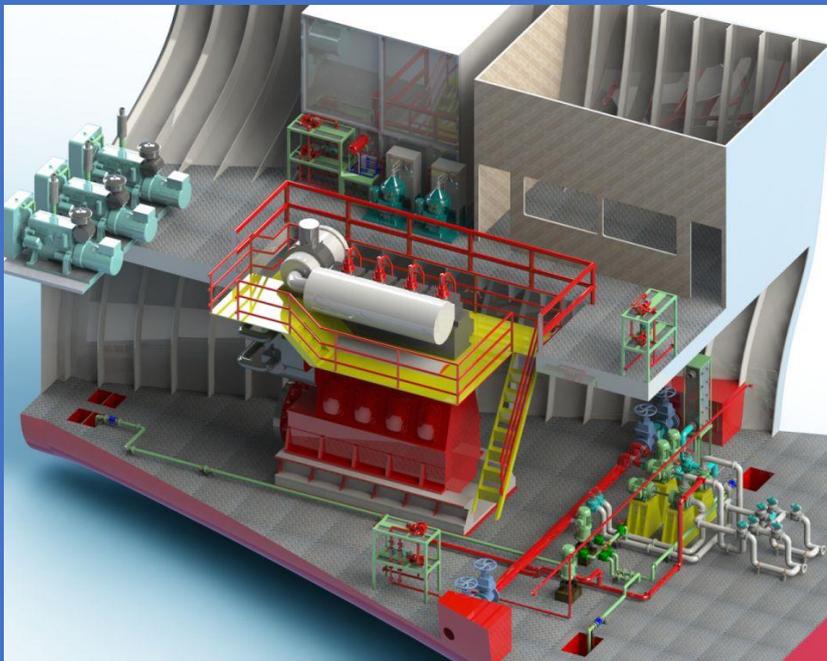


MODUL PEMBELAJARAN

DESAIN SISTEM III
(GENERAL ARRANGEMENT)



Disusun oleh:
MOHAMMAD DANIL ARIFIN ST. MT



PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2021

EDI
SI
**D
E
S
A
I
N**

S
I
S
T
E
M

III

KATA PENGANTAR

Penyusunan Modul Pembelajaran Desain Sistem III (General Arrangement) ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari upaya untuk mewujudkan *Student Centered Learning* yang aktif dan kreatif serta dalam rangka meningkatkan kompetensi lulusan Teknik Sistem Perkapalan.

Modul pembelajaran ini dapat terselesaikan dengan baik tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sehubungan dengan itu, maka melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar besarnya khususnya kepada Fakultas Teknologi Kelautan dan Universitas Darma Persada pada umumnya.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa modul pembelajaran ini belum sempurna. Saran-saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak, tetap penulis nantikan. Semoga modul pembelajaran ini dapat memberi kontribusi yang bermakna bagi peningkatan efektivitas proses dan optimalisasi hasil pembelajaran dalam lingkup Universitas Darma Persada, dan khususnya dalam lingkup Fakultas Teknologi Kelautan pada masa mendatang.

Jakarta, 17 Juli 2021

Penulis

BAB I FILOSOFI RANCANGAN

I.1 Rencana umum

Rencana umum dari sebuah kapal dapat didefinisikan sebagai perencanaan di dalam penentuan dari semua ruangan yang dibutuhkan, ruangan yang dimaksud seperti ruang muat, ruang kamar mesin dan akomodasi. Disamping itu juga direncanakan perencanaan penempatan peralatan, letak jalan – jalan dan beberapa sistem dan perlengkapan lainnya.

Langkah pertama yang harus dihadapi dalam membuat rencana umum adalah penentuan lokasi ruang utama dan batas dari lambung kapal dan bangunan atas, ruangan yang dimaksud adalah:

1. Ruang muat.
2. Ruang kamar mesin.
3. Crew, penumpang dan ruangan pada crew yang dimaksud.
4. Tangki – tangki.
5. Beberapa ragam ruangan lainnya.

Pada langkah yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain yaitu:

1. Sekat kedap masing – masing ruangan.
2. Stabilitas yang cukup.
3. Struktur.
4. Penyediaan jalan yang cukup.

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan tersebut adalah:

1. Dimensi.

Ukuran dan berat dari peralatan serta ruangan tempat peralatan tersebut harus sesuai dan diusahakan seminimal mungkin karena ruangan kapal sebesar besarnya dapat digunakan untuk pay load (crude oil), dengan tetap mempertimbangkan faktor tata letak dan korelasi antar muatan serta kesesuaian fungsi dan jalur kerjanya berdasarkan peraturan yang berlaku.

2. Pengoperasian.

Pengoperasian kapal dan segenap peralatannya harus mudah, efektif, efisien dan nilai gunanya tinggi serta handal. Disamping itu perlu dipertimbangkan perencanaan sistem yang sederhana. Hal ini penting artinya dalam pengurangan personel awak kapal.

3. Pemeliharaan.

Pemeliharaan yang dilakukan harus cepat dan tepat serta dalam prosesnya mudah dan murah didapatkannya. Pada kapal tanker yang memuat satu jenis hasil crude oil, pembuatan ruang pompa sudah ditentukan ruangnya yaitu bedekatan dengan kamar mesin dan diletakkan dalam suatu ruangan tersendiri yang disebut ruang pompa.

4. Reability (keandalan).

Keandalan motor penggerak utama merupakan salah satu faktor penting yang harus menjadi perhatian. Hal ini didasarkan pada peningkatan kompleksitas peralatan dan bertambahnya persyaratan keandalan serta semakin besarnya usaha untuk mengurangi jumlah awak kapal. Pertimbangan selain keandalan seperti efisiensi bahan bakar, berat, kebutuhan ruangan serta harga awal merupakan hal penting pada saat mendesain.

5. Pompa sebagai tenaga untuk mengalirkan fluida.

Jumlah pompa di kapal harus ditentukan, selain tergantung dari jumlah muatannya, jumlah tangki dan waktu untuk pembongkaran muatan tersebut. Waktu untuk bongkar muat didasarkan pada waktu untuk sandar kapal di dermaga. Untuk pembongkaran muatan cair pada kapal tanker, harus menggunakan pompa. Jenis pompa bongkar muat ada dua macam yaitu pompa utama dan pompa stripping (sisa muatan). Penggunaan pompa utama untuk pembongkaran muatan hanya dibatasi sampai jarak tertentu dari dasar, untuk selebihnya digunakan stripping pipe.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pompa:

- a. Menentukan jumlah total kapasitas tangki muatan (m^3).
 - b. Waktu pengosongan dan pengisian tangki muatan secara total (jam).
 - c. Menghitung kapasitas pompa (m^3/jam).
 - d. Menentukan kecepatan aliran dalam pipa terlebih dahulu.
 - e. Menghitung diameter dalam pipa utama dan pipa bantu.
6. Crane.
Untuk mengangkat dan memindahkan pipa muat dari kapal ke daratan selalu menggunakan crane. Crane ini ditempatkan di dekat distribution pipe. Kapasitas angkatnya disesuaikan dengan berat pipa.
7. Sistem ballast.
Pembuatan sistem ballast dimaksudkan untuk stabilitas kapal diperairan, selain itu digunakan untuk mengatur posisi kapal di atas air baik dalam keadaan trim maupun oleng.
8. Pemilihan propulsor.
Penentuan kecepatan kapal dan tahanan merupakan hal penting untuk pemilihan propulsor. Pemilihan dan penentuan jumlah propulsor merupakan hal yang tak mudah. Pada kapal tanker umumnya menggunakan single propeller.

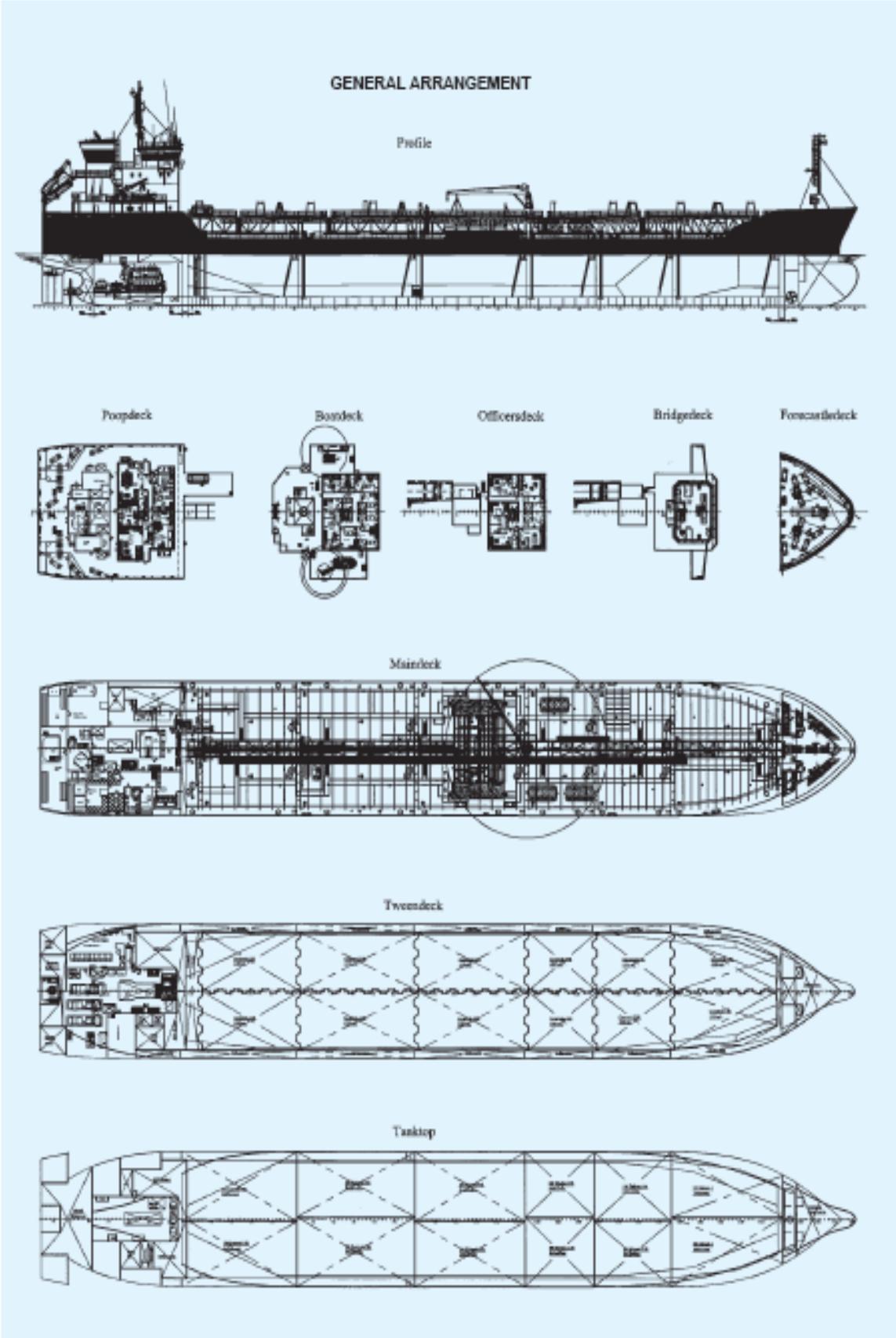
Pada dasarnya, *tugas rencana umum* disusun dari proses bertahap terhadap percobaan, pengecekan dan pengembangan. Jika ada problem atau masalah, pendekatan pertama untuk mendapatkan solusi adalah berdasarkan beberapa informasi dibawah ini:

1. Kebutuhan terhadap ruang muat, sesuai dengan tipe dan jumlah kargo.
2. Metode penyimpanan kargo dan penanganannya.
3. Kebutuhan volume kamar mesin berdasarkan tipe mesin dan kapal.
4. Kebutuhan ruang akomodasi berdasarkan jumlah kru dan standard akomodasi.
5. Kebutuhan volume tanki.
6. Satandard jarak sekat.
7. Perkiraan dimensi utama
8. Persiapan rencana garis.

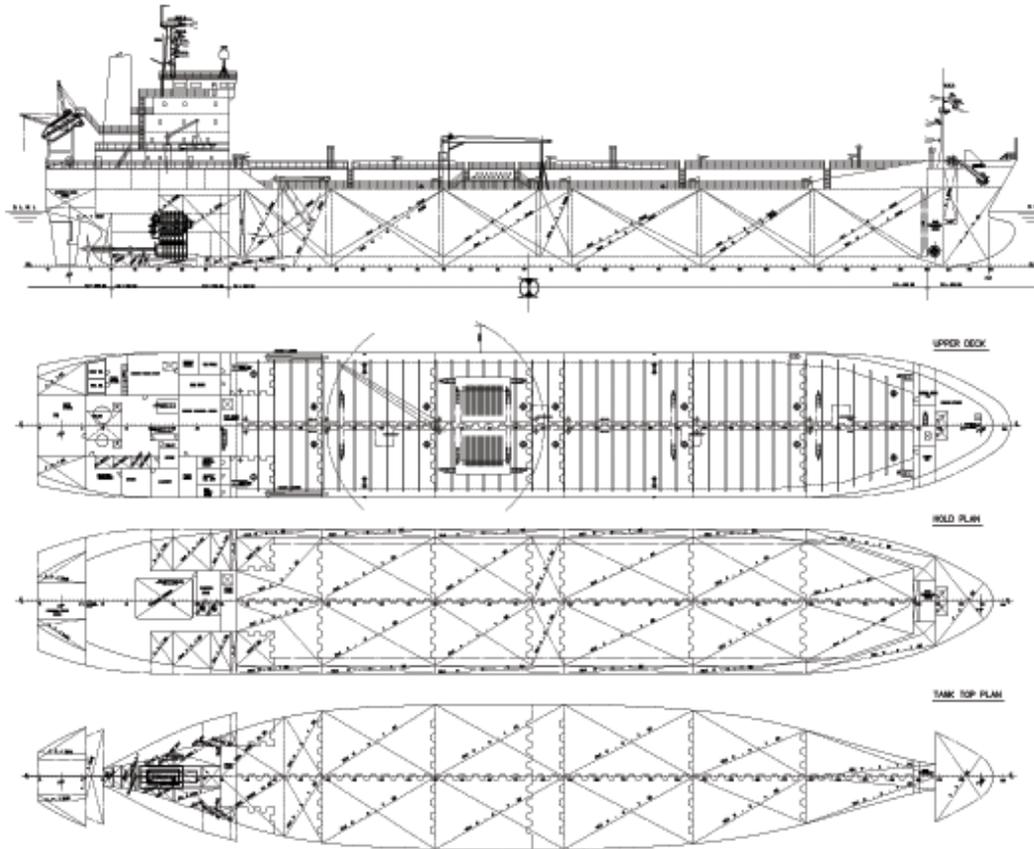
General arrangement umumnya dibuat berdasarkan peraturan dari class. Ada banyak class didalam dunia perkapalan. Berikut adalah macam-macam klasifikasi:

- a. Lyod's Register of Shipping (L.R.)
- b. Bureau Veritas (B.V.)
- c. Registro Italiano, Navale ed Aeronautica (R.I.)
- d. American Bureau of Shipping (A.B.S.)
- e. Det Norska Veritas (N.V.)
- f. Germanischer Lloyd (G.L.)
- g. The British Corporation Register of Shipping and Air Craft (B.C.)
- h. Nippon Kaiji Kyokai
- i. Klasifikasi Indonesia (K.I.)

Berikut adalah contoh general arrangement untuk chemical tanker:



(Gambar I.1: Contoh Tugas Rencana Umum Chemical Tanker)



(Gambar I.2: Contoh Tugas Rencana Umum Tanker)

I.2 RUANG MUAT

Didalam industri maritim, transportasi kargo melintasi samudra jauh lebih penting daripada membawa penumpang sejak industri penerbangan mengambil-alih bisnis transportasi penumpang melintasi samudra. Beberapa tahun terakhir, tipe kargo, metode penanganan dan penyimpanan diatur dalam "design of new ship types" dan umumnya menjadi ketidakeleluasaan utama dalam *general arrangement* ini.

Tipe kargo dapat diklasifikasikan kedalam berbagai macam. Jika dilihat dari cara membawanya, cargo dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu:

1. Bulk cargo (padat maupun cair)
2. General cargo

Tanker normalnya didesain untuk membawa produk petroleum mulai dari crude oil sampai gasoline dengan berat jenis antara 0,73-0,97. Dalam desain modern, ruang muat dibagi menjadi beberapa tanki dengan panjang yang sama, biasanya dengan 1 centerline tank yang membelah tanki sebelah portside dan starboard. Tanki-tanki tersebut diatur berdasarkan pertimbangan dari jumlah kargo per bagian, konstruksi dan ruang kosong apabila muatan tidak penuh.

Pada masa sekarang, konstruksi ruang muat tanker harus ditambahi konstruksi double hull, sesuai dengan persyaratan BKI yang menyebutkan bahwa: "every oil tanker of 600 tdw and above must comply with the double hull requirements of MARPOL 73/78 Annex I, Reg.13F". panjang dari double hull ditetapkan oleh class.

I.3 RUANG ANAK BUAH KAPAL

Besar accommodation block tergantung dari beberapa faktor, yaitu jumlah kru, standard akomodasi, pembagian kelas kru, kebutuhan ruang kantor, dll.

Pekerjaan merancang accommodation block dimulai dengan menentukan jumlah crew, jumlah kamar, tipe kamar single cabin atau double cabin, jumlah messroom, fasilitas rekreasi, dll.

Banyak cara yang digunakan untuk mengelompokkan crew kapal. Pada awalnya, pengelompokan meniru aturan di kalangan perwira militer angkatan laut yaitu: Captain/master sebagai perwira tertinggi di kapal membawahi para officer(perwira), petty officer(bintara) dan other ratings(tamtama), yang masing-masing lagi dikelompokkan berdasarkan spesifikasi bidang tugasnya: deck department, engine department dan service department.

Dengan semakin banyaknya otomatisasi di kapal, pengelompokan crew pun semakin kabur dan tidak jelas. Banyak sekali terjadi pengurangan kru karena sistem dapat dijalankan secara otomatis.

KAMAR

Kamar untuk officer/engineer berbeda ukuran dan kelengkapannya dengan kamar untuk crew lainnya. Sering kali kamar untuk crew berupa double cabin, sedangkan untuk cook dan boatswain keatas berupa single cabin. Pada kapal modern, semua crew mendapat single cabin.

Mengingat pentingnya pencahayaan natural, biasanya tempat tidur ditempatkan di dekat dinding dalam, sedangkan didekat jendela ditempatkan kursi dan meja. Kamar tanpa pencahayaan langsung sebaiknya dihindari. Tempat tidur sebaiknya ditempatkan membujur agar lebih nyaman tidur pada saat laut berombak; pengecualian bisa dilakukan untuk kapal yang dilengkapi dengan peralatan anti-rolling.

Kamar captain dan chief engineer tempatnya pada boat deck sebelah depan. Ini memberikan pandangan yang baik ke depan dan samping kapal. Ada sebagian pendapat yang mengatakan bahwa kamar kapten selalu diletakkan di portside dan kamar chief engineer di starboard, tetapi pendapat diatas tidak didasari dengan alasan yang jelas dan lebih terlihat seperti sebuah tradisi captain dan chief engineer memiliki living room yang terpisah dari kamar tidur. Atau paling tidak kedua ruangan tersebut dipisahkan dengan memasang penyekat/korden.

Berdasarkan Convention Concerning Crew Accomodation on Board Ship(II.O no 133 1970), standard ukuran terkecil(unter kapal dibawah 3000 Ton), kamar tidur(kabin)untuk officer/engineer tanpa day room adalah sebesar 6,5 m²

Untuk kru lain ditentukan berdasarkan besarnya kapal sebagai berikut:

Kamar untuk 2 orang, luas ruang per orang minimum:

- | | | |
|------------------------------|---|---------------------|
| - Kapal 1000 ton - 3000 ton | : | 2,75 m ² |
| - Kapal 3000 ton – 10000 ton | : | 3,25 m ² |
| - Kapal 10000 ton lebih | : | 3,75 m ² |

Kamar untuk satu orang, luas ruang per orang minimum:

- | | | |
|------------------------------|---|---------------------|
| - Kapal 1000 ton - 3000 ton | : | 2,75 m ² |
| - Kapal 3000 ton – 10000 ton | : | 4,25 m ² |
| - Kapal 10000 ton lebih | : | 4,75 m ² |

KAMAR MANDI, TOILET, WASH BASIN

Kalau pada peraturan yang lama, jumlah minimum kamar mandi/wc ditentukan berdasarkan besarnya kapal, maka mulai ILO 1970 fasilitas untuk umum diperhitungkan (KM, WC, Wash basin) 1 untuk setiap 6 orang, sedangkan untuk para officer disediakan 1 pada masing-masing kamar. Pada wheel house juga biasanya disediakan 1.

MESS ROOM

Biasanya 2 mess room untuk satu kapal sudah mencukupi. Satu mess room untuk para officer dan engineer dan satu mess room untuk crew deck dan mesin yang lain. Meskipun demikian, kapasitas mess room dihitung untuk seluru jumlah crew dengan perhitungan luas

minimum 1 m² per orang. Sering kali mess room dilengkapi dengan wash basin. Smoke room, library, sport facilities dll hanya ada di oceangoing vessel, tidak di kapal antar pulau. Untuk kapal kecil cukup dengan recreation room.

GALLEY DAN PANTRY

Galley bisa ditempatkan di main deck atau poop deck. Galley harus dilengkapi dengan ventilasi yang baik natural ataupun paksa dianjurkan untuk menempatkan kompor atau oven di tempat yang bisa didekati dari 4 arah serta memakai pemanas listrik karena daya listrik selalu tersedia dan paling aman.

PROVISION STORE

- Dry provision store sebaiknya ditempatkan dekat dengan galley untuk menyimpan semua bahan makanan yang tidak perlu didinginkan.
- Vegetable store biasanya ditempatkan pada jalan masuk ke cold store, untuk menyimpan sayuran, buah-buahan minuman dll yang didinginkan sampai temperatur sampai 4° – 10°C.
- Cold store didinginkan sampai -23° ~ -30° C untuk menyimpan makanan beku.

RUANG LAIN PADA ACCOMODATION BLOCK

Beberapa ruang besar dan kecil diperlukan dalam accomodation block seperti linen store, china ware, evaporator/fan, dsb. Ruang-ruang ini ditempatkan di bawah tangga, menempel pada engine casing atau di bagian belakang kapal.

Emergency source of Electrical Power dan battery room harus ditempatkan lebih tinggi dari poop deck, seringkali di navigation deck.

I.4 RUANG NAVIGASI

pilot house dan chart room harus berada pada bagian atas dari superstructure yaitu di navigation deck. Biasanya di deck ini juga ditempatkan radio room. Pendeteksi api dan extinguished control panel harus ditempatkan pada wheelhouse. Diluar ruang navigasi terdapat Flying bridge yang agar mempermudah abk untuk melihat keadaan kapal dan dermaga pada saat bersandar.

Untuk kapal modern, wheelhouse harus diusahakan memiliki 9 feature berikut:

1. Pengamatan 360°
2. Berada di bagian depan deck.
3. Sebuah sofa yang akan digunakan kapten selama berada di navigation deck
4. Memiliki 2 radar yang independen agar meningkatkan availability sistem sepanjang waktu.
5. Penghubung dengan kapten agar sewaktu-waktu dapat memanggil kapten untuk segera datang ke wheelhouse apabila terjadi masalah.
6. Diusahakan agar menyediakan semua peralatan dan telepon agar operator dapat menggunakannya sambil mengamati keadaan pelayaran dengan jelas.
7. Sebisa mungkin membuat banyak jendela yang dapat mencegah refleksi cahaya.
8. Harus ada jarak diluar pintu wheelhouse.
9. Memiliki flying bridge.



(Gambar 1.3: Wheel house pada kapal chemical tanker)

Peralatan navigasi pada umumnya seperti kompas, radar, dan lampu-lampu navigasi kapal harus selalu dalam kondisi yang cukup bagus. Kondisi dapat dihuni dan operasional normal adalah suatu kondisi kapal secara keseluruhan, permesinan, jasa, dan bantuan memastikan dorongan, kemampuan untuk mengemudi, ilmu pelayaran aman, api dan menggenangi keselamatan, internal dan isyarat dan komunikasi eksternal, jalan keluar, dan keadaan darurat roda-roda pemutar perahu.

Peralatan dalam ruang navigasi yang paling penting adalah lampu navigasi. Lampu navigasi berfungsi untuk lampu rambu - rambu atau tanda petunjuk posisi dari sebuah kapal jika terlihat oleh kapal yang lain. Lampu - lampu navigasi ini harus terpasang sesuai dengan peraturan keselamatan yang ada. Ada beberapa macam lampu navigasi pada kapal diantaranya :

- Masthead lamp (Lampu masthead)
Lampu ini berada pada bagian depan kapal yang terdiri dari dua tiang agung dengan masing-masing lampu warna putih pada kedua tiang agung tersebut dengan sudut pancar 225° pada bidang horisontal. Tinggi lampu pada bagian depan maksimum 12 meter dan minimum 6 meter dan pada lampu tiang dibelakang berada 4,5 m lebih tinggi daripada tiang depan dan berjarak terpendek antara kedua lampu, terpendek $L/2$ dan terpanjang 100 m. Bila kapal hanya memiliki satu buah tiang agung maka satu lampu diletakkan dirumah geladak yang paling atas. Dapat dilihat sampai sejauh 5 mil. Memiliki daya lampu sebesar 500 watt.
- Side light (Lampu samping)
Lampu samping dipasang pada sebelah kanan kiri runah geladak dan berada $\frac{3}{4}$ dari tinggi tiang agung yang terpasang pada bagian paling depan. Lampu ini memiliki warna hijau (starboard side) untuk lampu sebelah kanan dan warna merah (port side) untuk lampu sebelah kiri dengan sudut pancar $112,5^\circ$ dari sisi lambung dalam bidang horisontal ke arah luar. Dapat dilihat sampai sejauh 2 mil dengan memiliki daya sebesar 40 watt.
- Stern light (Lampu buritan)
Letak lampu ini jelas berada pada bagian buritan kapal. Stern light ini berjumlah 1 buah. Lampu ini dipasang tanpa ketentuan tingginya jadi tinggi lampu ini bisa lebih tinggi dari lampu mast head atau juga boleh lebih pendek dari lampu mast head. Warna lampu ini netral yaitu warna putih yang bersudut 135° pada bidang horisontal. Dapat dilihat sampai sejauh 2 mil dan dengan memiliki daya 40 watt.

- Anchor light (Lampu jangkar)



Penyalan dari lampu ini hanya pada malam hari jika kapal harus lgo jangkar. Lampu ini mempunyai warna netral yaitu warna putih dengan sudut pancar 136° pada bidang horisontal dan diletakkan minimal 6 m dari geladak utama. Dapat dilihat sampai sejauh 2 mil dan memiliki daya 60 watt.

- Mooring light

Mooring light ini hanya digunakan pada saat kapal bersandar saja. Untuk lampu jenis ini biasanya berjumlah satu buah setiap kapal. Mempunyai warna netral yaitu warna putih. Daya lampu yang dihasilkan cukup besar yaitu 1000 watt

- Morse light

Lampu ini berfungsi sebagai lampu rambu-rambu pada saat cuaca berkabut atau pada saat kapal kandas. Letak lampu ini berada tepat diatas lampu masthead atau pada tiang muatan. Warna lampu ini adalah warna netral yaitu warna putih dengan sudut penyinaran 360° pada bidang horisontal. Mempunyai daya lampu sebesar 200 watt.

Peralatan navigasi seperti radio dan radar juga sangat mendukung untuk kegiatan berlayar. Radio di kapal fungsinya untuk mengetahui informasi baik di lautan yang sama atau berada jauh dengan kapal tersebut. Tetapi masih berada pada jangkauan radar atau sinyal yang masih dapat ditangkap oleh radar. Jadi fungsi radio dan radar itu saling berhubungan artinya tidak bisa dipisahkan salah satu dari kedua alat tersebut.

Karena saling membutuhkan, jika ada kapal yang dekat dan dapat ditangkap oleh radar kita bisa memberi informasi apapun ke kapal itu. Misalnya kalau kapalnya jalur yang akan di lewati akan berpapasan dengan jalur yang akan kita lewati juga. Maka dengan radio kita akan bisa menghubungi kapal itu melalui pesawat telepon. Dari radar kita juga bisa memperkirakan seberapa waktu yang bisa ditempuh untuk melakukan pembelokan kapal. Karena kapal kalau membelok butuh waktu yang cukup lama tergantung dengan kecepatannya dan faktor lingkungan seperti arus air, angin, dan gelombang yang terjadi di lautan itu.

I.5 RUANG PERMESINAN

Sejak optimasi biaya diperketat dalam setiap perancangan kapal, prinsip-prinsip dibawah ini harus digunakan dalam merancang ruang permesinan:

- Merancang hingga mencapai volume minimum
- Meminimumkan masalah terhadap tujuan utama kapal
- Kesesuaian antara berat mesin dan watertight floor dengan stabilitas.
- Tidak bermasalah apabila terjadi kondisi trim yang tajam dan bermacam-macam kondisi pada saat loading-discharge.
- Kesesuaian machinery layout dengan minimum standard.
- Panjang poros yang rasional.



(Gambar I.4: Generator di dalam kamar mesin)



(Gambar I.5: Mesin penggerak utama)

I.6 PERMESINAN GELADAK

Permesinan Geladak adalah semua peralatan dengan tenaga penggerak yang berlokasi diluar ruang permesinan kapal, dan tidak ada hubungannya dengan pembangkit propulsi utama. Contoh permesinan geladak adalah steering gear, anchor windlasses, berbagai macam winch, cranes, capstan, semua jenis peralatan akses cargo, bow thrusters, rudders, serta fin stabiliser.

Hampir semua peralatan yang termasuk dalam permesinan geladak ini dalam desainnya membutuhkan teknik melebihi dari standar permesinan dan system kontrol praktis biasa. Operasi permesinan tersebut disesuaikan agar peralatan tersebut dapat bekerja dengan baik di lingkungan laut dan mampu bekerja pada berbagai kondisi unik yang sering ditemui di atas geladak kapal (laik laut)

STEERING GEAR

Tipe-tipe steering gear terdapat dalam berbagai macam variasi yang biasanya dibedakan menurut tenaga utamanya, dapat kita sebutkan disini tiga macam tipe steering gear, yaitu :

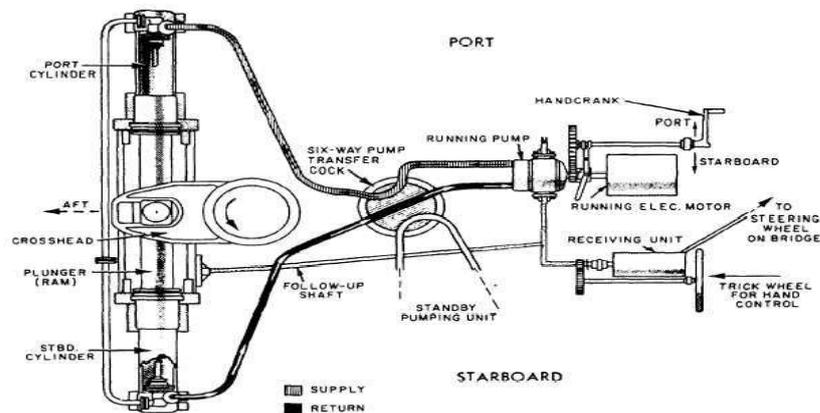
1. *Steam Steering Gear*, tipe ini menggunakan tenaga uap untuk unit tenaganya.
2. *Electric Steering Gear*, tipe ini menggunakan tenaga utama dari arus listrik.
3. *Hydraulic Steering Gear*, tipe ini memakai aliran fluida guna membangkitkan tenaga penggerak.

Untuk sistem kontrol, banyak pula macam-macamnya, misalkan saja seperti *electrical control system*, dimana pengontrolan steering gear dilakukan dengan energi listrik. Contoh lainnya

adalah *hydraulic control system*, dimana pengontrolan dilakukan secara hidrolis, dan masih banyak lagi ragam sistem control lainnya.

Untuk pemakaian steering system di kapal, system yang dipasang haruslah mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi dan sesuai dengan tipe kapalnya, sebagai contoh pada kapal tanker yang membawa muatan yang mudah terbakar tentu dibutuhkan sebuah sistem yang memiliki perilaku yang tidak menimbulkan hal-hal yang dapat menyebabkan percikan api, panas, dan hal-hal lainnya yang dapat menyebabkan kebakaran, dalam hal ini sebuah system termasuk steering system yang meminimalkan resiko terjadinya kebakaran sangatlah penting dipilih, untuk keperluan tersebut dapat dipilih tipe hydraulic steering gear. Contoh lainnya misalnya pada kapal yang memakai tenaga uap untuk pendorong utamanya, maka steam steering system lebih cocok digunakan karena tenaga uap sudah tersedia sehingga efisiensi yang optimal dapat dicapai.

Untuk sistem kontrolnya juga dipilih yang sesuai dan efisien, sistem kontrol elektrik banyak dipakai pada kapal karena kesederhanaannya, fleksibilitasnya yang tinggi, dan transmisi yang mudah, sehingga keunggulan-keunggulan tersebutlah yang membuat ia cocok dipasangkan dengan berbagai tipe steering gear sehingga munculah istilah *electro-hydraulic steering gear*, *electro-mechanical steering gear*, dan lain sebagainya. Jadi hal yang sangat penting untuk pemilihan type steering system adalah pertimbangan efisiensi, kecocokan dengan jenis kapal, dan pertimbangan-pertimbangan lain yang mendukung.



(Gambar I.6: Sistem Steering gear)

JANGKAR

Pada kapal yang sedang tertambat pada jangkar, bekerja gaya-gaya sebagai berikut;

1. Gaya oleh arus pada dasar kapal
2. Gaya oleh angin pada bagian atas kapal
3. Gaya inersia akibat pitching dan rolling.

Jangkar dan sistem penjangkaran akan menahan gaya-gaya tersebut sehingga kapal berada pada posisi yang stasioner.

Peralatan penambat meliputi;

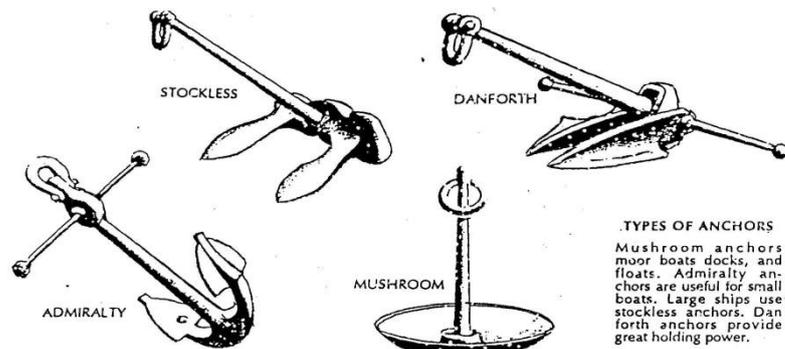
- Jangkar (*anchor*)
- Rantai jangkar (*anchor chain*)
- Lubang masuk dan keluar jangkar dan rantainya (*hawspipe holes*)
- Stopper
- Peralatan penarik jangkar (*anchor handling equipment*)

Kapal biasanya dilengkapi dengan tiga macam jangkar;

1. Jangkar haluan (*bower anchor*)
2. Jangkar arus (*stream anchor*)

Kedua macam jangkar tersebut berguna untuk menahan posisi haluan atau buritan.

3. Jangkar cemat (*kedges anchor*), untuk menarik kapal jika terjadi bahaya.



(Gambar I.7: Tipe-tipe Jangkar)

Pengaturan jangkar harus mampu;

- Melepaskan jangkar secara cepat sampai kedalaman yang disyaratkan dan dapat menghentikan gerak rantai dengan halus.
- Mengangkat rantai beserta jangkarnya
- Dapat menahan kapal pada posisi penjangkaran
- Siap untuk menyimpan jangkar dan rantainya.

Mesin untuk mengangkat jangkar disebut windlass dan anchor capstans. Berdasarkan penggeraknya mesin jangkar dapat digolongkan menjadi;

- manual
- steam
- elektrik
- internal combustion engine.

WINDLASS

Kegunaan utama dari windlass adalah sebagai penghubung atau penarik tali (rantai) jangkar. Windlass mempunyai kemampuan untuk mengangkat jangkar pada kecepatan rata-rata 5-6 fathoms/menit dari kedalaman 30-60 fathoms.



(Gambar I.8: Windlass)

Pemilihan windlass dilihat dari segi ukurannya tergantung dari beberapa hal antara lain ;

- Ukuran kapal
- Service dari kapal

- Berat jangkar dan rantai jangkar
- Losses akibat gelombang air
- Losses akibat gesekan dari hawspipe (30%-40%)

Pada beberapa kapal, windlass digunakan sebagai alat emergency dan dapat dikombinasikan dengan mooring winch dan warping head pada kapal container, tanker, ro-ro, dan kapal penumpang.

Tipe Windlass

1. Horizontal windlass

Adalah type windlass yang mempunyai poros (poros dari wildcat, gearbox utama, dan gypsy head) yang horizontal dengan deck kapal. Windlass horizontal digerakan oleh motor hidrolis dan motor listrik ataupun oleh mesin uap. Windlass jenis ini lebih murah dalam pemasangannya tapi dibutuhkan perawatan yang lebih sulit karena permesinannya yang berada diatas deck dan terkena langsung dengan udara luar dan gelombang.

2. Vertikal windlass

Vertikal windlass adalah type windlass yang mempunyai sumbu poros dari wildcat yang arahnya vertikal terhadap deck kapal. Biasanya motor penggerak dilengkapi gigi, rem dan permesinan lain yang letaknya dibawah deck cuaca dan hanya wildcat dan alat control saja yang berada diatas deck cuaca. Hal itu memberikan keuntungan, yaitu terlindunginya permesinan dari cuaca. Keuntungan lainnya adalah mengurangi masalah dari relative deck defleksion dan menyerdehanakan instalasi dan pelurusan dari windlass. Untuk mneggulung tali tambat (*warping*), sebuah capstan disambungkan pada poros utama diatas windlass. Windlass vertikal mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam menarik jangkar dan pengaturan mooring.

Pertimbangan-pertimbangan dalam desain

1. Kesesuaian wildcat dan rantai jangkar

Besarnya diameter pitch dari wildcat tergantung dari besarnya ukuran rantai jangkar dan jumlah whelps pada wildcat. Ukuran dari rantai dan wildcat sangat penting, biasanya ukuran akhir dari rantai atau tegangan yang dialami digunakan sebagai patokan dalam pemasangan rantai yang baru maka harus ada toleransi ukuran rantai karena tegangan.

2. Untuk horizontal windlass, pipa rantai yang membawa rantai kedalam chain locker harus berada dibawah windlass
3. Rem windlass harus dapat menghentikan rantai dan jangkar dalam waktu dua detik setelah rem diaktifkan. Dalam periode waktu tersebut , rem mengabsorpsi seluruh energi kinetik yang dihasilkan oleh rantai dan jangkar, dan permukaan rem biasanya menjadi panas, oleh karena itu harus digunakan material yang kuat. Untuk hasil yang maksimum, maka rem harus mengelilingi '*Brake Drum*' denga sudut mendekati 360 derajat.
4. Chain count (penghitung rantai) dapat dipasang pada windlass sebagai pengukur panjang rantai yang telah dilepaskan. Hasil pengukuran tesebut dimunculkan pada wheel house sehingga jika kedalaman laut diketahui, maka dapat dipastikan keamanan penggunaan jangkar.

Daya penggerak windlass

1. Windlass bertenaga uap

Tipe ini biasanya untuk menggerakan windlass tipe horizontal, dimana seluruh komponennya berada diatas deck cuaca. Type ini umum dijumpai pada kapal tanker karena pada umumnya kapal tanker memiliki boiler. Keuntungan windlass bertenaga uap adalah lebih simple dan mengurangi kemungkinan bahaya kebakaran pada kapal tanker, dan dapat beroperasi pada kecepatan tinggi.

2. Sistem penggerak bertenaga listrik dan electrical hydraulic system

Sistem penggerak listrik yang umum digunakan adalah motor DC, sebab mempermudah pengontrolan kecepatan. Sedang pada electric hydraulic system dimungkinkan kontrol penuh pada kecepatan penarikan dan menjamin keamanan terhadap hentakan pada poros transmisi dan roda gigi. Pada beberapa kapal, kedua system ini digunakan bersamaan pada wildcat ataupun wildcat-capstan. Kombinasi ini berfungsi sebagai emergency jika salah satu rusak atau tidak berfungsi, maka yang lain dapat menggantikannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian windlass adalah;

1. Periksa apakah kerja dari windlass terhalang obyek asing.
2. Berikan minyak pelumas pada semua tempat pelumasan, tempatkan semua minyak dan mangkok pelumas sesuai dengan aturan kerja dan periksa pula permukaan minyak pelumas transmisi roda gigi.
3. Buka katup-katup penghembus dari silinder dan katup saluran uap masuk.
4. Buka katup-katup pada saluran pipa pengisian uap masuk dari windlass atau capstan dan keluarkan uap sisa yang habis dipakai.
5. Pasang ban rem dan lepaskan penarik-penarik kabel dari bagian penggerak.
6. Periksa apakah kopling-kopling sudah terkait dengan benar.
7. Periksa apakah penggerak dengan tangan terlepas sebagaimana mestinya.
8. Buka penuh katup pembuangan uap, goncangkan katup pemasukan uap dan mulai penghembusan dan pemanasan silinder-silinder windlass atau capstan.
9. Setelah pemanasan pendahuluan, yakinkan bahwa mesin dapat digerakan sendiri dengan memutar porosnya beberapa putaran ke masing- masing arah. Apabila tidak ada suatu letusan terdengar, maka windlass atau capstan siap bekerja.

Selama operasional mesin, harus dilihat pengisian pelumas dan didengarkan suara-suara yang timbul. Apabila terdengar suara tidak normal, maka windlass harus segera dimatikan untuk diperiksa. Bila windlass dihentikan untuk waktu yang singkat, maka katup uap masuk dan katup uap keluar harus ditutup dan katup penghembus harus dibuka. Apabila windlass atau capstan tidak bekerja untuk jangka waktu lama, maka kotor dari minyak harus dibersihkan, katup-katup harus ditutup dan kerja ban rem dan kopling-kopling harus dicoba.

CAPSTAN

Ada tiga macam penyusunan Capstan yang umum digunakan. Dalam suatu penyusunan motor, elektrik brake, gear reducer dan capstan head diletakkan semuanya pada weather Deck. Penyusunan yang kedua adalah hanya capstan head yang diletakkan pada weather deck, dengan motor electric brake dan gear reducer tergantung dibawah weather deck. Penyusunan ketiga adalah hanya capstan head yang diletakkan di weather deck dengan motor, brake dan gear reducer berada di deck di bawahnya.

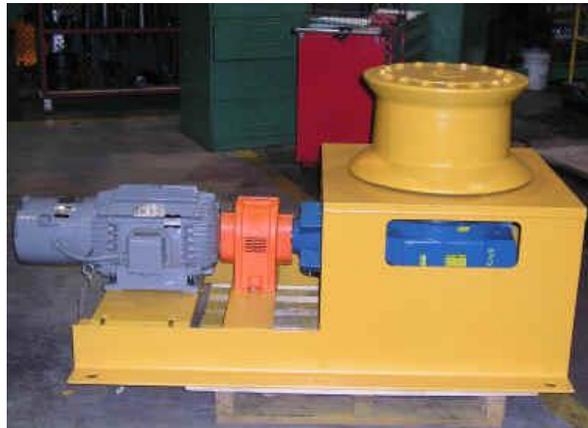
Keuntungan penyusunan dengan cara pertama, semua bagian dapat dirangkai oleh pembuat mesin untuk dipasang ditempat yang diinginkan oleh perencana/pembuat kapal. sedang kerugiannya bahwa motor dan brake harus menggunakan konstruksi yang kedap air, dan penempatannya yang menyusahkan.

Susunan yang kedua mempunyai keuntungan motor dan remnya diluar weather deck. Sehingga merupakan konstruksi yang tahan terhadap air. Susunan yang ketiga mempunyai masalah meluruskan mesin penggerak dengan capstan head. Dan juga memerlukan instalasi fleksibel kopling yang dapat menyesuaikan ketidaklurusan .

capstan head biasanya berbentuk seperti tong. Gear reducer biasanya terdiri dari roda reduksi dan gulungan dan sebuah taji, helix, atau reduksi tulang ikan. Biasanya lebih banyak digunakan roda reduksi dan gulungan dari pada reduksi yang lain dengan keuntungan efisiensi yang lebih tinggi. Semua bantalan yang ada di reducer harus berbentuk bola atau bertipe roler. Karena diperlukan untuk akurasi pelurusan dari gear gulung.

Untuk kapal dagang biasanya ketika capstan menanggung beban tertentu ditekankan untuk tidak melebihi 40 % dari yield point dari material. Motor capstan seharusnya reversibel dan biasanya terdiri dari 2 kecepatan (penuh dan seper empat), daya konstan dan bertipe sangkar

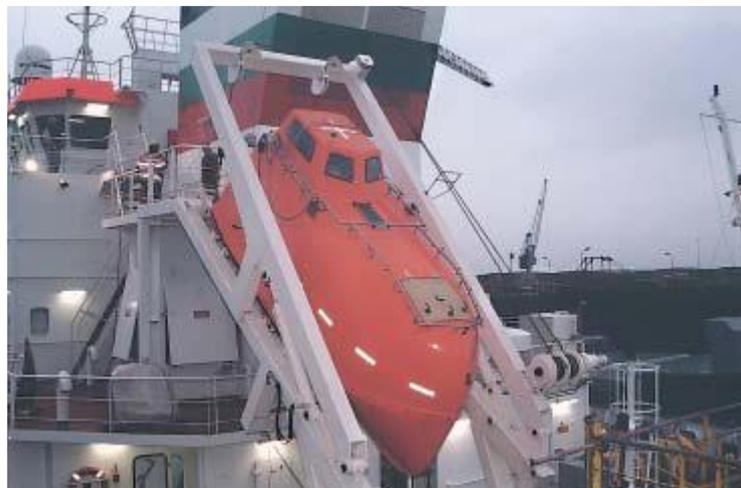
tupai. Sebuah brake seharusnya ada pada poros motor. Capstan biasanya dirancang untuk kecepatan kira-kira 30 - 35 FPM, ini kira kira sama dengan kecepatan manusia untuk melilitkan tali pada kapstan. Jika motor berkecepatan penuh dan seperempat seperti disebutkan diatas akan menghasilkan kecepatan 120 - 140 FPM.



(Gambar I.9: Capstan)

FREE FALL BOAT

Free fall boat adalah pengembangan dari sekoci penyelamat. Tipe ini memiliki tingkat kehandalan yang lebih tinggi karena waktu operasi dan meninggalkan kapalnya sangat cepat. Tetapi, biaya dalam menginstall boat ini sangat mahal sehingga perlu pertimbangan tertentu apabila sebuah kapal akan menggunakan safety equipment ini.



(Gambar I.10: free fall boat)

I.7 TANGKI-TANGKI

Kompartemen-kompartemen double bottom, ceruk haluan, dan ceruk buritan pada kapal general cargo ini akan dimanfaatkan sebagai tangki-tangki, dalam hal ini dilakukan perencanaan kapasitas dan ukuran tangki serta kemungkinan pemakaian dari tangki-tangki tersebut. Tangki-tangki ini direncanakan untuk keperluan pelayaran kapal dan motor induk, antara lain :

1. Tangki air tawar

Air tawar dibawa oleh kapal untuk 3 tujuan utama, yaitu:

- a. Untuk masak dan minum
- b. Untuk mencuci
- c. Untuk pendingin mesin

Tangki air tawar sebaiknya tidak diletakkan di double bottom walaupun tidak ada ketentuan yang mengatur tentang hal tersebut.

Untuk kapal-kapal modern, kebutuhan terhadap air tawar tidak lagi penting karena adanya mesin pembuat air tawar dengan proses desalinasi. Oleh karena itu, pihak kapal tidak perlu takut kehabisan air tawar di tengah laut, akan tetapi butuh biaya yang sangat besar untuk meng-install mesin tersebut.

2. Tangki bahan bakar MDO

MDO digunakan untuk memenuhi kebutuhan mesin bantu berupa generator set. Genset menyuplai energi listrik diantaranya untuk menggerakkan pompa-pompa (termasuk pompa unloading), motor windlass, motor capstan, energi listrik untuk penerangan, dan lain sebagainya. Dalam laporan tugas rencana umum ini telah diketahui besarnya daya listrik yang dibutuhkan untuk motor windlass, motor capstan, dan pompa loading, sedangkan kebutuhan energi listrik lainnya seperti penerangan belum diketahui, oleh karena itu diasumsikan daya motor genset sebesar 20 % dari daya motor induk.

3. Tangki bahan bakar HFO

Tangki HFO biasanya ditempatkan di double-bottom, jika jarak double bottom pada kapal tersebut relatif kecil dan sulit untuk akses keluar masuk, tidak dapat dimanfaatkan untuk menyimpan muatan dan jika ditempatkan fluida tertentu maka tidak akan terlalu mempengaruhi kestabilan kapal.

Normalnya, jika tangki digunakan untuk menampung fuel oil maka akan ada sedikit masalah dengan korosi. Oleh karena itu, tangki membutuhkan pembersihan secara teratur untuk mengeluarkan lumpur dan diadakan perbaikan jika perlu.

4. Tangki minyak pelumas

Pada dasar ganda di bagian belakang mesin induk harus dibuat tangki penampungan (sump tank) untuk menampung L.O. dari mesin induk. Pada beberapa kasus di bagian depan dibuat tangki L.O. cadangan.

Dua jarak gading pada tank top dibelakang mesin induk harus dikosongkan untuk memasang perlengkapan tangki, sedangkan tangki cadangan di depan hanya memerlukan satu jarak gading.

5. Tangki air ballast

Sistem Ballast adalah salah satu system pelayanan dikapal yang mengangkut dan mengisi air ballast. Sistem pompa ballast ditujukan untuk menyesuaikan tingkat kemiringan dan draft kapal, sebagai akibat dari perubahan muatan kapal sehingga stabilitas kapal dapat dipertahankan. Pipa balast dipasang di tangki ceruk depan dan tangki ceruk belakang (after and fore peak tank), double bottom tank, deep tank dan tanki samping (side tank). Ballast yang ditempatkan di tangki ceruk depan dan belakang ini untuk melayani kondisi trim kapal yang dikehendaki. Double bottom ballast tank dan deep tank diisi ballast untuk memperoleh sarat air yang layak, tangki ballas samping untuk memperoleh penyesuaian sarat air dalam stabilitas kapal ketika kapal bermuatan.

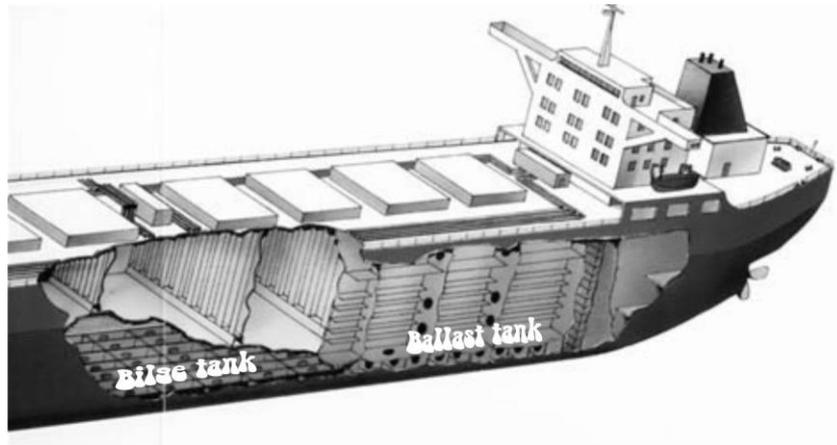
Tangki ballas diisi dan dikosongkan dengan saluran pipa yang sama, jika stop valve dipasang pada system ini. Jumlah berat ballast yang dibutuhkan untuk kapal rata-rata 10% sampai 15% dari displacement kapal.



(Gambar I.11: Ballast Tank 1)



(Gambar I.12: Ballast Tank 2)



BAB II

DETAIL LANGKAH DAN PERHITUNGAN

II.1 Menghitung Besarnya Tahanan/Hambatan Kapal.

Tahanan(resistance) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa hingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Resistance merupakan istilah yang disukai dalam hidrodinamika kapal, sedangkan istilah drag umumnya dipakai dalam aerodinamika dan untuk benda benam.

Dengan menggunakan definisi yang dipakai ITTC, selama memungkinkan, komponen tahanan secara singkat berupa:

1. Tahanan Gesek
2. Tahanan Sisa
3. Tahanan Viskos
4. Tahanan Tekanan
5. Tahanan Tekanan Viskos
6. Tahanan Gelombang
7. Tahanan Tekanan Gelombang
8. Tahanan Pemecahan Gelombang
9. Tahanan Semprotan

Sebagai tambahan dari komponen diatas, beberapa tahanan tambahan perlu disebutkan, yaitu:

1. Tahanan Anggota Badan
2. Tahanan Kekasaran
3. Tahanan Udara
4. Tahanan Kemudi

Pada perhitungan untuk mencari tahanan kapal dipakai data-data ukuran utama kapal, rumus-rumus perhitungan,tabel, dan diagram. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode Holtrop

Data Kapal :

Type Kapal	Tangker
Dimensi Utama	
Lpp :	105 meter
Lwl :	109.2 meter
Ldisp :	107.1 meter
B :	19 meter
H :	10 meter
T :	7.5 meter
Cb :	0.72
Vs :	13 knots
Cbwl :	0.721603297
Cp :	0.729040097
Cm :	0.9876
Lcb :	2
Rute :	Surabaya – Singapura (1500 mil laut)

PENENTUAN TAHANAN KAPAL

Dalam perhitungan Tahanan Kapal dengan Metoda Holtrop ukuran-ukuran yang dipergunakan adalah:

- Panjang antara garis tengah: $L_{pp} = 105$ m
- Panjang garis air : $L_{wl} = 109.2$ m
- Lebar : $B = 19$ m
- Sarat : $T = 7.5$ m
- Koefisien Blok : $\delta = 0.72$
- Koefisien Blok Waterline $\delta_{wl} = 0.721$
- Koefisien Penampang Tengah : $\beta = 0.987$
- Koefisien Prismatic Longitudinal : $\varphi = 0.72$

- Volume Displacement $\nabla = L_{wl} \times B \times T \times \delta$
 $= 109.2 \times 19 \times 7.5 \times 0.72$
 $= 12.645,69 \text{ m}^3$
- Berat Displacement : $\Delta = L_{wl} \times B \times T \times \delta \times \rho$
 $= 109.2 \times 19 \times 7.5 \times 0.72 \times 1.025$
 $= 12.961,83 \text{ ton}$
- Luas Permukaan Basah $S = 1,025 \cdot L_{pp} (\delta \cdot B + 1,7T)$
 $= 1,025 \times 105 [(0.72 \times 19) + (1,7 \times 7.5)]$
 $= 2844.529 \text{ m}^2$
- $F_n = \frac{V_s}{(g \times L_{wl})^{0.5}}$
 $= \frac{6.6872}{(9.8 \times 109.2)^{0.5}}$
 $= 0.204418386$
- $R_n = \frac{(V_s \times L_{wl})}{u}$
 $= \frac{(6.6872 \times 109.2)}{8.4931E-07}$
 $= 859806478.200$
- $u = 8.4931E-07$
 (pada suhu 30 derajat Celcius)

1. Viscous Resistance (Rv)

adalah tahanan yang diakibatkan karena adanya kekentalan fluida,

$$R_v = 0.5\rho V^2 C_f (1+k_1) S \quad (\text{principle of naval architecture vol. II, 9})$$

berdasarkan ITTC-1957 diperoleh koefisien tahanan gesek :

$$C_f = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

$$= 0.001559708$$

- Length of run (Lr)

$$L_r = L_{wl} \{1 - C_p + 0.06 C_p \times L_{cb} / (4 C_p - 1)\}$$

$$= 20.42739379 \text{ m} \quad (\text{principle of naval architecture vol. II, 91})$$

- Form Factor of bare hull

$$(1+k_1) = 0.93 + 0.4871 c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/L_r)^{0.1216} (L^3/\nabla)^{0.3649} (1-C_p)^{-0.6402}$$

(principle of naval architecture vol.II,91)

dimana c adalah nilai koefisien untuk bentuk khusus buritan kapal.
 koefisien Cstern (*principle of naval architecture vol. II, 91*):

Untuk U - shape section with Hogner stern

$$\begin{aligned}
 C_{stern} &= 10 \\
 \text{sehingga : untuk bentuk normal} \\
 c &= 1 + 0.011 C_{stern} \\
 &= 1.11 \\
 (1+k_1) &= 0.93 + 0.4871c(B/L)^{1.0681}(T/L)^{0.4611}(L/L_r)^{0.1216}(L^3/\nabla)^{0.3649}(1-C_p)^{-0.64} \\
 &= 1.319526258 \\
 \text{sehingga :} \\
 R_v &= 0.5\rho V^2 C_f (1+k_1) S \\
 &= 134.1696397 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. Appendages Resistance

Faktor bentuk (1+k) dapat dibagi menjadi : faktor bentuk karena lambung tunggal (1+k1) dan kontribusi dari tahanan tambahan (1+k2)

Type of appendages resistance : (*principle of naval architecture vol. II, 92*)

rudder of single screw ship, dengan harga (1+k2) = 1.5
 (1+k) = (1+k1) + {(1+k2) - (1+k1)} * S_{app} / S_{tot}

dimana :

$$\begin{aligned}
 S_{app} &= c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 (1.75 \cdot L \cdot T / 100) \\
 &= 14.3325 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 c_1 &= \text{untuk faktor tipe kapal} \\
 &= 1.0 \text{ (untuk kapal umum)} \\
 c_2 &= \text{untuk faktor tipe rudder} \\
 &= 1.0 \text{ (untuk kapal umum)} \\
 c_3 &= \text{untuk faktor profil rudder} \\
 &= 1.0 \text{ (untuk NACA-profil dan plat rudder)} \\
 c_4 &= \text{untuk rudder arrangement} \\
 &= 1.0 \text{ (untuk rudder in the propeller jet)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{tot} &= S_{app} + S \\
 &= 2858.861 \text{ m}^2 \\
 (1+k) &= (1+k_1) + {(1+k_2) - (1+k_1)} * S_{app} / S_{tot} \\
 &= 1.320431038
 \end{aligned}$$

(*faktor bentuk untuk single hull*)

Tahanan tambahan mempengaruhi tahanan viskositas, sehingga tahanan viskositas total adalah

$$\begin{aligned}
 R_{app} &= 0.5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_f \cdot S_{tot} \cdot (1+k) \\
 &= 134.9381312 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3. Wave Making Resistance

$$R_w/W = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot e^{[m_1 F_{nd} + m_2 \cos(\lambda F_n - 2)]}$$

(*principle of naval architecture vol. II, 92*)

persamaan berikut untuk $F_n < 0.4$:

$$\begin{aligned}
 c_1 &= 2223105 \cdot c_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - iE)^{-1.3757} \\
 &= 3.687270737
 \end{aligned}$$

(c1 adalah coeff karena bentuk lambung kapal)

dimana :

$$c_4 = B/L \quad \text{untuk } 0.11 \leq B/L \leq 0.25 \quad B/L = 0.173992674$$

(c4 adalah coeff karena)

$$iE = 125.67 B/L - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551(L_{cb} + (6.8(T_a - T_f))/T)^3$$

karena $T_a = T_f = T$ maka:

$$iE = 125.67 B/L - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551(L_{cb})^3$$

$$= 27.66602081$$

$$c_2 = \text{Exp}(-1.89 * c_3^{0.5})$$

$$= 1$$

(c_2 adalah coeff karena adanya bulbousbow)

$$c_3 = 1 - 0.8(A_t/B.T.C_m)$$

A_t = immersed are of transom at zero speed

$$= 0$$

$$c_3 = 1$$

(c_3 adalah coeff karena bentuk buritan kapal)

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B \quad \text{untuk } L/B \leq 12 \quad L/B = 5.747368421$$

$$= 0.881770928$$

$$d = -0.9$$

$$m_1 = 0.01404 L/T - 1.7525 \nabla^{1/3} / L - 4.7932 B/L - c_5$$

$$= -2.215049395$$

(m_1 adalah coeff karena bentuk lambung kapal)

$$c_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3$$

$$= 1.226381855$$

(c_5 adalah coeff karena bentuk lambung kapal)

$$m_2 = c_6 \cdot 0.4 e^{(-0.034 F_n (-3.29))} L^3 / \nabla = 116.2245614$$

$$= -0.001234676$$

(m_2 adalah coeff karena bentuk lambung kapal)

$$c_6 = -1.69385 \quad \text{untuk } L^3 / \nabla \leq 512$$

(c_6 adalah coeff karena bentuk lambung kapal)

maka :

$$R_w = W \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot e^{[m_1 F_n d + m_2 \cos(\lambda F_n - 2)]}$$

$$= 40.10802013 \text{ kN}$$

$$W = \rho \cdot g \cdot \nabla$$

$$= 112543.3764 \text{ ton}$$

4. Model Ship Correlation allowance

adalah nilai koreksi yang berhubungan dengan model kapal :

$$\text{untuk nilai } T/L < 0.4 \text{ maka } C_a : \quad T/L = 0.068681319$$

$$C_a = 0.006(L_{wl} + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003(L_{wl}/7.5)^{0.5} \cdot C_b^4 \cdot c_2(0.04 - T/L_{wl})$$

$$= 0.000623005$$

$$R_a = 0.5 \rho \cdot V^2 \cdot C_a \cdot S$$

$$= 40.61478537 \text{ kN}$$

5. Tahanan Total

$$R_t = R_v + R_w + R_a$$

$$= 214.8924452 \text{ kN}$$

untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada tahanan dan daya efektif. Kelonggaran rata-rata untuk pelayaran dinas disebut sea

$$\begin{aligned} \text{margin/service margin. Untuk rute pelayaran ini diambil nilai sea margin 20\%} \\ R_t &= (1+20\%)*R_t \\ (\text{dinas}) &= 257.8709342 \text{ KN} \end{aligned}$$

II.2 Menghitung Besarnya Daya Mesin Induk dan Memilih Mesin Induk yang Sesuai

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (*resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (*thrust*) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (*propulsor*). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (PS), sedangkan Daya Poros sendiri bersumber dari Daya Rem (PB) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal.

Ada beberapa pengertian mengenai daya yang sering digunakan didalam melakukan estimasi terhadap kebutuhan daya pada sistem penggerak kapal, antara lain :

- (i) Daya Efektif (*Effective Power-PE*);
- (ii) Daya Dorong (*Thrust Power-PT*);
- (iii) Daya yang disalurkan (*Delivered Power-PD*);
- (iv) Daya Poros (*Shaft Power-PS*);
- (v) Daya Rem (*Brake Power-PB*);
- (vi) Daya yang diindikasi (*Indicated Power-PI*).

Dari perhitungan tahanan, didapat 2 nilai tahanan kapal, yaitu:

1. $R_{t(\text{clean hull})}$ sebesar 214.89 kN
2. $R_{t(\text{service})}$ sebesar 257.87 kN

1. MENGHITUNG EHP (Effective Horse Power)

Effective horse power adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (*hull*), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar VS. Daya Efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Untuk mendapatkan besarnya Daya Efektif kapal, dapat digunakan persamaan sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} EHP &= R_t \times V_s \\ EHP &= 1724.43 \times 6.6872 \\ EHP &= 1724.434511 \text{ KW} \\ &= 2344.574454 \text{ HP} \end{aligned}$$

Keterangan ; EHP : Effective horse power (kW)
 Rt : Tahanan Kapal (kN)
 Vs : Kecepatan Dinas (m/s)

2. MENGHITUNG WAKE FRICTION (w)

Adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air yang menuju ke baling-baling, perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air akan menghasilkan harga koefisien arus ikut. Perhitungan wake friction menggunakan rumus, pada perencanaan ini digunakan tipe single screw propeller sehingga nilai w adalah

$$\begin{aligned} w &= 0.5C_b - 0.05 \\ &= 0.31 \end{aligned}$$

Keterangan; w : wake friction
 C_b : koefisien blok

3. MENGHITUNG THRUST DEDUCTION FACTOR (t)

Gaya dorong T yang diperlukan untuk mendorong kapal harus lebih besar dari R kapal, selisih antara T dengan R = T – R disebut penambahan tahanan, yang pada prakteknya hal ini dianggap sebagai pengurangan atau deduksi dalam gaya dorong baling-baling, kehilangan gaya dorong sebesar (T-R) ini dinyatakan dalam fraksi deduksi gaya dorong.

$$t = k \cdot w \quad \text{nilai } k \text{ antara } 0.7-0.9 \text{ dan diambil nilai } k = 0.9$$

$$= 0.279$$

keterangan : t : thrust deduction
k : konstanta (antara 0,7-0,9) diambil 0,8
w : wake friction

4. MENGHITUNG SPEED OF ADVANCE (Va)

Perhitungan speed of advance (Va) menggunakan rumus :

$$V_a = (1-w) \cdot V_s$$

$$= 4.614 \text{ m/s}$$

Keterangan; Va : Speed of advance (m/s)
Vs : Kecepatan dinas (m/s)
w : wake friction

5. MENGHITUNG EFISIENSI PROPULSIF

- **Efisiensi Relatif Rotatif (η_{rr})**

adalah efisiensi propeller karena perbedaan keadaan pada waktu test dengan aliran yang uniform dan keadaan pada waktu dibelakang lambung yang mempunyai aliran yang tidak uniform, sehingga turbulensi yang terjadi pada belakang lambung lebih besar daripada open water test. Harga η_{rr} untuk kapal dengan propeller tipe single screw berkisar 1.02-1.05. pada perencanaan propeller dan tabung poros propeller ini diambil harga η_{rr} sebesar 1.02

- **Efisiensi Propulsi (η_p)**

nilainya antara 40-70%, dan diambil 60%

- **Efisiensi Lambung (η_H)**

Efisiensi lambung (η_{hull}) adalah rasio antara daya efektif (PE) dan daya dorong (PT). Efisiensi Lambung ini merupakan suatu bentuk ukuran kesesuaian rancangan lambung (*stern*) terhadap *propulsor arrangement*-nya, sehingga efisiensi ini bukanlah bentuk *power conversion* yang sebenarnya. Maka nilai Efisiensi Lambung inipun dapat *lebih dari satu*, pada umumnya diambil angka sekitar 1,05. Pada efisiensi lambung, tidak terjadi konversi satuan secara langsung.

Untuk menghitung efisiensi lambung, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_H = \frac{P_E}{P_T}$$

$$= \frac{V_s \cdot R}{T \cdot V_A} \dots \dots (\text{Principle of naval architecture vol II, hal 152})$$

$$= \frac{V_s \cdot R}{V_s(1-w) \cdot R(1-t)} = \frac{(1-t)}{(1-w)}$$

$$\begin{aligned}\eta H &= \frac{(1-t)}{(1-w)} \\ &= 1.045\end{aligned}$$

- **Coeffisien Propulsif (Pc)**

Koefisien propulsive atau PC merupakan harga koefisien yang diperoleh dari perkalian antara efisiensi lambung, efisiensi relatif rotatif, dan efisiensi propeller.

$$\begin{aligned}Pc &= \eta_{rr} \cdot \eta_p \cdot \eta_H \\ &= 0.6395\end{aligned}$$

6. MENGHITUNG DAYA TABUNG POROS BURITAN BALING-BALING (DHP)

Daya pada tabung poros baling-baling dihitung dari perbandingan antara daya efektif dengan koefisien propulsif, yaitu :

$$\begin{aligned}DHP &= EHP/Pc \\ &= 3666.286778 \text{ HP}\end{aligned}$$

7. MENGHITUNG DAYA DORONG (THP)

Ketika kapal bergerak maju, propeller akan berakselerasi dengan air. Akselerasi tersebut akan meningkatkan momentum air. Berdasarkan hukum kedua Newton, gaya ekuivalen dengan peningkatan akselerasi momentum air, disebut *thrust*. Intinya, THP adalah daya yang dikirimkan propeller ke air. Penghitungannya dapat menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}THP &= EHP/\eta_H \\ &= 2243.767508 \text{ HP}\end{aligned}$$

8. MENGHITUNG DAYA PADA POROS BALING-BALING (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. Pada perencanaan ini kamar mesin di bagian belakang sehingga mengalami losses atau efisiensi transmisi porosnya (η_{snb}) sebesar 0.98

$$\begin{aligned}SHP &= DHP/\eta_{snb} \\ &= 3741.108958 \text{ HP}\end{aligned}$$

9. MENGHITUNG DAYA PENGGERAK UTAMA YANG DIPERLUKAN

a. BHPscr

Adanya pengaruh efisiensi roda sistem gigi transmisi (η_G), karena memakai sistem roda gigi reduksi tunggal atau single reduction gears dengan loss 2% untuk arah maju sehingga $\eta_G = 98\%$

$$\begin{aligned}BHPscr &= SHP/\eta_G \\ &= 3817.45812 \text{ HP}\end{aligned}$$

b. BHPmcr

daya keluaran pada kondisi maksimum dari motor induk, dimana besarnya daya BHPscr = 85% dari BHPmcr (kondisi maksimum)

$$\begin{aligned}BHPmcr &= BHPscr/0.85 \\ &= 4491.1272 \text{ HP} \\ &= 3303.224056 \text{ KW}\end{aligned}$$

II.3 Gambar Pandangan Samping Kapal

1. Jarak Gading (A_0)

Jarak gading atau Frame Spacing merupakan jarak antara 2 gading yang terletak antara Sekat Ceruk Buritan atau After Peak Bulkhead dengan Sekat Tubrukan atau Collision Bulkhead. Jarak tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 a_0 &= \frac{L}{500} + 0,48 \text{ (m)} \dots\dots \text{(BKI vol II 2006 sec 9. A 1.1)} \\
 &= \frac{105}{500} + 0,48 = 0,69 \text{ meter} \\
 &= 0,7 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Harga a_0 diambil sebesar 0.70 meter. Penentuan ini didasarkan pada kemudahan dalam pembuatan dan pemasangan gading.

Jarak Gading di Depan Sekat Tubrukan Dan di Belakang Sekat Ceruk Buritan

Menurut BKI vol II section 9 A.1.1.2, jarak antara 2 gading yang terdapat di belakang Sekat Ceruk Buritan dan di depan Sekat Tubrukan tidak boleh melebihi 600 mm. Dalam perencanaan ini diambil jarak gading sebesar 600 mm .

2. Tinggi Dasar Ganda

Menurut *BKI vol II sec 24 A 3.3*, tinggi double bottom pada tanker adalah $B/15$, dimana B adalah lebar dari kapal.

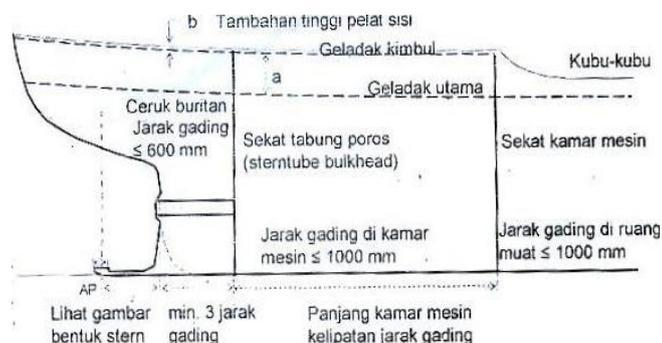
$$\begin{aligned}
 h &= B/15 \\
 &= 19/15 \\
 &= 1.2667 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Diambil $h = 1,27 \text{ m}$.

II.4 Sekat Kedap Tabung Poros, Sekat Kamar Mesin, Sekat Ruang Muat, Sekat Tubrukan.

1. Sekat Kedap Tabung Poros

Sekat ceruk buritan sekurang-kurangnya berjarak 4 jarak gading. Direncanakan jarak antara sekat ceruk buritan ke AP adalah 9 kali jarak gading yaitu $9 \times 600 = 5400 \text{ mm}$ atau 5,4 meter agar terdapat kecukupan ruang dalam memasang poros antara di buritan kamar mesin. Oleh karena itu, sekat ceruk buritan terletak di frame 10



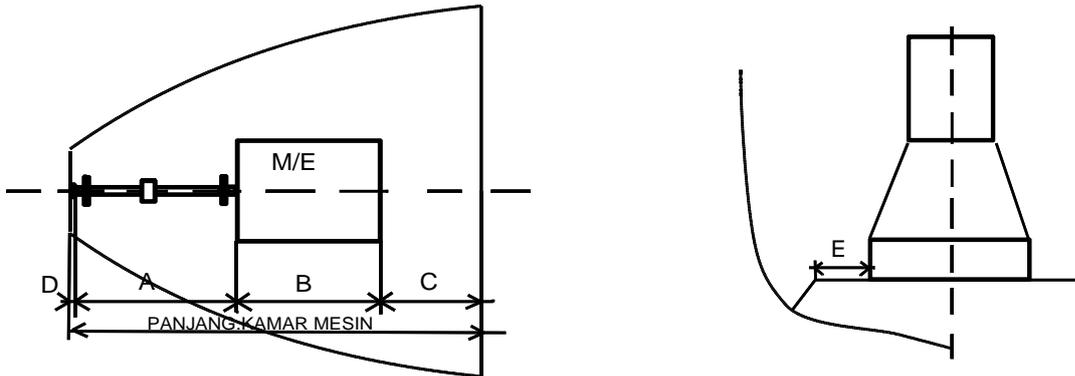
(Gambar II.1: Sketsa Sekat kedap tabung poros)

2. Sekat Kamar Mesin

Satu hal penting pada tahap awal perancangan adalah menentukan panjang kamar mesin, karena ukuran ini menentukan panjang kapal secara keseluruhan, yang selanjutnya juga mempengaruhi bentuk kapal, performance, struktur dan sebagainya.

Di luar pertimbangan kemudahan akses dan perawatan, panjang kamar mesin sebaiknya sependek mungkin, karena makin panjang kamar mesin, makin besar berat konstruksi, dan makin kecil kapasitas (ruang) muat.

Panjang kamar mesin didapat dari penjumlahan komponen panjang berikut:



dimana :

- A: panjang poros antara (panjang poros propeller plus 500-1000 mm)
- B: panjang overall mesin induk
- C: tempat outfitting di depan motor induk
- D: Jarak sekat ceruk buritan sampai ujung flens poros propeller

Semua komponen panjang ini bisa diperoleh dari data yang ada, kecuali "C". Panjang ini bervariasi sesuai tipe kapal seperti tanker, bulk carrier dll.

Umumnya, panjang "C" ini diperkirakan berdasarkan pengaturan dari tipe kapal pada tahap awal desain; selanjutnya ditentukan berdasarkan pertimbangan kemungkinan instalasi dan fitting dari peralatan bantu dan perpipaan serta semua perlengkapan yang akan dipasang di situ. Untuk itu harus dibuat lebih dulu gambar kasar peletakan sistem pipanya.

Tempat yang diperlukan di ujung belakang mesin induk "E" harus cukup untuk lewat dan untuk meletakkan pipa-pipa di bawah pelat floor. Untuk mendapatkan tempat yang cukup pada keadaan tertentu letak mesin induk harus digeser. Dengan demikian panjang kamar mesin juga ikut berubah.

Dalam hal ini panjang kamar mesin diusahakan seminimal mungkin sesuai dimensi permesinan yang ada agar ruang muat menjadi maksimal. Semakin kecil ruang kamar mesin maka akan semakin menguntungkan bagi owner.

Pada perencanaan ini panjang kamar mesin diambil antara 18%-20% Lpp dari AP yaitu sebesar 12 m, atau gading no.10 sampai 28.

Di depan ruang mesin terdapat ruang untuk penempatan pompa yang berada pada frame 28 sampai frame 32 yang berjarak 2,8 m.

Terutama pada kapal tanker, ruang pompa masuk di dalam daerah ruang muat yang terletak di depan kamar mesin. Ruang ini berfungsi sebagai pemisah atau pengisolasi kamar mesin dengan tangki ruang muat, selain itu ruangan ini juga digunakan sebagai tempat peletakan pompa untuk keperluan bongkar muat kapal.

Ruang pompa memiliki konstruksi sekat dan geladak yang kedap gas atau, gas-tight deck and bulkhead, dan tidak berhubungan langsung dengan kamar mesin. Ruang pompa disyaratkan memiliki sistem bilga tersendiri yang berhubungan dengan daerah ruang muatan.

Kecuali jika kapal mengangkut muatan dengan titik nyala atau flash point dibawah $60^{\circ} C$, sistem pompa dapat dihubungkan dengan sistem bilga dari kamar mesin.

3. Sekat Ruang Muat

Jumlah sekat kedap air bergantung dari panjang kapal. Berdasarkan aturan klasifikasi BKI volume II section 24, jumlah sekat minimum berdasarkan panjang kapal adalah sebagai berikut :

Panjang kapal (m)	Jumlah sekat
$L \leq 65$	3
$65' L \leq 85$	4
$85' L \leq 105$	4
$105' L \leq 125$	5
$125' L \leq 145$	6
$145' L \leq 165$	7
$165' L \leq 185$	8
$L \leq 185$	Rancangan khusus

Dalam perancangan sekat kedap air ini dengan panjang kapal (L_{pp}) 105 m maka digunakan 5 sekat yang terdiri dari :

- 1 buah sekat ceruk buritan
- 1 buah sekat tubrukan
- 1 buah sekat kamar mesin
- 2 buah sekat ruang muat

Tetapi, dengan pertimbangan stabilitas kapal apabila muatan sedikit maka ruang muat akan diberikan 3 sekat kedap air. Oleh karena itu, ruang muat yang akan dirancang berjumlah 4 buah yaitu:

- Ruang muat IV terletak pada frame no.32 sampai dengan 58, dengan panjang ruang muat 18 m.
- Ruang muat III terletak pada frame no.58 sampai dengan 84, dengan panjang 18 m.
- Ruang muat II terletak pada frame no.84 sampai dengan 113, dengan panjang ruang muat 20 m.
- Ruang muat I terletak pada frame no.113 sampai dengan 142, dengan panjang ruang muat 20 m .

4. Sekat Tubrukan

Menurut peraturan BKI yang tercantum pada buku peraturan konstruksi lambung , untuk semua kapal barang harus memiliki jarak sekat tubrukan yang besarnya antara $0,05 L$ sampai $0,08 L$ dari FP dimana:

Sekat ini terletak pada $0,05 - 0,08 L_{pp}$ dari FP. Di sini saya mengambil 0.08 sehingga,
 $L_{pp} = 0,08 \times 105 = 8,4 \text{ m}$ dari FP



(Gambar II.2: Sketsa sekat tubrukan)

II.5 Perencanaan Jumlah Anak Buah Kapal

Dalam menentukan jumlah anak buah kapal harus seefisien mungkin, karena hal ini mempengaruhi besar kecilnya ruangan dan terbatasnya jumlah persediaan bahan makanan dan air tawar. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah type kapal, besar kapal, banyaknya pekerjaan yang dilayani anak buah kapal, rute pelayaran, sistem otomatisasi yang ada pada kapal, dan peraturan dari negara yang bersangkutan.

Perencanaan jumlah awak kapal

Jumlah kru yang dipakai adalah 17 orang dengan perincian sebagai berikut :

1. *Captain / Kapten* : 1 Orang
2. *Deck Departement / Bagian Anjungan Perwira*
 - a. Chief Officer / Kepala Mualim : 1 Orang
 - b. Second Officer / Mualim II : 1 Orang
 - c. Third Officer / Mualim III : 1 Orang
3. *Deck Crew*
 - a. Sea Man / Kelasi : 1 Orang
 - b. Quarter master / Juru Mudi : 1 Orang
4. *Engine Depaetement / Bagian Mesin Perwira*
 - a. Chief Engineer / Kepala Kamar Mesin : 1 Orang
 - b. Masinis II / 2nd engineer : 1 Orang
 - c. Masinis III / 3rd engineer : 1 Orang
 - d. Masinis IIII / 4 rd engineer : 1 Orang
 - d. mekanik : 2 Orang
 - e. Electrician : 2 Orang
5. *Catering Department*
 - a. Juru masak / Chief cook : 1 Orang
 - b. Assisten Juru masak / Assistant cook : 1 Orang
 - c. boys : 1 Orang

Jumlah 17 orang

Tugas dari masing-masing ABK menurut :

- a) **Captain**
 - Memberi perintah pada para petugas dan bertanggung jawab penuh diatas kapal.
 - Menjalankan kapal pada waktu yang pantas.
 - Memilih crew kapal dan peralatan yang diperlukan.
 - Mengatur kapal ketika dalam pelayaran
 - Menavigasi menurut jalur yang disetujui sebelumnya.
- b) **Chief officer**
 - Memperkirakan posisi dan bertanggung jawab terhadap kapten untuk setiap tugas-tugas bawahannya
 - Bertanggung jawab dari kebersihan, sanitasi, pengkondisian, bentuk dan safety di kapal.

- Bertugas sehari penuh dan bertanggung jawab mengambil langkah-langkah yang diperlukan atas perintah captain
 - Bertanggung jawab perawatan dari lambung kapal dan perlengkapan, life saving dan peralatan pemadam kebakaran, juga kedisiplinan dan efisiensi dari crew kapal.
 - Menyusun dan koordinat dari kerja kapal dan penambatan, menyiapkan kegiatan rutin harian.
 - Memeriksa penyalahgunaan, mencegah terpecahnya disiplin dan penyimpangan perintah.
 - Mengenal seluruh bagian kapal dan anggota kapal
 - Menindaklanjuti terhadap pelanggaran disiplin
 - Dapat mengendalikan kerusakan pada kapal atau pada saat keadaan darurat.
- c) Second officer.
- Merencanakan tempat penyimpanan barang muatan, serta jenis jenis barang(kontainer yang boleh diangkut.
 - Mengetahui bentuk stoward dan mesin kerek
 - Mengurusi bagian pembukuan yang berhubungan dengan pelayaran mulai dari berangkat sampai tiba di tujuan
 - Mencatat perintah-perintah dari atasan.
 - Mengurusi onderdil dan spertparts
 - Mengurusi bagian bridges
 - Membantu bagian bagian lain dalam kapal jika diperlukan.
- d) Third Officer
- Bertanggung jawab terhadap kapten tentang radio komunikasi, baik komunikasi dengan kapal lain ataupun dengan stasiun radio pelabuhan.
 - Merangkap tugas Second Officer.
- e) Quarter master
- Membantu tugas dari kapten, terutama yang berhubungan dengan Kemudi
- f) Chief Engineer
- Bertanggung jawab untuk fungsi semua permesinan dari kapal, bahan bakar, persediaan air, listrik, pendingin di kapal.
- g) Mechanic
- Bertanggung jawab pada sistem Permesinan
- h) Chief Engineer
- merawat dan mengecek peralatan khususnya di kamar mesin
melakukan reparasi kecil terhadap peralatan di kamar mesin
- i) Electrician
- Mempunyai tanggung jawab pada peralatan listrik diatas kapal.
- j) Cook/juru masak
- Pelayan pada bagian cooking
- k). Boy
- Mengurus bagian Laundry

II.6 Pandangan Atas Geladak-Geladak, Dasar Ganda dan Tangki-Tangki

II.6.1 Pandangan Atas Geladak-Geladak

Ada beberapa ketentuan yang harus diperhatikan sehubungan dengan perencanaan ruang akomodasi di dalam kapal berdasarkan General Arrangement, di antaranya adalah :

- *Sleeping room*
 - ❑ Letak sleeping room haruslah di atas garis muatan penuh
 - ❑ Luas lantai kamar minimum adalah 4,75 m² /ABK
 - ❑ Khusus untuk kapten, chief officer dan chief engineer masing-masing kamar tidur untuk 1 orang dilengkapi dengan kamar mandi dan wc.
 - ❑ Untuk perwira lain, 1 ruang tidur untuk 1 orang atau kalau tidak mungkin, maximum untuk 2 orang.
 - ❑ Sleeping room untuk perwira lebih di atas jika dibandingkan dengan anak buah kapal lainnya kecuali radio operator.

- *Mess room*
 - ❑ Setiap kapal dilengkapi dengan mess room yang direncanakan untuk seluruh ABK, sedangkan untuk perwira mess roomnya harus terpisah dengan mess room lainnya.
 - ❑ Mess room harus dilengkapi dengan meja, kursi, dan perlengkapan yang bisa menunjang ABK dalam waktu yang bersamaan.
 - ❑ Sedapat mungkin letak mess room didekatkan dengan galley dan pantry atau akan lebih baik lagi jika susunannya vertical dalam 1 garis.
 - ❑ Cooker dan boys menggunakan mess room yang sama dengan kru lainnya tapi pada waktu yang berlainan.

- *Sanitary accommodation*
 - ❑ Setiap kapal harus dilengkapi dengan sanitary accommodation termasuk di dalamnya wash basin, shower, dan toilet di mana pemakaiannya disesuaikan dengan kebutuhan.
 - ❑ Fasilitas sanitary umum:
 - 1 tube dan shower maksimum untuk 8 orang.
 - 1 wash basin maksimum untuk 6 orang.
 - 1 WC maksimum untuk 8 orang.

- *Clinic*
 - ❑ Untuk kapal dengan crew lebih dari 15 orang harus memiliki klinik khusus untuk pelayanan kesehatan ABK.
 - ❑ Sedapat mungkin clinic dekat dengan ruangan-ruangan lainnya di kapal (mudah dijangkau).
 - ❑ Sirkulasi udara di hospital harus dijamin baik dan lancar.

- *Gudang*
 - ❑ Dry provision store atau gudang tempat penyimpanan makanan kering harus diletakkan dekat dengan galley ataupun pantry.
 - ❑ Cold provision store dan gudang untuk penyimpanan vegetable dan fruit harus mampu menampung kapasitas selama pelayaran untuk kebutuhan seluruh ABK.
 - ❑ Vegetable room didinginkan pada temperatur antara 4 sampai 10 derajat.

- *Chart room*
 - Terletak di belakang wheel house
 - Harus dilengkapi dengan meja peta dengan ukuran 1,8 x 1,2 m.
- *Galley*
 - Galley letaknya harus dekat dengan mess room, bila berjauhan harus ada pantry yang berdekatan dengan mess room.
 - Galley harus dilengkapi dengan exhaust fan.
- *Wheel house*
 - Wheel house harus diletakkan pada deck teratas dan memiliki ketinggian sedemikian rupa, sehingga pandangan ke arah samping dan depan tidak terganggu.
 - Flying bridge dibuat pada sisi samping wheel house sehingga pandangan ke arah belakang, depan, dan samping harus bebas.
 - Pintu samping kanan dan kiri wheel house pada umumnya menggunakan pintu geser.
- *Radio room*
 - Terletak setinggi mungkin pada geladak yang paling tinggi dan terlindung dari air dan gangguan cuaca.
- *ESEP room (Emergency Source of Electrical Power)*
 - ESEP room diletakkan pada deck yang paling atas dan harus mampu menyuplai listrik selama 3 jam dalam keadaan darurat.

➤ **Lampu Navigasi**

Dari buku Merchant Ships Design Handbook

- *Lampu mast head*

Tinggi H1 (pada bagian depan kapal) adalah 7,5 m sedangkan lampu kedua H2 (di atas navigation deck) tingginya 8,5 m dan jarak antara keduanya adalah lebih besar L/2. Tinggi lampu mast tidak kurang dari 1 m lebih tinggi dari lampu samping dan lampu berwarna ganda. Berwarna putih.

- *Lampu jangkar*

Terletak pada depan dan belakang kapal dengan tinggi pada tiang depan 4,5 m dan pada bagian belakang tingginya 1,5 m berwarna putih.

- *Lampu samping*

Terletak sedemikian rupa sehingga tidak terganggu oleh lampu deck dan diletakkan pada sisi terjauh untuk menunjukkan lebar kapal, berwarna merah untuk portside dan hijau untuk starboard.

➤ **Peralatan Akomodasi**

Dari Merchant Ship Handbook.

Tangga, lebar 600 – 800 mm dengan kemiringan 50 – 60 derajat dengan interval anak tangga 220 – 250 mm.

Untuk peralatan akomodasi berdasarkan ketentuan dari buku Practical Shipbuilding:

a. *Pintu*

Lebar pintu keluar	: 600 – 800 mm
Lebar pintu kabin	: 600 – 800 mm
Tinggi dari deck	: 1850 – 1950 mm

Tinggi ambang pintu kabin	: 150 – 250 mm (sesuai posisi deck)
Tinggi ambang pintu keluar	: 300 – 450 mm (sesuai posisi deck)
b. Jendela	
Tinggi	: 250 – 350 mm
Lebar	: 400 – 500 mm
Jendela bulat, diameter	: 400 mm
Ukuran jendela standart	: 350-500 450-600 550-600
	: 800-700 900-800 1000-850
Ketinggian	: 1200-2000 mm di atas dek

➤ Perencanaan Engine Casing

Engine casing harus cukup besar untuk memudahkan pekerjaan pada cylinder head station. Umumnya engine casing mempunyai tangga dalam. Tangga dalam engine casing lebarnya antara 0,6 ~ 0,8 m.

Engine casing dapat berfungsi sebagai berikut :

- Lubang pemasukan mesin
- Tempat pipa gas buang
- Lubang sinar matahari masuk
- Tempat escape ladder

Dalam perencanaan ini dimensi engine casing yang digunakan adalah sebagai berikut:

Panjang

Panjang minimal sama dengan panjang mesin pada perencanaan ini, panjang mesin adalah 5600 mm maka dipakai 5,6 m.

Lebar

Lebar mesin 2600 mm diambil lebar 2,6 m.

II.6.2 Pandangan Atas Dasar Ganda

Pada perencanaan dasar ganda, akan ditempatkan tangki-tangki sebagai berikut:

1. Tangki bahan bakar FDO
2. Tangki bahan bakar MDO
3. Tangki air Ballast

Lebar dari double hull adalah:

$$w = 0.5 + \frac{tdw}{20000}$$

w_{\min} : 1 meter

w_{\max} : 2 meter

(BKI 2006 Vol 2 Section 24)

Sehingga lebar dari double hull adalah:

$$w = 0.5 + \frac{12961.83}{20000}$$

$$w = 0.5 + 0.64$$

$$w = 1.14$$

$$w = 1 \text{ meter}$$

II.6.3 Perencanaan Tangki-Tangki

Kompartemen-kompartemen double bottom, ceruk haluan, dan ceruk buritan pada kapal general cargo ini akan dimanfaatkan sebagai tangki-tangki, dalam hal ini dilakukan perencanaan kapasitas dan ukuran tangki serta kemungkinan pemakaian dari tangki-tangki tersebut. Tangki-tangki ini direncanakan untuk keperluan pelayaran kapal dan motor induk, antara lain :

6. tangki air tawar
7. tangki bahan bakar MDO
8. tangki bahan bakar HFO
9. tangki minyak pelumas
10. tangki air ballast

II.7 Perencanaan Sistem Bongkar muat

Ada 3 tipe dasar sistem perpipaan untuk bongkar muat tanker, yaitu:

1. Direct System
2. Ring main System
3. Free Flow System

Tipe sistem memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing.

DIRECT SYSTEM

Tipe ini adalah tipe yang paling sederhana yang menggunakan beberapa katup daripada yang lain. Sistem ini menyalurkan muatan langsung dari ruang muat menuju pompa dan juga mengurangi gaya gesek. Sistem ini sangat murah untuk diinstall dan dirawat. Tetapi, sistem ini sangat sulit untuk pembersihan.

Keuntungan:

- Mudah dioperasikan.
- Karena menggunakan sedikit katup, maka mudah untuk men-setting sistem katupnya.
- Mudah untuk mengisolasi setiap bagian untuk mencegah kontaminasi.

Kerugian:

- Menyulitkan apabila digunakan untuk multiport discharge.
- Sulit untuk pembersihan

STRIPPING SYSTEM

Stripping system ialah :

- untuk membuat agar liquid atau ballast semuanya meninggalkan cargo tank setelah main pump discharge the bulk.
- Untuk membuat agar draining dan wash water yang dikumpulkan di bottom dari cargo tanks ketika selesai dibersihkan.

Stripping system biasanya terdapat 1 atau lebih pipeline yang melayani semua cargo tank. Biasanya terpisah dengan main suction piping, tetapi dapat dihubungkan, untuk membersihkan main suction lines. Ukuran line bervariasi dari 6 in untuk kapal kecil sampai 12 in. untuk kapal besar dan disediakan displacement pump, baik itu steam driven reciprocating atau electrically driven rotary pump. Pompa juga dapat dihubungkan sehingga dapat membersihkan main suction line jika dibutuhkan. Di sisi discharge stripping pump biasanya cross-connected untuk discharge ashore melalui main delivery lines, overboard atau kedalam satu atau lebih slop tank. Beberapa kapal dilengkapi dengan eductors yang dapat membantu stripping dari cargo tank. Eductor dipakai sebagai penyambung dengan cargo pump agar cepat dan handal.

➤ UKURAN UTAMA KAPAL MT REVIEANA 02

Type : OIL TANKER

Dimensi Utama

Lpp	: 105	meter
Lwl	: 109.2	meter
B	: 19	meter
T	: 7,5	meter
H	: 10	meter
Cb	: 0,72	
Vs	: 13	knot
Rute Pelayaran	: Surabaya – Singapura	
Radius Pelayaran	: 1500 mil laut	

➤ Perhitungan Volume Tangki Ruang Muat

Untuk menghitung volume pada masing-masing tangki ruang muat, akan digunakan rumus simpson yang terlampir di lampiran sehingga didapat

➤ *Diameter Pipa Utama*

$$Db = 0,0189 \times \frac{\sqrt{Q_e}}{V_c}$$

Qe = debit pompa

$$Q_e = V / t$$

$$= 11305.68 / 7$$

$$Q_e = 1615.1 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

V = volume tangki Tanker

t = waktu jam operasi pompa (Dirancang selesai dalam 7 jam operasi)

Vc = kecepatan aliran Vc = (0.75 ~ 2) m/s, diambil Vc = 2 m /s

Sehingga:

$$Db = 0,0189 \times \frac{\sqrt{Qe}}{Vc}$$

$$Db = 0,0189 \times \frac{\sqrt{1615,1}}{2}$$

$$Db = 0,379 \text{ meter}$$

$$Db \approx 0,4 \text{ meter}$$

➤ *Perencanaan Pipa Utama*

Panjang pipa = 129,68 m

Bahan pipa cast iron , $\epsilon / d = 0.008$

Jumlah sambungan T= 18

$$k = 1 \times 1.5 = 1.5$$

Jumlah belokan 90=° 4

$$k = 5 \times 0.5 = 3$$

$$k \text{ total} = 4.5$$

$$Hm = k \frac{v^2}{2g}$$

$$Hm = 4,5 \times \frac{2^2}{2 \times 9,8}$$

$$Hm = 0,918 \text{ m}$$

➤ *Perhitungan Head Mayor Pipa Utama*

$$Re = Vc \times Db / \nu \quad , \nu = \text{viskositas kinematis muatan}$$

$$= 2 \times 0,4 / 1,4 \cdot 10^{-6}$$

$$Re = 5,7 \times 10^5$$

Dari diagram moody didapat faktor gesekan f = 0.0375 sehingga :

$$Hf = f (L / Db) (Vc^2 / 2g)$$

$$Hf = 0.0375 (129,68 / 0,4) (2^2 / (2 \times 9.8))$$

$$Hf = 2,484 \text{ m}$$

Perhitungan Head Ketinggian Permukaan

$$Z = 11,64 - 0$$

$$Z = 11,64 \text{ m}$$

Head Total

$$Ht = Hm + Hf + Z$$

$$= 0,918 + 2,484 + 11,64$$

$$Ht = 15,04 \text{ m}$$

Perhitungan Daya Pompa Utama

$$P = haxQxy$$

$$\gamma = \text{Massa jenis muatan (0.8 ~ 0.9) } 10^3 \text{ kg / lt}$$

HT = Head total

η = Effisiensi pompa (0.6 ~ 0.9) → maka yang diambil adalah 0.75

$$P = \frac{Ht \times Q \times \gamma}{\eta}$$
$$P = \frac{15.04 \times 1540,9 \times 0,9}{0,75}$$

$$P = 27.810,16 \text{ Watt}$$

$$= 27,8 \text{ kW}$$

$$= 37,81 \text{ HP}$$

➤ Perhitungan Diameter Pipa Stripping Pump

V = Volume tanki terbesar = 30 m³

Vc = Kecepatan aliran minyak = 2 m/s

Qe = debit pompa

t = perkiraan waktu yang digunakan untuk men-*discharge* satu tanki minyak.
= 45 menit = 2700 sekonds.

A = luasan penampang melintang diameter pipa
= πr^2

$$Q = \text{Volume}/t$$
$$= 30/2700$$
$$= 0.011 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mencari diameter pipa:

$$Q = A/Vc$$

$$A = Q/Vc$$

$$\pi r^2 = 0.011/2$$

$$r = \sqrt{\frac{0.005}{\pi}}$$

$$r = 0.04 \text{ m}$$

diameter pipa = 0.08 m.

II.8 Perencanaan Ruang Muat

Didalam perencanaan, ruang muat akan dibagi menjadi 8 ruang muat dengan mempertimbangkan berbagai hal antara lain stabilitas, sisi ekonomi, dll. 8 ruang muat yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Ruang muat 1 (PS) dengan volume 1188.32 m³
2. Ruang muat 1 (SB) dengan volume 1188.32 m³
3. Ruang muat 2(PS) dengan volume 1549.23 m³
4. Ruang muat 2 (SB) dengan volume 1549.23 m³
5. Ruang muat 3(PS) dengan volume 1505.82 m³
6. Ruang muat 3 (SB) dengan volume 1505.82 m³
7. Ruang muat 4 (PS) dengan volume 1409.47 m³
8. Ruang muat 4 (SB) dengan volume 1409.47 m³

II.9 Perhitungan Kapasitas Tangki-Tangki

II.9.1 Tangki Air Tawar

- ❖ Untuk kebutuhan makan dan minum

$$W_{\text{fwd}} = t_c \times (R/24 V_s) \times C_{\text{fwd}}$$

Dimana

$$\begin{aligned} t_c &= \text{jumlah anak buah kapal} = 17 \text{ orang} \\ R &= \text{radius pelayaran} = 1500 \text{ mil} \\ V_s &= \text{kecepatan dinas} = 13 \text{ knot} \\ C_{\text{fwd}} &= \text{kebutuhan air minum} = 15 \text{ kg/orang/hari} \\ &= 0,015 \text{ ton/org/hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fwd}} &= 17 \times \left(\frac{1500}{24 \times 13} \right) \times 0,015 \\ &= 1,225 \text{ ton} \end{aligned}$$

- ❖ Kebutuhan untuk cuci dan mandi

$$W_{\text{fwd}} = t_c \times (R/24 V_s) \times C_{\text{fww}}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{fww}} &= 200 \text{ kg/org/hari} \\ &= 0,2 \text{ ton/org/hari} \\ &= 17 \times \left(\frac{1500}{24 \times 13} \right) \times 0,2 \\ &= 16,346 \text{ ton} \end{aligned}$$

- ❖ Kebutuhan air tawar untuk memasak

$$\begin{aligned} W_{\text{fwd}} &= t_c \times (R/24 V_s) \times C_{\text{fwc}} \\ C_{\text{fwc}} &= 4 \text{ kg/orang/hari} \\ &= 17 \times \left(\frac{1500}{24 \times 13} \right) \times 0,004 \\ &= 0,326 \text{ ton} \end{aligned}$$

- ❖ Kebutuhan air tawar untuk mesin induk

$$\begin{aligned} W_{\text{fwj}} &= BP \times c \times T \times 10^{-6} \\ c &= \text{jumlah penambahan air pendingin untuk system} \\ &= 5 \text{ kg/BHP hour} \\ W_{\text{fwj}} &= 4491,12 \times 5 \times (1500/13) \times 10^{-6} \text{ (ton)} \\ &= 2,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

- ❖ Kebutuhan air tawar untuk mesin Bantu

$$\begin{aligned} W_{\text{fae}} &= 0,1 - 0,2 W_{\text{fwj}} ; \text{diambil } 0,2 W_{\text{fwj}} \\ &= 0,2 \times 2,6 \\ &= 0,52 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, jumlah kebutuhan keseluruhan akan air tawar} \\ &= 1,225 + 16,346 + 0,326 + 2,6 + 0,52 \\ &= 21 \text{ ton} \end{aligned}$$

ρ air tawar 1000 kg/m^3 , maka

$$V = 21 \text{ m}^3$$

Tanki air tawar direncanakan ditaruh di belakang sekat belakang kamar mesin dengan dimensi $p \times l \times t = 4\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m}$ sehingga volume = 24 m^3

II.9.2 Tangki HFO

Kebutuhan bahan bakar untuk motor induk.

Motor induk yang dipakai berbahan bakar MDO dengan specific fuel oil consumption 130 g/BHP.h. Berat bahan bakar yang dibutuhkan adalah:

$$W_{fo} = BkW_{me} \cdot b_{me} \cdot S/Vs \cdot 10^{-6} \cdot C \text{ (ton)}$$

Dimana:

$$BkW_{me} = \text{BkW mesin induk (4491.12 HP)}$$

$$b_{me} = \text{specific fuel oil consumption motor induk (130 g/BHP.h)}$$

$$S = \text{jarak pelayaran (1500 mil)}$$

$$Vs = \text{kecepatan dinas (13 knot)}$$

$$C = \text{koreksi cadangan (1.3 – 1.5)}$$

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 4491.12 \times 130 \times 1500/13 \times 10^{-6} \times 1.3 \\ &= 87.568 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ HFO} = 0,991 \text{ ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Vol HFO} &= \frac{W_{FO}}{\rho_{FO}} \\ &= \frac{87.568}{0.991} \\ &= 88.36 \end{aligned}$$

Dilakukan koreksi volume bahan bakar sebesar 4% karena konstruksi dasar ganda dan ekspansi oleh temperatur (Ship Design And Construction)

$$\begin{aligned} V \text{ HFO} &= (1+0,04) 88.36 \\ &= 91.89 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume HFO yang diinstall di kapal adalah sebesar 91.89 m³ dan berada mulai dari gading ke 35 hingga gading ke 45

II.9.3 Tangki MDO

MDO digunakan untuk memenuhi kebutuhan mesin bantu berupa generator set. Genset menyuplai energi listrik diantaranya untuk menggerakkan pompa-pompa (termasuk pompa unloading), motor windlass, motor capstan, energi listrik untuk penerangan, dan lain sebagainya. Dalam laporan tugas rencana umum ini telah diketahui besarnya daya listrik yang dibutuhkan untuk motor windlass, motor capstan, dan pompa loading, sedangkan kebutuhan energi listrik lainnya seperti penerangan belum diketahui, oleh karena itu diasumsikan daya motor genset sebesar 20 % dari daya motor induk, maka :

$$\begin{aligned} W_{DO} &= 0,2 W_{HFO} \\ &= 0,2 \times 87.568 \\ &= 17.5136 \text{ ton} \\ \rho \text{ MDO} &= 0,85 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Vol MDO} = \frac{W_{DO}}{\rho_{DO}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{17.5136}{0.85} \\
 &= 20.6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dilakukan koreksi volume bahan bakar sebesar 4% karena konstruksi dasar ganda dan ekspansi oleh temperatur (Ship Design And Construction)

$$\begin{aligned}
 V \text{ MDO} &= (1+0,04) 20.6 \\
 &= 21.428 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume HFO yang diinstall di kapal adalah sebesar 21.428 m³ dan berada mulai dari gading ke 32 hingga gading ke 35.

II.9.4 Tangki Minyak Pelumas

Tangki minyak pelumas ini adalah tempat penyimpanan minyak pelumas mesin/Lub Oil/Cylinder Oil.

Lube oil storage tank
 Berat jenis minyak pelumas
 SLOC = 0,8 – 1,2 gr/BHP.h
 $\rho_{lo} = 0,9 \text{ Ton / m}^3$

Sehingga :

a. Berat minyak pelumas (W_{lo}):

$$\begin{aligned}
 W_{LO} &= PB \times S_{LOC} \times \frac{S}{V_S} \times 10^{-6} \times 1,3 \text{ (Ton)} \\
 &= 4491.12 \text{ hp} \times 1,2 \text{ g/BHP.h} \times 1500/13 \times 10^{-6} \text{ Ton/g} \times 1,3 \\
 &= 0.808 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

b. Volume tangki minyak pelumas (V_{LO}):

$$\begin{aligned}
 V_{LO} &= \frac{W_{LO}}{\rho} \\
 &= 0.808 / 0.9 \\
 &= 0.898 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pelumas auxiliary engine} &= 25 \% \text{ volume pelumas motor induk} \\
 &= 0,25 \times 0.898 \\
 &= 0,224 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total minyak pelumas} &= 0.808 + 0.224 \\
 &= 1.0325 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

II.9.5 Tangki Air Ballast

Untuk perhitungan tangki ballast berdasarkan buku Marine Auxiliary Machinery and System, hal 453, berat air ballast berkisar antara 10 - 17 % berat displacement kapal, dimana displacement kapal dan berat air ballast adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta &= 12645,69 \text{ ton} \\ W_{\text{ballast}} &= \Delta \times 13 \% \\ &= 12645,69 \text{ ton} \times 12 \% \\ &= 1517,4828\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}V_{\text{tb}} &= \frac{W_{\text{ballast}}}{\rho_{\text{air laut}}} \\ &= \frac{1517,4828 \text{ ton}}{1,025 \text{ ton/m}^3} \\ &= 1480,47 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tangki air ballast yang diinstall di kapal adalah:

- 1 Tangki Ballast 1 (PS) dengan volume 84.5 m³
- 2 Tangki Ballast 1 (SB) dengan volume 84.5 m³
- 3 Tangki Ballast 2(PS) dengan volume 219.5 m³
- 4 Tangki Ballast 2 (SB) dengan volume 219.5 m³
- 5 Tangki Ballast 3(PS) dengan volume 224.4 m³
- 6 Tangki Ballast 3 (SB) dengan volume 224.4 m³
- 7 Tangki Ballast 4 (PS) dengan volume 210.5 m³
- 8 Tangki Ballast 4 (SB) dengan volume 210.5 m³

II.10 Permesinan Geladak

II.10.1 Anchoring and Mooring

Perhitungan terhadap perencanaan windlass ini adalah menurut metode dan aturan dari buku MARINE AUXILIARY MACHINERY AND SYSTEM, M. Khetagurov. Berdasarkan BKI 2006 Vol II Section 18-2:

1. Menentukan Jumlah dan Panjang Rantai atau Tali Jangkar

a. Menentukan harga karakteristik Z

Untuk menentukan jumlah jangkar dan panjang rantai dan tali jangkar dapat dipakai harga bilangan Z¹, sebagai pembanding, dengan data - data berikut

1. Massa jenis air laut

$$\rho_{\text{air laut}} = 1,025 \text{ ton / m}^3$$

2. Displasemen kapal

$$\Delta = \nabla \times \rho_{\text{air laut}}$$

$$\begin{aligned}
&= (L_{pp} \times B \times T \times C_b) \times \rho_{\text{air laut}} \\
&= (105 \times 19 \times 7.5 \times 0,72) \times 1,025 \\
&= 11045,325 \text{ ton}
\end{aligned}$$

3. Tinggi efektif yang diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak

Dalam hal ini direncanakan tinggi efektif yang diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak adalah $h = 14$ meter

4. Luas proyeksi lambung kapal bangunan atas rumah geladak diatas garis muat musim panas dalam batas L dan sampai tinggi h adalah $A = 476.5 \text{ m}^2$

Sarat-H	= 2.5 x 120	= 300 m ²
main deck	= 22 x 2.6	= 57.2 m ²
poop deck	= 16.6 x 2.6	= 43.2 m ²
boat deck	= 10 x 2,6	= 26 m ²
wheel deck	= 5.0 x 2,6	= 13 m ²
forecastle	= 12 x 2,5 + 7.3 x 1	
	= 37.1 m ²	

Sehingga luasan total $A = 476,5 \text{ m}^2$

Sehingga

$$\begin{aligned}
Z &= \Delta^{2/3} + 2.h.B + A/10 \\
&= (11045,325)^{2/3} + (2 \times 14 \times 19) + (476.5/10) \\
&= 495,966 + 532 + 47.65 \\
&= 1075,6 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

2. Menentukan Karakteristik Peralatan

Karakteristik peralatan jangkar dapat ditentukan atau dilihat berdasarkan harga Z pada table BKI volume II 2006 (lampiran 6), sehingga di peroleh:

Diperoleh data sebagai berikut :

Jangkar

1. Jumlah jangkar Bower : 3 buah (1 cadangan)
2. Type jangkar : Stocklees anchor
3. Berat jangkar haluan (Ga) / Bower anchor : 3300 Kg
4. Berat jangkar arus / Stream anchor : 190 Kg

Rantai Jangkar

1. Panjang rantai pada jangkar Bower : 495 m
2. Ukuran diameter rantai jangkar (dc) : 58 mm
3. Panjang rantai atau tali baja untuk jangkar arus : 200 m
4. Ukuran diameter rantai jangkar : 50 mm

- 5. Kekuatan tarik : 645 KN
- 6. Panjang tali tambat : 180 m
- 7. Jumlah tali tambat : 4 buah
- 8. Kekuatan tarik tali tambat : 250 KN

Dari data - data karakteristik peralatan jangkar ini kemudian dipakai untuk menentukan perhitungan selanjutnya.

Perhitungan Jangkar Bower

a. Gaya Tarik Pengangkatan Jangkar (Tcl):

Gaya tarik pengangkatan untuk satu buah jangkar adalah ditentukan berdasarkan data - data berikut

1. Berat jangkar atau Ga

$$Ga = 3300 \text{ Kg}$$

2. Ukuran balok rantai atau dc

$$dc \approx \sqrt{Ga}$$

$$\approx \sqrt{3300} = 57.44 \text{ mm diambil harga dc diatas} = 57 \text{ mm}$$

3. Berat rantai jangkar permeter atau pa

Untuk rantai stud-link

$$Pa = 0,0218dc^2$$

$$= 0,0218 \times (57)^2$$

$$= 70.8282 \text{ Kg}$$

4. Panjang rantai jangkar yang menggantung atau La

$$La = 100 \text{ m}$$

5. Density material $\gamma_a = 7750 \text{ Kg/m}^3$

6. Density sea water $\gamma_w = 1025 \text{ kg/m}^3$

7. Factor taking into account the friction losses in the house hole and stopper (fh) antara 1,28 – 1,35 diambil harga sebesar 1,30.

Sehingga gaya tarik jangkar :

$$Tcl = 2fh \times (Ga + (pa \times La)) \times (1 - \gamma_w/\gamma_a) \text{ ,Kg}$$

$$= 2 \times 1,3 \times [3300 + (70,8282 \times 100)] \times (1 - 1025 / 7750)$$

$$= 23404,94 \text{ Kg}$$

b. Perhitungan Torsi pada Cable Lifter (Mcl) :

1. Diameter efektif kabel lifter

$$Dcl = 2Rcl$$

$$= 13,6 \cdot dc$$

$$\begin{aligned}
&= 13,6 \times 57 \\
&= 775,2 \text{ mm} \\
&= 0,7752 \text{ m}
\end{aligned}$$

2. Panjang kabel rantai jangkar yang terpasang pada satu putaran cable lifter

$$\begin{aligned}
l_c &= 5 t_c \\
&= 40 d_c \\
&= 40 \times 57 \\
&= 2280 \text{ mm} \\
&= 2,280 \text{ m}
\end{aligned}$$

3. Efisiensi cable lifter atau η_{cl} berkisar antara 0,9 sampai 0,92. Dalam perencanaan ini diambil harga efisiensi sebesar 0,91

Sehingga torsi pada kabel lifter :

$$\begin{aligned}
M_{cl} &= (T_{cl} \cdot D_{cl}) / (2 \cdot \eta_{cl}) \text{ ,Kgm} \\
&= (23404,94 \times 0,7752) / (2 \times 0,91) \\
&= 9968.96 \text{ Kgm}
\end{aligned}$$

c. Perhitungan Momen Torsi pada Poros Motor (Mm) :

1. Perbandingan putaran poros motor windlass dengan putaran poros kabel lifter atau i_a :

a. Putaran kabel lifter atau n_{cl}

$$\begin{aligned}
n_{cl} &= 300 / d_c \text{ , rpm} \\
&= 300 / 57 \\
&= 5,263 \text{ rpm}
\end{aligned}$$

b. Putaran motor penggerak atau n_m

Putaran motor penggerak atau n_m dapat ditentukan dari tabel 61 halaman 409 buku MARINE AUXILIARY MACHINERY AND SYSTEM, M. Khetagurov. Untuk jenis electric windlasses diperoleh harga n_m berkisar antara 720 sampai 1550 RPM, dengan perbandingan gigi mekanis i_a antara 105 sampai 250. Dalam perencanaan ini diambil putaran motor penggerak atau n_m sebesar 1200 RPM.

Sehingga :

$$\begin{aligned}
i_a &= n_m / n_{cl} \\
&= 1200 / 5,263 \\
&= 228
\end{aligned}$$

2. Efisiensi peralatan atau η_a

Untuk mekanisme penggerak, karena harga perbandingan putaran poros motor windlass dengan putaran poros kabel lifter atau i_a besar, dipilih tipe worm gearing harga efisiensi peralatan atau η_a adalah berkisar antara 0,7 sampai 0,85.

Dalam perencanaan ini diambil harga efisiensi peralatan atau η_a sebesar 0,75.

Sehingga

$$\begin{aligned} M_m &= M_{cl} / (i_a \cdot \eta_a) \text{ ,Kgm} \\ &= 9968.96 / (228 \times 0,75) = 58.29 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Daya Motor Penggerak Windlass

$$\begin{aligned} N_e &= (M_m \cdot n_m) / 712,60 \text{ ,HP} \\ &= (58.29 \times 1200) / 712,60 \\ &= 98.15 \text{ HP} \end{aligned}$$

Perhitungan Jangkar Arus

a. Gaya Tarik Pengangkatan Jangkar

1. Berat jangkar atau G_a

$$G_a = 190 \text{ Kg}$$

2. Ukuran balok rantai atau d_c

$$\begin{aligned} d_c &\approx \sqrt{G_a} \\ &\approx \sqrt{190} \\ &= 13,78 \text{ mm} \approx 14 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Berat rantai jangkar per meter atau p_a

Untuk rantai stud-link

$$\begin{aligned} p_a &= 0,0218 d_c^2 \\ &= 0,0218 \times (14)^2 \\ &= 4,273 \text{ Kg} \end{aligned}$$

4. Panjang rantai jangkar yang menggantung atau L_a

$$L_a = 90 \text{ m}$$

5. Density material $\gamma_a = 7750 \text{ Kg/m}^3$

6. Density sea water $\gamma_w = 1025 \text{ kg/m}^3$

7. Factor taking into account the friction losses in the house hole and stopper (f_h) antara 1,28 – 1,35 diambil harga sebesar 1,30.

Sehingga gaya tarik jangkar :

$$\begin{aligned} T_{cl} &= 2f_h \times (G_a + (p_a \times L_a)) \times (1 - \gamma_w/\gamma_a) \text{ ,Kg} \\ &= 2 \times 1,3 \times [190 + (4,273 \times 90)] \times (1 - 1025 / 7750) \\ &= 1296,241 \text{ Kg} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Torsi pada Cable Lifter atau M_{cl}

1. Diameter efektif kabel lifter

$$\begin{aligned} D_{cl} &= 2R_{cl} \\ &= 13,6 \cdot d_c \end{aligned}$$

$$= 13,6 \times 14$$

$$= 190,4 \text{ mm} = 0,1904 \text{ m}$$

2. Panjang kabel rantai jangkar yang terpasang pada satu putaran cable lifter

$$l_c = 5 t_c$$

$$= 40 d_c$$

$$= 40 \times 14$$

$$= 560 \text{ mm}$$

$$= 0,56 \text{ m}$$

3. Efisiensi cable lifter atau η_{cl} berkisar antara 0,9 sampai 0,92. Dalam perencanaan ini diambil harga efisiensi sebesar 0,91

Sehingga

$$M_{cl} = (T_{cl} \cdot D_{cl}) / (2 \cdot \eta_{cl}) \text{ ,Kgm}$$

$$= (1296,241 \times 0,1904) / (2 \times 0,91)$$

$$= 135,606 \text{ Kgm}$$

c. Perhitungan Momen Torsi pada Poros Motor (Mm) :

1. Perbandingan putaran poros motor windlass dengan putaran poros kabel lifter atau ia :

a. Putaran kabel lifter atau ncl

$$n_{cl} = 300 / d_c$$

$$= 300 / 14$$

$$= 21,429 \text{ rpm}$$

b. Putaran motor penggerak atau nm

Putaran motor penggerak atau nm dapat ditentukan dari tabel 61 halaman 409 buku MARINE AUXILIARY MACHINERY AND SYSTEM, M. Khetagurov. Untuk jenis electric windlasses diperoleh harga nm berkisar antara 720 sampai 1550 RPM, dengan perbandingan gigi mekanis ia antara 105 sampai 250. Dalam perencanaan ini diambil putaran motor penggerak atau nm sebesar 1200 RPM.

Sehingga :

$$i_a = n_m / n_{cl}$$

$$= 1200 / 21,429$$

$$= 55,999$$

c. Efisiensi peralatan atau η_a

Untuk mekanisme penggerak, karena harga perbandingan putaran poros motor windlass dengan putaran poros kabel lifter atau ia besar, dipilih tipe worm gearing harga efisiensi peralatan atau η_a adalah berkisar antara 0,7 sampai 0,85. Dalam perencanaan ini diambil harga efisiensi peralatan atau η_a sebesar 0,75.

Sehingga

$$\begin{aligned} Mm &= Mcl / (ia.\eta a) , Kgm \\ &= 135,606 / (55,999 \times 0,75) \\ &= 3,228 Kgm \end{aligned}$$

d. Perhitungan Daya Motor Penggerak Windlass
windlass tipe EAH-3

Perhitungan Volume Chain Locker

Dari buku "Practical Ship Building Vol. III B part 1", Ing. J.P. De Haan, volume chain locker dapat dihitung dengan rumusan yang ada di bawah ini atau dapat dicari dalam grafik pada figure 362 di buku yang telah disebutkan di atas. Sehingga dapat dicari sebagai berikut :

$$S_m = d^2$$

S_m : ruang untuk menyimpan setiap 100 fathoms (183 m) rantai , m^3

d : diameter rantai (in)

panjang rantai = 495 m

diameter rantai = 58 mm

$$= 58/25,4$$

$$= 2,3 \text{ in}$$

15 fathom = 25 m;

$$495 \text{ m} = 15 \times 495 / 25 = 297 \text{ fathom}$$

maka Volume Chain Locker :

$$\begin{aligned} S_m &= 297 \times (2,3)^2 / 100 \\ &= 15,7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

direncanakan ada 2 buah chain locker dengan ukuran (dimensi) untuk 1 chain locker sebagai berikut :

$$= p \times l \times t = 3 \times 2 \times 3 = 18 \text{ m}^3$$

sehingga untuk 2 buah chain locker :

$$= 36 \text{ m}^3$$

Bagian atas chain locker diberi tambahan ketinggian 1 m dan di bagian bawah diberi kotak lumpur (mud box) dengan ketinggian 400 mm + penambahan untuk semen sekitar 100 mm, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Volume chain locker} &= 3 \times 2 \times 4,5 \\ &= 27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga untuk 2 buah chain locker :} &= 2 \times 27 \\ &= 54 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan Mesin tambat (Capstan) :

$$\begin{aligned} \text{Dipilih tali tambat } N_e &= (Mm.nm) / 712,60 \text{ ,HP} \\ &= (3,228 \times 1200) / 712,60 \\ &= 5,43 \text{ HP} \approx 5,4 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dipilih dengan bahan dari nylon yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Berat / 100 m : 109 Kg
- Kekuatan tarik : 22556 Kg
- Diameter : 20,22 mm atau 0,02022 m

a. Gaya Tarik pada Capstan (T_{wb}) :

$$T_{wb} = R_{br} / 6 \text{ ,Kg}$$

Dimana :

$$R_{br} : \text{Beban putus tali tambat} = 22556 \text{ Kg}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} T_{wb} &= 22556 / 6 \\ &= 3759,333 \text{ Kg} \end{aligned}$$

b. Putaran pada poros Penggulung Capstan (N_w) :

$$N_w = \frac{19,1 \times V_w}{D_w + d_w} \text{ ,rpm}$$

Dimana :

V_w : kecepatan tarik capstan diambil = 0,25 m/s

d_w : diameter tali tambat = 0,02022 m

D_w : Diameter penggulung tali = $(5 - 8)d_w$, diambil 7 d_w

$$= 7 \times 0,02022$$

$$= 0,14154 \text{ m}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} N_w &= \frac{19,1 \times 0,25}{0,02022 + 0,14154} \\ &= 29,519 \text{ rpm} \end{aligned}$$

c. Momen Torsi Penggulung (M_m) :

$$M_m = \frac{T_{wb} \times (D_w + d_w)}{2 \times i \times \eta \times \pi \times w} \text{ ,Kgm}$$

Dimana :

$$lw = Nm/Nw \quad ; \quad \text{untuk } Nm = \text{putaran motor capstan diambil } 1200 \text{ rpm}$$

$$= 1200/29,51 = 40,65$$

$\eta_w = \text{effisiensi motor penggulung capstan } 0,9$

Sehingga :

$$Mm = \frac{3759,333x(0,14154+0,02022)}{2x40,65x0,9}$$

$$= 8,31 \text{ Kgm}$$

d. Daya Motor Capstan (N_e) :

$$N_e = \frac{Mm \times Nm}{716,2} \text{ ,HP}$$

$$= \frac{8,31 \times 1200}{716,2}$$

$$= 14 \text{ HP}$$

II.10.2 Steering Gear

a. Luas permukaan daun kemudi:

$$A = (T \times L_{pp}) / 100 (1 + 25(B/L_{pp})^2) \text{ ,m}^2$$

$$= (7.5 \times 105) / 100 (1 + 25 (19 / 105)^2)$$

$$= 14.31 \text{ m}^2$$

Dimensi Daun Kemudi :

Dimana dalam perencanaan daun kemudi diambil type balansir dengan dimensi daun kemudi disyaratkan sebagai berikut :

$$A'' \geq 0.23 A$$

$$A'' \geq 0.35 b$$

$$A'' \geq 0.7 T$$

Berdasarkan aturan reff. "Resistance Propulsion and Steering of Ship" By Van Lameran disebutkan bahwa daun kemudi untuk kapal single crew dan kemudi balansir ditentukan sebagai berikut :

$$h / b = 1,8 \quad \text{maka} \quad h = 1.8 b$$

$$A = b \times h$$

$$= b \times 1.8 b$$

$$= 1.8 \times b^2$$

sehingga didapatkan lebar daun kemudi :

$$\begin{aligned} b &= \sqrt{(A / 1.8)} \\ &= \sqrt{(14.31 / 1,8)} \\ &= 2.82 \text{ m} \sim 3 \text{ m} \end{aligned}$$

Sedangkan luas bagian balansir (A'') didapat

$$A'' = 0.23 A$$

$$\begin{aligned} A'' &= 0.23 \times 14.31 \\ &= 3.2913 \text{ m}'' \sim 3.3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

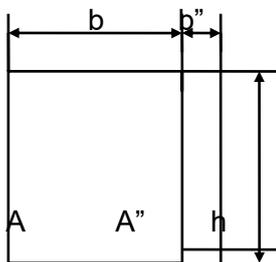
Tinggi daun kemudi (h) didapat :

$$\begin{aligned} h &= 1.8 \times b \\ &= 1.8 \times 3.0 \\ &= 5.40 \text{ m} \end{aligned}$$

Sedangkan lebar daun kemudi (b'') didapat :

$$\begin{aligned} b'' &= A'' / h \\ &= 3.3 / 5.40 \\ &= 0.611 \text{ m} \end{aligned}$$

Bentuk daun kemudi



b. Gaya Pada Daun Kemudi

Berdasarkan BKI 2001 didapat :

$$C_r = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot 132 \cdot A \cdot V_o'' \cdot X_t \quad (\text{N})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} A : \text{Luas total daun kemudi} &= A + A'' \\ &= 14.31 + 3.3 \\ &= 17.61 \end{aligned}$$

$$V_o : \text{Kecepatan Kapal} = 13 \text{ knot} = 6.407 \text{ m / s}$$

X_1 : Koefisien yang tergantung pada nilai Λ

$$\begin{aligned} \Lambda &= h'' / A_{\text{total}} \\ &= (5.40'') / 17.61 \\ &= 1.6558 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} X_1 &= (\Lambda + 2) / 3 \\ &= (1,6558 + 2) / 3 \\ &= 1,2186 \end{aligned}$$

X_2 : Koefisien type kemudi balansir = 1,0

X_3 : koefisien letak kemudi dibelakang propeller = 1.0

X_t : untuk harga normal diambil 1.0

Sehingga diperoleh :

$$Cr = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot 132 \cdot A_{total} \cdot Vo'' \cdot X_t \quad (N)$$

$$\begin{aligned} Cr &= 1.2186 \times 1 \times 1 \times 132 \times 17.61 \times 6.407'' \times 1 \\ &= 116279.7 \text{ N} = 116.279 \text{ Kn} \end{aligned}$$

c. Momen Torsi Pada Daun Kemudi (Q_r)

$$Q_r = Cr \cdot r \quad , (Nm)$$

Dimana :

$$r = c(\alpha - K_b) \quad , m$$

$b = c$ = Lebar rata-rata daun kemudi = 3.0

$$\alpha = 0,33$$

K_b = Faktor balance = 0,23

Sehingga :

$$\begin{aligned} r &= c(\alpha - K_b) \\ &= 3.0(0.33 - 0.23) \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} Q_r &= Cr \cdot r \\ &= 116.28 \times 0.3 \\ &= 34.884 \text{ kNm} \end{aligned}$$

d. Diameter Tongkat Kemudi (D_t)

$$D_t = 4.2 \times (Q_r / K_r)^{1/3} \quad , \text{ mm}$$

Dimana :

$$Q_r = 34884 \text{ Nm}$$

K_r : Faktor material = $(ReH / 235)^{0.75}$, dipakai bahan St-45 ($ReH = 441 \text{ N/mm}$)

$$\begin{aligned} &= (441 / 235)^{0.75} \\ &= 1.603348 \approx 1.6 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}Dt &= 4.2 (34884 / 1.6)^{1/3} \\ &= 117.32 \text{ mm} \\ &= 0.11\text{m}\end{aligned}$$

e. Perhitungan Daya Mesin Kemudi

1. Daya Poros Kemudi

$$Nrs = (Qr \times 2 \times \alpha \times \pi) / (t \times 180 \times 75)$$

Dimana :

$$Qr = 34884 \text{ Nm}$$

$$\alpha = \text{sudut putar kemudi} = 35^\circ$$

$$t = \text{waktu putar daun kemudi} = 30 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}Nrs &= (34884 \times 2 \times 35 \times 3.14) / (30 \times 180 \times 75) \\ &= 18.93 \text{ HP} = 14.11 \text{ kW}\end{aligned}$$

2. Daya Motor Penggerak Kemudi

$$Nm = (Nrs) / (\eta_{sg})$$

$$\text{Dimana : } Nrs = 18.93 \text{ HP}$$

η_{sg} = Effisiensi stering gear (0.1 - 0.35 untuk peralatan kemudi dengan penggerak listrik), diambil 0.25

sehingga :

$$\begin{aligned}Nm &= 18.93 / 0.25 \\ &= 75.72 \text{ HP}\end{aligned}$$

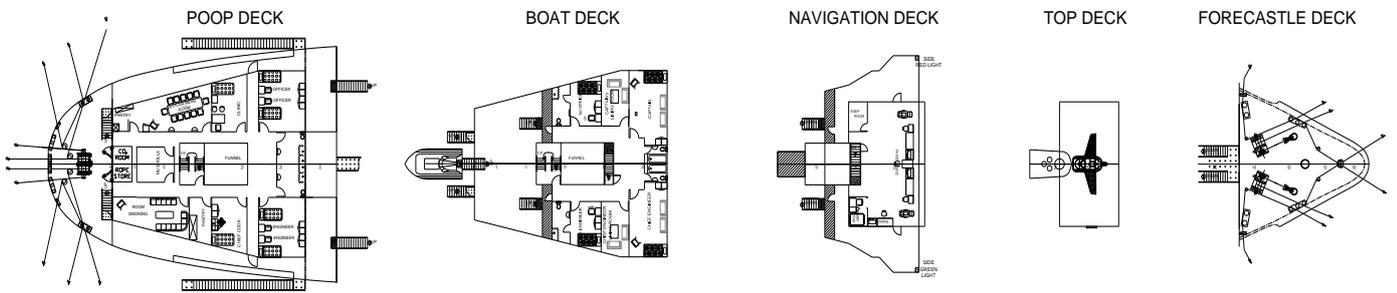
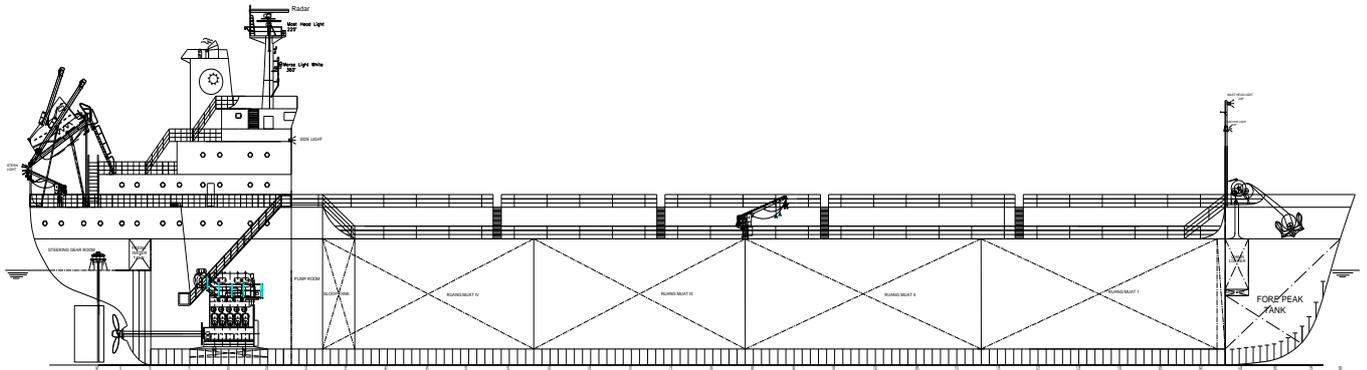
II.10.3 Perencanaan Life Boat

Sesuai dari perencanaan jumlah awak di kapal sebanyak 12 orang maka diambil sekoci yang berkapasitas 19 orang. Sekoci yang dipergunakan adalah tipe free fall life boat dengan spesifikasi :

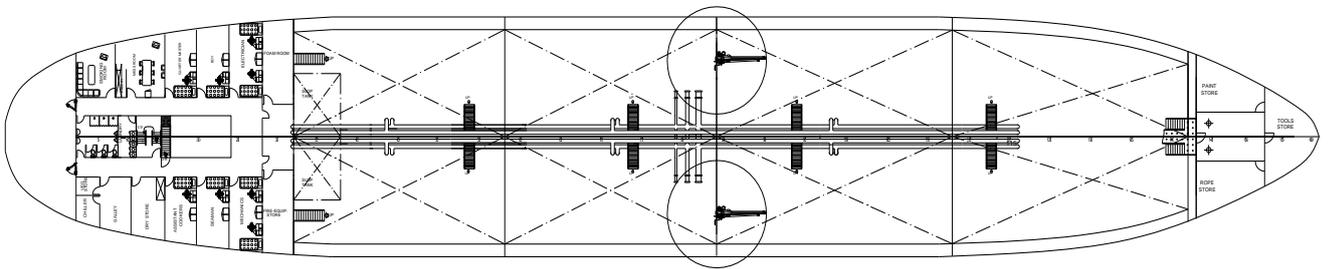
Length	=6,35 m
Breadth	=2,835 m
Height	=3,1m
Person max	=19 person

Keterangan lebih lengkap mengenai Life Boat terdapat pada project guide terlampir.

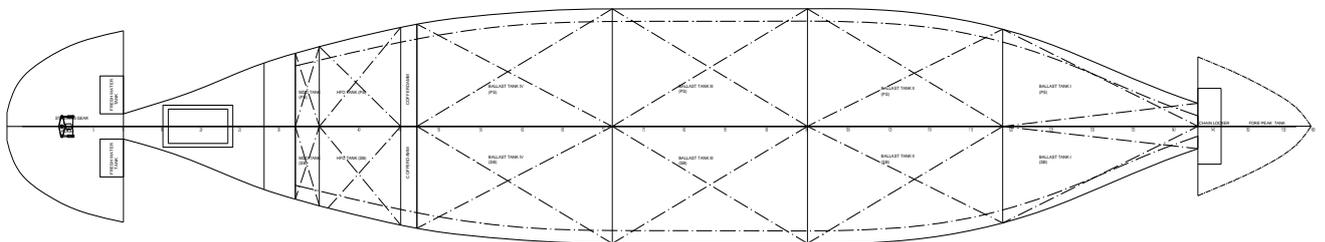
BAB III. GAMBAR RANCANGAN



MAIN DECK



DOUBLE BOTTOM



LAMPIRAN

PERHITUNGAN RUANG MUAT

RUANG MUAT 1

Gading	Gading 113			Gading 127.5			Gading 142		
Waterline									
1.27	8.3	1	8.3	6.5	1	6.5	2.9	1	2.9
5.635	8.3	4	33.2	6.58	4	26.32	2.93	4	11.72
10	8.44	1	8.44	7.87	1	7.87	5.76	1	5.76

$\Sigma 1$	h1	Luas (A)	Fs	Y
		$A = 1/3 * \Sigma 1 * h$		$A * Fs$
49.94	4.37	72.74593333	1	72.7459
40.69	4.37	59.27176667	4	237.087
20.38	4.37	29.68686667	1	29.6869

339.52

Volume= 2376.639 m3

RUANG MUAT 2

Gading	Gading 84			Gading 98.5			Gading 113		
Waterline									
1.27	8.48	1	8.48	8.4	1	8.4	8.3	1	8.3
5.635	8.48	4	33.92	8.47	4	33.88	8.3	4	33.2
10	8.49	1	8.49	8.48	1	8.48	8.44	1	8.44

$\Sigma 1$	h1	Luas (A)	Fs	Y
		$A = 1/3 * \Sigma 1 * h$		$A * Fs$
50.89	4.37	74.12976667	1	74.1298
50.76	4.37	73.9404	4	295.762
49.94	4.37	72.74593333	1	72.7459

442.637

Volume= 3098.461 m3

RUANG MUAT 3

Gading	Gading 58			Gading 71			Gading 84		
Waterline									
1.27	8.48	1	8.48	8.48	1	8.48	8.48	1	8.48
5.635	8.48	4	33.92	8.49	4	33.96	8.49	4	33.96
10	8.49	1	8.49	8.49	1	8.49	8.49	1	8.49

$\Sigma 1$	h1	Luas (A)	Fs	Y
		$A = 1/3 * \Sigma 1 * h$		$A * Fs$
50.89	4.37	74.12976667	1	74.1298
50.93	4.37	74.18803333	4	296.752
50.93	4.37	74.18803333	1	74.188

445.07

Volume= 3011.64 m3

RUANG MUAT 4

Gading	Gading 32			Gading 45			Gading 58		
Waterline									
1.27	6.6	1	6.6	7.9	1	7.9	8.48	1	8.48
5.635	6.65	4	26.6	8	4	32	8.49	4	33.96
10	8.3	1	8.3	8.49	1	8.49	8.49	1	8.49

$\Sigma 1$	h1	Luas (A)	Fs	Y
		$A = 1/3 * \Sigma 1 * h$		$A * Fs$
41.5	4.37	60.45166667	1	60.4517
48.39	4.37	70.4881	4	281.952
50.93	4.37	74.18803333	1	74.188

416.592

Volume= 2818.94 m3

Volume Ruang Muat	11305.68 m3
--------------------------	--------------------

PERHITUNGAN TANGKI HFO

Frame	WL 0		WL 0,635		WL 1,27		h1	Angka Pengali
	y	1	y	4	y	1		
35	4.32	4.32	5.61	22.44	6.3	6.3	0.635	0.333333
36	4.47	4.47	5.78	23.12	6.47	6.47		
37	4.61	4.61	5.94	23.76	6.63	6.63		
38	4.75	4.75	6.11	24.44	6.79	6.79		
39	4.88	4.88	6.28	25.12	6.95	6.95		
40	5.01	5.01	6.44	25.76	7.1	7.1		
41	5.14	5.14	6.6	26.4	7.26	7.26		

A	Fs	A x Fs	h2	Angka Pengali	Volume
13.9954	1	13.9954	0.7	0.33333	3.265561
14.41873	4	57.67493			13.45735
14.81667	2	29.63333			6.914375
15.23153	4	60.92613			14.21596
15.64217	2	31.28433			7.299605
16.03163	4	64.12653			14.96271
16.42533	1	16.42533			3.832539
					63.94809

	WL 0		WL 0,635		WL 1,27		h1	Angka Pengali
Frame	y	1	y	4	y	1		
41	5.14	5.14	6.6	26.4	7.26	7.26	0.635	0.333333
42	5.26	5.26	6.75	27	7.4	7.4		
43	5.38	5.38	6.91	27.64	7.56	7.56		
44	5.5	5.5	7.06	28.24	7.69	7.69		
45	5.62	5.62	7.2	28.8	7.82	7.82		

A	Fs	A x Fs	h2	Angka Pengali	Volume
16.42533	1	16.42533	0.7	0.33333	3.832539
16.7894	4	67.1576			15.66995
17.17887	2	34.35773			8.016724
17.5387	4	70.1548			16.36929
17.8816	1	17.8816			4.172332
					48.06083

PERHITUNGAN TANGKI MDO

	WL 0		WL 0,635		WL 1,27		h1	Angka Pengali
Frame	y	1	y	4	y	1		
32	3.88	3.88	5.09	20.36	5.78	5.78	0.635	0.333333
33	4.02	4.02	5.244	20.976	5.95	5.95		
34	4.18	4.18	5.41	21.64	6.12	6.12		
35	4.32	4.32	5.56	22.24	6.29	6.29		

A	Fs	A x Fs	h2	Angka Pengali	Volume
12.70847	1	12.70847	0.7	0.375	3.335973
13.10047	3	39.30142			10.31662
13.52127	3	40.5638			10.648
13.9065	1	13.9065			3.650456
					27.95105

Table Of Anchor, Chain, Cables and Ropes From BKI

No. for Reg.	Equipment numeral Z	Stockless anchor			Stud link chain cables							Recommended ropes				
		Bower anchor		Stream anchor	Bower anchors			Stream wire or chain for stream anchor		Towline		Mooring ropes				
		Number	Mass per anchor	Total length	Diameter			Length	Br. load ⁽²⁾	Length	Br. load ⁽²⁾	Number	Length	Br. load ⁽²⁾		
			[kg]	[m]	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	d ₃ [mm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]		[m]	[kN]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
101	up to - 50	120	40	165	12,5	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35		
102	50 - 70	180	60	220	14	14	12,5	80	65	180	100	3	80	35		
103	70 - 90	240	80	220	16	14	14	85	75	180	100	3	100	40		
104	90 - 110	300	100	247,5	17,5	16	16	85	80	180	100	3	110	40		
105	110 - 130	360	120	247,5	19	17,5	17,5	90	90	180	100	3	110	45		
106	130 - 150	420	140	275	20,5	17,5	17,5	90	100	180	100	3	120	50		
107	150 - 175	480	165	275	22	19	19	90	110	180	100	3	120	55		
108	175 - 205	570	190	302,5	24	20,5	20,5	90	120	180	110	3	120	60		
109	205 - 240	660	220	302,5	26	22	20,5	90	120	180	130	4	120	65		
110	240 - 280	780	260	330	28	24	22	90	120	180	150	4	120	70		
111	280 - 320	900	300	357,5	30	26	24	90	120	180	175	4	140	80		
112	320 - 360	1020	340	357,5	32	28	24	90	120	180	200	4	140	85		
113	360 - 400	1140	380	385	34	30	26	90	120	180	225	4	140	95		
114	400 - 450	1290	420	385	36	32	28	90	120	180	250	4	140	100		
115	450 - 500	1440	460	412,5	38	34	30	90	120	180	275	4	140	110		
116	500 - 550	1590	500	412,5	40	34	30	90	120	180	305	4	160	120		
117	550 - 600	1740	540	440	42	36	32	90	120	180	340	4	160	130		
118	600 - 660	1920	580	440	44	38	34	90	120	180	370	4	160	145		
119	660 - 720	2100	620	440	46	40	36	90	120	180	405	4	160	160		
120	720 - 780	2280	660	467,5	48	42	36	90	120	180	440	4	170	170		
121	780 - 840	2460	700	467,5	50	44	38	90	120	180	480	4	170	185		
122	840 - 910	2640	740	467,5	52	46	40	90	120	180	520	4	170	200		
123	910 - 980	2850	780	495	54	48	42	90	120	180	560	4	170	215		
124	980 - 1060	3060	820	495	56	50	44	200	600	600	600	4	180	230		
125	1060 - 1140	3300	860	495	58	50	46	200	600	645	645	4	180	250		
126	1140 - 1220	3540	900	522,5	60	52	46	200	690	690	690	4	180	270		
127	1220 - 1300	3780	940	522,5	62	54	48	200	740	740	740	4	180	285		
128	1300 - 1390	4050	980	522,5	64	56	50	200	785	785	785	4	180	305		
129	1390 - 1480	4320	1020	550	66	58	50	200	835	835	835	4	180	325		
130	1480 - 1570	4590	1060	550	68	60	52	220	890	890	890	5	190	325		
131	1570 - 1670	4890	1100	550	70	62	54	220	940	940	940	5	190	335		
132	1670 - 1790	5250	1140	577,5	73	64	56	220	1025	1025	1025	5	190	350		
133	1790 - 1930	5610	1180	577,5	76	66	58	220	1110	1110	1110	5	190	375		
134	1930 - 2080	6000	1220	577,5	78	68	60	220	1170	1170	1170	5	190	400		
135	2080 - 2230	6450	1260	605	81	70	62	240	1260	1260	1260	5	200	425		
136	2230 - 2380	6900	1300	605	84	73	64	240	1355	1355	1355	5	200	450		
137	2380 - 2530	7350	1340	605	87	76	66	240	1455	1455	1455	5	200	480		
138	2530 - 2700	7800	1380	632,5	90	78	68	260	1470	1470	1470	6	200	480		
139	2700 - 2870	8300	1420	632,5	92	81	70	260	1470	1470	1470	6	200	490		
140	2870 - 3040	8700	1460	632,5	95	84	73	260	1470	1470	1470	6	200	500		
141	3040 - 3210	9300	1500	660	97	84	76	280	1470	1470	1470	6	200	520		
142	3210 - 3400	9900	1540	660	100	87	78	280	1470	1470	1470	6	200	555		
143	3400 - 3600	10500	1580	660	102	90	78	280	1470	1470	1470	6	200	590		
144	3600 - 3800	11100	1620	687,5	105	92	81	300	1470	1470	1470	6	200	620		
145	3800 - 4000	11700	1660	687,5	107	95	84	300	1470	1470	1470	6	200	650		
146	4000 - 4200	12300	1700	687,5	111	97	87	300	1470	1470	1470	7	200	650		
147	4200 - 4400	12900	1740	715	114	100	87	300	1470	1470	1470	7	200	660		
148	4400 - 4600	13500	1780	715	117	102	90	300	1470	1470	1470	7	200	670		
149	4600 - 4800	14100	1820	715	120	105	92	300	1470	1470	1470	7	200	680		
150	4800 - 5000	14700	1860	742,5	122	107	95	300	1470	1470	1470	7	200	685		
151	5000 - 5200	15400	1900	742,5	124	111	97	300	1470	1470	1470	8	200	685		
152	5200 - 5500	16100	1940	742,5	127	111	97	300	1470	1470	1470	8	200	695		
153	5500 - 5800	16900	1980	742,5	130	114	100	300	1470	1470	1470	8	200	705		
154	5800 - 6100	17800	2020	742,5	132	117	102	300	1470	1470	1470	9	200	705		
155	6100 - 6500	18800	2060	742,5	120	107	95	300	1470	1470	1470	9	200	715		
156	6500 - 6900	20000	2100	770	124	111	97	300	1470	1470	1470	9	200	725		
157	6900 - 7400	21500	2140	770	127	114	100	300	1470	1470	1470	10	200	725		
158	7400 - 7900	23000	2180	770	132	117	102	300	1470	1470	1470	11	200	725		
159	7900 - 8400	24500	2220	770	137	122	107	300	1470	1470	1470	11	200	735		
160	8400 - 8900	26000	2260	770	142	127	111	300	1470	1470	1470	12	200	735		
161	8900 - 9400	27500	2300	770	147	132	116	300	1470	1470	1470	13	200	735		
162	9400 - 10000	29000	2340	770	152	137	121	300	1470	1470	1470	14	200	735		
163	10000 - 10700	31000	2380	770	157	142	126	300	1470	1470	1470	15	200	735		
164	10700 - 11500	33000	2420	770	162	147	131	300	1470	1470	1470	16	200	735		
165	11500 - 12400	35500	2460	770	167	152	136	300	1470	1470	1470	17	200	735		
166	12400 - 13400	38500	2500	770	172	157	141	300	1470	1470	1470	18	200	735		
167	13400 - 14600	42000	2540	770	177	162	146	300	1470	1470	1470	19	200	735		
168	14600 - 16000	46000	2580	770	182	167	151	300	1470	1470	1470	21	200	735		

d₁ = Chain diameter Grade K 1 (Ordinary quality)

d₂ = Chain diameter Grade K 2 (Special quality)

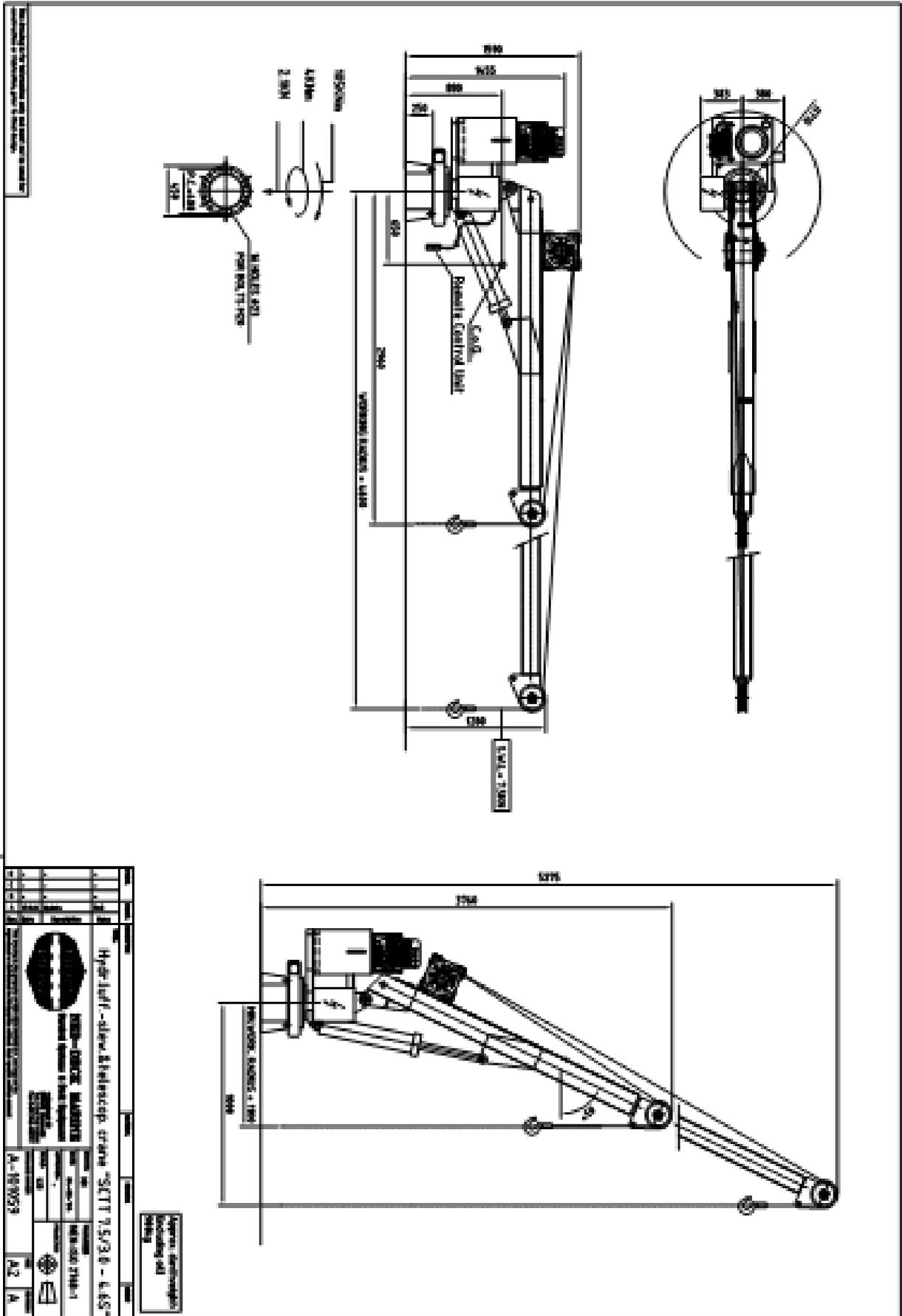
d₃ = Chain diameter Grade K 3 (Extra special quality)

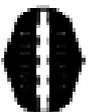
} See also D

⁰ see C.1.

² see F.1.2

Project Guide of Provision Crane



	
High Lift - slow telescopic crane - SGT 15/30 - 4.45	
Project Name: High Lift - slow telescopic crane - SGT 15/30 - 4.45	
Project Number: A-11003	
Date: 12/12/2023	
Scale: 1:1	
Drawing Code: A2	
Drawing Title: A	

Approved by:

 Date: _____

Project Guide of Hatlapa Mooring Winch



Electrically Driven Deck Machinery

Mooring Winches
Combined Anchor
and Mooring Winches
Windlass Parts
Windlasses
Anchor Capstans
Capstans



Structural features:

Pulls: 30 - 500 kN

Chain diameters:

For 17 - 127 mm stud link chains and roller chain stoppers
(bigger chain diameter on request)

Single or double drum design

Undivided or split-type drums

With or without auto-tension device

Automatic switch over for double drum mooring winches with
auto tension available

Design with fully or partially enclosed gear

With pole-changing motor or frequency controlled for stepless
speed control

With or without remotely controlled letting-go the anchor, with
automatic speed limitation

With or without chain length and speed indication

With or without remote control from ship's sides or wheelhouse

Capstans with integrated or below deck drive

Acc. IBO 3730 OCMF recommendations

Electrically Driven Deck Machinery

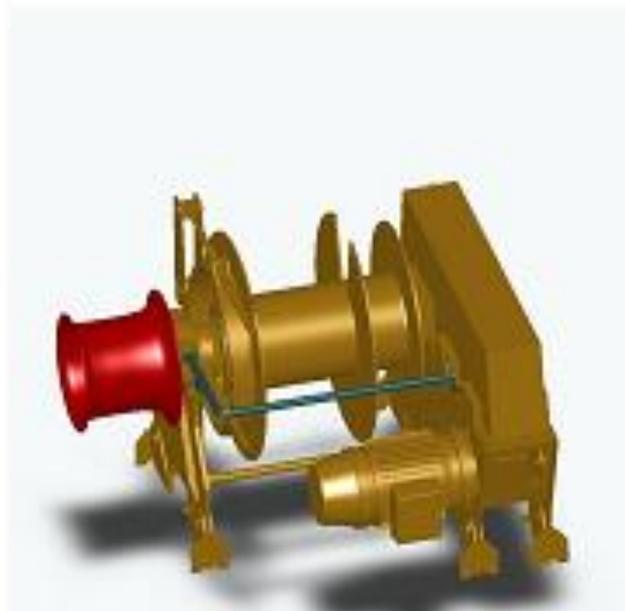
HATLAPA

Illustration from 3D-CAD

Combined Anchor and Mooring Winch



Mooring Winch



DAFTAR PUSTAKA

- Sv. Aa. Harvald. Ship Resistance and Propulsion. Airlangga University Press, Surabaya, 1993
- Lewis, Edward V. Principle of Naval Architecture. Second Revision. Vol II. Resistance, Propulsion and vibration. Published by SNAME. 601 Pavonia Avenue, Jersey City, NJ
- Biro Klasifikasi Indonesia. Volume II, Jakarta 2006
- D.J.House, Cargo Work for Maritime Operation, Elsevier, 2005
- Khetagurov, M. Marine Auxiliary Machinery and System. Peace Publisher Moskow.
- Taggart. Robert, Ship Design an Construction
- Situs internet :
 - www.eb crane.com
 - www.manbw.com
 - www.neddeck.com
 - www.zfgear.com