pembahasan perencanaan peralatan bongkar muat

## BAB VII: Kesimpulan

Mengambil kesimpulan dari pembahasan di atas.

## **BAB II**

# **DASAR TEORI**



## BAB II

### DASAR TEORI

Teori-teori yang digunakan dalam perencanaan peralatan bongkar muat pada KLM Tipe nade 220 GT antara lain:

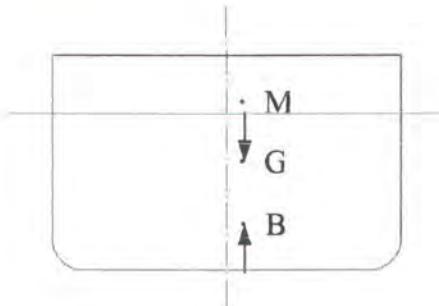
#### 2.1. Teori Stabilitas

Pada saat dilakukan proses pengangkatan, yaitu pada saat tiang boom berada pada sisi terluar dari badan kapal, beban yang diangkat ini akan menimbulkan momen, yang akan menyebabkan kapal miring. Bila kemiringan kapal melebihi sudut kemiringan yang terdapat pada diagram stabilitas, maka kapal akan tenggelam.

##### 2.1.1. Pengertian Stabilitas

Stabilitas merupakan kecenderungan bagi sebuah kapal untuk kembali ke posisi semula ketika terjadi kemiringan karena gaya luar. Ada tiga titik penting yang berhubungan dengan stabilitas, yaitu:

- B (center of Bouyancy)
- G (center of Gravity)
- M (center of Metacentra)



Gambar 2.1. Letak titik B, G, dan M

Gaya angkat yang bekerja melalui B berlawanan arah dengan gaya kebawah yang bekerja melalui G. Ketika suatu benda mengapung, gaya yang bekerja melalui B dan gaya yang bekerja melalui G mempunyai besar yang sama. Gaya yang bekerja melalui B tidak pernah melebihi gaya yang bekerja melalui G. Gaya yang bekerja melalui G bisa melampaui besarnya gaya yang bekerja melalui B, yang akan menyebabkan benda tenggelam. Pada waktu benda mengapung tenang, dimana tidak berputar secara melintang atau memanjang (rolling atau pitching) maka gaya yang bekerja melalui B dan G tepat berlawanan dan bekerja sepanjang garis vertical yang sama.

### 2.1.2. Titik G

Gaya yang bekerja melalui titik G ini merupakan jumlah dari semua berat yang membentuk struktur kapal. Titik G ini merupakan titik pusat dari semua massa yang menyusun kapal.

Penambahan berat, pengurangan berat, atau pemindahan berat akan merubah letak dari titik G. Posisi yang baru dari titik G ini disebut dengan



$G'$  (Gprime) dan jarak perubahannya disebut  $GG'$ . Besarnya jarak  $GG'$  dapat diketahui dengan rumus berikut:

- a. Jarak  $GG'$  karena penambahan berat dapat

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta + w_1} \quad (2-1)$$

Dimana:

$w_1$  = penambahan berat

$D_1$  = jarak titik berat dari berat tambahan terhadap titik berat kapal

$\Delta$  = Displacement kapal sebelum penambah berat

- b. Jarak  $GG'$  karena pengurangan berat:

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta - w_1} \quad (2-2)$$

Dimana:

$W_1$  = penambahan berat

$D_1$  = jarak titik berat dari berat tambahan terhadap titik berat kapal

$\Delta$  = Displacement kapal sebelum penambah berat

- c. Jarak  $GG'$  karena perubahan letak:

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta} \quad (2-3)$$

Dimana:

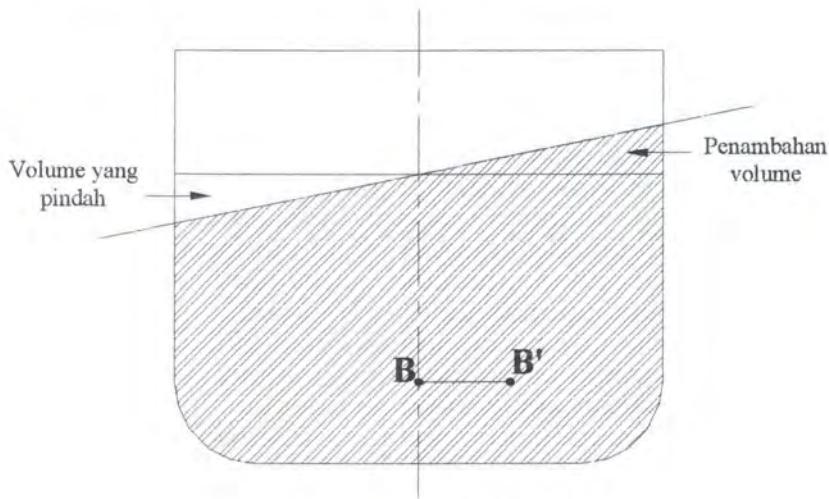
$W_1$  = berat yang dipindahkan

$D_1$  = jarak pemindahan



### 2.1.3. Titik B

Titik B merupakan titik pusat dari gaya angkat keatas. Titik B akan berpindah bila terjadi perubahan bentuk dari bagian kapal dibawah garis air. Jika kapal miring, sebagian volume akan berpindah dari sisi badan kapal dibawah garis air yang jauh dari kemiringan ke sisi yang searah dengan kemiringan. Titik B akan berpindah ke sisi yang tercelup.



Gambar 2.2. Perubahan titik B

Jarak perpindahannya adalah :

$$BB' = \frac{vd}{V} \quad (2-4)$$

Dimana :

$BB'$  = jarak perpindahan B

= volume yang dipindahkan

$V$  = volume dari semua badan kapal dibawah garis  
air



#### 2.1.4. Titik M

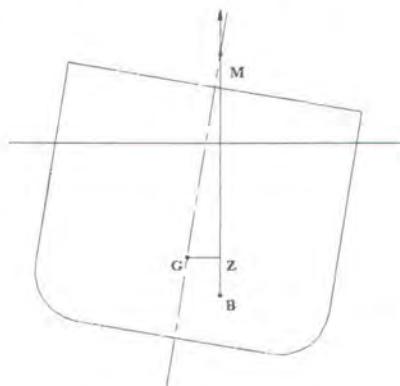
Titik M merupakan letak dari Metasentra. Jarak dari B ke M di notasikan sebagai BM yang disebut sebagai jari-jari metasentra.

#### 2.1.5. Macam-macam Stabilitas

Ada tiga macam stabilitas, yaitu:

- Stabil

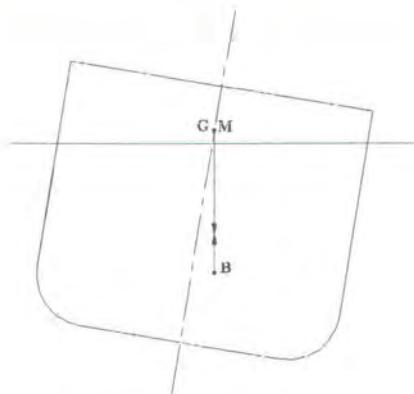
Terjadi bila titik G berada dibawah titik M, dan kapal cenderung untuk kembali ke posisinya semula bila terjadi kemiringan karena gaya luar. Kecenderungan untuk kembali keposisinya ini tergantung pada displasmen dari kapal dan nilai dari GZ, karena momen pengembali merupakan hasil dari displasmen dan GZ.



Gambar 2.3. Stabil

- Netral

Terjadi jika titik G dan M berimpit, titik G bergerak naik hingga jarak GZ menjadi nol sehingga tidak ada momen pengembali. Pada posisi ini jarak MG adalah nol.

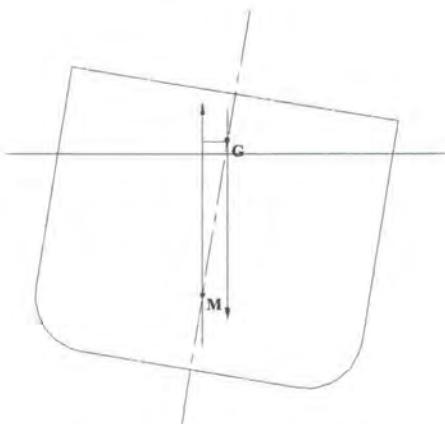


Gambar 2.4. Netral

- c. Tidak stabil

Terjadi bila titik G berada diatas M, dimana titik G naik melebihi M.

Pada keadaan ini maka kapal akan tenggelam.



Gambar 2.5. Tidak Stabil

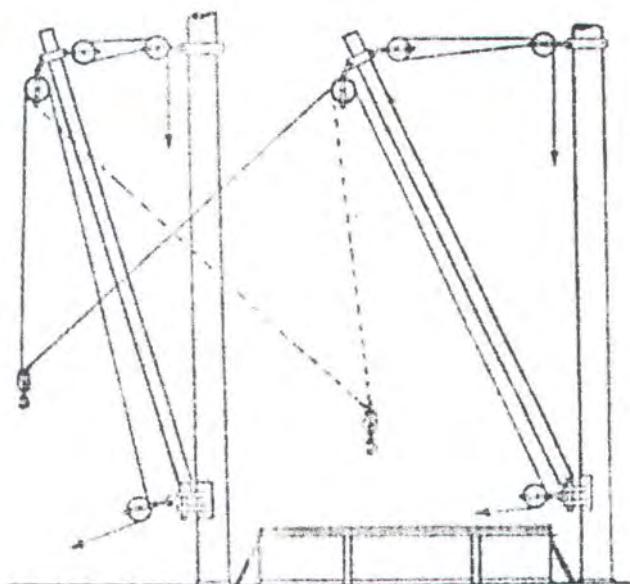
## 2.2. Peralatan Bongkar Muat

Peralatan bongkar muat merupakan peralatan yang terdapat di kapal yang digunakan untuk memasukkan atau mengeluarkan muatan dari kapal. Jenis-jenis peralatan bongkar muat yang ada akan digunakan sebagai acuan dalam pemilihan tipe peralatan bongkar muat yang sesuai. Ada beberapa jenis dari peralatan bongkar muat ini yaitu:



### 1. The Union Purchase

Tipe ini kadang-kadang disebut juga sebagai *married gear*, meskipun sebutan sebenarnya adalah *yard and stay*. Peralatan ini digunakan untuk mengangkat beban ringan sampai 1,5 ton. Pada tipe ini digunakan dua tiang boom. Satu tiang disebut tiang palkah dan diletakkan dengan ujung tiang diatas lubang palkah, dan yang lain disebut tiang pelabuhan, yang diletakkan dengan ujung diluar kapal diatas dermaga. Muatan diangkat oleh tiang diatas palkah dan menyeberang dengan menarik tali beban pada tiang yang lain dengan mengendurkan tali pada tiang pertama. Sudut diantara kedua tali beban tidak boleh lebih dari  $120^\circ$ , pada sudut maksimal ini tegangan pada masing-masing tali beban sama dengan beban muatan.

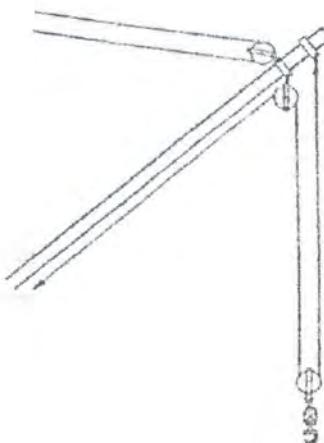


Gambar 2.6. The Union Gear



## 2. Doubling a Whip

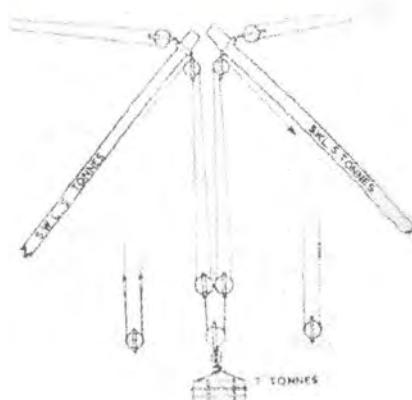
Tipe ini merupakan modifikasi dari jenis tiang muat dengan satu tali beban menjadi dua tali beban. Tipe ini digunakan untuk mengangkat beban yang lebih besar dari beban kerja yang diijinkan.



Gambar 2.7. Doubling a whip

## 3. The Yo-Yo Gear

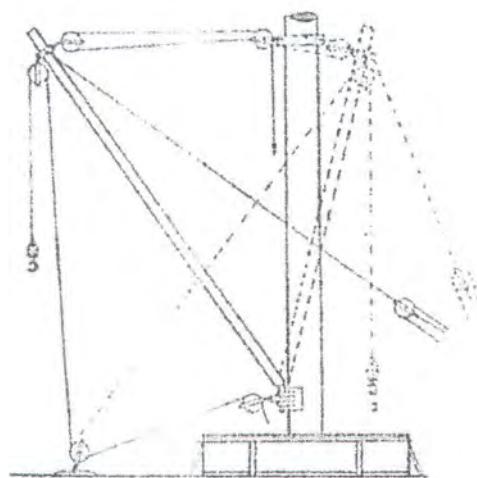
Peralatan ini digunakan dengan maksud untuk mengangkat beban yang melebihi beban kerja yang diijinkan dari tiang muat. Ujung kedua tiang muat diletakkan berdekatan dan tali beban keduanya dihubungkan dengan menggunakan roda katrol, dengan demikina maka masing-masing tiang akan menerima beban sebesar setengah dari beban yang diangkat.



Gambar 2.8. Yo-Yo Gear

#### 4. The Wing-Lead derrick

Tipe ini digunakan untuk meningkatkan kecepatan dalam proses bongkar muat. Tali beban dihubungkan dari *cargo hook* ke *cargo block*, ke geladak, *block* disisi kapal, lalu ke *winch* melalui *lead block*.

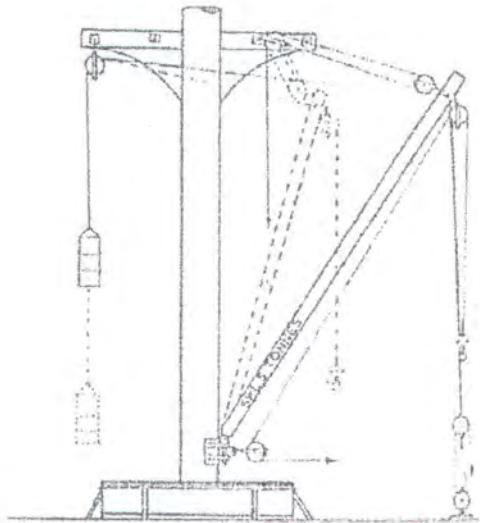


Gambar 2.9. Wing Lead Derrick



### 5. The Deadweight or Deadman Rig

Peralatan ini menggunakan satu tiang boom, dimana *guyrope* dihubungkan dari ujung tiang boom ke *cross tree*, kemudian dihubungkan dengan pemberat, seperti drum besar yang diisi air.



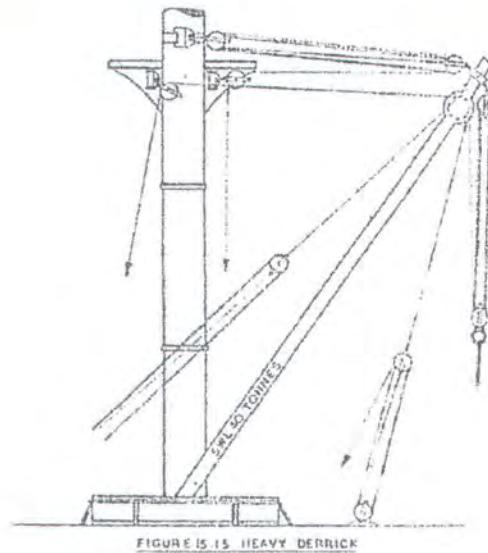
Gambar 2.10. Dead weight gear

### 6. The Liverpool Rig

Tipe ini digunakan untuk mengangkat muatan yang dibungkus.

### 7. The Heavy or Jumbo Boom

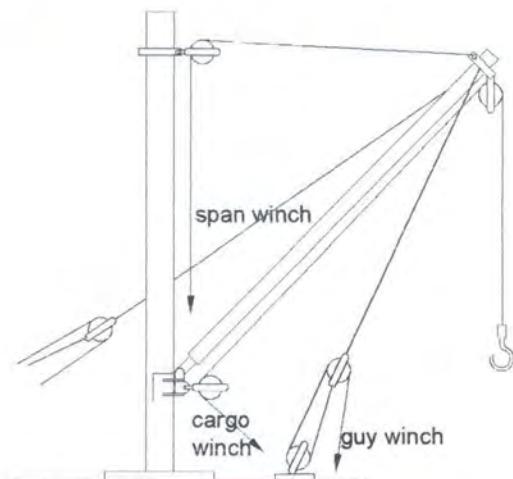
Tipe ini digunakan untuk mengangkat beban lebih dari 100 ton.



Gambar 2.11. Heavy Derrick

#### 8. The Swing derrick

Tipe ini mempunyai satu tiang boom yang digunakan untuk mengangkat muatan dan memindahkannya dari kapal ke luar kapal. Pada tipe ini dilengkapi dengan dua buah *guy winch*.



Gambar 2.12. Swinging Derrick



### 2.3. Teori Pembebaan

Untuk suatu analisa struktur dimana struktur tersebut berada dalam keadaan setimbang di dalam ruang maka struktur tersebut harus memenuhi persamaan kesetimbangan sebagai berikut:

- $\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma M_x = 0$
- $\Sigma F_y = 0 \quad \Sigma M_y = 0$
- $\Sigma F_z = 0 \quad \Sigma M_z = 0 \quad (2-5)$

Persamaan ini dapat digunakan langsung untuk benda-benda padat yang dapat mengalami perubahan bentuk (deformasi). Oleh karena itu, untuk tujuan memperoleh gaya-gaya yang terdapat dalam batang-batang, dimensi awal batang-batang tidak terdeformasi digunakan dalam perhitungan.

Besarnya tegangan-tegangan yang bekerja pada struktur dapat diketahui dari gaya-gaya yang bekerja, yaitu:

- Tegangan normal, yaitu tegangan yang berlaku tegak lurus pada potongan adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ atau } \frac{\text{gaya}}{\text{luas}} \left( \frac{N}{m^2} \right) \quad (2-6)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \text{ atau } \frac{\text{moment}}{\text{modulus}} \quad (2-7)$$

- Tegangan geser rata-rata, dengan menganggap bahwa tegangan yang bekerja dalam bidang potongan-potongan akan didistribusikan secara merata, maka akan diperoleh hubungan:



$$\tau = \frac{P}{A} \text{ atau } \frac{\text{gaya}}{\text{luas}} \left( \frac{N}{m^2} \right) \quad (2-8)$$

Apabila gaya normal yang bekerja (dalam hal ini kompresi) bertambah besar, maka struktur tersebut akan mencapai suatu harga tegangan kritis dimana struktur tersebut masih dapat menyangga gaya-gaya yang bekerja. Besarnya tegangan kritis tersebut adalah:

- $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$  (2-9)

dimana : E = modulus elastisitas

L = panjang kolom

r = jari-jari girasi terkecil

#### 2.4. Pembebanan pada peralatan bongkar muat

Beban-beban yang bekerja pada peralatan angkat dapat dibedakan menjadi:

- *Principal load*, beban ini terdiri dari dead load, SWL, hoist load, gaya-gaya horisontal akibat inklinasi kapal, gaya-gaya dinamis akibat pengoperasian, gaya-gaya dinamis akibat gerakan kapal.
- *Additional load*, beban ini terdiri dari beban angin pada bagian-bagian struktur, beban angin yang bekerja pada SWL, serta beban es (ice load).
- *Special load*, beban ini terdiri dari beban pengujian.



## 2.5. Kondisi Beban

Untuk tujuan perhitungan kekuatan, beban-beban seperti yang telah disebutkan diatas digunakan dalam menentukan kondisi pembebanan sebagai berikut:

a. Kondisi A (Principal Load)

Kondisi ini berhubungan dengan kondisi operasi yang telah direncanakan tanpa menambah dengan beban tambahan.

b. Kondisi B (Principal Load and Additional Load)

Kondisi berhubungan dengan kondisi opereasi yang telah direncanakan baik dalam keadaan operasi maupun tidak, dengan menambahkan dengan beban tambahan, misalnya beban angin.

c. Kondisi C (Principal Load and Special Load)

Kondisi ini berhubungan dengan tegangan yang besar seperti beban pengujian.

## 2.6. Pembebanan Menurut BKI

Sebagaimana penggunaannya sebagai peralatan angkat, derrick boom dirancang sedemikian rupa hingga mampu mengangkat beban dengan berat tertentu. Untuk itu dalam proses perencanaannya, terlebih dahulu harus ditentukan beban yang akan diangkat. Beban yang dipergunakan dalam perhitungan adalah beban maksimal untuk tiap-tiap komponen. Berdasarkan BKI beban tersebut dibedakan menjadi:



- *Dead load*, merupakan beban yang diakibatkan oleh berat masing-masing struktur, baik yang bergerak maupun diam. Dalam perhitungan ukuran boom, berat boom itu sendiri harus disertakan.
- *Safe Working Load (SWL)*, merupakan bagian dari hoist load yang berhubungan langsung dengan elemen penyangga (seperti cargo hook) termasuk loose gear bila tidak dihubungkan secara permanen pada cargo hook.
- *Hoist Load*, terdiri dari SWL dan dead load dari semua komponen peralatan angkat yang menyangga SWL, seperti cargo hook, cargo block, dan hoisting rope.
- *Gaya-gaya horisontal akibat inklinasi kapal*, peralatan dikapal harus tetap berfungsi dengan baik pada saat kapal oleng seperti tabel:

Type of Floating Body	Minimal Static Inclination	
	Heel ( $^{\circ}$ )	Trim ( $^{\circ}$ )
Ships	5	2
Pontoons	3	2
Floating Docks	2	2
Floating Crane up to 100 t SWL	5	2
Floating Crane over 100 t SWL	3	2
Semi-submarine	3	3
Fixed Platforms	1	1

Tabel 2.1. Static inclination of Ship

- *Gaya-gaya dinamis*, diakibatkan oleh adanya percepatan atau gerakan dari peralatan angkat sehingga di dalam perhitungannya, dead load harus dikalikan dengan dead load koefisien ( $\varphi$ ) dan hoist load dikalikan dengan hoist load koefisien ( $\psi$ ).



Type of SWL Of lifting appliances	Dead Load Coefficient
Derrick boom up to 10 t SWL	1.2
All others lifting appliances and Derrick boom over 10 t SWL	
Up to 60 t SWL	1.1
60 – 100 t SWL	1.05
over 100 t SWL	1

*Tabel 2.2. Dead load Coefficient*

## 2.7. Safety Factor

Didalam merencanakan ukuran suatu struktur, selalu menggunakan angka keamanan (safety factor) sehingga dijamin struktur tersebut aman untuk dioperasikan. Untuk menentukan tegangan ijin digunakan angka keamanan sebagai berikut:



Safety factor $\nu$ for structural members						
Members	Type of stress	Load Condition A	Load Condition B	Load Condition C	Relevant Diameter or Section	Type of Stress
Plates, profiles, axles, shafts	Compressive and compressive/bending stress where proof of resistance to crippling tilting or buckling (e.g. to DIN 4114) is required	1,60	1,40	1,28	-	$\sigma$
	Tensile and tensile/bending stress; compressive and compressive/bending stress where proof of resistance to crippling tilting or buckling is not required	1,40	1,20	1,12	-	$\sigma$
	Shear	2,40	2,10	1,92	-	$\tau$
	Combined Stress	1,40	2,10	1,12	-	$\sigma_v$
Fitted bolts and acrews	Shear Single-shear Multi-shear	2,70 2,00	2,35 1,75	2,16 1,60	holeØ holeØ	$\tau$
	Bearing pressure Single-shear Multi-shear	1,10 0,80	0,95 0,70	0,88 0,64	holeØ holeØ	$\sigma$
	Axial tension	2,50	2,15	2,00	Stressed section	$\sigma$
Anchor bolts, non-fitted bolts and screws	Shear	3,40	3,00	2,70	ShankØ	
	Bearing pressure	1,50	1,30	1,20	ShankØ	$\sigma$
	Axial tension	2,50	2,15	2,00	Stressed section	$\sigma$
Rivets *) allowed only in exceptional cases	Shear Single-shear Multi-shear	2,70 2,00	2,35 1,75	2,16 1,60	holeØ holeØ	$\tau$
	Bearing pressure Single-shear Multi-shear	1,10 0,80	0,95 0,70	0,88 0,64	holeØ holeØ	$\sigma$
	Axial tension *)	8,00	7,00	6,40	ShankØ	$\sigma$

Tabel 2.3. safety factor for structural members

## 2.8. Tegangan Ijin

Tegangan ijin berdasarkan BKI untuk bagian-bagian struktur yang digunakan pada analisa tegangan dihitung sebagai berikut:



$$\sigma = \frac{0,8R_{eff} + 4,8}{v} \quad (2-10)$$

dimana:

$v$  = angka keamanan berdasarkan tabel

$R_{eff}$  = yield point material berdasarkan tabel

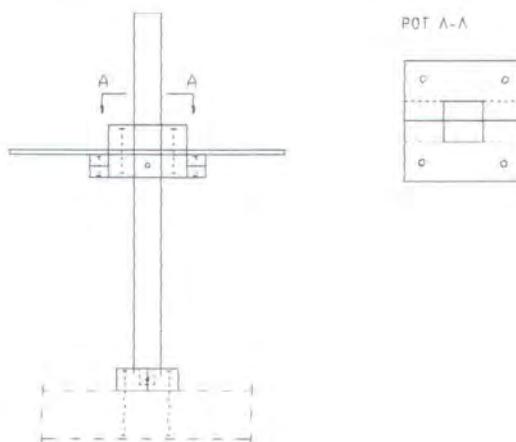
$\sigma$  = tegangan gabungan

## 2.9. Kontruksi Tiang Mast

Pemasangan tiang mast dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Tiang mast dipasang menembus geladak dan didudukkan pada lunas dalam, sedang balok pengapit ditempatkan diatas geladak.

Pada cara ini, bagian tiang mast yang didudukkan diatas lunas dalam, dibuatkan suatu kontruksi pengikat yang terdiri dari balok-balok yang dihubungkan ke wrang sehingga tiang mast dapat kokoh. Sementara pada bagian diatas geladak diikat oleh tiang pengapit dengan menggunakan baut.

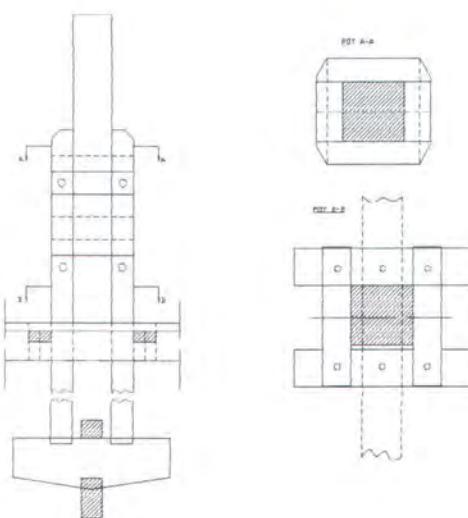


Gambar 2.13. Kontruksi tiang menembus geladak



2. Tiang mast ditempatkan diatas geladak sedang tiang pengapit menembus geladak dan diikat pada lunas dalam.

Pada cara ini, tiang pengapit diikatkan pada gading-gading atau wrang. Tiang pengapit dihubungkan dengan tiang mast dengan menggunakan baut.



*Gambar 2.14. Kontruksi tiang menumpu di geladak*

## 2.10. Drum

Drum untuk mengikat tali biasanya dari tipe datar dengan tepi besar untuk memungkinkan tali terbentuk dalam beberapa lapis. Hal ini memungkinkan panjang dari drum dapat dikurangi. Diameter drum ditentukan dari perbandingan yang sama dengan diameter tali:  $D > 10d$

Drum untuk tali baja dibuat dari besi tuang, yang lebih jarang digunakan baja cor atau baja las. Dengan mengesampingkan gesekan dari bantalan efisiensinya adalah  $\eta \approx 0.95$ . Diameter drum tergantung pada



diameter tali. Dengan tenaga penggerak drum seharusnya selalu tersedia dengan alur helical sehingga tali melilit secara keseluruhan dan lebih kecil resiko keausannya. Jari-jari dari alur helical harus diseleksi sehingga mencegah kemacetan tali.

Jumlah putaran drum adalah :

$$Z = \frac{Hi}{\pi D} + 2 \quad (2-11)$$

Dimana :

i = ratio dari katrol

$$i = z/2$$

z adalah jumlah bagian tali pembawa dalam sistem katrol

D = diameter drum

H = ketinggian dari beban yang diangkat

Panjang helix pada drum adalah:

$$l = Zs$$

Dimana s = pitch

Menarik panjang sekitar 5s untuk penahan tali dan kedua sisi pinggiran roda kita peroleh panjang total dari drum:

$$L = \left( \frac{Hi}{\pi D} + 7 \right) s \quad (2-12)$$

Jika dua tali digulung pada drum (sistem dengan banyak pulley) panjang total dari drum:



$$L = \left( \frac{Hi}{\pi D} + 12 \right) s + l_1 \quad (2-13)$$

Dimana  $l_1$  adalah jarak pada tengah drum, antara kanan dan kiri helix, yang ditentukan oleh desain.

Tebal dinding dari drum besi tuang dapat ditemukan dengan pendekatan dari rumus empiris berikut:

$$\varpi = 0,02D + (0,6t \text{ to } 1,0) \text{ cm} \quad (2-14)$$

## 2.11. Perencanaan PK Mesin Peralatan Bongkar Muat

Untuk kecepatan angkat yang konstan maka daya yang dibutuhkan dari mesin adalah:

$$N = \frac{Qv}{75\eta} \text{ Hp} \quad (2-15)$$

Dimana:  $N$  = daya dari mesin

$Q$  = beban yang diangkat

$v$  = kecepatan angkat

$\eta$  = efisiensi mekanik

$\eta = \eta_{\text{Pulley}} + \eta_{\text{Rum}} + \eta_{\text{Gear}}$

$$\eta = \frac{K_o}{K_o + W}$$

$K_o$  = usaha yang dilakukan mesin dengan mengabaikan gesekan

$W$  = total tahanan gesek

Torsi dari mesin adalah:

$$M' = 71,620 \frac{N}{n_m} \text{ kg cm} \quad (2-16)$$

Ratio transmisi antara motor dan drum adalah:

$$i = \frac{n_{\text{motor}}}{n_{\text{drum}}} = \frac{\text{kecepatan motor}}{\text{kecepatan drum}} \quad (2-17)$$



Kecepatan tali pada drum adalah:

$$v_{drum} = vi_{pulley}$$

$v_{drum}$  = kecepatan tali pada drum

$i_{pulley}$  = ratio transmisi pulley  $\geq 1$

Kecepatan drum dalam RPM adalah:

$$n_{drum} = \frac{v_{drum}}{\pi D} \text{ RPM} \quad (2-18)$$

D = diameter drum

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### **3.1. Pengamatan Peralatan Bongkar Muat**

Sebagai langkah awal dalam penggerjaan dilakukan pengumpulan data mengenai peralatan bongkar muat dari kapal-kapal yang sudah ada. Data ini meliputi:

1. Ukuran utama kapal
2. Ukuran lubang palkah
3. Type peralatan bongkat muat
4. Kapasitas angkat dari peralatan bongkar muat
5. Hp dari mesin winch
6. Gear box
7. Topping angle
8. Swing angle
9. Tinggi dan diameter derrick mast
10. Panjang dan diameter derrick boom
11. Ukuran cargo winch
12. Guy winch
13. Diameter dan panjang cargo rope
14. Diameter dan panjang span rope
15. Diameter dan panjang guy rope

Data ini diperoleh dengan melakukan survey lapangan di pelabuhan gresik. Hasil dari pengumpulan data ini akan digunakan sebagai pedoman dan perbandingan dalam merencanakan peralatan bongkar muat pada KLM Tipe NADE 220 GT.

### 3.2. Perencanaan Peralatan Bongkar Muat

- **Perencanaan Letak Peralatan Bongkar Muat**

Pada tahap ini dilakukan perencanaan dari letak peralatan bongkar muat. Hal ini dilakukan untuk menghindari terganggunya pergerakan dari peralatan bongkar muat ini dari tali-tali yang mengikat tiang layar.

- **Penentuan Tipe Peralatan Bongkar Muat**

Tipe peralatan yang diambil disesuaikan dengan jenis dan berat dari muatan yang akan dipindahkan.

- **Perencanaan Topping Angle dan Tinggi Mast**

Sudut antara boom dan horizontal adalah  $15^\circ$  untuk SWL sampai dengan 10 ton. Tapi dalam aplikasinya, sudut yang lain dapat diijinkan untuk dipakai. Sudut ini tidak boleh lebih dari  $75^\circ$ . Dari topping angle ini dan panjang dari boom dapat diketahui tinggi dari tiang mast.

- **Perencanaan Swing Angle dan Panjang Boom**

Pada tahap ini dilakukan penentuan besarnya swing angle. Perencanaan panjang dari boom ini dapat ditentukan berdasarkan jarak dari tiang mast ke  $2/3$  dari lubang palkah dan panjang harus mempunyai jangkauan kerja terluar 3 – 5 meter dari sisi kapal.

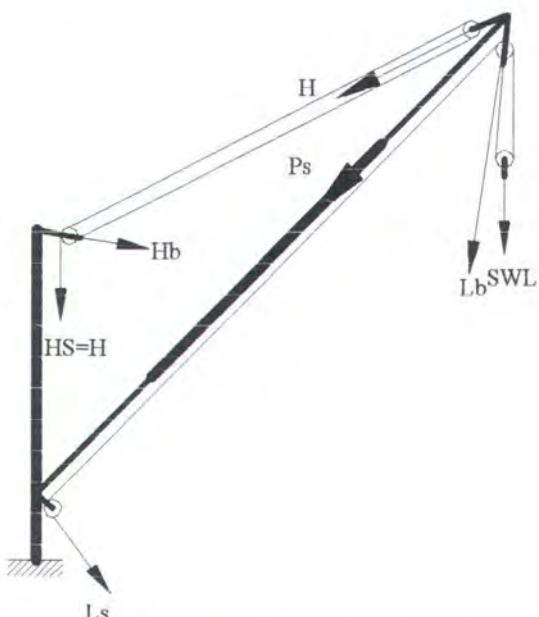
- **Penentuan Kapasitas Angkat dari Peralatan Bongkar Muat**

Penentuan kapasitas angkat disesuaikan dengan jumlah muatan yang akan dipindahkan dan dengan memperhatikan stabilitas dari kapal. Stabilitas kapal yang digunakan adalah stabilitas secara melintang. Kapasitas yang diambil kemudian dianalisa untuk mendapatkan momennya, yaitu dengan jarak dari tiang mast ke ujung boom sebagai lengannya dan kapasitas angkat sebagai bebananya. Momen ini akan merubah letak dari titik berat kapal dan menyebabkan kapal miring. Gerakan oleng dari kapal tidak boleh melebihi dari heeling angle maksimum pada diagram stabilitas.



### • Perencanaan ukuran derrick boom dan derrick mast

Perencanaan derrick boom dan derrick mast dilakukan dengan membuat modelnya dan analisanya dilakukan dengan menggunakan software NASTRAN dengan mengasumsikan boom dan mast sebagai elemen solid untuk menghitung respon struktur berupa momen , lendutan dan gaya-gaya terjadi pada tiap simpul sampai diperoleh penampang boom dan mast yang tepat. Perhitungan ini menggunakan beban hoist load, yang terdiri dari SWL dan dead load dari semua komponen peralatan angkat yang menyangga SWL.



Gambar 3.1. beban pada peralatan bongkar muat

dimana:

- SWL = safe working load
- Ls = tension in cargo runner or cargo purchase runner (rope tension of winch)
- LB = resultant load on head fitting of derrick head cargo block or cargo purchase block
- H = Load on span or resultant load on head fitting of derrick head span tackle block
- Hb = resultant load on head fitting of mast head span block or span tackle block
- Hs = tension in span rope or span tackle rope
- P<sub>B</sub> = gaya tekan aksial pada bomm
- Lb = panjang boom



- **Perencanaan PK Mesin Peralatan Bongkar Muat**

Pada tahap ini dilakukan perencanaan untuk mendapatkan daya dari mesin. Daya mesin ini diperoleh berdasarkan pada beban yang diangkat kecepatan angkat, efisiensi mekanik dari katrol, drum, dan gear.

## **BAB IV**

### **GANBARAN UMUM KLM TIPE**

**NADE 220 GT**



## BAB IV

### GAMBARAN UMUM KLM TIPE NADE 220 GT

#### 4.1 Ukuran utama

Ukuran utama KLM TIpe Nade 220 GT:

- Panjang Geladak : 28,00 m
- Panjang Garis Muat : 26,14 m
- Lebar Geladak : 9,00 m
- Lebar Garis Muat : 8,57 m
- Sarat (T) : 3,00 m
- Tinggi (H) : 3,60 m
- Isi seluruh :  $335,4 \text{ m}^3$
- Berat Seluruh : 301,35 Ton

#### 4.2. Rencana Umum KLM Tipe Nade 220 GT

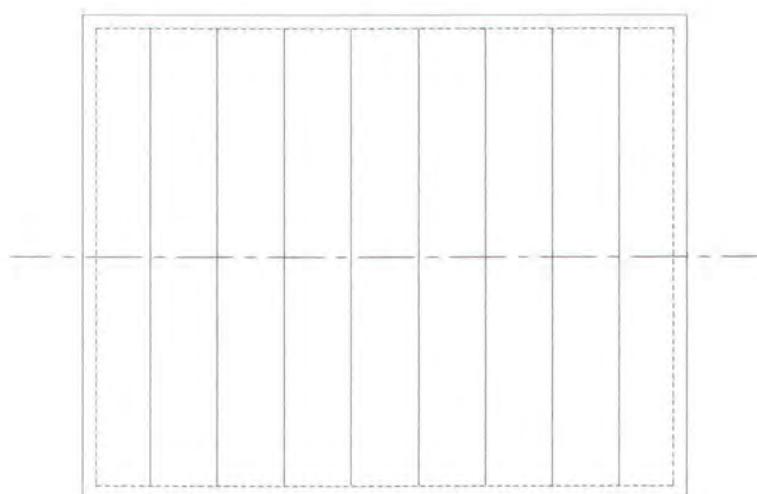
Rencana umum KLM tipe Nade 220 GT dapat dilihat pada gambar berikut:



#### 4.3. Ruang muat.

KLM Tipe Nade 220 GT mempunyai kapasitas ruang muat 178 ton beras dengan volume  $335,4 \text{ m}^3$ . Ukuran lubang palkah:

- Panjang : 6 m
- Lebar : 4 m



*Gambar 4.2. Lubang Palkah*

#### 4.4. Rute Pelayaran dan Jenis Muatan

Rute pelayaran KLM Tipe Nade 220 GT adalah:

- Gresik ke sampit

Jarak tempuh 270 mil dengan kecepatan rata-rata 2,8 mph. Muatan yang di angkut adalah beras.

- Sampit ke Juwana

Jarak tempuh 270 mil dengan kecepatan rata-rata 2,8 mph. Muatan yang diangkut adalah kayu.



- Juwana ke Gresik

Dengan waktu tempuh 78 jam dengan muatan kosong (*Laporan Akhir Monitoring dan Evaluasi KLM Tradisional Tipe NADE 220 GT*).

#### 4.5. Proses Bongkar Muat

KLM Tipe Nade 220 GT ini tidak dilengkapi dengan peralatan bongkar muat, sehingga pengisian muatan beras di pelabuhan Gresik dan muatan kayu di Sampit dilakukan dengan cara tradisional.

Pada umumnya kapal bersandar dengan posisi haluan kapal merapat di dermaga karena keterbatasan fasilitas dermaga yang tersedia. Di pelabuhan yang sepi, seperti di Sampit, kapal berlabuh dengan sisi merapat ke dermaga. Kemudian muatan dikeluarkan/dimasukkan dengan tenaga manusia melalui lubang palkah yang tersedia. Untuk pemasukan/pengeluaran muatan dengan posisi haluan merapat di dermaga sering harus dibuat peranca yang dibuat dari kayu yang diangkut (*Laporan Akhir Monitoring dan Evaluasi KLM Tradisional Tipe NADE 220 GT*).



*Gambar 4.3. Proses bongkar muat secara tradisional dengan tenaga manusia*

#### 4.6. Stabilitas KLM Tipe Nade 220 GT

Stabilitas pada KLM Tipe Nade 220 Gt ini dapat dikatakan sangat baik dengan harga MG yang cukup besar. Hal ini telah dikonfirmasikan dengan pada awak kapal yang menyatakan bahwa kondisi kapal sangat baik, khususnya pada kondisi pelayaran dengan gelombang yang tinggi dan cuaca jelek. Kondisi ini dirasakan oleh awak kapal sebagai gerakan heaving diatas gelombang dengan gerakan rolling yang relatif kecil.



Pada saat berlayar dengan muatan kayu balok, sebagian muatan kayu diletakkan di kedua sisi ruang kemudi. Hal ini dimaksudkan untuk mengatur trim kapal sedemikian rupa agar sarat depan dan belakang yang diperlukan selama pelayaran sesuai perhitungan stabilitas dapat dicapai. Hasil lengkap perhitungan stabilitas dapat dilihat pada lampiran (*Laporan Akhir Monitoring dan Evaluasi KLM Tradisional Tipe NADE 220 GT*).

**BAB V**

**PERENCANAAN PERALATAN  
BONGKAR MUAT**



## BAB V

### PERENCANAAN PERALATAN BONGKAR MUAT

#### 5.1. Peralatan Angkat dari Kapal-kapal yang sudah Ada

Pengamatan peralatan angkat ini dilakukan di pelabuhan Gresik dan Kalimas pada beberapa KLM yang telah dilengkapi dengan peralatan bongkar muat. Dari hasil pengamatan ini kemudian akan diuraikan keuntungan dan kerugian dari pemakainya peralatan bongkar muat tersebut.

Peralatan Bongkar Muat Pada:

##### 1. Cahaya Abadi

Peralatan bongkar muat terdiri dari tiang mast dan boom yang terbuat dari kayu. Peralatan yang dipakai sudah dilengkapi dengan guy winch ,span winch, dan cargo winch dan dengan penggerak menggunakan mesin diesel. Proses bongkar muat dilakukan dengan meletakkan barang pada cargo net, kemudian jaring di hubungkan dengan cargo hook dan dilakukan pengangkutan. Pergerakan boom kearah samping dilakukan dengan menggunakan guy winch dan proses pengangkatannya dilakukan dengan cargo winch. Pada waktu berlayar tiang boom diturunkan dan diletakkan di geladak kapal dengan menggunakan span winch.

Peletakan peralatan bongkar muat ini terletak pada haluan kapal, mesin bongkar muat dan gear boxnya diletakkan diatas balok kayu yang berfungsi sebagai pondasi.



### Keuntungan:

- Mudah dioperasikan
- Jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam pengoperasian peralatan bongkar muat sedikit (1 orang)
- Kontruksi sederhana
- Dengan adanya pondasi pada mesin peralatan bongkar muat, maka getaran dari mesin dapat dikurangi sehingga pengaruh getaran pada lepasnya sambungan pada lambung dan geladak dapat dikurangi
- Sudah dilengkapi dengan Span winch, sehingga tidak mengalami kesulitan dalam menaikkan dan menurunkan tiang boom.
- Dengan dilengkapinya dengan guy winch, pergerakan dari tiang boom kearah samping menjadi lebih cepat

### Kerugian:

- Tiang mast terbuat dari kayu sehingga dibutuhkan diameter yang besar dibandingkan bila terbuat dari besi dan kapasitas angkat dari peralatan bongkar muat terbatas pada 1,5 ton
- Waktu bongkar muat lama. Dengan kapasitas angkat 1,5 ton dan jumlah muatan 310 ton dibutuhkan waktu sekitar ± 70 jam atau ±3 hari untuk melakukan proses bongkar muat



*Gambar 5.1. Proses bongkar muat pada KLM Cahaya Abadi*



*Gambar 5.2. Mesin dan winch peralatan bongkar Muat pada KLM Cahaya Abadi*



*Gambar 5.3. Tiang mast dan tiang boom pada KLM Cahaya Abadi*



## 2. Mitra Abadi

Peralatan bongkar muat terdiri dari tiang mast dan boom yang terbuat dari kayu. Tiang mastnya merupakan tiang layar sehingga tiang layar dari KLM ini berfungsi pula sebagai tiang mast peralatan bongkar muat. Peralatan yang dipakai sudah dilengkapi dengan guy winch dan cargo winch dan dengan penggerak menggunakan mesin diesel. Proses bongkar muat dilakukan dengan meletakkan barang pada cargo net, kemudian cargo net di hubungkan dengan cargo hook dan dilakukan pengangkatan. Pergerakan boom kearah samping dilakukan dengan menggunakan guy winch dan proses pengangkatannya dilakukan dengan cargo winch. Pada waktu berlayar, tiang boom diturunkan dan diletakkan pada geladak kapal, hal ini dilakukan agar kerja dari layar tidak terganggu dengan adanya tiang boom.

Peletakan peralatan bongkar muat ini terletak pada haluan kapal pada tiang layar, mesin bongkar muat dan gear boxnya diletakkan diatas geladak.

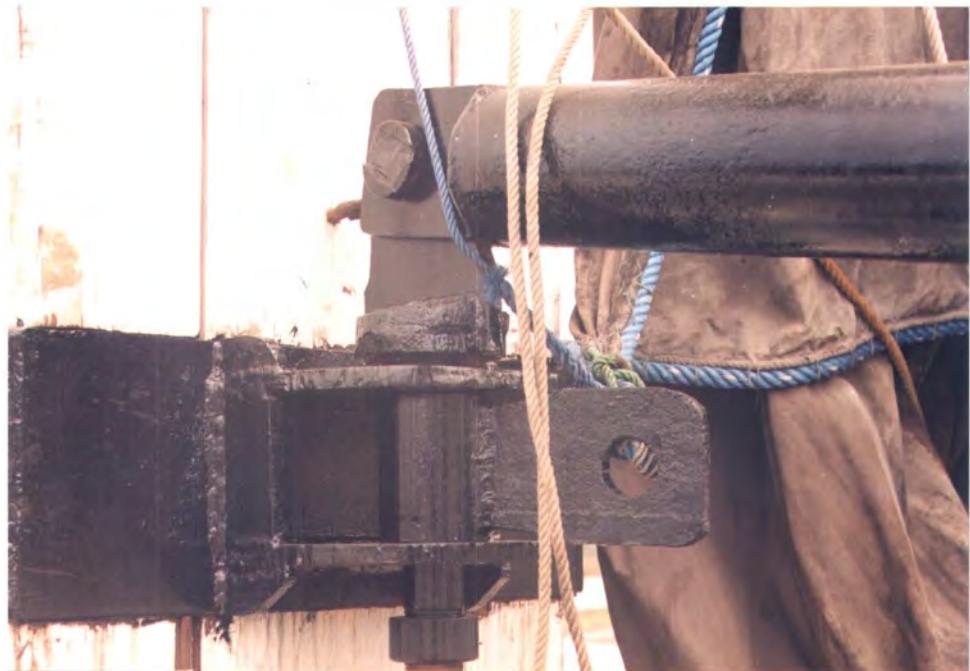
Keuntungan:

- Mudah dioperasikan
- Jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam pengoperasian peralatan bongkar muat sedikit (1 orang)
- Kontruksi sederhana
- Dengan dilengkapinya dengan guy winch, pergerakan dari tiang boom kearah samping menjadi lebih cepat

- 
- Tidak diperlukan pemasangan tiang mast yang baru, karena menggunakan tiang layar sebagai tiang mastnya.

Kerugian:

- Mesin bongkar muat diletakkan diatas geladak, sehingga getaran yang ditimbulkan mesin dapat merusak sambungan pada lambung dan geladak
- Tiang layar yang juga berfungsi sebagai tiang mast terbuat dari kayu, sehingga kapasitas angkat disesuaikan dengan kekuatan dari tiang layar sehingga kapasitas angkatnya terbatas pada ± 2 ton.
- Tidak dilengkapi dengan span winch, sehingga dalam menaikkan tiang boom dan menurunkan bila sedang berlayar memakan waktu cukup lama.



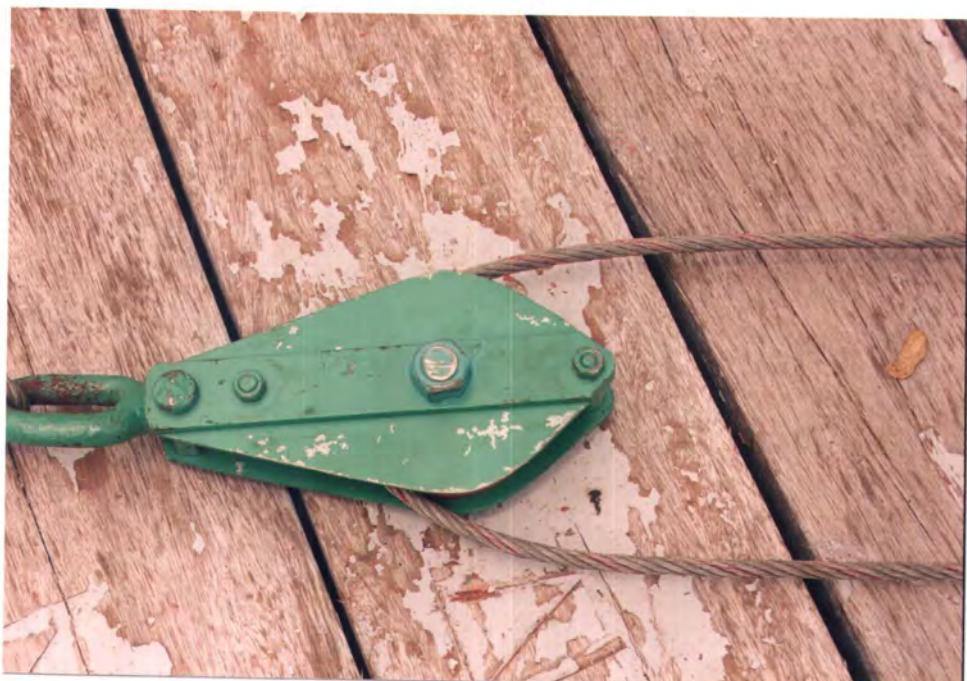
Gambar 5.4. Gooseneck peralatan bongkar muat pada KLM Mitra Abadi



Gambar 5.5. Tiang layar yang juga menjadi tiang mast pada KLM Mitra Abadi



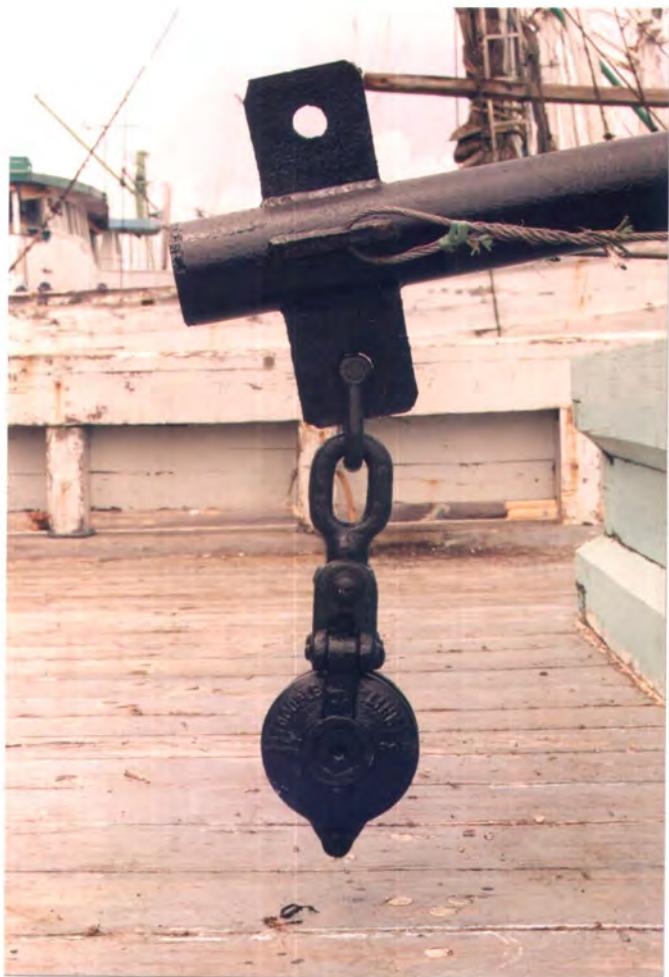
*Gambar 5.6. Mesin, cargo drum, dan guy winch pada KLM Mitra Abadi*



*Gambar 5.7. Tackle block pada KLM Mitra Abadi*



Gambar 5.8. Cargo hook pada KLM Mitra Abadi



Gambar 5.9. Cargo block, derrick head fitting, dan Shackle pada KLM Mitra Abadi

### 3. PRT Pinisi 360

Peralatan bongkar muat terdiri dari tiang mast dan boom yang terbuat dari kayu. Tiang mastnya merupakan tiang layar sehingga tiang layar dari KLM ini berfungsi pula sebagai tiang mast peralatan bongkar muat. Peralatan yang dipakai sudah dilengkapi dengan guy winch dan span winch dan dengan penggerak menggunakan mesin diesel. Proses bongkar muat dilakukan dengan meletakkan barang pada cargo net, kemudian cargo net di hubungkan dengan cargo hook dan dilakukan pengangkatan. Pergerakan boom kearah samping dilakukan dengan menggunakan guy winch dan proses pengangkatannya dilakukan dengan cargo winch. Pada waktu berlayar, tiang boom diturunkan dan diletakkan pada geladak kapal, hal ini dilakukan agar kerja dari layar tidak terganggu dengan adanya tiang boom. Peletakan peralatan bongkar muat ini terletak di depan bangunan atas pada tiang layar dan mesin bongkar muat dan gear boxnya diletakkan diatas balok kayu yang berfungsi sebagai pondasi.

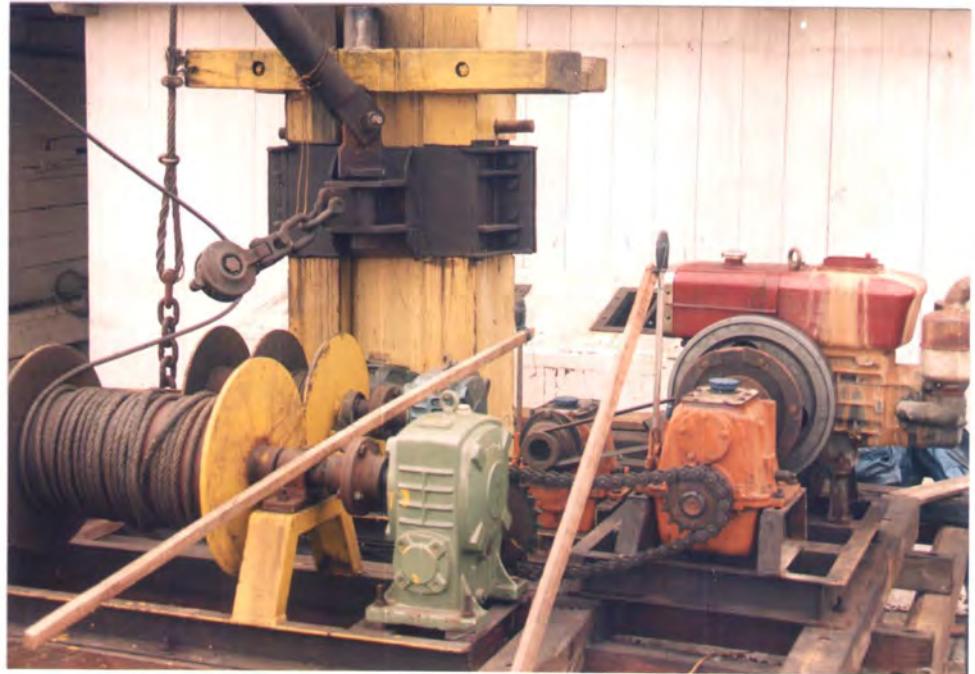
Keuntungan:

- Mudah dioperasikan
- Jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam pengoperasian peralatan bongkar muat sedikit (1 orang)
- Kontruksi sederhana
- Dengan adanya pondasi pada mesin peralatan bongkar muat, maka getaran dari mesin dapat dikurangi sehingga pengaruh getaran pada lepasnya sambungan pada lambung dan geladak dapat dikurangi

- Sudah dilengkapi dengan Span winch, sehingga tidak mengalami kesulitan dalam menaikkan dan menurunkan tiang muat.
- Dengan dilengkapinya dengan guy winch, pergerakan dari tiang boom kearah samping menjadi lebih cepat
- Tidak diperlukan pemasangan tiang mast yang baru, karena menggunakan tiang layar sebagai tiang mastnya.

Kerugian:

- Tiang layar yang juga berfungsi sebagai tiang mast terbuat dari kayu, sehingga kapasitas angkat disesuaikan dengan kekuatan dari tiang layar sehingga kapasitas angkatnya terbatas pada  $\pm 2$  ton.
- Tiang muat yang panjang menyebabkan biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan semakin besar



Gambar 5.10. Mesin, cargo drum, dan gooseneck pada KLM PRT Pinisi 360



Gambar 5.11. Tackle block pada KLM PRT Pinisi 360



*Gambar 5.12. Tiang mast dan tiang boom pada KLM PRT Pinisi 360*



#### 4. Mitra Usaha

Peralatan bongkar muat terdiri dari tiang mast dan boom yang terbuat dari kayu. Tiang mastnya merupakan tiang layar sehingga tiang layar dari KLM ini berfungsi pula sebagai tiang mast peralatan bongkar muat. Peralatan yang dipakai sudah dilengkapi dengan guy winch dan cargo winch, dan dengan penggerak menggunakan mesin diesel. Proses bongkar muat dilakukan dengan meletakkan barang pada cargo net, kemudian cargo net di hubungkan dengan cargo hook dan dilakukan penganagkatan. Pergerakan boom kearah samping dilakukan dengan menggunakan guy winch dan proses pengangkatannya dilakukan dengan cargo winch. Pada waktu berlayar, tiang boom diturunkan dan diletakkan pada geladak kapal, hal ini dilakukan agar kerja dari layar tidak terganggu dengan adanya tiang boom.

Peletakan peralatan bongkar muat ini terletak pada haluan kapal pada tiang layar, mesin bongkar muat dan gear boxnya diletakkan diatas balok kayu.

Keuntungan:

- Mudah dioperasikan
- Jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam pengoperasian peralatan bongkar muat sedikit (1 orang)
- Kontruksi sederhana
- Dengan dilengkapinya dengan guy winch, pergerakan dari tiang boom kearah samping menjadi lebih cepat
- Tidak diperlukan pemasangan tiang mast yang baru, karena menggunakan tiang layar sebagai tiang mastnya.



- Dengan adanya pondasi pada mesin peralatan bongkar muat, maka getaran dari mesin dapat dikurangi sehingga pengaruh getaran pada lepasnya sambungan pada lambung dan geladak dapat dikurangi

#### Kerugian:

- Tiang layar yang juga berfungsi sebagai tiang mast terbuat dari kayu, sehingga kapasitas angkat disesuaikan dengan kekuatan dari tiang layar sehingga kapasitas angkatnya terbatas pada  $\pm 1,3$  ton.
- Tidak dilengkapi dengan span winch, sehingga dalam menaikkan tiang boom dan menurunkan bila sedang berlayar memakan waktu cukup lama.



Gambar 5.13. Tiang boom pada KLM Mitra Usaha



Gambar 5.14. mesin peralatan bongkar muat pada KLM Mitra Usaha



*Gambar 5.15. Tiang mast dan tiang boom pada KLM Mitra Usaha*



## 5. Berkat Madura Jaya

Peralatan bongkar muat terdiri dari tiang mast dan boom yang terbuat dari kayu. Tiang mastnya merupakan tiang layar sehingga tiang layar dari KLM ini berfungsi pula sebagai tiang mast peralatan bongkar muat. Peralatan yang dipakai sudah dilengkapi dengan guy winch dan cargo winch dan dengan penggerak menggunakan mesin diesel. Proses bongkar muat dilakukan dengan meletakkan barang pada cargo net, kemudian cargo net di hubungkan dengan cargo hook dan dilakukan pengangkatan. Pergerakan boom kearah samping dilakukan dengan menggunakan guy winch dan proses pengangkatannya dilakukan dengan cargo winch. Pada waktu berlayar, tiang boom diturunkan dan diletakkan pada geladak kapal, hal ini dilakukan agar kerja dari layar tidak terganggu dengan adanya tiang boom. Peletakan peralatan bongkar muat ini terletak pada haluan kapal pada tiang layar, mesin bongkar muat dan gear boxnya diletakkan diatas geladak.

Keuntungan:

- Mudah dioperasikan
- Jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam pengoperasian peralatan bongkar muat sedikit (1 orang)
- Kontruksi sederhana
- Dengan dilengkapinya dengan guy winch, pergerakan dari tiang boom kearah samping menjadi lebih cepat
- Tidak diperlukan pemasangan tiang mast yang baru, karena menggunakan tiang layar sebagai tiang mastnya.



Kerugian:

- Mesin bongkar muat diletakkan diatas geladak, sehingga getaran yang ditimbulkan mesin dapat merusak sambungan pada lambung dan geladak
- Tiang layar yang juga berfungsi sebagai tiang mast terbuat dari kayu, sehingga kapasitas angkat disesuaikan dengan kekuatan dari tiang layar sehingga kapasitas angkatnya terbatas pada  $\pm 2$  ton.
- Tidak dilengkapi dengan span winch, sehingga dalam menaikkan tiang boom dan menurunkan bila sedang berlayar memakan waktu cukup lama.



Gambar 5.16. Tiang mast dan tiang boom pada KLM Berkat Madura Jaya



Gambar 5.17. Gooseneck pada KLM Berkat Madura Jaya



## 6. Buana Marga

Peralatan bongkar muat terdiri dari tiang mast dan boom yang terbuat dari kayu. Tiang mastnya merupakan tiang layar sehingga tiang layar dari KLM ini berfungsi pula sebagai tiang mast peralatan bongkar muat. Peralatan yang dipakai sudah dilengkapi dengan guy winch dan cargo winch dan dengan penggerak menggunakan mesin diesel. Proses bongkar muat dilakukan dengan meletakkan barang pada cargo net, kemudian cargo net di hubungkan dengan cargo hook dan dilakukan pengnagkaan. Pergerakan boom kearah samping dilakukan dengan menggunakan guy winch dan proses pengangkatannya dilakukan dengan cargo winch. Pada waktu berlayar, tiang boom diturunkan dan diletakkan pada geladak kapal, hal ini dilakukan agar kerja dari layar tidak terganggu dengan adanya tiang boom.

Peletakan peralatan bongkar muat ini terletak pada haluan kapal pada tiang layar, mesin bongkar muat dan gear boxnya diletakkan diatas balok kayu.

Keuntungan:

- Mudah dioperasikan
- Jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam pengoperasian peralatan bongkar muat sedikit (1 orang)
- Kontruksi sederhana
- Dengan dilengkapinya dengan guy winch, pergerakan dari tiang boom kearah samping menjadi lebih cepat



- Tidak diperlukan pemasangan tiang mast yang baru, karena menggunakan tiang layar sebagai tiang mastnya.
- Dengan adanya pondasi pada mesin peralatan bongkar muat, maka getaran dari mesin dapat dikurangi sehingga pengaruh getaran pada lepasnya sambungan pada lambung dan geladak dapat dikurangi

Kerugian:

- Tiang layar yang juga berfungsi sebagai tiang mast terbuat dari kayu, sehingga kapasitas angkat disesuaikan dengan kekuatan dari tiang layar sehingga kapasitas angkatnya terbatas pada  $\pm 1,5$  ton.
- Tidak dilengkapi dengan span winch, sehingga dalam menaikkan tiang boom dan menurunkan bila sedang berlayar memakan waktu cukup lama.



*Gambar 5.18. Gooseneck, cargo drum, dan guy drum pada KLM Buana Marga*



KLM	LPP	B	T	p	I	M	A	a	$\alpha$	$\beta$	PB						TM	CD			GD		SR		CR		GR		MB		RGB			
											L	L1	d1	L2	d2	L3	d3	L	d1	d2	L	d1	d2	L	d	L	d	L	d	OUT	NW	CW	GW	
Mitra Abadi	26.1	8.57	3	6	4	287	2	2.72	45	160	8.25	1.65	12.5	4.5	15	2.1	12.5	8	44	30	55	43	30	55	6	36	35	36	20	10	9.7KW/2000rpm	155	3 : 1	2,5 : 1
Cahaya Abadi	32	9.2	4	7	5	1.5	3	45	150	13.5	13.5	2	12.5	10	17	1.5	12.5	7	50	25	45	45	28	45	9.5	24	30	20	20	10	24.5HP/2200rpm	150	3 : 1	2,5 : 1
PRT Pinisi	40	10	5	8	4	500	2	3.8	30	170	14	4	15.5	6.5	17.5	3.5	15.5	10	56	26	50	39	21	45	12	36	40	36	40	10	12,1Kw/2200rpm	160	3 : 1	2,5 : 1
Berkat Madura Jaya	36	10	4.3	5	3	350	2.5	2.5	45	160	10	2	12.7	6.5	15.3	1.5	12.7	8	40	25	50	44	16	36	6	20	40	15	50	13	12.1Kw/2200rpm	165	3 : 1	2,5 : 1
Buana Marga	32	9.5	4	6	3	300	1.5	2.72	45	160	10	3	12.5	5	17	2	12.5	8	38	22	42	35	28	45	7	36	30	30	20	10	12.1Kw/2000rpm	160	3 : 1	2,5 : 1
Mitra Usaha	33	9.75	5.3	6	3	312	1.3	2.5	30	160	10	2	14.5	5	17.5	3	14.5	8	42	32	50	34	28	46	12	36	40	36	20	30	14.7Kw/2200rpm	180	3 : 1	2,5 : 1

Tabel 5.1. Komponen peralatan bongkar muat

Keterangan:

LPP = Panjang kapal

B = Lebar kapal

T = Sarat

p = Panjang lubang palkah

I = lebar lubang palkah

M = Muatan kapal

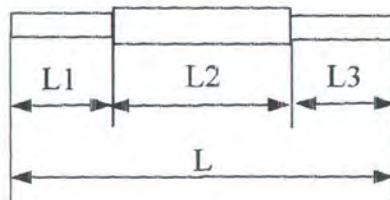
A = kapasitas amgkat peralatan bongkar muat

a = Jarak tiang ke palkah

$\alpha$  = Topping Angle

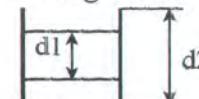
$\beta$  = Swing Angle

PB = Panjang Boom

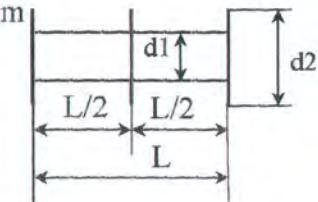


TM = Tinggi mast

CD = Cargo drum



GD = guy drum



SR = Span rope

CR = Cargo rope

MB = Mesin Bongkar muat

GR = Guy rope

NW = Net weight

RGB = Gear box reduction ratio

Letak tiang mst

	TL	TS	Pondasi	guy winch	cargo winch	span winch
Mitra Abadi	V			V	V	V
Cahaya Abadi		V	V		V	V
PRT Pinisi	V			V	V	V
Berkat Madura Jaya	V		V	V	V	
Buana Marga	V			V	V	
Mitra Usaha	V			V	V	

Tabel 5.2. Perlengkapan peralatan bongkar muat

keterangan

TL= Tiang layar

TS= Tiang Sendiri

## 5.2. Perencanaan Peralatan Bongkar Muat untuk KLM Tipe Nade 220 GT

### 5.2.1. Perencanaan Letak Peralatan Bongkar Muat

Perencanaan letak dari tiang mast pada KLM Tipe NADE 220 GT ini didasarkan pada keuntungan dan kerugian dari peletakan tiang mast itu sendiri. Ada dua letak tiang mast yang di tinjau yang dari masing-masing ini akan diuraikan keuntungan dan kerugiannya untuk mendapatkan letak yang tepat.

- a. Tiang mast terletak di tiang layar

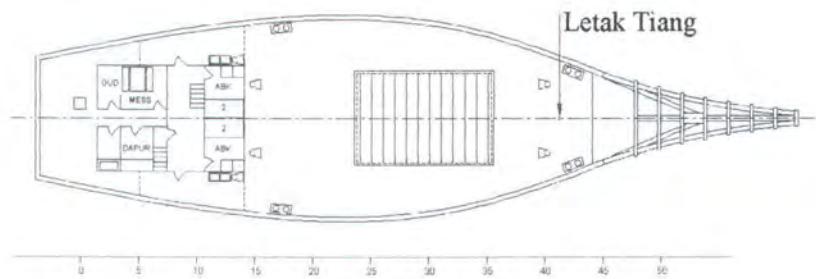
Tiang layar yang sudah ada pada KLM ini di manfaatkan pula sebagai tiang mast dari peralatan bongkar muat dimana tiang layar yang juga berfungsi sebagai tiang mast. Tiang mast ini terbuat dari kayu dan letaknya pada haluan kapal.

Keuntungan dari penggunaan ini adalah:

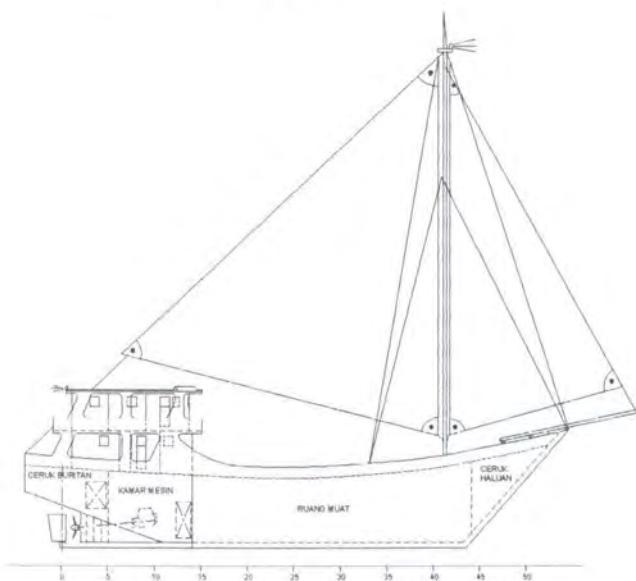
- Tidak perlunya melakukan pemasangan tiang lagi, sehingga dalam pemasangannya akan mempermudah kontruksi dan mempersingkat waktu penggerjaan

Kerugiannya:

- Kapasitas angkat dari peralatan bongkar muat terbatas, karena harus disesuaikan dengan kekuatan dari tiang layar itu sendiri yang terbuat dari kayu
- Diperlukan perubahan letak dari tali-tali pengikat tiang layar, hal ini dilakukan agar pengoperasian dari tiang muat tidak terganggu dengan adanya tali-tali pengikat tiang layar.



Gambar 5.19. letak tiang layar



Gambar 20: layar dan tali

- b. Tiang mast diletakkan di depan ruang navigasi

Dilakukan pemasangan tiang baru di depan ruang navigasi yang dengan bahan besi. Pemasangan tiang baru ini dimaksudkan untuk mendapatkan kapasitas angkat yang lebih besar bila dibandingkan dengan penggunaan tiang layar yang terbuat dari kayu sebagai tiang



mast. Penentuan letak di depan ruang navigasi ini dimaksudkan agar kerja dari layar tidak terganggu dengan adanya tiang mast ini. Keuntungannya adalah:

- Kapasitas angkat dari peralatan bongkar muat lebih besar dari posisi pertama
- Tidak ada gangguan dari tali-tali pengikat tiang layar
- Waktu yang diperlukan untuk melakukan proses bongkar muat semakin sedikit

Kerugian:

- Dilakukan pemasangan tiang baru sehingga waktu dan biaya yang dikeluarkan semakin besar



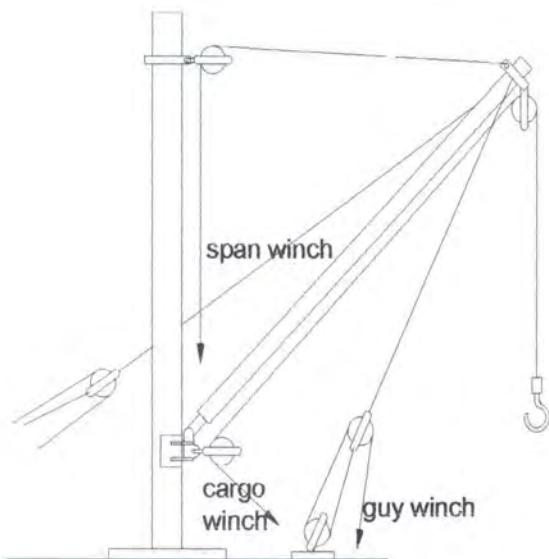
Gambar 21: letak tiang

Dari kedua letak ini diambil yang kedua, hal ini diambil dengan maksud agar kapasitas angkat akan lebih besar sehingga waktu operasi bongkar muat semakin kecil dan letak dari tiang tidak mengganggu kerja dari layar. Adanya jarak 2 meter dari ruang navigasi akan digunakan untuk meletakkan mesin diesel, gear box, dan winch dari peralatan bongkar muat.



### 5.2.2. Perencanaan Tipe Peralatan Bongkar Muat

Tipe peralatan yang diambil ini disesuaikan dengan jenis dan berat dari muatan yang akan dipindahkan, dari sini maka diambil jenis peralatan bongkar muat yang dilengkapi dengan guy winches, cargo winch, dan span winch. Pemilihan tipe ini dimaksudkan agar dengan adanya guy winches ini maka pergerakan boom secara horizontal dapat dilakukan dengan mudah dan cepat, sedangkan dengan adanya span winch akan mempermudah pengangkatan dan penurunan tiang boom, dimana pada waktu berlayar tiang boom ini diletakkan pada geladak kapal. Cargo winch diperlukan untuk mengangkat dan menurunkan muatan



Gambar 5.22. Swinging derrick



### 5.2.3. Perencanaan Toping Angle

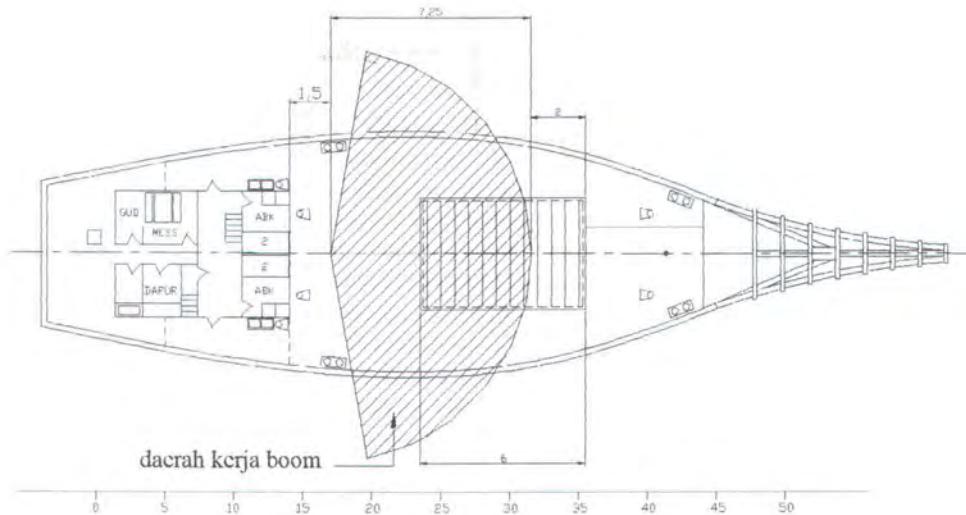
Sudut tertinggi ini ditentukan berdasarkan peraturan BKI vol.11, dimana disebutkan bahwa sudut antara boom dan horizontal adalah  $15^\circ$  untuk SWL sampai dengan 10 Ton. Tapi dalam aplikasinya sudut yang lain dapat diijinkan untuk dipakai. Sudut ini tidak boleh lebih dari  $75^\circ$ . Dari ketentuan ini maka diambil sudut  $45^\circ$  dengan pertimbangan tinggi dari tiang mast dan panjang dari tiang boom dalam pengoperasiannya tidak terganggu dengan drngan adanya tali-tali pengikat tiang layar.

### 5.2.4. Perencanaan Swing Angle, Panjang Boom, dan Tinggi Tiang Mast

Swing angle ini ditentukan berdasarkan daerah kerja yang akan dilakukan oleh boom. Besarnya sudut ini adalah  $160^\circ$ , yaitu  $80^\circ$  kearah kanan dan kiri dari boom yang sejajar kapal.

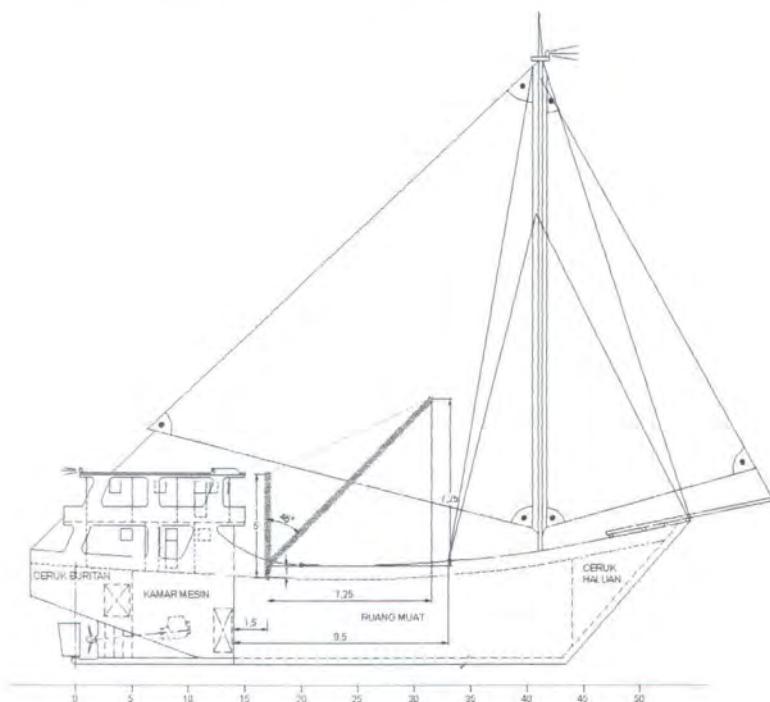
Panjang boom harus mempunyai jangkauan kerja terluar 3 – 5 meter dari sisi kapal dengan sudut kemiringan 45 derajat dan boom dapat menjangkau  $2/3$  dari panjang lubang palkah (*"Merchant ship design handbook, book5"*).

Jarak tiang mast ke  $2/3$  dari panjang lubang palkah adalah 7,25 meter. Sehingga panjang boom adalah  $7,25/\cos 45 = 10,25$  meter. Jarak dari ujung boom ke tepi kapal pada jangkauan kerja terluar adalah 3 meter.



Gambar 23: Daerah kerja boom

Tinggi tiang mast diambil 5 meter, hal ini dilakukan agar pada saat layar dioperasikan tidak terganggu oleh adanya tiang ini.



Gambar 5.24. Peralatan BB



### 5.2.5. Penentuan Kapasitas Angkat dari Peralatan Bongkar Muat

Kapasitas angkat dari peralatan ditetapkan 7 ton. Perhitungan ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses bongkar muat adalah 1 hari. Untuk melakukan sekali proses dibutuhkan waktu  $\pm 30$  menit, sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk seluruh muatan adalah  $\frac{178}{7} * \frac{30}{60} = 12,7$  jam, sehingga dibutuhkan waktu 1 hari untuk melakukan proses bongkar muat seluruh muatan.

Pada saat dilakukan proses pengangkatan, yaitu pada saat tiang boom berada pada sisi terluar dari badan kapal, beban yang diangkat ini akan menimbulkan momen, yang akan menyebabkan kapal miring. Kemiringan ini tidak boleh melebihi sudut kemiringan yang terdapat pada diagram stabilitas. Analisa kemiringan kapal pada:

- Kondisi muatan penuh pada saat kapal akan berangkat.

Rumus yang dipakai untuk menghitung jarak perpindahan titik G adalah rumus untuk perubahan letak, karena pada perhitungan ini diasumsikan sedang melakukan pengangkatan muatan yang terakhir ke dalam kapal.

Jarak perubahan GG' karena perubahan letak:

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta_1}$$

Dimana:

$$w_1 = \text{penambahan berat} = 7 \text{ ton}$$

$$D_1 = \text{jarak titik berat dari berat tambahan terhadap titik berat kapal}$$



$\Delta$  = Displacement kapal

$$= 301,35 \text{ ton}$$

Analisa ini dilakukan kearah melintang kapal dan ke arah atas, hal ini dilakukan karena pada proses pengangkatan muatan diangkat setinggi ±3 meter dari geladak dan jangkauan terluar dari boom dengan jarak 7,25 meter terhadap tiang mast.

- Kearah atas

Jarak perpindahan keatas terhadap titik G awal

$$= \text{jarak muatan yang dipindahkan terhadap keel} - KG$$

$$= (3,5 + 3) - 1,996$$

$$= 4,504 \text{ meter}$$

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta_1}$$

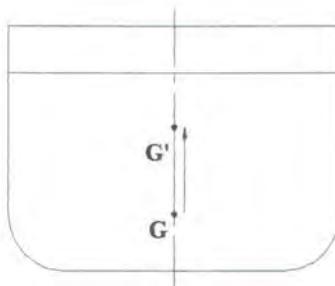
$$GG' = \frac{4,504 * 7}{301,35}$$

$$= 0,1046 \text{ meter}$$

Sehingga  $MG' = KM - KG'$

$$= 3,751 - (1,996 + 0,1046)$$

$$= 1,6504 \text{ meter}$$



Gambar 5.25. Perubahan G keatas



- Kearah melintang kapal

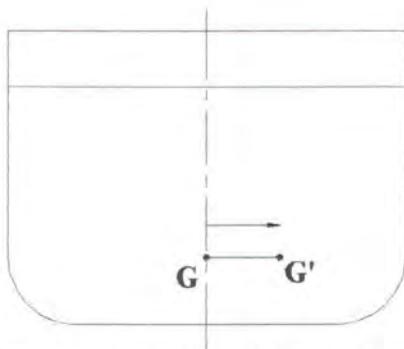
Jarak perpindahan = jarak dari tiang ke jangkauan kerja terluar dari

$$\text{boom} * \cos 10^\circ$$

$$= 7,25 * \cos 10^\circ = 7,14 \text{ meter}$$

$$GG' = \frac{7,14 * 7}{301,35}$$

$$= 0,1659 \text{ meter}$$



Gambar 5.26. Perubahan G kesamping

Kemiringan kapal karena perubahan berat ini adalah:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x} = \frac{0,1659}{1,6504} = 0,1005$$

$$\alpha = 5,7402^\circ$$

Sudut ini tidak melebihi sudut kemiringan maksimal pada diagram stabilitas.

- a. Kondisi muatan penuh pada saat kapal tiba

Rumus yang dipakai untuk menghitung jarak perpindahan titik G adalah rumus untuk perubahan letak, karena pada perhitungan ini diasumsikan sedang melakukan pengangkatan muatan yang pertama ke luar kapal.



- Perubahan GG' kearah atas

Jarak perpindahan keatas terhadap titik G awal

= jarak muatan yang dipindahkan terhadap keel - KG

$$= (3,5 + 3) - 1,998 = 4,502 \text{ meter}$$

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta_1}$$

$$GG' = \frac{4,502 * 7}{296,11}$$

$$= 0,1064 \text{ meter}$$

Sehingga MG' = KM - KG'

$$= 3,734 - (1,998 + 0,1064)$$

$$= 1,6296 \text{ meter}$$

- Kearah melintang kapal

Jarak perpindahan = jarak dari tiang ke jangkauan kerja terluar dari

$$\text{boom} * \cos 10^\circ$$

$$= 7,25 * \cos 10^\circ$$

$$= 7,14 \text{ meter}$$

$$GG' = \frac{7,14 * 7}{296,11}$$

$$= 0,1688 \text{ meter}$$

Kemiringan kapal karena perubahan berat ini adalah:

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{0,1688}{1,6296} = 0,1036$$



$$\alpha = 5,914^\circ$$

Sudut ini tidak melebihi sidut kemiringan maksimal pada diagram stabilitas.

### c. Kondisi kapal kosong

Rumus yang dipakai untuk menghitung jarak perpindahan titik G adalah rumus untuk penambahan berat, karena pada perhitungan ini diasumsikan sedang melakukan pengangkatan muatan yang pertama ke dalam kapal.

Jarak GG' karena penambahan berat:

$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta + w_1}$$

Dimana:

$$w_1 = \text{penambahan berat} = 7 \text{ ton}$$

$$D_1 = \text{jarak titik berat dari berat tambahan terhadap titik berat kapal}$$

$$\Delta = \text{Displacement kapal sebelum penambah berat} \\ = 115,19 \text{ ton}$$

- Perubahan GG' kearah atas

Jarak perpindahan keatas terhadap titik G awal

$$= \text{jarak muatan yang dipindahkan terhadap keel} - KG \\ = (3,5 + 3) - 2,1 = 4,4 \text{ meter}$$



$$GG' = \frac{D_1 w_1}{\Delta_1 + w_1}$$

$$GG' = \frac{4,4 * 7}{115,19 + 7}$$

$$= 0,2521 \text{ meter}$$

$$\text{Sehingga } MG' = KM - KG'$$

$$= 3,571 - (2,1 + 0,2521)$$

$$= 1,2189 \text{ meter}$$

- Kearah melintang kapal

Jarak perpindahan = jarak dari tiang ke jangkauan kerja terluar dari

$$\text{boom} * \cos 10^\circ$$

$$= 7,25 * \cos 10^\circ$$

$$= 7,14 \text{ meter}$$

$$GG' = \frac{7,14 * 7}{115,19 + 7}$$

$$= 0,409 \text{ meter}$$

Kemiringan kapal karena perubahan berat ini adalah:

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{0,409}{1,2189} = 0,3355$$

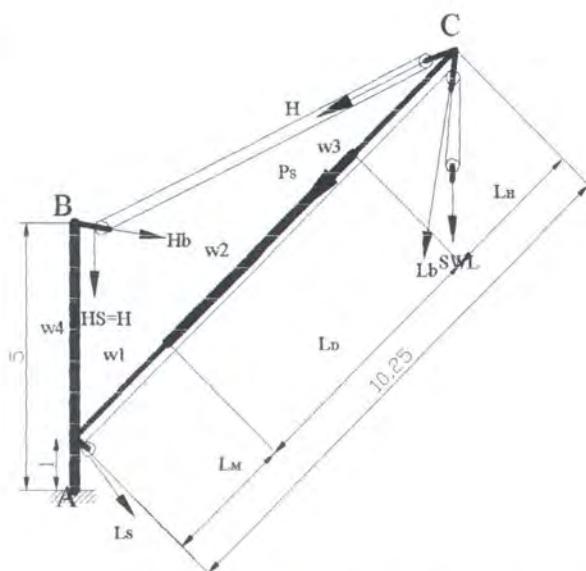
$$\alpha = 18,56^\circ$$

Sudut ini tidak melebihi sudut kemiringan maksimal pada diagram stabilitas.



### 5.2.6. Perhitungan Komponen Peralatan Bongkar Muat

Perhitungan komponen-komponen peralatan dilakukan dengan menggunakan standart yang ada pada BKI volume 11, dimana sebagai acuannya adalah beban dari muatan yang diteruskan pada masing-masing komponen.



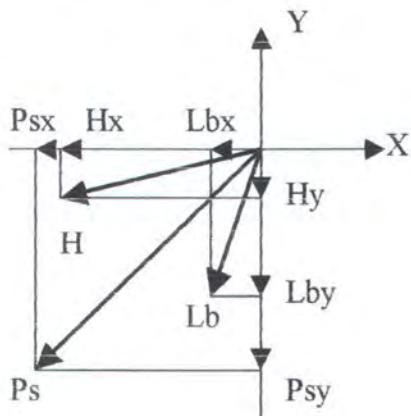
Gambar 5.27. beban pada peralatan bongkar muat dimana:

- SWL = safe working load
- Ls = tension in cargo runner or cargo purchase runner (rope tension of winch)
- LB = resultant load on head fitting of derrick head cargo block or cargo purchase block
- H = Load on span or resultant load on head fitting of derrick head span tackle block
- Hb = resultant load on head fitting of mast head span block or span tackle block
- Hs = tension in span rope or span tackle rope
- P<sub>B</sub> = gaya tekan aksial pada bomm
- Lb = panjang boom
- w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, w<sub>3</sub>, w<sub>4</sub> = distribusi beban

Perhitungan dimensi dari tiang mast dan boom dilakukan dengan bantuan software NASTRAN. Analisa dengan NASTRAN dilakukan perbagian yaitu pada tiang mast dan tiang boom.



Untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada boom dan mast kita perhatikan kesetimbangan pada titik C:



Gambar 5.28. Penguraian gaya pada titik C

$$\sum F_x = 0$$

$$-Ps_x - H_x - Lb_x = 0$$

$$H \cos 25 = -Ps \cos 45 - Lb \cos 75,36 \quad (5-1)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-Ps_y - H_y - Lb_y - w1*L_M - w2*L_D - w3*L_H = 0$$

$$Ps \sin 45 = -H \sin 25 - Lb \sin 75,36 - w1 * LM - w2 * LD - w3 * LH$$

$$Ps = \frac{-H \sin 25 - Lb \sin 75,36 - w1 * LM - w2 * LD - w3 * LH}{\sin 45} \quad (5-2)$$

Substisusi ke persamaan 5-1 diperoleh:



$$H = \frac{0,71479Lb + w1 * LM + w2 * LD + w3 * LH}{0,4837} \quad (5-3)$$

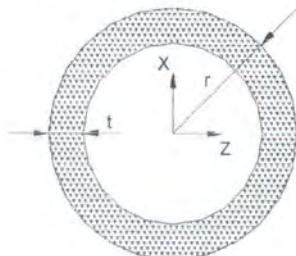
$$H_s = H/2$$



### 5.2.7. Perencanaan Profil

- Tiang mast

Profil direncanakan berpenampang lingkaran dan berongga dengan ketebalan  $t$ , jari-jari  $r$  dan tanpa penguat.



Luas penampang (A)::

$$A = \pi[r^2 - (r-t)^2] \quad (5-3)$$

Gambar 5.29.a. Penampang tiang mast

Modulus penampang (W):

$$W_x = W_z = \frac{\pi}{4}[r^3 - (r-t)^3] \quad (5-4)$$

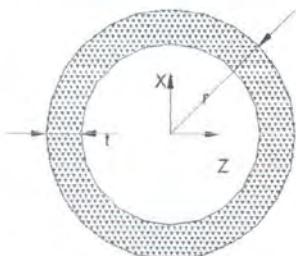
Inersia penampang (I):

$$I_p = \frac{\pi}{2}[r^4 - (r-t)^4] \quad (5-5)$$

Tinggi mast diambil 5 meter dari geladak.

- Tiang boom

Profil direncanakan berpenampang lingkaran dan berongga dengan ketebalan  $t$ , jari-jari  $r$  dan tanpa penguat.



Luas penampang (A)::

$$A = \pi[r^2 - (r-t)^2] \quad (5-6)$$

Gambar 5.29b. Penampang tiang boom



Modulus penampang (W):

$$W_x = W_z = \frac{\pi}{4} [r^3 - (r-t)^3]$$

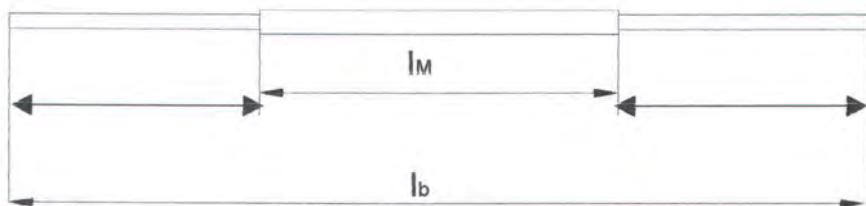
(5-7)

Inersia penampang (I):

$$I_p = \frac{\pi}{2} [r^4 - (r-t)^4]$$

(5-8)

Panjang tiang boom 10,25 meter, dan dibagi menjadi 3 bagian.



Gambar 5.30. pembagian boom

Dimana:  $L_M \leq 0,5 L_B$

$L_M$  diambil 5 meter

$L_H = 2,75$  meter

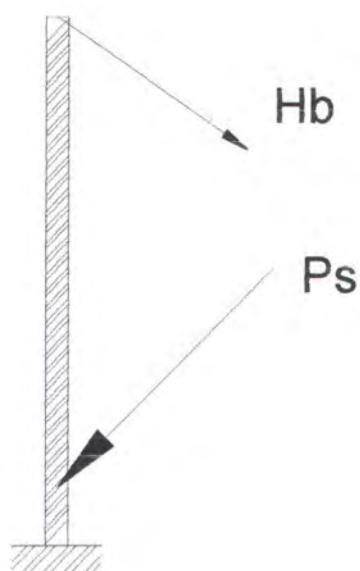
$L_D = 2,5$  meter

### 5.2.8. Pemodelan

Dalam analisa dengan menggunakan software NASTRAN, tipe elemen yang digunakan untuk tiang boom dan tiang mast adalah elemen solid.

- Tiang mast

Model untuk tiang dibuat dengan asumsi bahwa hubungan antara geladak dan tiang mast adalah hubungan jepit dan ujung dari tiang mast adalah bebas. Untuk keperluan analisa maka perlu diuraikan gaya-gaya yang bekerja pada tiang mast.



Gambar 5.31. komponen gaya pada tiang mast

Untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja kita perhatikan kesetimbangan di sistem katrol pada titik B pada gambar 5.27:

$$\sum F_x = 0$$

$$Hx + Hbx = 0$$

$$Hbx = -Hx$$

$$\sum F_y = 0$$

$$Hy - Hs - Hby = 0$$

$$Hby = Hy - Hs$$

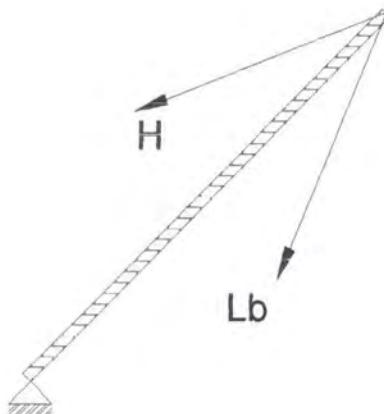
$$Hb = \sqrt{Hbx^2 + Hby^2}$$

$$Ps = \frac{H0,906 \text{ Lb} 0,3827}{0,707}$$



- Tiang boom

Model untuk tiang dibuat dengan asumsi bahwa hubungan antara tiang boom dan tiang mast adalah hubungan engsel dan ujung dari tiang boom adalah bebas. Untuk keperluan analisa maka perlu diuraikan gaya-gaya yang bekerja pada tiang boom.



Gambar 5.32. komponen gaya pada tiang boom

Untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja kita perhatikan kesetimbangan di sistem katrol pada titik C gambar 5.27:

$$\sum F_x = 0$$

$$\begin{aligned} -L_{sx} - L_{bx} &= 0 \\ L_{bx} &= -L_{sx} \end{aligned}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\begin{aligned} -SWL - L_{sy} - L_{by} &= 0 \\ L_{by} &= -SWL - L_{sy} \end{aligned}$$

$$L_b = \sqrt{L_{bx}^2 + L_{by}^2}$$

$$H = \frac{0,5412L_b + w_1 * LM + w_2 * LD + w_3 * LH}{0,4837}$$



### 5.2.9. Tegangan Ijin

Besarnya tegangan ijin adalah

$$\sigma = \frac{0,8R_{eH} + 4,8}{v}$$

dimana:

$v$  = angka keamanan berdasarkan tabel (1,6)

$R_{eH}$  = yield point material berdasarkan tabel

= untuk jenis material normal tensile steels

= 235 N/mm<sup>2</sup>

= 23,5 KN/Cm<sup>2</sup>

$\sigma$  = tegangan gabungan

$$\sigma = \frac{0,8 * 23,5 + 4,8}{1,6}$$

= 14,75 KN/Cm<sup>2</sup>

= 147500000 N/m<sup>2</sup>

### 5.2.10. Dimensi dari Tiang Mast dan Tiang Boom

Dari hasil analisa model diatas dengan software, maka didapatkan hasil akhir dari dimensi tiang mast dan tiang boom.

- Tiang mast

Panjang dari tiang mst adalah 5 meter dengan jenis material adalah carbon steel. Tiang mast ini berbentuk pipa dengan diameter terluar 406,4 mm dan ketebalan 40,5 mm



- Tiang boom

Panjang dari tiang boom adalah 10,25 meter dengan jenis materia adalah carbon steel. Tiang boom ini berbentuk pipa dimana:

$$L_D = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Diameter luar} = 216,3 \text{ mm}$$

$$\text{Ketebalan} = 20,9 \text{ mm}$$

$$L_M = 5 \text{ m}$$

$$\text{Diameter luar} = 267,4 \text{ mm}$$

$$\text{Ketebalan} = 25,4 \text{ mm}$$

$$L_H = 2,75 \text{ m}$$

$$\text{Diameter luar} = 216,3 \text{ mm}$$

$$\text{Ketebalan} = 20,9 \text{ mm}$$

### 5.2.11. Kontruksi Tiang Mast

Tiang mast ditempatkan diatas geladak sedang tiang pengapit menembus geladak dan diikat pada lunas dalam. Pada cara ini, tiang pengapit diikatkan pada gading-gading atau wrang. Tiang pengapit dihubungkan dengan tiang mast dengan menggunakan baut.

### 5.2.12. Perencanaan Drum

- Cargo drum

Diameter drum > 10d tali:

$$\text{Diambil diameter } 20d = 20 * 10 \text{ mm} = 200 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$



Diamtere penahan tali (flange) =  $D + 5s$  dimana  $s = d$

$$= 20 + 5 * 1,0 = 25 \text{ cm}$$

Jumlah putaran drum adalah :

$$Z = \frac{Hi}{\pi D} + 2$$

Dimana :

$$i = \text{ratio dari katrol} = 1,5$$

$$D = \text{diameter drum} = 0,2 \text{ m}$$

$$H = \text{ketinggian dari beban yang diangkat}$$

$$Z = \frac{9 * 1,5}{\pi 0,2} + 2$$

$$= 23,49 \approx 24 \text{ putaran}$$

$$\text{Panjang drum} = L = \left( \frac{Hi}{\pi D} + 7 \right) s$$

$$= \left( \frac{9 * 1,5}{\pi 0,2} + 7 \right) 0,01$$

$$= 0,2849 \text{ m}$$

$$= 29 \text{ cm}$$

Tebal dinding dari drum =  $\varpi$  :

$$\varpi = 0,02D + (0,6 \text{ to } 1,0)$$

$$\varpi = 0,02 * 20 + (0,6)$$

$$\varpi = 1 \text{ cm}$$

- Span drum

Diameter drum > 10d tali:

Diambil diameter  $21,4d = 21,4 * 14 \text{ mm} = 300 \text{ mm} = 30 \text{ cm}$



Diamtere penahan tali (flange) =  $D + 5s$  dimana  $s = d$

$$= 30 + 5 * 1,4 = 37 \text{ cm}$$

Jumlah putaran drum adalah :

$$Z = \frac{10 * 1,5}{\pi 0,3} + 2$$

$$= 17,9 \approx 18 \text{ putaran}$$

$$\text{Panjang drum} = L = \left( \frac{10 * 1,5}{\pi 0,3} + 7 \right) * 0,014$$

$$= 0,321 \text{ m}$$

$$= 33 \text{ cm}$$

Tebal dinding dari drum =  $\varpi$  :

$$\varpi = 0,02 * 30 + (0,8)$$

$$\varpi = 1,4 \text{ cm}$$

- Guy drum

Diameter drum > 10d tali:

Diambil diameter 20d =  $20 * 10 \text{ mm} = 200 \text{ m} = 20 \text{ cm}$

Diamtere penahan tali (flange) =  $D + 5s$  dimana  $s = d$

$$= 20 + 5 * 1,0 = 25 \text{ cm}$$

Jumlah putaran drum adalah :

$$Z = \frac{10 * 1,5}{\pi 0,2} + 2$$

$$= 26,8 \approx 27 \text{ putaran}$$

$$\text{Panjang drum} = L \left( \frac{10 * 1,5}{\pi 0,2} + 7 \right) * 0,01$$

$$= 0,309 \text{ m}$$

$$= 31 \text{ cm}$$

Tebal dinding dari drum =  $\varpi$  :

$$\varpi = 0,02 * 20 + (0,6)$$

$$\varpi = 1 \text{ cm}$$

### 5.2.12. Perhitungan Kapasitas Mesin

Untuk kecepatan angkat yang konstan maka daya yang dibutuhkan dari mesin adalah:

$$N = \frac{Qv}{75\eta} \text{ Hp}$$

Dimana:  $N$  = daya dari mesin

$Q$  = beban yang diangkat = 84223 N

$v$  = kecepatan angkat = 0,1 m/s

$\eta$  = efisiensi mekanik

$$\begin{aligned}\eta &= \text{Pulley} + \text{Bum} + \text{Gear} \\ &= 0,485 + 0,95 + 0,95 \\ &= 2,385\end{aligned}$$

$$= 2,385$$

$$N = \frac{84223 * 0,1}{75 * 2,385} \text{ Hp}$$

$$= 47,085 \text{ Hp}$$

## **BAB VI**

# **PEMBAHASAN**



---

## BAB VI

### PEMBAHASAN

Tiang mast diletakkan di depan ruang navigasi dengan jarak 2 meter dari ruang navigasi. Pemilihan letak ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa:

- Kapsitas angkat dari peralatan bongkar muat akan lebih besar bila dibandingkan dengan penggunaan tiang layar sebagai tiang mast.
- Dengan adanya kapasitas yang lebih besar ini, maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses bongkar muat akan semakin kecil.
- Letak tiang di depan ruang navigasi ini dilakukan agar pengoperasian dari peralatan bongkar muat, tidak terganggu dengan adanya tali pengikat tiang layar.

Adanya jarak 2 meter dari ruang navigasi ini dimaksudkan untuk meletakkan mesin dari peralatan bongkar muat, cargo drum, span drum, guy drum dan gear box dari peralatan bongkar muat.

Tipe dari peralatan bongkar muat dipilih tipe swinging derrick, dimana pada tipe ini mempunyai kontruksi yang cukup sederhana dan sudah dilengkapi dengan guy winch, cargo winch, dan span winch. Guy winch ini digunakan untuk menggerakkan tiang boom ke sisi tepi kapal atau ke tengah kapal, sedangkan span winch digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tiang boom. Dengan adanya span winch ini maka proses untuk meletakkan tiang boom di geladak pada saat kapal akan berlayar atau proses untuk menaikkan tiang boom untuk melakukan proses bongkar muat akan semakin cepat dan mudah.



Tinggi tiang mast di tentukan 5 meter dengan pertimbangan bahwa tinggi dari tiang ini tidak akan mengganggu pengoperasian dari tiang layar pada saat berlayar. Panjang dari tiang boom adalah 10,25 meter dengan sudut kemiringan  $45^\circ$ , sehingga ujung boom dapat menjangkau  $\frac{2}{3}$  dari panjang lubang palkah dan ujung dari tiang boom tidak terganggu dalam pengoperasiannya oleh tali pengikat tiang layar. Sudut putar dari tiang boom adalah  $160^\circ$ , sehingga ujung dari tiang boom mempunyai jarak jangkauan terluar dari sisi tepi kapal sepanjang 3 meter.

Penentuan kapasitas dari peralatan bongkar muat adalah 7 ton. Dengan muatan kapal sebesar 178 ton, maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses bongkar muat adalah 12,7 jam (1 hari). Dari hasil analisa stabilitas, maka kapasitas angkat ini tidak menimbulkan kemiringan kapal yang melebihi sudut kemiringan pada diagram stabilitas kapal.

Perencanaan dimensi dari tiang mast dan tiang boom dilakukan dengan menggunakan software NASTRAN dengan membuat model dari tiang mast dan tiang boom. Perhitungan besarnya gaya yang bekerja pada masing-masing tiang dilakukan dengan memasukkan berat dari masing-masing komponen peralatan angkat dan kapasitas angkat dari peralatan angkat. Dalam merencanakan dimensi ini digunakan angka keamanan sesuai dengan tabel 2.3 , sehingga dijamin struktur tersebut aman untuk dioperasikan. Besarnya angka keamanan yang digunakan untuk menentukan tegangan ijin adalah 1,6. Berdasarkan hasil analisa dengan software NASTRAN maka tiang msat dan tiang boom tidak mengalami buckling.

Pemasangan tiang mast di kapal dilakukan dengan cara tiang mast ditempatkan diatas geladak dan tiang pengapit menembus geladak dan diikatkan



pada lunas dalam. Pada cara ini tiang pengapit diikatkan pada gading-gading atau wrang. Tiang pengapit dihubungkan dengan tiang mast dengan menggunakan baut. Cara pemasangan ini dipilih dengan pertimbangan untuk mengurangi biaya yang digunakan untuk pembelian tiang mast.

Drum untuk mengikat tali dipilih dengan tipe bertepi besar untuk memungkinkan tali terbentuk dalam beberapa lapis, sehingga panjang dari drum dapat dikurangi. Perencanaan dari daya mesin dilakukan untuk mendapatkan daya mesin yang tepat pada kecepatan angkat yang konstan.

## **BAB VII**

# **KESIMPULAN**



## BAB VII

### KESIMPULAN

#### 6.1. Kesimpulan

- Letak dari tiang mast adalah 2 meter didepan ruang navigasi
- Tipe dari peralatan bongkar muat yang diambil adalah swinging derrick
- Kapasitas angkat dari peralatan bongkar muat adalah 7 ton
- Panjang dari tiang boom 10,25 m, profil berbentuk pipa dengan jenis material carbon steel. Tiang boom dibagi menjadi tiga bagian dengan panjang 2,5 m, 5 m, dan 2,75 m, diameter terluar dari boom adalah 216,3 mm, 267,4 mm, dan 216,3mm, dan ketebalan 20,9 mm, 25,4 mm, dan 20,9mm.
- Panjang dari tiang mast 5 m, berbentuk pipa dengan jenis material carbon steel. Diameter terluar dari mast adalah 406,4 mm dengan ketebalan 40,5 mm.
- Berdasarkan rumusan buckling dari BKI maka Boom dan Mast tidak mengalami buckling.
- Tiang mast ditempatkan diatas geladak sedang pengapit menembus geladak dan diikat pada lunas dalam.
- Daya winch adalah sebesar 47,085 HP.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Tylor LG, Captain, The Principles of Ship Stability, Son & Ferguson Ltd, 1979.
2. Danto, Graham, The Theory and Practice of Seaman Ship, London, 1983.
3. Popov, E.P, Mekanika Teknik, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1995.
4. Tim Monitoring, Laporan Akhir Monitoring dan Evaluasi Pengoperasian KLM Type Nade 220 GT, LPM ITS, 1999.
5. BKI, Regulations for the Construction and Survey of Lifting Appliances, BKI, 1989.
6. Rudenko, N, Material Handling Equipment, Second Edition, The Russian, 1964.
7. Maritime Technology and Safety Bureau, Merchant Ships Design Handbook, Book 5, Japan International Cooperation Agency, 1990.
8. Sauerbier, Captain, Marine Cargo Operation, London, 1956.

## **LAMPIRAN 1**

### **STABILITAS KLM TIPE NADE 220 GT**

## ASUMSI PERHITUNGAN

### 1). Berat kapal kosong

Berat kapal kosong berdasarkan pada hasil Inclining test , dengan hasil sebagai berikut ;

Light weight	115.185 tons
L C G	13.498 meter
MID-G	0.428 meter (di depan Midship)
K G	2.10 meter

### 2). Garis referensi ;

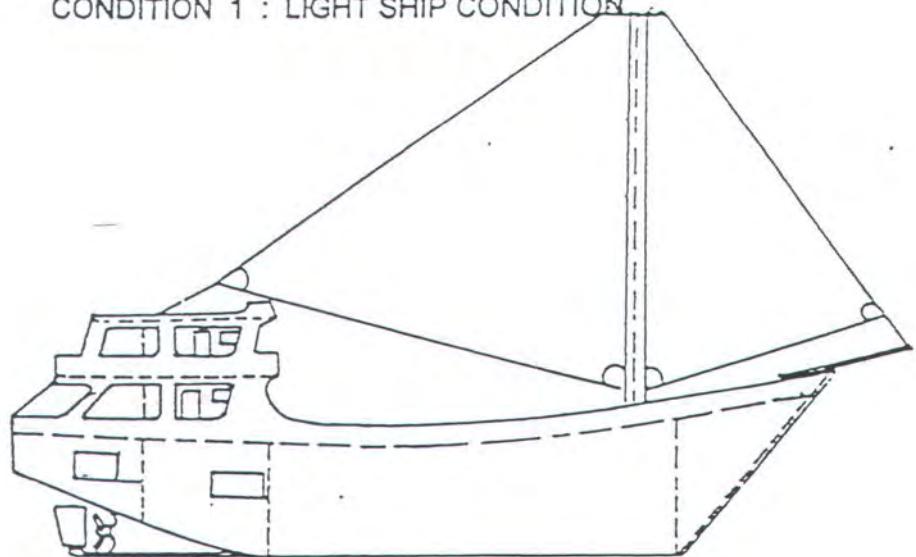
Longitudinal Centre of Gravity (LCG), adalah jarak titik berat kapal dari bagian belakang kapal. Vertical Centre of Gravity (KG), adalah jarak titik berat kapal dari garis paling bawah kapal (keel line).

### 3). Sarat kapal ( Draft )

Sarat kapal diukur dari garis dasar kapal pada depan, tengah, dan belakang kapal.

## TRIM AND STABILITY CALCULATION

CONDITION 1 : LIGHT SHIP CONDITION



CARGO



FUEL OIL



FRESH WATER

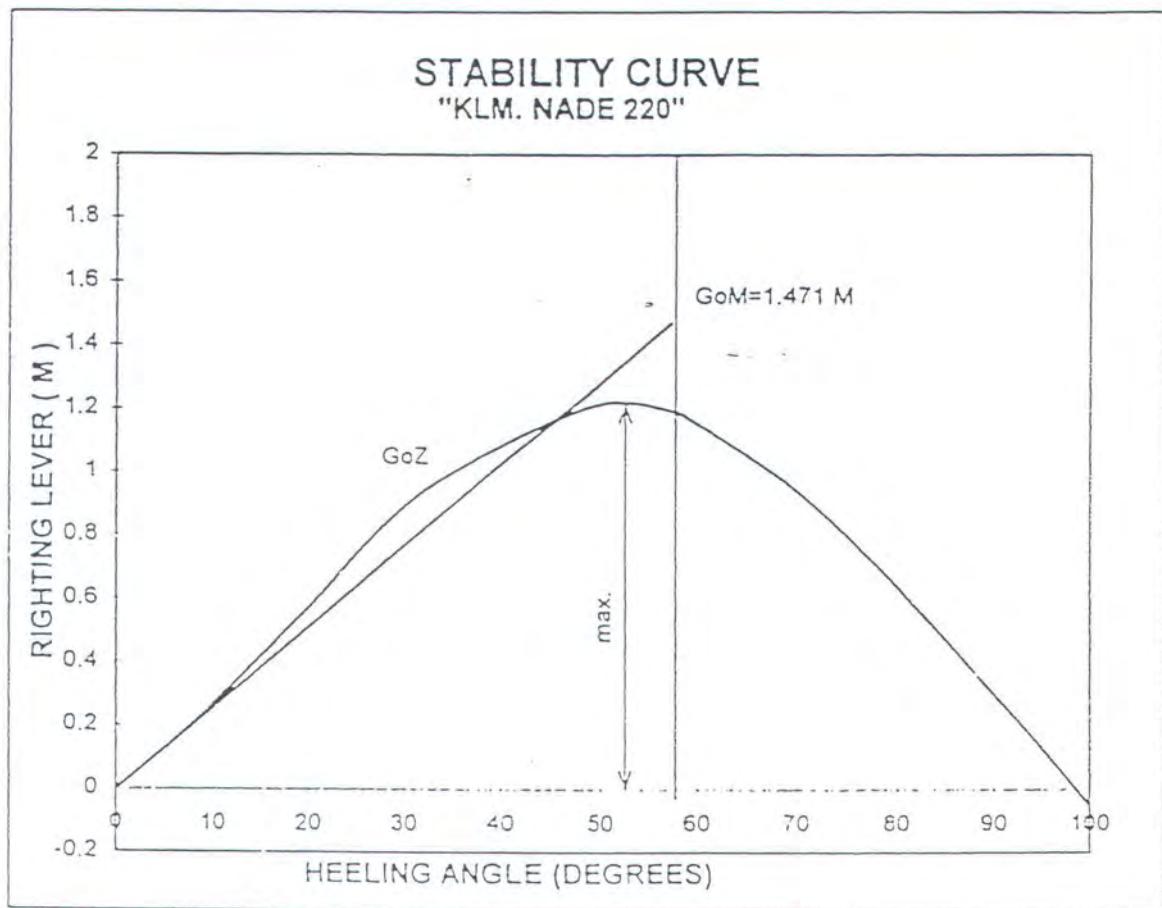
NO.	ITEM	WEIGHT (T)	LCG (M)	MOMENT (TM)	VCG (M)	MOMENT (TM)	FS.MOMENT (TM)
	CARGO						
1	CARGO HOLD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CARGO TOTAL	0.00		0.00		0.00	0.00
	FUEL OIL [S.G=0.85 T/M3]						
2	FUEL OIL TANK [P]	0.00	0.00	- 0.00	0.00	0.00	0.00
3	FUEL OIL TANK [S]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	FUEL OIL DAY TANK [C]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FUEL OIL TOTAL	0.00		0.00		0.00	0.00
	FRESH WATER [S.G=1.0 T/M3]						
5	FRESH WATER TANK [P]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FRESH WATER TOTAL	0.00		0.00		0.00	0.00
6	CREWS & EFFECT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	PROVISION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	DEADWEIGHT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LIGHT SHIP	115.19	13.50	1554.77	2.10	241.89	0.00
	DISPLACEMENT	115.19	13.50	1554.77	2.10	241.89	0.00
	CORRESPONDING DRAFT	1.51	M	M T C		1.11	TM
	DRAFT AFTER (dA)	2.01	M	K M		3.57	M
	DRAFT FORE (dF)	1.33	M	K G		2.10	M
	MEAN DRAFT (dM)	1.67	M	G M		1.47	M
	TRIM	0.68	M	G o G		0.00	M
	LCG	13.50	M	G o M		1.47	M
	LCB	14.15	M	K G o		2.10	M
	LCF	13.63	M	T P C		1.02	T

# TRIM AND STABILITY CALCULATION

## CONDITON 1 : LIGHT SHIP CONDITION

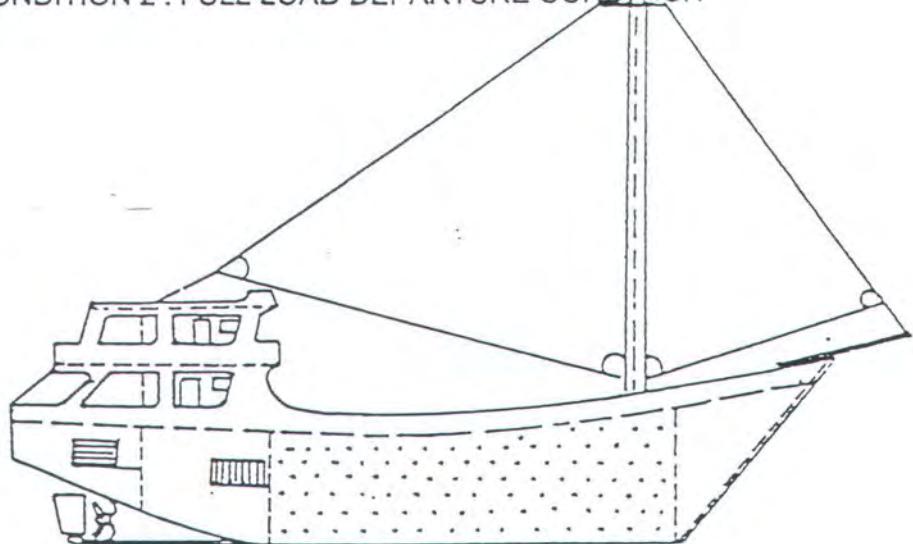
DISPLACEMENT	115.185	T	IMO REGULATION
KM	3.571	M	
KGo	2.100	M	
GoM	1.471	M	> 0.150
AREA (30 DEG)	0.225	M-RAD	> 0.055
AREA (40 DEG)	0.401	M-RAD	> 0.090
AREA (40-30 DEG)	0.176	M-RAD	> 0.030
GoZ (30 DEG)	0.894	M	> 0.200
MAXIMUM GoZ	1.217	M	
MAXIMUM GoZ ANGLE	51	DEG	> 25

Q (DEG)	SIN Q	KN (M)	KGo SIN Q (M)	GoZ (M)
10	0.17365	0.634	0.3647	0.269
20	0.34202	1.295	0.7182	0.577
30	0.50000	1.944	1.0500	0.894
40	0.64279	2.433	1.3499	1.083
50	0.76604	2.826	1.6087	1.217
60	0.86603	2.972	1.8187	1.153
70	0.93969	2.915	1.9733	0.942
80	0.98481	2.707	2.0681	0.639



## TRIM AND STABILITY CALCULATION

CONDITION 2 : FULL LOAD DEPARTURE CONDITION



CARGO



FUEL OIL



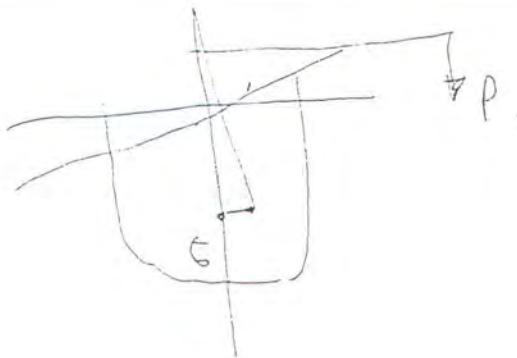
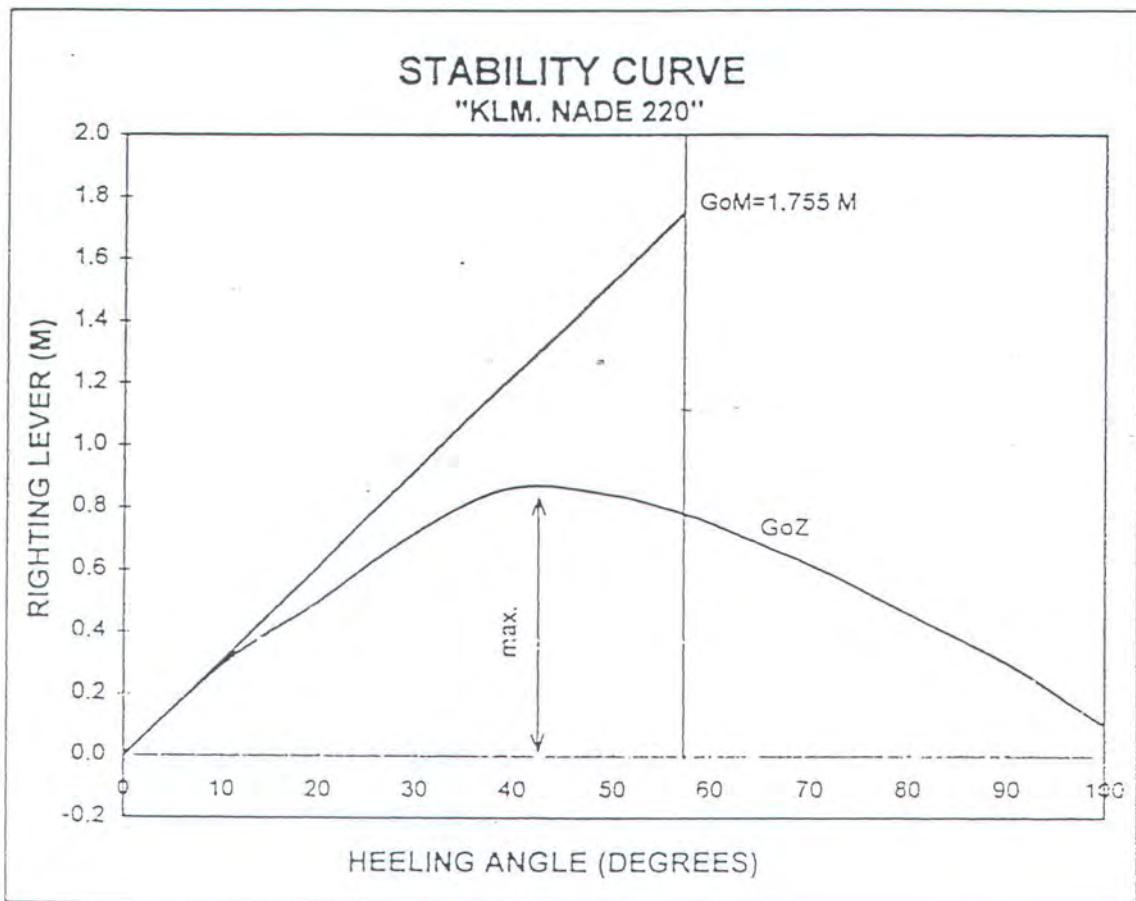
FRESH WATER

NO	ITEM	WEIGHT (T)	LCG (M)	MOMENT (TM)	VCG (M)	MOMENT (TM)	FS.MOMENT (TM)
	CARGO						
1	CARGO HOLD	178.00	13.50	2403.00	1.90	338.20	0.00
	CARGO TOTAL	178.00		2403.00		338.20	0.00
	FUEL OIL [S.G=0.85 T/M3]						
2	FUEL OIL TANK [P]	1.67	6.00	10.00	1.90	3.17	0.00
3	FUEL OIL TANK [S]	1.67	6.00	10.00	1.90	3.17	0.00
4	FUEL OIL DAY TANK [C]	1.08	6.50	7.04	1.90	2.06	0.00
	FUEL OIL TOTAL	4.41		27.03		8.39	0.00
	FRESH WATER [S.G=1.0 T/M3]						
5	FRESH WATER TANK [P]	2.00	0.80	1.60	1.65	3.30	0.00
	FRESH WATER TOTAL	2.00		1.60		3.30	0.00
6	CREWS & EFFECT	1.25	5.10	6.38	6.10	7.63	0.00
7	PROVISION	0.50	3.00	1.50	4.20	2.10	0.00
	DEADWEIGHT	186.16	13.10	2439.51	1.93	359.61	0.00
	LIGHT SHIP	115.19	13.51	1555.80	2.10	242.00	0.00
	DISPLACEMENT	301.35	13.26	3995.31	2.00	601.62	0.00
	CORRESPONDING DRAFT	3.00	M	MTC		2.40	TM
	DRAFT AFTER (dA)	3.11	M	KM		3.75	M
	DRAFT FORE (dF)	2.96	M	KG		2.00	M
	MEAN DRAFT (dM)	3.04	M	GM		1.75	M
	TRIM	0.15	M	GoG		0.00	M
	LCG	13.26	M	GoM		1.75	M
	LCB	13.38	M	KGo		2.00	M
	LCF	13.75	M	TPC		1.49	T

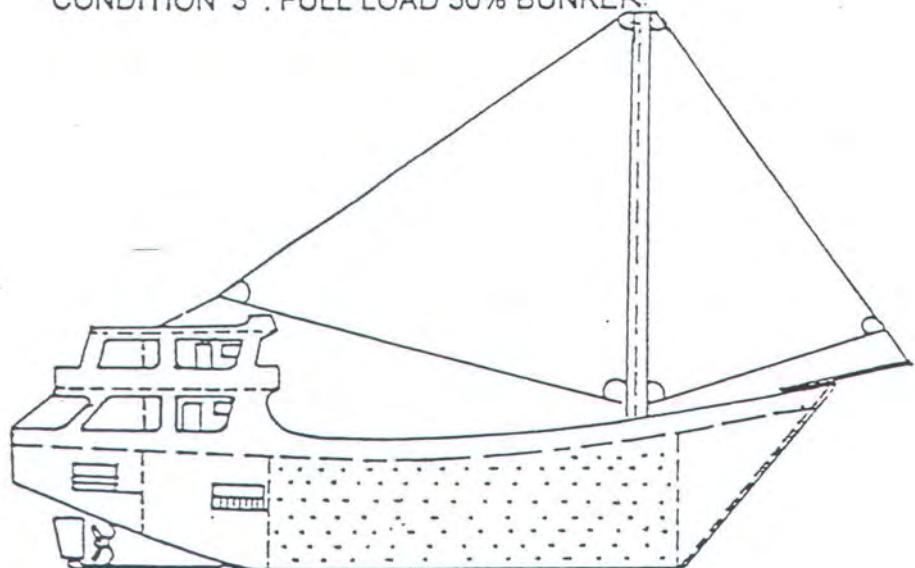
**TRIM AND STABILITY CALCULATION**  
**CONDITON 2 : FULL LOAD DEPARTURE CONDITION**

DISPLACEMENT	301.350	T	IMO REGULATION
KM	3.751	M	
KGo	1.996	M	
GoM	1.755	M	
AREA (30 DEG)	0.203	M-RAD	
AREA (40 DEG)	0.344	M-RAD	
AREA (40-30 DEG)	0.142	M-RAD	
GoZ (30 DEG)	0.719	M	
MAXIMUM GoZ	0.865	M	
MAXIMUM GoZ ANGLE	42	DEG	> 25

Q (DEG)	SIN Q	KN (M)	KGo SIN Q (M)	GoZ (M)
10	0.17365	0.640	0.3467	0.294
20	0.34202	1.181	0.6828	0.498
30	0.50000	1.718	0.9982	0.719
40	0.64279	2.148	1.2833	0.865
50	0.76604	2.370	1.5293	0.841
60	0.86603	2.480	1.7289	0.751
70	0.93969	2.493	1.8760	0.617
80	0.98481	2.425	1.9661	0.459



**TRIM AND STABILITY CALCULATION**  
CONDITION 3 : FULL LOAD 50% BUNKER.



CARGO



FUEL OIL



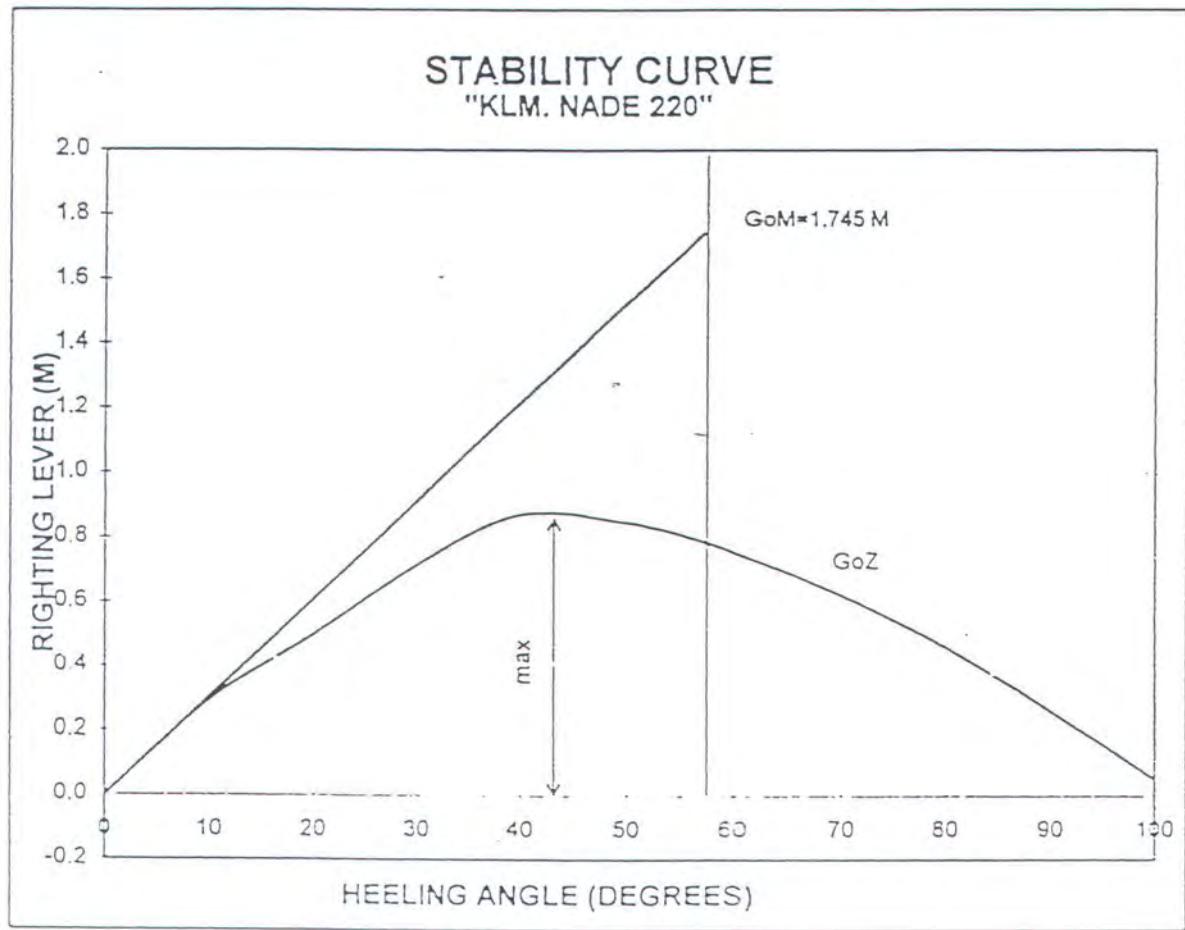
FRESH WATER

NO	ITEM	WEIGHT (T)	LCG (M)	MOMENT (TM)	VCG (M)	MOMENT (TM)	FS.MOMENT (TM)
	CARGO						
1	CARGO HOLD	178.00	13.50	2403.00	1.90	338.20	0.00
	CARGO TOTAL	178.00		2403.00		338.20	0.00
	FUEL OIL [S.G=0.85 T/M3]						
2	FUEL OIL TANK [P]	0.85	6.00	-5.10	1.65	1.40	0.14
3	FUEL OIL TANK [S]	0.85	6.00	5.10	1.65	1.40	0.14
4	FUEL OIL DAY TANK [C]	1.08	6.50	7.04	1.90	2.06	0.13
	FUEL OIL TOTAL	2.78		17.24		4.86	0.41
	FRESH WATER [S.G=1.0 T/M3]						
5	FRESH WATER TANK [P]	1.00	0.80	0.80	1.63	1.63	0.17
	FRESH WATER TOTAL	1.00		0.80		1.63	0.17
6	CREWS & EFFECT	1.25	5.10	6.38	6.10	7.63	0.00
7	PROVISION	0.25	3.00	0.75	4.20	1.05	0.00
	DEADWEIGHT	183.28	13.25	2428.16	1.93	353.36	0.58
	LIGHT SHIP	115.19	13.51	1555.80	2.10	242.00	0.00
	DISPLACEMENT	298.47	13.35	3983.97	1.99	595.37	0.58
	CORRESPONDING DRAFT	2.98	M	M T C		2.38	TM
	DRAFT AFTER (dA)	3.02	M	K M		3.74	M
	DRAFT FORE (dF)	2.97	M	K G		1.99	M
	MEAN DRAFT (dM)	2.99	M	G M		1.75	M
	TRIM	0.05	M	G o G		0.00	M
	LCG	13.35	M	G o M		1.75	M
	LCB	13.38	M	K G o		2.00	M
	LCF	13.75	M	T P C		1.49	T

**TRIM AND STABILITY CALCULATION**  
**CONDITION 3 : FULL LOAD 50% BUNKER**

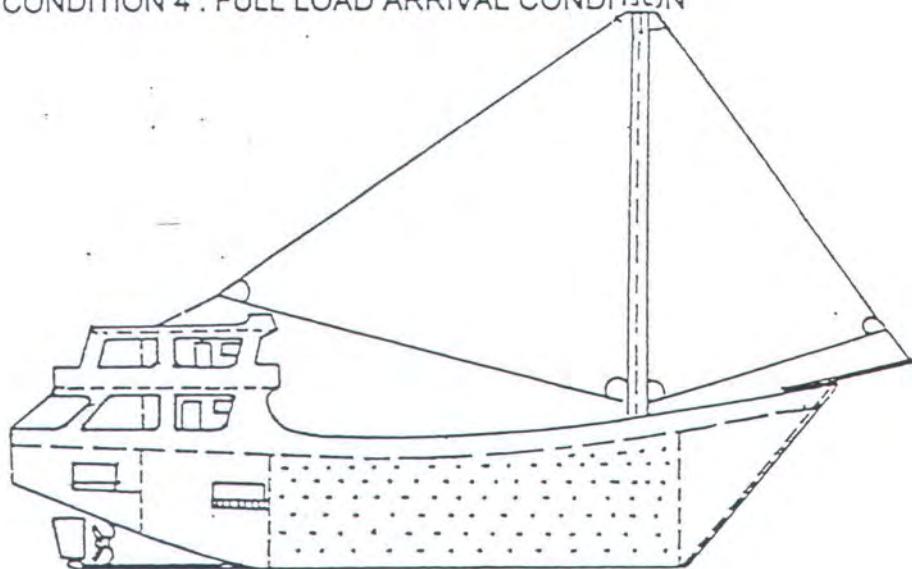
DISPLACEMENT	298.468	T	IMO REGULATION
KM	3.742	M	
KGo	1.997	M	
GoM	1.745	M	
AREA (30 DEG)	0.203	M-RAD	
AREA (40 DEG)	0.344	M-RAD	
AREA (40-30 DEG)	0.141	M-RAD	
GoZ (30 DEG)	0.716	M	
MAXIMUM GoZ	0.873	M	
MAXIMUM GoZ ANGLE	42	DEG	> 25

Q (DEG)	SIN Q	KN (M)	KGo SIN Q (M)	GoZ (M)
10	0.17365	0.642	0.3467	0.295
20	0.34202	1.184	0.6829	0.501
30	0.50000	1.714	0.9983	0.716
40	0.64279	2.156	1.2834	0.873
50	0.76604	2.378	1.5295	0.849
60	0.86603	2.487	1.7292	0.757
70	0.93969	2.498	1.8763	0.621
80	0.98481	2.428	1.9664	0.461



## TRIM AND STABILITY CALCULATION

CONDITION 4 : FULL LOAD ARRIVAL CONDITION



CARGO



FUEL OIL



FRESH WATER

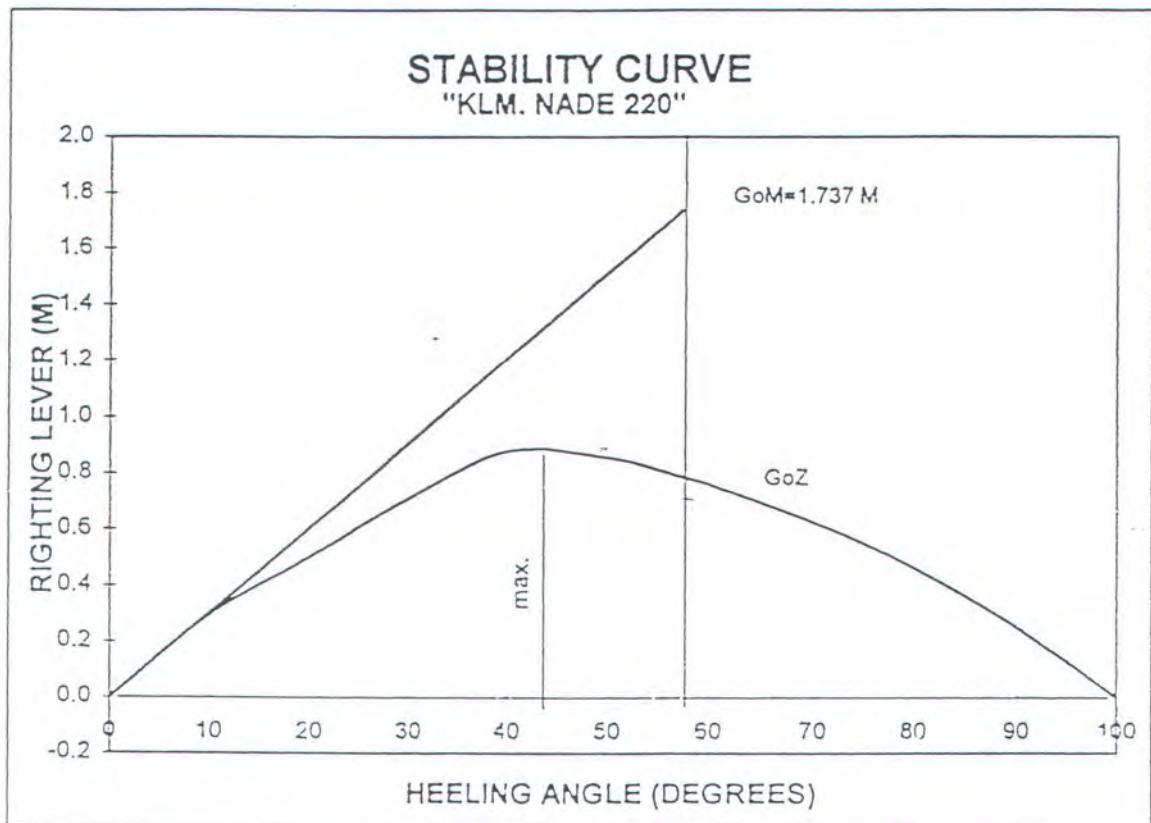
NO	ITEM	WEIGHT (T)	LCG (M)	MOMENT (TM)	VCG (M)	MOMENT (TM)	FS.MOMENT (TM)
	CARGO						
1	CARGO HOLD	178.00	13.50	2403.00	1.90	338.20	0.00
	CARGO TOTAL	178.00		2403.00		338.20	0.00
	FUEL OIL [S.G=0.85 T/M3]			-			
2	FUEL OIL TANK [P]	0.17	6.00	1.02	1.42	0.24	0.14
3	FUEL OIL TANK [S1]	0.17	6.00	1.02	1.42	0.24	0.14
4	FUEL OIL DAY TANK [C]	1.08	6.50	7.04	1.90	2.06	0.13
	FUEL OIL TOTAL	1.42		9.08		2.54	0.41
	FRESH WATER [S.G=1.0 T/M3]						
5	FRESH WATER TANK [P]	0.20	0.80	0.16	1.61	0.32	0.17
	FRESH WATER TOTAL	0.20		0.16		0.32	0.17
6	CREWS & EFFECT	1.25	5.10	6.38	6.10	7.63	0.93
7	PROVISION	0.05	3.00	0.15	4.20	0.21	0.00
	DEADWEIGHT	180.92	13.37	2418.76	1.93	348.90	0.58
	LIGHT SHIP	115.19	13.51	1555.80	2.10	242.00	0.00
	DISPLACEMENT	295.11	13.42	3974.57	2.00	590.90	0.58
	CORRESPONDING DRAFT	2.97	M	M T C		2.37	TM
	DRAFT AFTER (dA)	2.94	M	K M		3.73	M
	DRAFT FORE (dF)	2.98	M	K G		2.00	M
	MEAN DRAFT (dM)	2.95	M	G M		1.74	M
	TRIM	-0.04	M	G o G		0.00	M
	LCG	13.42	M	G o M		1.74	M
	LCB	13.39	M	K G o		2.00	M
	LCF	13.74	M	T P C		1.48	T

# TRIM AND STABILITY CALCULATION

## CONDITION 4 : FULL LOAD ARRIVAL CONDITION

DISPLACEMENT	296.108	T	IMO REGULATION
KM	3.734	M	
KGo	1.998	M	
GoM	1.737	M	> 0.150
AREA (30 DEG)	0.203	M-RAD	> 0.055
AREA (40 DEG)	0.344	M-RAD	> 0.090
AREA (40-30 DEG)	0.141	M-RAD	> 0.030
GoZ (30 DEG)	0.712	M	> 0.200
MAXIMUM GoZ	0.878	M	
MAXIMUM GoZ ANGLE	43	DEG	> 25

Q (DEG)	SIN Q	KN (M)	KGo SIN Q (M)	GoZ (M)
10	0.17365	0.642	0.3469	0.296
20	0.34202	1.186	0.6832	0.503
30	0.50000	1.711	0.9988	0.712
40	0.64279	2.162	1.2840	0.878
50	0.76604	2.385	1.5302	0.855
60	0.86603	2.492	1.7299	0.762
70	0.93969	2.501	1.8770	0.624
80	0.98481	2.430	1.9672	0.463



## **LAMPIRAN 2**

### **TABEL KOMPONEN PERALATAN**

### **BONGKAR MUAT**

$\Omega^+$   
 $\Delta^+$   
 $\Psi^+$



Tiang Mast

Output Set 1 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN	Analysis Type = Static	Value = 0.	
Output Vector 60031 - Solid Von Mises Stress		(Model Vector 73)	
Maximum Element ID = 257	Value = 141669475.		
Minimum Element ID = 371	Value = 3618453.		
Type = Stress	Calc = Y Component Dir = N	Centroid = Y	
Component 0	70031 - SolidC1 Von Mises Stress		
Component 1	70231 - SolidC2 Von Mises Stress		
Component 2	70431 - SolidC3 Von Mises Stress		
Component 3	70631 - SolidC4 Von Mises Stress		
Component 4	70831 - SolidC5 Von Mises Stress		
Component 5	71031 - SolidC6 Von Mises Stress		
Component 6	71231 - SolidC7 Von Mises Stress		
Component 7	71431 - SolidC8 Von Mises Stress		
1	122471883.	2 129009872.	3 85260763.
4	53462495.	5 23215410.	6 133846977.
7	141043543.	8 96499596.	9 57315417.
10	32461527.	11 119976976.	12 126944921.
13	83830022.	14 52651929.	15 21904301.
16	131621641.	17 140615591.	18 93667222.
19	58045355.	20 29073267.	21 115537046.
22	122970981.	23 81146656.	24 51017438.
25	21180936.	26 127425955.	27 136597908.
28	90493426.	29 56577939.	30 26175291.
31	109466751.	32 116999043.	33 77386865.
34	48474298.	35 21007150.	36 121513509.
37	130339849.	38 86156459.	39 54055721.
40	23474827.	41 101897174.	42 109208815.
43	72506021.	44 45184781.	45 20794411.
46	113727085.	47 121885014.	48 80662233.
49	50562882.	50 20943987.	51 92871805.
52	99718192.	53 66565146.	54 41238957.
55	20466076.	56 104192860.	57 111443094.
58	74017480.	59 46245862.	60 18577984.
61	82526969.	62 88713922.	63 59638194.
64	36761852.	65 19923497.	66 93046928.
67	99224048.	68 66288158.	69 41236750.
70	16438304.	71 71007694.	72 76395862.
73	51838681.	74 31881657.	75 19126402.
76	80460626.	77 85464080.	78 57573127.
79	35677924.	80 14608100.	81 58477346.
82	62992103.	83 43319620.	84 26759104.
85	18099139.	86 66628321.	87 70428534.
88	48015330.	89 29734982.	90 13194422.
91	45129567.	92 48795540.	93 34302295.
94	21632090.	95 16889258.	96 51771326.
97	54435150.	98 37817574.	99 23635772.
100	12292277.	101 31176832.	102 34234281.
103	25157260.	104 16910014.	105 15577901.
106	36132723.	107 37924099.	108 27313016.
109	17765452.	110 11941705.	111 16888097.
112	20337673.	113 16780704.	114 13401685.



115	14279923.	116	19997635.	117	21890041.
118	17309223.	119	12983130.	120	12097534.
121	3618555.	122	12253577.	123	12126137.
124	12397580.	125	13134453.	126	4252494.
127	11966419.	128	11109832.	129	11166700.
130	12647754.	131	12934059.	132	19874399.
133	15488247.	134	14428085.	135	12303977.
136	13498272.	137	21173030.	138	15272877.
139	13589275.	140	13443033.	141	27075074.
142	33608353.	143	23580573.	144	18388895.
145	11926147.	146	29626384.	147	37013119.
148	25011273.	149	18508190.	150	14363262.
151	40874419.	152	48010924.	153	32816232.
154	23115389.	155	12063044.	156	45361347.
157	53358628.	158	35763505.	159	24225307.
160	15309208.	161	54021692.	162	62018905.
163	42081507.	164	27996055.	165	12679628.
166	60380068.	167	69181635.	168	46425092.
169	30022337.	170	16216738.	171	66279615.
172	75187924.	173	50925964.	174	32715984.
175	13645469.	176	74410299.	177	84031738.
178	56564402.	179	35573141.	180	17047563.
181	77461227.	182	87248750.	183	59102509.
184	37101715.	185	14811576.	186	87222853.
187	97614117.	188	65921252.	189	40697478.
190	17782049.	191	87397045.	192	97988588.
193	66429204.	194	41035316.	195	16033721.
196	98613592.	197	109692549.	198	74297967.
199	45273987.	200	18409338.	201	95924488.
202	107216920.	203	72756056.	204	44428551.
205	17201948.	206	108400609.	207	120068863.
208	81531382.	209	49212933.	210	18925465.
211	102913150.	212	114784755.	213	77960502.
214	47216407.	215	18225834.	216	116422649.
217	128570554.	218	87482372.	219	52442225.
220	19335434.	221	108247255.	222	120563285.
223	81946171.	224	49345918.	225	19042758.
226	122556353.	227	135068299.	228	92043723.
229	54910761.	230	19635594.	231	111856976.
232	124474459.	233	84647086.	234	50788077.
235	19611681.	236	126702242.	237	139458930.
238	95132514.	239	56578471.	240	19832534.
241	113673365.	242	126442761.	243	86007927.
244	51513772.	245	19901088.	246	128788722.
247	141668353.	248	96689669.	249	57417324.
250	19933989.	251	113673427.	252	126442929.
253	86008002.	254	51513846.	255	19901159.
256	128789739.	257	141669475.	258	96689935.
259	57417875.	260	19932242.	261	111856273.
262	124473811.	263	84646608.	264	50787780.
265	19610723.	266	126701074.	267	139457855.
268	95132242.	269	56577904.	270	19834268.
271	108248667.	272	120564919.	273	81946370.
274	49346594.	275	19042349.	276	122555745.
277	135067843.	278	92043624.	279	54910479.
280	19635541.	281	102911430.	282	114783127.

283	77959683.	284	47215491.	285	18225404.
286	116423537.	287	128571428.	288	87482732.
289	52442670.	290	19333980.	291	95925914.
292	107218427.	293	72756802.	294	44429435.
295	17202680.	296	108400256.	297	120068392.
298	81531221.	299	49212851.	300	18926567.
301	87396242.	302	97987734.	303	66429454.
304	41035580.	305	16035356.	306	98613799.
307	109692838.	308	74298180.	309	45274276.
310	18409248.	311	77461442.	312	87248942.
313	59102536.	314	37101607.	315	14811265.
316	87222816.	317	97614040.	318	65921338.
319	40697563.	320	17782049.	321	66279547.
322	75187797.	323	50925958.	324	32715880.
325	13645421.	326	74410366.	327	84031733.
328	56564495.	329	35573124.	330	17047351.
331	54021671.	332	62018837.	333	42081535.
334	27995999.	335	12679522.	336	60380085.
337	69181554.	338	46425159.	339	30022275.
340	16216535.	341	40874378.	342	48010827.
343	32816245.	344	23115330.	345	12062887.
346	45361373.	347	53358560.	348	35763571.
349	24225254.	350	15309012.	351	27075023.
352	33608234.	353	23580575.	354	18388846.
355	11925926.	356	29626398.	357	37013036.
358	25011322.	359	18508143.	360	14363084.
361	12933984.	362	19874235.	363	15488214.
364	14428054.	365	12303696.	366	13498268.
367	21172932.	368	15272889.	369	13589241.
370	13442884.	371	3618453.	372	12253376.
373	12126059.	374	12397578.	375	13134121.
376	4252360.	377	11966307.	378	11109782.
379	11166680.	380	12647641.	381	16888120.
382	20337589.	383	16780628.	384	13401708.
385	14279551.	386	19997586.	387	21889997.
388	17309175.	389	12983114.	390	12097459.
391	31176878.	392	34234254.	393	25157199.
394	16910050.	395	15577498.	396	36132688.
397	37924072.	398	27312995.	399	17765425.
400	11941665.	401	45129616.	402	48795534.
403	34302245.	404	21632128.	405	16888832.
406	51771300.	407	54435124.	408	37817588.
409	23635732.	410	12292260.	411	58477411.
412	62992118.	413	43319577.	414	26759153.
415	18098681.	416	66628288.	417	70428489.
418	48015359.	419	29734923.	420	13194416.
421	71007720.	422	76395835.	423	51838587.
424	31881698.	425	19125892.	426	80460650.
427	85464080.	428	57573203.	429	35677891.
430	14608080.	431	82527214.	432	88714166.
433	59638071.	434	36762015.	435	19922409.
436	93046894.	437	99223952.	438	66288299.
439	41236715.	440	16438524.	441	92870941.
442	99717487.	443	66565541.	444	41238830.
445	20469228.	446	104193057.	447	111443186.
448	74017906.	449	46245881.	450	18578313.

451	101897902.	452	109209426.	453	72507194.
454	45185008.	455	20795317.	456	113726867.
457	121884429.	458	80662338.	459	50562693.
460	20943591.	461	109466627.	462	116997940.
463	77386259.	464	48473865.	465	21004249.
466	121514005.	467	130339833.	468	86157387.
469	54055528.	470	23475107.	471	115537896.
472	122971070.	473	81147592.	474	51017310.
475	21182575.	476	127425878.	477	136597669.
478	90493437.	479	56577768.	480	26172418.
481	119976834.	482	126944438.	483	83829619.
484	52651799.	485	21902455.	486	131622618.
487	140616017.	488	93666669.	489	58045697.
490	29073798.	491	122472113.	492	129010209.
493	85260730.	494	53462707.	495	23215138.
496	133846095.	497	141042451.	498	96500870.
499	57314411.	500	32462379.		

#### Stress Summary

Maximum Value    141669475.    Output Vector 60031 - Solid Von Mises Stress  
 Minimum Value    3618453.    Output Vector 60031 - Solid Von Mises Stress

115	5107940.	116	7053827.	117	6317078.
118	9699517.	119	2906360.	120	10392647.
121	10562474.	122	12149665.	123	13447906.
124	15134687.	125	4761489.	126	8070626.
127	2651314.	128	1874984.	129	8740099.
130	12731334.	131	7179766.	132	11617216.
133	2516752.	134	6660902.	135	1883015.
136	5758316.	137	5551510.	138	10695650.
139	7771399.	140	6970038.	141	11393925.
142	15918160.	143	12325253.	144	13002819.
145	13678407.	146	16839594.	147	13989915.
148	16827224.	149	14288981.	150	13430660.
151	13844789.	152	13793482.	153	14201073.
154	19173403.	155	17610320.	156	14556101.
157	25707307.	158	29548989.	159	27677816.
160	31418525.	161	23324197.	162	16224516.
163	20018907.	164	20712722.	165	17108345.
166	22412089.	167	22885710.	168	16270028.
169	37498851.	170	42410063.	171	41028055.
172	46162760.	173	32215845.	174	19058162.
175	26091175.	176	27588593.	177	20074733.
178	25554269.	179	28042752.	180	18138212.
181	49072529.	182	54990904.	183	54214255.
184	60496938.	185	40858673.	186	21825541.
187	32006697.	188	34242977.	189	23047755.
190	28557940.	191	32962184.	192	20158654.
193	59702156.	194	67128325.	195	66408937.
196	74266852.	197	49071848.	198	24489340.
199	37646489.	200	40589450.	201	25996573.
202	31351559.	203	37627931.	204	22245538.
205	70381902.	206	78371605.	207	78213893.
208	87142271.	209	56703108.	210	27054244.
211	42925074.	212	46514738.	213	28871065.
214	33904022.	215	41900878.	216	24421043.
217	79656480.	218	88817646.	219	88372621.
220	99071623.	221	63775964.	222	29325508.
223	47776355.	224	51909981.	225	31635843.
226	36172692.	227	45736990.	228	26647651.
229	87907637.	230	98210804.	231	97685954.
232	109625977.	233	69957702.	234	31463737.
235	52077868.	236	56756211.	237	34217557.
238	38163258.	239	49098263.	240	28865042.
241	94930855.	242	106409730.	243	105909968.
244	118830053.	245	75205763.	246	33411242.
247	55779518.	248	60934582.	249	36624918.
250	39799534.	251	51883491.	252	31073503.
253	100671091.	254	113295854.	255	112493000.
256	126521995.	257	79552434.	258	34996083.
259	58857590.	260	64355130.	261	38803830.
262	41116577.	263	54073206.	264	33216357.
265	105187882.	266	118729003.	267	117261082.
268	132613258.	269	82836785.	270	36323935.
271	61226196.	272	67007612.	273	40719903.
274	42051391.	275	55609289.	276	35308281.
277	108243857.	278	122641105.	279	120721129.
280	136999381.	281	84952073.	282	37388698.



Tiang Boom

Output Set 1 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN	Analysis Type = Static	Value = 0.	
Output Vector 60031 - Solid Von Mises Stress	(Model Vector 73)		
Maximum Element ID = 304	Value = 141213881.		
Minimum Element ID = 128	Value = 1874984.		
Type = Stress	Calc = Y Component Dir = N Centroid = Y		
Component 0	70031 - SolidC1 Von Mises Stress		
Component 1	70231 - SolidC2 Von Mises Stress		
Component 2	70431 - SolidC3 Von Mises Stress		
Component 3	70631 - SolidC4 Von Mises Stress		
Component 4	70831 - SolidC5 Von Mises Stress		
Component 5	71031 - SolidC6 Von Mises Stress		
Component 6	71231 - SolidC7 Von Mises Stress		
Component 7	71431 - SolidC8 Von Mises Stress		
1	82322169.	3	96587623.
4	102109697.	5	59153607.
7	35539194.	8	41654096.
10	14084989.	11	29763206.
13	81049993.	14	85987033.
16	100631965.	17	57774818.
19	34846176.	20	40833003.
22	13415231.	23	27115090.
25	77976783.	26	83075039.
28	97239831.	29	55444902.
31	33363933.	32	39107089.
34	11962966.	35	25371918.
37	73444277.	38	78538263.
40	91951987.	41	52017585.
43	31108201.	44	36560404.
46	10240711.	47	23002977.
49	67701234.	50	72435893.
52	84938290.	53	47545211.
55	28146287.	56	33257458.
58	8350913.	59	20072727.
61	60687658.	62	64914563.
64	76315278.	65	42193793.
67	24540955.	68	29161128.
70	6498843.	71	16652694.
73	52462834.	74	56107894.
76	66253814.	77	35926791.
79	20340328.	80	24391754.
82	5211525.	83	12748778.
85	43238646.	86	46176539.
88	54741785.	89	28797563.
91	15582886.	92	19092653.
94	5344774.	95	8521459.
97	32578734.	98	35394179.
100	42234334.	101	21138418.
103	10435037.	104	13244700.
106	7093744.	107	4227293.
109	22010990.	110	23752535.
112	28846555.	113	12966290.

115	5107940.	116	7053827.	117	6317078.
118	9699517.	119	2906360.	120	10392647.
121	10562474.	122	12149665.	123	13447906.
124	15134687.	125	4761489.	126	8070626.
127	2651314.	128	1874984.	129	8740099.
130	12731334.	131	7179766.	132	11617216.
133	2516752.	134	6660902.	135	1883015.
136	5758316.	137	5551510.	138	10695650.
139	7771399.	140	6970038.	141	11393925.
142	15918160.	143	12325253.	144	13002819.
145	13678407.	146	16839594.	147	13989915.
148	16827224.	149	14288981.	150	13430660.
151	13844789.	152	13793482.	153	14201073.
154	19173403.	155	17610320.	156	14556101.
157	25707307.	158	29548989.	159	27677816.
160	31418525.	161	23324197.	162	16224516.
163	20018907.	164	20712722.	165	17108345.
166	22412089.	167	22885710.	168	16270028.
169	37498851.	170	42410063.	171	41028055.
172	46162760.	173	32215845.	174	19058162.
175	26091175.	176	27588593.	177	20074733.
178	25554269.	179	28042752.	180	18138212.
181	49072529.	182	54990904.	183	54214255.
184	60496938.	185	40858673.	186	21825541.
187	32006697.	188	34242977.	189	23047755.
190	28557940.	191	32962184.	192	20158654.
193	59702156.	194	67128325.	195	66408937.
196	74266852.	197	49071848.	198	24489340.
199	37646489.	200	40589450.	201	25996573.
202	31351559.	203	37627931.	204	22245538.
205	70381902.	206	78371605.	207	78213893.
208	87142271.	209	56703108.	210	27054244.
211	42925074.	212	46514738.	213	28871065.
214	33904022.	215	41900878.	216	24421043.
217	79656480.	218	88817646.	219	88372621.
220	99071623.	221	63775964.	222	29325508.
223	47776355.	224	51909981.	225	31635843.
226	36172692.	227	45736990.	228	26647651.
229	87907637.	230	98210804.	231	97685954.
232	109625977.	233	69957702.	234	31463737.
235	52077868.	236	56756211.	237	34217557.
238	38163258.	239	49098263.	240	28865042.
241	94930855.	242	106409730.	243	105909968.
244	118830053.	245	75205763.	246	33411242.
247	55779518.	248	60934582.	249	36624918.
250	39799534.	251	51883491.	252	31073503.
253	100671091.	254	113295854.	255	112493000.
256	126521995.	257	79552434.	258	34996083.
259	58857590.	260	64355130.	261	38803830.
262	41116577.	263	54073206.	264	33216357.
265	105187882.	266	118729003.	267	117261082.
268	132613258.	269	82836785.	270	36323935.
271	61226196.	272	67007612.	273	40719903.
274	42051391.	275	55609289.	276	35308281.
277	108243857.	278	122641105.	279	120721129.
280	136999381.	281	84952073.	282	37388698.

283	62858954.	284	68860779.	285	42287530.
286	42627343.	287	56597434.	288	37384571.
289	109408326.	290	124670682.	291	124138299.
292	141212737.	293	86225104.	294	39241555.
295	63688489.	296	69642307.	297	42937971.
298	42558391.	299	58226815.	300	43272980.
301	109406553.	302	124669740.	303	124138600.
304	141213881.	305	86228292.	306	39239956.
307	63691980.	308	69638650.	309	42937070.
310	42553971.	311	58228461.	312	43273687.
313	108246172.	314	122643753.	315	120721406.
316	137001547.	317	84956344.	318	37384078.
319	62858076.	320	68860324.	321	42283555.
322	42639615.	323	56596430.	324	37391673.
325	105187957.	326	118728867.	327	117261686.
328	132615599.	329	82830241.	330	36327859.
331	61220006.	332	67010654.	333	40725241.
334	42045064.	335	55606910.	336	35315608.
337	100672072.	338	113299239.	339	112493140.
340	126522884.	341	79558759.	342	34987640.
343	58861639.	344	64347296.	345	38807517.
346	41115976.	347	54071560.	348	33218799.
349	94931074.	350	106413638.	351	105911048.
352	118834228.	353	75201586.	354	33410520.
355	55777369.	356	60932088.	357	36630649.
358	39796081.	359	51893149.	360	31069456.
361	87908332.	362	98214092.	363	97685873.
364	109628546.	365	69942311.	366	31472608.
367	52066737.	368	56761269.	369	34225099.
370	38157960.	371	49109794.	372	28858202.
373	79657589.	374	88820909.	375	88374582.
376	99074533.	377	63772010.	378	29323158.
379	47770448.	380	51908748.	381	31642456.
382	36168449.	383	45750101.	384	26639563.
385	70383950.	386	78374002.	387	78215320.
388	87145218.	389	56696128.	390	27054248.
391	42918703.	392	46513702.	393	28879516.
394	33896694.	395	41912581.	396	24414126.
397	59704468.	398	67131140.	399	66411094.
400	74268731.	401	49065654.	402	24489137.
403	37642024.	404	40586732.	405	26002593.
406	31346415.	407	37633891.	408	22243353.
409	49074798.	410	54992758.	411	54217139.
412	60499139.	413	40857746.	414	21819652.
415	32004501.	416	34237716.	417	23052219.
418	28555509.	419	32968569.	420	20155666.
421	37501602.	422	42411506.	423	41030405.
424	46165357.	425	32212594.	426	19054150.
427	26087381.	428	27584563.	429	20078216.
430	25554362.	431	28045863.	432	18140660.
433	25708569.	434	29551615.	435	27680093.
436	31421457.	437	23320430.	438	16221153.
439	20014690.	440	20708869.	441	17106744.
442	22421605.	443	22886640.	444	16275052.
445	13680014.	446	16845089.	447	13992627.
448	16831144.	449	14285178.	450	13427376.

451	13840540.	452	13789719.	453	14197156.
454	19187949.	455	17614032.	456	14559871.
457	2519624.	458	6664514.	459	1883794.
460	5762557.	461	5547702.	462	10692585.
463	7767158.	464	6966691.	465	11394329.
466	15927068.	467	12328274.	468	13005830.
469	10560146.	470	12145311.	471	13445688.
472	15132826.	473	4763699.	474	8068281.
475	2648339.	476	1877449.	477	8743844.
478	12732148.	479	7180894.	480	11621456.
481	22008743.	482	23749858.	483	26632191.
484	28843210.	485	12971809.	486	5728795.
487	5112694.	488	7056741.	489	6319104.
490	9695104.	491	2906112.	492	10393756.
493	32576045.	494	35391780.	495	38893100.
496	42231431.	497	21138602.	498	3941962.
499	10437526.	500	13249036.	501	4216786.
502	7085619.	503	4226438.	504	9359709.
505	43236275.	506	46174521.	507	50801075.
508	54740886.	509	28796952.	510	3303399.
511	15582760.	512	19097739.	513	2695552.
514	5341746.	515	8527010.	516	8510144.
517	52460500.	518	56108212.	519	61088213.
520	66253002.	521	35928330.	522	4018967.
523	20340109.	524	24396156.	525	2330752.
526	5213261.	527	12756975.	528	7774113.
529	60685663.	530	64914625.	531	70544392.
532	76314120.	533	42183208.	534	5274114.
535	24535175.	536	29171201.	537	3035460.
538	6493685.	539	16661335.	540	7228229.
541	67699366.	542	72435637.	543	78926731.
544	84939303.	545	47545349.	546	6600055.
547	28148257.	548	33259132.	549	4027852.
550	8344689.	551	20081422.	552	6858046.
553	73443578.	554	78538775.	555	85678265.
556	91950286.	557	52027147.	558	7722748.
559	31115138.	560	36555648.	561	4835073.
562	10237386.	563	22998474.	564	6719096.
565	77974165.	566	83072953.	567	90640281.
568	97239089.	569	55440629.	570	8551305.
571	33360142.	572	39112691.	573	5390726.
574	11966139.	575	25367251.	576	6928312.
577	81052399.	578	85989044.	579	94288922.
580	100631278.	581	57781150.	582	9152447.
583	34846340.	584	40833649.	585	5652999.
586	13420694.	587	27114595.	588	7524441.
589	82320189.	590	87350977.	591	96588077.
592	102110712.	593	59156784.	594	9859176.
595	35543131.	596	41650519.	597	4734290.
598	14084610.	599	29765396.	600	11628202.

#### Stress Summary

Maximum Value    141213881. Output Vector 60031 - Solid Von Mises Stress  
 Minimum Value    1874984. Output Vector 60031 - Solid Von Mises Stress

Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada tiang boom dan tiang mast dengan menggunakan ukuran dari tiang yang didapat

Tiang boom

	LD	LH	LM
D luar (cm)	21.63	26.74	21.63
tebal (cm)	2.09	2.54	2.09
D dalam (cm)	17.45	21.66	17.45

Berat = 251.7858961 757.9484 276.9645

Berat tot= 1286.698767 Kg

Hoist load	7300 Kg
Gaya SWI	71540 N
Gaya pada cargo rope	35770.000 N
Lb	100082.051 N
LbX	25293.20956 N
LbY	96833.20956 N
Tangen A	3.828427125
A	75.36
 H	 173965.882 N
Gaya pada span rope	86982.94099 N
HX	157666.6335 N
<td>73521.15852 N</td>	73521.15852 N
 Hb	 158240.2822 N
HbX	157666.6335 N
HbY	-13461.7825 N
Tangen A	-0.0854
A	-4.88
 Ps	 258747.1438 N
PsX	182961.86 N
Psy	182961.86 N

Attached Table 2. Dimensions and Weight for Carbon Steel Pipes for High Pressure Service

Nominal diameter		Outside diameter mm	Nominal wall thickness												
			Schedule 40		Schedule 60		Schedule 80		Schedule 100		Schedule 120		Schedule 140		Schedule 160
A	B	Wall thick. mm	Weight kg/m	Wall thick. mm	Weight kg/m	Wall thick. mm	Weight kg/m	Wall thick. mm	Weight kg/m	Wall thick. mm	Weight kg/m	Wall thick. mm	Weight kg/m	Wall thick. mm	Weight kg/m
5	1/8	10.5	1.7	0.369	—	—	2.4	0.479	—	—	—	—	—	—	—
8	1/4	13.8	2.2	0.629	—	—	3.0	0.799	—	—	—	—	—	—	—
10	3/8	17.3	2.3	0.851	—	—	3.2	1.11	—	—	—	—	—	—	—
15	1/2	21.7	2.8	1.31	—	—	3.7	1.64	—	—	—	—	—	—	1.7
20	5/8	27.2	2.9	1.74	—	—	3.9	2.24	—	—	—	—	—	—	5.5
25	1	34.0	3.4	2.57	—	—	4.5	3.27	—	—	—	—	—	—	6.4
32	1 1/4	42.7	3.6	3.47	—	—	4.9	4.57	—	—	—	—	—	—	6.4
40	1 1/2	48.6	3.7	4.10	—	—	5.1	5.43	—	—	—	—	—	—	7.1
50	2	60.5	3.9	5.44	—	—	5.5	7.46	—	—	—	—	—	—	11.1
65	2 1/2	76.3	5.2	9.12	—	—	7.0	12.0	—	—	—	—	—	—	9.5
80	3	89.1	5.5	11.3	—	—	7.6	15.2	—	—	—	—	—	—	11.1
90	3 1/2	101.6	5.2	13.5	—	—	8.1	18.7	—	—	—	—	—	—	12.7
100	4	114.3	6.0	16.0	—	—	8.6	22.4	—	—	11.1	28.2	—	—	13.5
125	5	139.8	6.6	21.7	—	—	9.5	30.5	—	—	12.7	39.8	—	—	15.9
150	6	165.2	7.1	27.7	—	—	11.0	41.8	—	—	14.3	53.2	—	—	18.2
200	8	216.3	8.2	42.1	10.3	52.3	12.7	63.6	15.1	74.9	18.2	89.9	29.6	99.4	23.0
250	10	267.4	9.3	59.2	12.7	79.8	15.1	93.9	18.2	112	21.4	130	25.4	152	28.6
300	12	318.5	10.3	78.3	14.3	107	17.4	129	21.4	157	25.4	184	28.6	204	33.3
350	14	355.6	11.1	94.3	15.1	127	19.0	158	23.8	195	27.8	225	31.8	254	35.7
400	16	406.4	12.7	123	16.7	160	21.4	203	26.2	246	30.9	286	36.5	333	40.5
450	18	457.2	14.3	156	19.0	205	23.8	254	29.4	310	34.9	363	39.7	409	45.2
500	20	508.0	15.1	184	20.6	248	26.2	311	32.5	381	38.1	411	41.4	508	50.0
550	22	558.8	15.9	213	22.2	294	20.6	374	34.9	451	41.3	527	47.6	600	54.0
600	24	609.6	17.5	255	24.6	355	31.0	412	38.9	547	46.0	639	52.4	720	59.5
650	26	660.4	18.2	299	25.4	413	34.0	525	41.6	635	49.1	740	56.6	843	64.2

Remarks 1. The designation of the pipe shall be made with the nominal diameter and nominal wall thickness (schedule number: Sch). However, for the nominal diameter, either A or B shall be used, and letter A or B shall be suffixed to the figures of nominal diameter in the case of A or B series, respectively for identification.

2. The value for weight shall be calculated from the following formula assuming 1 cm<sup>3</sup> of steel to be 7.85 g and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$W=0.02466(D-t)$$

where  $W$ : weight of pipe (kg/m)  $t$ : wall thickness of pipe (mm)  $D$ : outside diameter of pipe (mm)

3. When the dimensions other than those given in the above table are necessary, they shall be agreed upon between the purchaser and the manufacturer.

**Table 8**

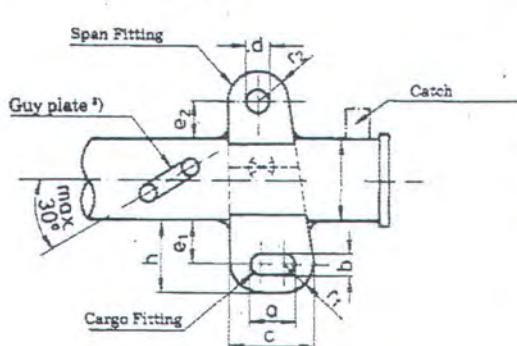
**DERRICK HEAD FITTINGS**

according to DIN/ISO 848, OCT. 86, St 37-3 U, St 37-3 N, DIN EN 10025

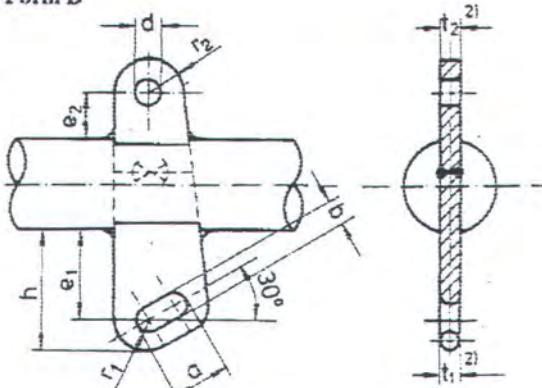
Material: Fe 360-B, Fe 360-C, Fe 360-D, ISO 630

Nominal size Cargo fitting	Span fitting	Permissible load L <sub>0</sub> , H kN	Cargo fitting							Span fitting			
			a × b mm × mm		c mm	e <sub>1</sub> mm	h mm	r <sub>1</sub> mm	t <sub>1</sub> <sup>2)</sup> mm	d mm	e <sub>2</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	t <sub>2</sub> <sup>2)</sup> mm
			a mm	b mm									
2	2	20		50 × 27	100	49,5	88	38,5	25	25	40	25	22
2,5	2,5	25		55 × 29	105	53,5	93	39,5	25	27	40	28	25
3	3	32		66 × 33	126	56,5	103	46,5	30	30	45	30	28
4	4	40		77 × 36	147	65	118	53	35	33	50	33	30
5	5	50		87 × 41	167	70	130,5	60,5	40	39	55	38	35
6	6	63		91 × 45	171	75	137,5	62,5	40	42	60	43	40
8	8	80		101 × 51	201	80	155,5	75,5	50	48	70	48	45
10	10	100		117 × 56	217	90	168	78	50	52	75	55	50
12	12	125		128 × 61	248	100	190,5	90,5	60	56	80	60	55
16	16	160		145 × 67	265	115	208,5	93,5	80	65	85	65	60
20	20	200		157 × 73	297	125	231,5	106,5	70	74	95	70	65
25	25	250		170 × 80	331	135	255	120	80	78	100	75	70
32	32	320		194 × 88	374	150	284	134	90	86	110	85	80
40	40	400		220 × 98	420	170	319	149	100	96	120	95	90
—	50	500		—	—	—	—	—	—	106	135	105	100
—	63	630		—	—	—	—	—	—	116	150	115	110

**Form A**



**Form B**



**Symbol**

according to nominal size of cargo fitting, nominal size of span fitting,  
form of derrick head fitting and No. of Table  
e. g.: Derrick head fitting 10 x 12 - B - [8]

<sup>1)</sup> The nominal sizes to be used preferably are printed in boldtype.

<sup>2)</sup> If the derrick head fitting is to be made of one piece with same plate thickness, the greater of the two thickness t<sub>1</sub> or t<sub>2</sub> has to be taken.

<sup>3)</sup> Guy plate acc. to Table 26, Form B.

**Table 9**

**HEEL FITTING**

according to DIN/ISO 6044, OCT. 86\*)

Member:

Material:

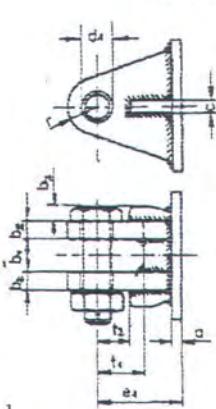
Derrick heel fitting: RSt 37-2, St 37-3 U, St 37-3 N, DIN EN 10025, Fe 360-B, Fe 360-C, Fe 360-D, ISO 630

Cross-bolt: St 44-2, DIN EN 10025, Fe 430-B, ISO 630

Nominal size	$P_g$	kN	Heel fitting							Cross-bolt for heel fitting	$\varnothing$ of split pin
			$b_1$	$b_2$	c	$d_1$	$e_1$	$t_1$	$t_2$		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Screw	mm
1,6	16	8	28	16	16	24	95	32	25	M 22	5
2	20	8	30	16	16	26	105	35	28	M 24	6
2,5	25	10	32	22	16	29	122	45	32	M 27	6
3	32	10	35	22	16	32	127	50	35	M 30	6
4	40	12	38	25	22	35	135	50	38	M 33	8
5	50	15	42	25	22	41	150	55	42	M 39	8
6	63	15	47	32	22	44	160	60	45	M 42	8
8	80	18	53	32	22	47	175	65	50	M 45	8
10	100	18	60	40	25	54	195	70	60	M 52	10
12	125	22	67	40	25	58	210	75	65	M 56	10
16	160	22	78	45	25	67	230	85	70	M 64	10
20	200	25	85	50	32	75	260	95	75	M 72 × 6	10
25	250	25	95	60	32	79	285	100	80	M 76 × 6	13
32	320	25	105	70	40	83	295	105	85	M 80 × 6	13
40	400	25	115	70	40	93	325	115	95	M 90 × 6	13
50	500	25	127	80	50	104	350	125	100	M 100 × 6	13
63	630	25	144	80	50	114	365	135	105	M 110 × 6	13
80	800	30	154	100	70	129	380	180	125	M 125 × 6	16
100	1000	30	164	100	70	144	400	175	135	M 140 × 6	16
125	1250	35	184	120	80	164	450	200	150	M 160 × 6	16
160	1600	40	204	130	90	184	510	225	170	M 180 × 6	20
200	2000	45	230	140	100	205	565	250	190	M 200 × 6	20
250	2500	50	255	150	110	225	620	275	210	M 220 × 6	24

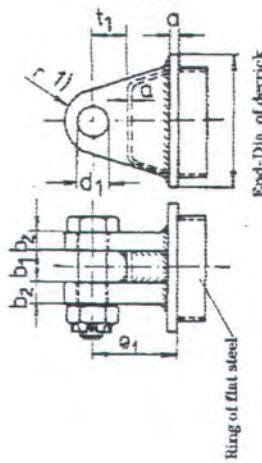
\*) The dimensions a and c are not standardized

**Form A**



<sup>1)</sup>  $r = d_1$

**Form B**



**Symbol**

according to nominal size,  
Form and No. of Table  
e.g.: Derrick heel fitting 25 A - [9]

**Table 12**

**GOOSENECK FORM GC**

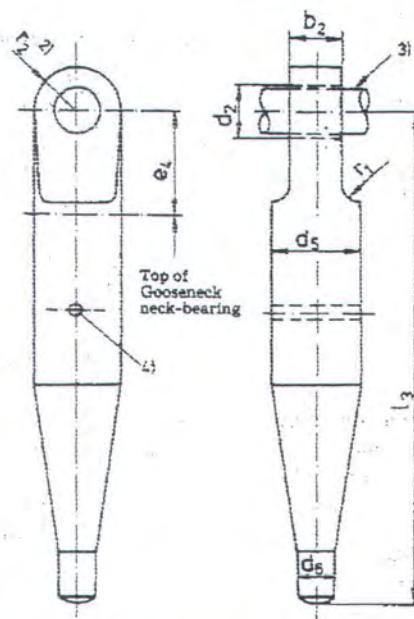
according to DIN/ISO 6045, Febr. 88\*)

Material: St 44-2, DIN EN 10025, Fe 430-B, ISO 630

Nominal size	Permissible load <sup>1)</sup>	b <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	e <sub>4</sub>	l <sub>3</sub>	r <sub>1</sub>
	kN	mm						
20	200	82	75	155	90	170	820	12
25	250	92	79	180	90	200	910	15
32	315	102	83	190	100	210	950	15
40	400	112	93	190	100	220	960	15
50	500	124	103	200	110	220	1010	20
63	630	140	113	225	110	245	1120	20
80	800	150	129	250	120	275	1235	25
100	1000	160	144	275	120	290	1335	25
125	1250	180	165	320	140	340	1540	30
160	1600	200	185	360	160	385	1725	35
200	2000	225	205	400	190	425	1905	35
250	2500	250	225	440	220	465	2085	40

\*) Only nominal sizes 20 to 100 standardized.

according to nominal size, form and No. of Table  
e.g.: Gooseneck 25 GC - [12]



<sup>1)</sup> Permissible load through double lug fitting according to Table 9.

<sup>2)</sup> r<sub>2</sub> ≈ 0,5 d<sub>3</sub>

<sup>3)</sup> Cross bolt for double lug fitting, according to Table 9.

<sup>4)</sup> Bolt for adjusting ring pin according to Table 13.

**Table 15****BUSHES FOR NECK AND FOOT BEARING**

according to DIN ISO 6045, Febr. 88\*)

for goosenecks acc. to Table 12

Material: St 37-3 N, DIN EN 10025, Fe 430-D, ISO 630

Form A Neck bearing			
Dia. of gooseneck $d_4$ <sup>1)</sup>	$b_1$	$d_7$	$d_8$
mm	mm	mm	mm
155	100	164	235
170	100	184	260
190	100	194	270
200	110	204	285
225	120	230	315
250	130	255	350
275	140	285	390
320	150	325	445
360	160	365	500
400	170	405	555
440	180	445	610

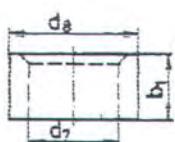
Form B Step bearing				
Dia. of lower end of gooseneck $d_5$ <sup>2)</sup>	$b_1$	$c$	$d_8$	$d_{10}$
mm	mm	mm	mm	mm
90	70	85	93	140
100	70	85	103	160
110	80	100	113	170
120	80	100	123	190
140	90	115	144	210
160	100	125	164	235
180	110	140	194	270
220	120	150	224	310

\*) Only for gooseneck-dia up to 275 mm standardized.

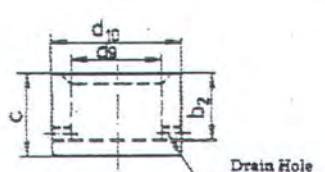
## Symbol

accord. to Form and dia. of gooseneck, and No. of Table  
e.g.: Foot bearing 100 A - [15]

## Neck bearing, Form A



## Foot bearing, Form B



<sup>1)</sup> Diameter of gooseneck equal to dimension  $d_4$  in Table 12.

<sup>2)</sup> Diameter of lower end of gooseneck equal to dimension  $d_5$  in Table 12.

**Table 16**

**SPAN TRUNNION PIECE**  
according to DIN/ISO 8814, Febr. 88\*)

Member:

Material:

Trunnion piece:

RSI 37-2, DIN EN 10025

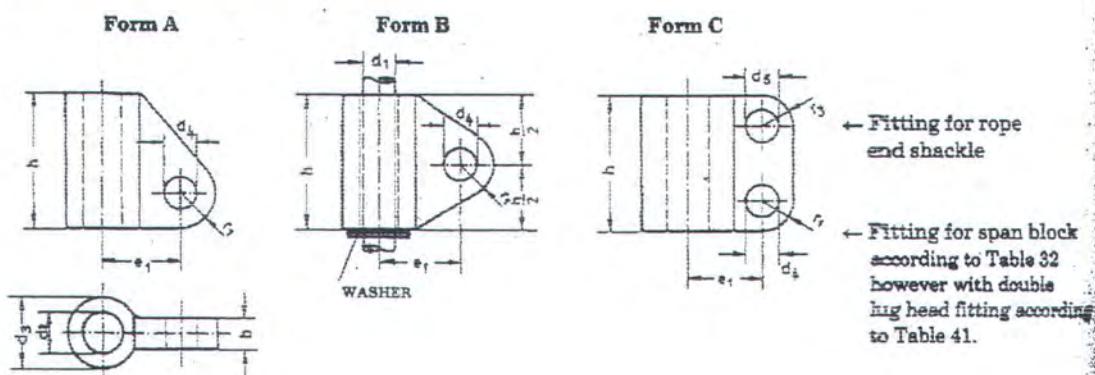
Fe 360-B, ISO 630

Trunnion bolt:

St 44-2, DIN EN 10025, Fe 430-B, ISO 630

Nominal size	Permiss. load $H_0/H_m$	Bolt dia. $d_1$	Form A and Form B						Form C						
			$d_3$	$d_4$	$e_1$	$h$	$b$	$d_4$	$r_1$	perm. load	$d_4$	$b$	$d_4$	$d_2$	$r_1$
	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	t	t				
2	20	32	34	85	75	90	22	25	25						
4	40	40	42	80	95	110	30	33	32						
6	63	45	47	90	110	130	40	42	43						
8	80	50	52	100	120	150	45	48	48						
10	100	55	57	110	130	170	50	52	55						
12	125	60	62	120	140	190	55	58	60						
16	160	65	68	130	150	215	60	65	65	10	6,3	50	52	42	55 43
20	200	75	78	150	170	240	65	74	70	12,5	8	55	58	48	60 48
25	250	80	83	180	180	270	70	78	75	16	10	60	65	52	65 55
32	320	90	93	180	180	300	80	86	85	20	12	65	74	56	70 60
40	400	100	103	200	210	330	90	96	95						
50	500	110	113	220	235	370	100	106	105						
63	630	120	123	240	260	410	110	116	115						
80	800	130	134	260	295	480	125	131	135						
100	1000	140	144	280	330	520	140	146	148						
125	1250	150	155	300	370	590	160	168	168						
160	1600	165	170	330	415	670	180	188	190						
200	2000	180	185	360	460	760	200	208	210						

\*) Only up to nominal size 40 standardized



**Symbol**

according to nom. size, form and No. of Table.  
e. g.: Span trunnion piece 80 A - [16]

**Table 17**

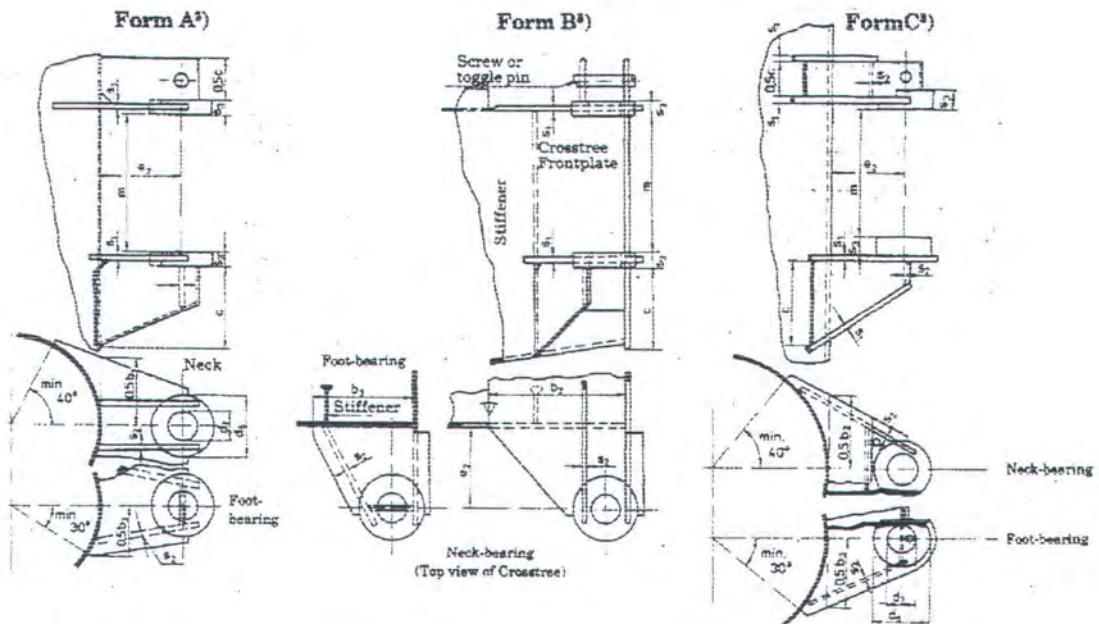
**SPAN BEARINGS**

Material: R 37-2, St 37-3 U, St 37-3 N, DIN EN 10025, Fe 360-B, Fe 360-C, Fe 360-D, ISO 630

Nominal size	permissible load <sup>1)</sup>	$b_1$	$b_2$	$c$	$d_2$	$d_4$	$e_1$	$m$	$s_1$	$s_2$	$s_3$
	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2	20	140	100	75	34	70	75	95	8	8	16
4	40	160	120	95	42	85	95	115	10	8	20
6	63	180	135	115	47	95	115	138	12	10	25
8	80	200	150	140	52	110	140	158	16	10	25
10	100	230	180	160	57	120	160	178	18	10	30
12	125	260	195	175	62	130	175	200	16	10	30
16	160	290	215	190	68	140	180	225	20	12	35
20	200	320	240	205	78	160	205	250	20	16	40
25	250	370	270	220	83	170	220	280	20	16	40
32	320	370	270	170	93	190	220	320	20	16	45
40	400	410	300	190	103	210	245	350	20	16	50
50	500	450	330	210	113	230	270	390	25	16	55
63	630	500	370	230	123	250	300	430	25	16	60
80	800	560	410	260	134	270	335	480	30	16	65
100	1000	630	460	300	144	290	375	540	30	16	70
125	1250	700	510	340	155	310	420	610	35	18	80
160	1600	780	570	380	170	340	470	700	40	20	90
200	2000	860	630	420	185	370	530	790	50	25	100

**Symbol**

according to nominal size, form and No. of Table  
e. g.: Span bearing 80 A - [17]



<sup>1)</sup> Permissible load through span trunnion piece according to Table 16

<sup>2)</sup> for Nominal size 2-25

<sup>3)</sup> for Nominal size 32-200

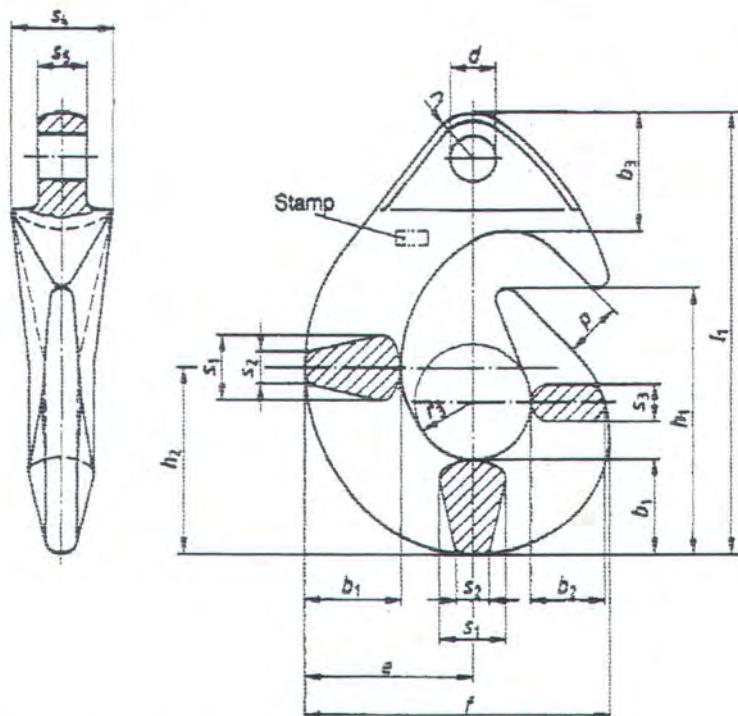
**Table 19**  
**CARGO HOOK**  
according to DIN 32017, May 91  
Material: StE 355 DIN 17108, 34 CrMo 4, DIN 17200, GS 45.3, DIN 1681

Nominal size	Working load limit [kN] <sup>1)</sup>	<sup>s<sub>2</sub></sup> Form																	
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	d	e	f	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	p	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	A	B
t	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1	42	33	50	17,5	74	134	117	82	192	25	18	25	28	14	18	40	19	16
2	2	54	42	69	24	94	170	150	105	251	32	25	32	36	18	20	58	27	22
3	3,2	68	53	82	30	118	214	188	132	310	40	30	40	46	23	26	72	35	28
5	5	84	66	103	39	148	268	234	164	387	50	38	50	56	26	32	92	44	35
6	6,3	94	73	114	42	167	300	262	184	432	58	43	58	64	32	36	102	50	40
8	8	106	83	128	48	186	338	295	207	487	63	48	63	72	36	40	115	56	45
10	10	118	92	150	52	208	376	328	230	548	70	55	70	80	40	45	125	61	50
12	12,5	135	105	172	56	234	425	375	263	627	80	60	80	91	46	51	138	68	55
16	16	152	114	190	66	258	470	422	298	702	90	65	90	103	52	58	155	75	60
20	20	170	133	202	74	298	540	470	380	772	100	70	100	115	57	64	172	84	65
25	25	190	153	220	78	332	603	522	366	852	110	75	110	128	64	72	192	94	70
32	32	203	167	248	88	354	648	582	395	928	120	85	120	137	69	77	204	102	80
40	40	225	189	272	96	392	718	618	433	1020	130	95	130	152	76	85	225	117	90

Symbol

according to Form, nominal size and No. of Table

e. g.: Cargo hook B 5 - [19]



<sup>1)</sup> Form A for shackle-connection (shackle Form B according to Table [22])

<sup>2)</sup> Form B for fork-connection (double lug head fitting according to Table [41])

**Table 22**

**SHACKLES**

according to DIN 82101, Febr. 76

Member:

Material:

Bow:

RSt 37-2, DIN EN 10025, Fe 360-B, ISO 630

Pin:

St 44-2, DIN EN 10025, Fe 480-B, ISO 630

Nominal size	Working load limit "WLL"	$b_1$	$d_1$	$d_3$	Bolt	
					$\varnothing$	Thread
1	1	21	13	32	16	M 16
1,6	1,6	27	17	40	20	M 20
2	2	30	19	44	22	M 22
2,5	2,5	33	21	48	24	M 24
3	3,2	38	24	54	27	M 27
4	4	42	27	60	30	M 30
5	5	47	30	72	36	M 36
6	6,3	53	34	78	39	M 39
8	8	60	38	90	45	M 45
10	10	66	42	96	48	M 48
12	12,5	73	47	104	52	M 52
16	16	81	52	120	60	M 60
20	20	90	58	136	68	M 68
25	25	100	63	144	72	M 72 × 6
32	32	110	70	160	80	M 80 × 6
40	40	125	79	180	90	M 90 × 6
50	50	140	88	200	100	M 100 × 6
63	63	155	96	220	110	M 110 × 6
80	80	175	110	250	125	M 125 × 6
100	100	200	125	280	140	M 140 × 6

Symbol

according to Form nominal size and No. of Table.

e. g.: Shackle A 16 - [22]

Nominal size

Form A

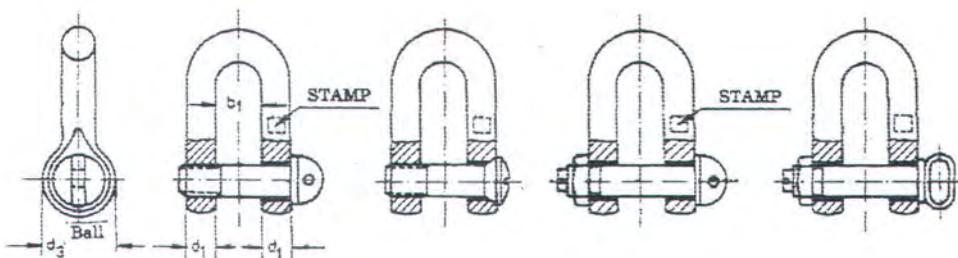
1 to 20

Form B

1 to 20

Form C

25 to 100



**Table 26**

**OVAL EYE PLATES**  
according to ISO 8146 - 1985\*)

Material: RSt 37-2, St 37-3 U, St 37-3 N, DIN EN 10025, Fe 360-B, Fe 360-C, Fe 360-D, ISO 630

Nominal-size	Working load limit "WLL," kN	a mm	b mm	d mm	e mm	t mm	s mm	Fillet weld a mm
1	10	35	22	16	25	95	6	4
1,6	16	42	24	20	33	120	7	4
2	20	50	27	25	35	132	9	6
2,5	25	55	29	25	39	140	9	6
3	32	66	33	30	42	180	10	6
4	40	77	36	35	48	210	12	7
5	50	87	41	40	57	225	14	9
6	63	91	45	40	66	240	14	9
8	80	101	51	50	73	270	17	10
10	100	117	58	50	80	300	17	11
12	125	128	61	60	87	335	20	12
16	160	145	67	60	95	370	20	13
20	200	157	73	70	105	420	25	14
25	250	170	80	80	120	470	30	16
32	320	194	88	90	130	530	30	18
40	400	220	98	100	145	570	35	20
50	500	240	108	110	155	630	35	22
63	630	260	120	120	165	700	40	24
80	800	300	135	135	180	780	45	27
100	1000	330	150	150	200	870	50	30

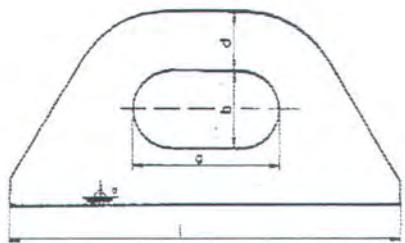
\*) Only nominal sizes up to 50 standardized.

#### Symbol

according to nominal size, Form and No. of Table  
e. g.: Langaugeplatte Oval eye plate 2,5 A - [26]

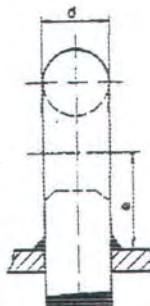
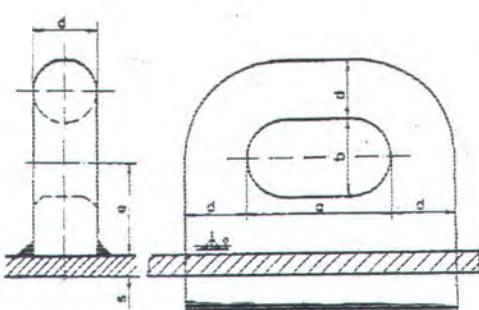
**Form A**

Construction at the hull



**Form B**

Construction at the derrick



**Table 27**  
CARGO BLOCKS WITHOUT BECKET AND LEAD BLOCKS

Member:

Material:

Axle pin:

St 44-2, DIN EN 10025, Fe 430-B, ISO 630

Supporting straps, traverse, housing:

RSt 37-2, DIN EN 10025, Fe 360-B, ISO 630

Rope sheave:

GS-38, DIN 1681, GGG-40, DIN 1693

Nominal size	Permiss. load "WLL"-permiss. rope tension SZ	Permiss. load on the head fitting R max.	Largest nom. dia. of rope	Rope Sheaves			Sheave housing	Supporting Straps	Traverse			Head-fitting
				Groove bottom dia. d <sub>1</sub>	Axle pin dia. d <sub>2</sub>	Size 2*)			s <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	
	t	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1	20	12	168	240	22	3 <sup>1</sup> )	50	6	22	16	24
2	2	40	16	224	320	32	4 <sup>1</sup> )	65	10	32	23	33
3	3,2	63	18	252	360	40	5	80	10	40	28	42
4	4	80	20	280	400	45	5	100	13	50	36	52
5	5	100	22	308	440	50	6	130	16	60	45	64
6	6,3	125	24	336	480	55	6					
8	8	160	28	392	560	65	7					

Symbol

according to form, nominal size, size of the rope sheave and No. of Table

e. g.: Cargo block A 3/2 - [27]

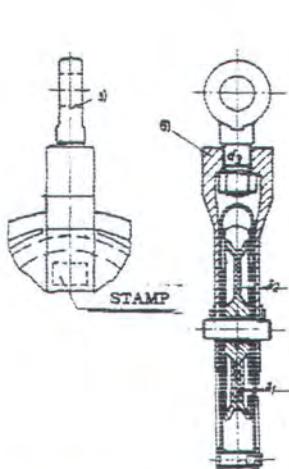
Form A  
upper and lower  
cargoblock

Form B  
lower  
cargoblock

Form C  
leadblock

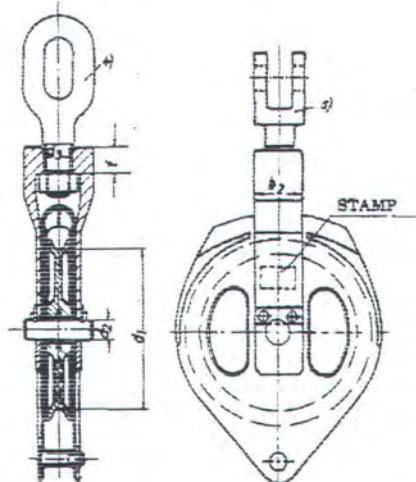
\*) Size 2:

Groove bottom dia. =  
14 x nom. dia of rope



\*\*) Size 3:

Groove bottom dia. =  
20 x nom. dia. of rope



<sup>1</sup>) The wall thickness of cast sheave housings is not be less than 5 mm.

<sup>2</sup>) Only for traverses riveted, Table 28.

<sup>3</sup>) Round eye head fitting, Table 40.

<sup>4</sup>) Oval eye head fitting, Table 39.

<sup>5</sup>) Double lug head fitting, Table 41.

<sup>6</sup>) Other types of double lugs for sheave housings, Table 28.

**Table 29****BECKETS**

according to DIN 82241, May 63

Material: RSt 37-2, DIN EN 10025, Fe 360-B, ISO 630

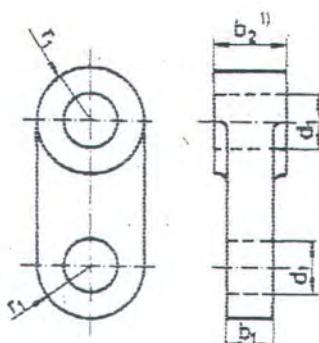
permiss. load "WLL" = Permissible rope tension SZ	t				
		d <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub> <sup>1)</sup>
mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1	18	17,5	16	29
2	2	25	25	22	36
3	3,2	30	30	28	44
4	4	33	32,5	30	50
5	5	39	37,5	35	56
6	6,3	42	42,5	40	63
8	8	48	47,5	45	70
10	10	52	55	50	78
12	12,5	56	60	55	86

**Symbol**

according to nominal size

and No. of Table

e.g.: Becket 5 - [28]



<sup>1)</sup> For heavy-lift blocks the breadth b<sub>2</sub> of the eye is to be dimensioned according to the width of nave of the sheave.

**Table 33**

MULTI SHEAVE BLOCKS FOR CARGO- AND SPAN-TACKLE BLOCKS<sup>1)</sup>

Member:

Material:

Axle pin:

St 44-2, DIN EN 10025, Fe 430-B, ISO 630

Side plates, Cross-head:

RSt 37-2, DIN EN 10025, Fe 360-B, ISO 630

Sheave:

GS-38, DIN 1681, GGG-40, DIN 1693

[33]

Nominal pull of winch	Nominal dia. of rope	Sheave			Side plates			Cross- head through bolt $d_3$ )	Cross- head $r_2$ )
		Groove bottom dia. $d_1$ Form B*) Form C**)	Axle pin dia. $d_2$ )	Width of nave $b$ )	$r_1$	$s_1$	$s_2$		
kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
30	18	252	360	40	42	90	8	13	40
40	20	280	400	45	48	100	9	15	45
50	22	308	440	50	54	110	10	17	50
63	24	336	480	55	60	120	11	18	55
80	28	392	560	65	67	130	12	20	60
100	32	448	640	72	74	140	13	22	65
125	36	504	720	80	82	150	15	24	70
									80

\*) Form B: Groove bottom dia. = 14 x nom. dia. of rope

\*\*) Form C: Groove bottom dia. = 20 x nom. dia. of rope.

Symbol

according to nominal pull of the winch in (kN),  
nominal diameter of rope in mm, permiss. load "WLL" on head fitting (t),  
number of sheaves, and type with or without becket, and No. of Table.  
e. g.: Tackle block 50 x 22 x 50 - 5 sh. w. B. - [33] - (5 sheaves with becket)

<sup>1)</sup> The crosshead's eye is to be dimensioned in accordance with  
Table 24 and dependent on the occurring resultant load  
(SWL of gear. L<sub>b</sub>, H or H<sub>b</sub> in accordance with Tables 2, 3 and 4).

<sup>2)</sup> The becket has to be dimensioned in accordance with Table 29.

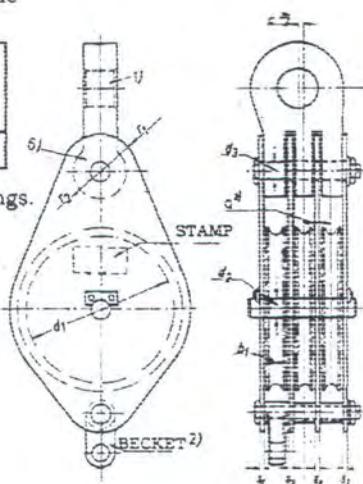
<sup>3)</sup> In case of blocks with beackets the centreline of the cross-  
head's eye for suspension of the block has to be displaced by  
the distance "c" from the centreline of the block to ensure that the  
loaded block is hanging straight in the direction of the tackle.

Number of sheaves of the block	2	3	4	5	6
c	$0,10 \times a$	$0,14 \times a$	$0,17 \times a$	$0,18 \times a$	$0,19 \times a$

<sup>4)</sup> The dimension  $d_2$  is only applicable to blocks with sliding bearings.  
For these blocks the product  $d_2 \times b_1$  in  $\text{mm}^2$  has to  
be at least 50 times the nominal pull of the winch. (Surface  
pressure must not exceed 40 N/mm<sup>2</sup>.)

<sup>5)</sup> For blocks with anti-friction bearings the diameter  $d_2$   
of the sheave pin may be dimensioned as the diameter  $d_3$   
of the crosshead through bolt.

<sup>6)</sup> When welding the crosshead in altered construction to the  
partition and side plates, the through bolt may be deleted.



Nominal strength	1570 N/mm <sup>2</sup>	1770 N/mm <sup>2</sup>	1570 N/mm <sup>2</sup>	1770 N/mm <sup>2</sup>
Nominal dia. of rope	DIN 3066 Round rope Standard 5 × 37 Construction 6 (18 + 12 + 6 + 1) + FE		DIN 3064 Round rope Warrington-Seal 6 × 36 Construction 6 (14 + 7/7 + 7 + 1) + FE	
mm	Nominal breaking load <sup>1)</sup>			
8	29,6	33,4	-	-
10	48,3	52,2	51,3	58,4
12	66,6	75,1	74,6	84,1
14	90,7	102	102	114
16	118	134	133	149
18	150	169	168	189
20	185	209	207	234
22	224	253	251	283
24	267	301	298	336
26	313	353	350	395
28	363	409	406	458
32	474	534	530	598
36	600	676	671	757
40	741	835	829	934
44	896	1010	1000	1130
48	1070	1200	1190	1350
52	1250	1410	1400	1580
56	1450	1640	1620	1830
60	1670	1880	1860	2100
64	1900	2140	-	-

Approved for gears: cargo runners (hoisting ropes), span ropes (luffing ropes), guy tackles, preventer, lifting ropes

Denomination of a rope made of round strands

according to nominal diameter of rope, DIN-standard, type of core, surface of wires, nominal strength of wires, kind and direction of lay

e. g.: rope 20 DIN 3066 - FE zn k 1570 sZ

According to DIN 3051, sheet 4

The meaning of the following abbreviations is:

FE = fibre core

zn k = wires drawn zinced

1570 = nominal strength

sZ = right-handed cross-lay