

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM PERPIPAAN  
KAPAL FERRY RO-RO 200 GT**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ARIF MUHAMMAD**

**D031 17 1005**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



**SKRIPSI**

**PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM PERPIPAAN  
KAPAL FERRY RO-RO 200 GT**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ARIF MUHAMMAD**

**D031 17 1005**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM  
PERPIPAAN KAPAL FERRY RO-RO 200 GT**

Disusun dan diajukan oleh

**ARIF MUHAMMAD**  
**D031171005**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal Mei 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Facrianto Fachruddin L, ST. MT  
NIP 197004261994121001

  
Fadhil Rizki Clausthaldi, ST., B.Eng., M.Sc  
NIP 199406142020115001

Ketua Program Studi,

  
Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST.  
NIP 197302062000121002



**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Arif Muhammad

NIM : D031171005

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM PERPIPAAN KAPAL FERRY RO-RO 200 GT”

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

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

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

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

Gowa, 14 Mei 2024

Yang Menyatakan



Arif Muhammad



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu,

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT, atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul

### **PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM PERPIPAAN KAPAL FERRY RO-RO 200 GT**

Pengerjaan tugas akhir ini merupakan persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyusun menyadari bahwa penyelesaian tugas akhir ini adalah suatu kebanggaan tersendiri bagi penyusun karena tantangan dan hambatan yang menghadang selama mengerjakan tugas akhir ini dapat terlewati dengan usaha dan upaya yang sungguh-sungguh dari penulis.

Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam – dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Muhammad dan Ibunda Rosmiaty Allo Lamagosse atas kesabaran, pengorbanan, nasehat dan yang terutama doa yang tak putus – putusnya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik dan untuk saudara tercinta yang telah memberikan support dan semangat tiada henti: Muhlis Muhammad, Nur Hidayah Muhammad kakak yang tercinta atas dukungannya.
  2. Bapak Farianto Facruddin L, ST.,MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Fadhil Rizki Clausthaldi, ST., B.Eng., M.Sc. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan kesabaran dalam membimbing dan mendidik penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
  3. Bapak M. Rizal Firmansyah, ST.,MT, M.Eng. dan Ibu Rosmani, M.T selaku
- ...n penguji dalam tugas akhir ini.



4. Bapak M. Rizal Firmansyah, ST.,MT, M.Eng. selaku Penasehat Akademik penulis yang telah sangat membantu terkait konsultasi akademik selama proses perkuliahan dan hal – hal lainnya.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.
7. Seluruh staff Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala persuratan di kampus.
8. Kepada teman-teman Program Studi Teknik Perkapalan Angkatan 2017 terima kasih atas segala suka dan duka yang kita alami bersama yang menjadikan penulis bisa tumbuh dewasa dalam pikiran dan perbuatan.
9. Kepada teman-teman Savage atas segala bantuan, dukungan serta masukan yang diberikan.
10. Kepada kanda-kanda senior dan adik-adik junior yang penulis tak bisa sebutkan satu persatu.
11. Yang terakhir penulis ucapkan terima kasih untuk seluruh pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang memiliki peranan dan kontribusi di dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari dengan sepenuh hati bahwa didalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan maupun kekurangan. Untuk itu peneliti memohon maaf dan meminta kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi semua pihak yang berkenan untuk membaca dan mempelajarinya.

Gowa , Maret 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
KATA PENGANTAR .....	iv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup .....	2
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Karakteristik Kapal Ferry .....	4
2.2 Komponen instalasi pipa .....	5
2.2.1 Pipa.....	5
2.2.2 Valve .....	6
2.2.3 Flanges .....	6
2.2.4 Strainer .....	7
2.2.5 Pompa.....	7
2.2.6 Filter .....	9
2.2.7 Separator .....	9
2.2.8 Klip dan Penyangga .....	9
2.3 Pemilihan Ukuran Pipa.....	10
2.4 Macam-Macam Sambungan Perpipaan.....	12
Sambungan las (but weld joint) .....	12
Sambungan ulir / screwed pipe joint.....	12



2.4.3	Sambungan Flange .....	13
2.5	Jenis-Jenis Sistem Perpipaan Di Kapal .....	13
2.5.1	Sistem Saniter Air Laut.....	13
2.5.2	Sistem Bilga Dan Ballast .....	14
2.5.3	Sistem Duga, Isi Dan Udara .....	15
2.5.4	Sistem Pengering Geladak .....	16
2.5.5	Sistem Pemadam Kebakaran .....	16
2.5.6	Sistem Air Tawar Dan Pendingin .....	17
2.5.7	Sistem Bahan Bakar .....	18
2.5.8	Sistem Minyak Lumas .....	18
2.5.9	Sistem Pembuangan Minyak Kotor .....	19
2.5.10	Sistem Pembuangan Air Kotor .....	19
2.5.11	Sistem Gas Buang .....	20
2.6	Warna Pada Sistem Perpipaan.....	21
2.7	Rhinoceros 3D .....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		23
1.1	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
1.2	Jenis Penelitian .....	23
1.3	Objek Penelitian .....	23
1.4	Jenis Data .....	25
1.5	Pengolahan Data.....	26
1.6	Kerangka Pikir.....	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
5.1	Data Utama Kapal .....	28
4.2	Bentuk 3D Kapal .....	28
4.3	Perencanaan Kebutuhan Material per Sistem Perpipaan.....	29
4.3.1	Sistem Saniter Air Laut.....	29
4.3.2	Sistem Bilga Dan Ballast .....	30
4.3.3	Sistem Duga, Isi dan Udara .....	31
4.3.4	Sistem Pengering Geladak .....	33
4.3.5	Sistem Pemadam Kebakaran .....	34



4.3.6 Sistem Air Tawar Dan Pendingin .....	36
4.3.7 Sistem Bahan Bakar .....	37
4.3.8 Sistem Minyak Pelumas.....	38
4.3.9 Sistem Pembuangan Minyak Kotor .....	40
4.3.10 Sistem Pembuangan Air Kotor .....	41
4.3.11 Sistem Gas Buang.....	42
4.4 Perencanaan Kebutuhan Material untuk Sistem Perpipaan.....	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	48
LAMPIRAN.....	50



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1 Peta Kampus Teknik Universitas Hasanuddin Gowa .....	23
Gambar 2 Gambar Rencana Konstruksi Kapal Ferry Ro-Ro 200 GT .....	24
Gambar 3 Desain 3D kapal Ferry Ro-Ro 200 GT .....	28
Gambar 4 Gambar 3D sistem saniter air laut.....	29
Gambar 5 Gambar 3D sistem bilga dan ballast .....	31
Gambar 6 Gambar 3D sistem duga, isi dan udara .....	32
Gambar 7 Gambar 3D sistem pengering geladak.....	33
Gambar 8 Gambar 3D sistem pemadam kebakaran .....	35
Gambar 9 Gambar 3D sistem air tawar dan pendingin.....	36
Gambar 10 Gambar 3D sistem bahan bakar .....	38
Gambar 11 Gambar 3D sistem minyak lumas .....	39
Gambar 12 Gambar 3D sistem pembuangan minyak kotor.....	41
Gambar 13 Gambar 3D sistem pembuangan air kotor .....	42
Gambar 14 Gambar 3D sistem gas buang .....	43



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa.....	8
Tabel 2 Kebutuhan material sistem saniter air laut .....	30
Tabel 3 Kebutuhan material sistem bilga dan ballast .....	31
Tabel 4 Kebutuhan material sistem duga, isi dan udara .....	32
Tabel 5 Kebutuhan material sistem pengering geladak .....	34
Tabel 6 Kebutuhan material sistem pemadam kebakaran .....	35
Tabel 7 Kebutuhan material sistem air tawar dan pendingin .....	37
Tabel 8 Kebutuhan material sistem bahan bakar .....	38
Tabel 9 Kebutuhan material sistem minyak lumas.....	40
Tabel 10 Kebutuhan material sistem pembuangan minyak kotor .....	41
Tabel 11 Kebutuhan material sistem pembuangan air kotor .....	42
Tabel 12 Kebutuhan material sistem gas buang .....	43
Tabel 13 Kebutuhan material untuk sistem perpipaan .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar rencana garis.....	51
Lampiran 2 Rencana umum.....	52
Lampiran 3 Gambar konstruksi memanjang kapal.....	53
Lampiran 4 Gambar konstruksi tengah kapal.....	54
Lampiran 5 Gambar konstruksi ceruk dan linggi Haluan.....	55
Lampiran 6 Gambar konstruksi ceruk dan linggi buritan.....	56
Lampiran 7 Gambar konstruksi sekat kedap .....	57
Lampiran 8 Gambar konstruksi kamar mesin.....	58
Lampiran 9 Gambar konstruksi rumah geladak kendaraan .....	59
Lampiran 10 Gambar konstruksi rumah geladak penumpang.....	60
Lampiran 11 Gambar konstruksi rumah geladak navigasi .....	61
Lampiran 12 Diagram pipa sistem bilga dan ballast .....	62
Lampiran 13 Diagram pipa sistem duga, isi dan udara .....	63
Lampiran 14 Diagram pipa sistem saniter air laut.....	64
Lampiran 15 Diagram pipa sistem pengering geladak .....	65
Lampiran 16 Diagram pipa sistem pemadam kebakaran.....	66
Lampiran 17 Diagram pipa sistem air tawar dan pendingin.....	67
Lampiran 18 Diagram pipa sistem bahan bakar .....	68
Lampiran 19 Diagram pipa sistem minyak lumas .....	69
Lampiran 20 Diagram pipa sistem pembuangan minyak kotor.....	70
Lampiran 21 Diagram pipa sistem pembuangan air kotor.....	71
Lampiran 22 Diagram pipa sistem gas buang.....	72
Lampiran 23 Tabel ukuran pipa sistem saniter air laut.....	73
Lampiran 24 Tabel ukuran pipa sistem bilga dan ballast .....	74
Lampiran 25 Tabel ukuran pipa sistem duga, isi dan udara .....	79
Lampiran 26 Tabel ukuran pipa sistem pengering geladak .....	83
Lampiran 27 Tabel ukuran pipa sistem pemadam kebakaran .....	85
Lampiran 28 Tabel ukuran pipa sistem air tawar dan pendingin.....	88
Lampiran 29 Tabel ukuran pipa sistem bahan bakar .....	91



Lampiran 30 Tabel ukuran pipa sistem minyak pelumas .....	94
Lampiran 31 Tabel ukuran pipa sistem pembuangan minyak kotor.....	95
Lampiran 32 Tabel ukuran pipa sistem pembuangan air kotor .....	97
Lampiran 33 Tabel ukuran pipa sistem gas buang .....	98



## ABSTRAK

Arif Muhammad. *PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM PERPIPAAN KAPAL FERRY RO-RO 200 GT* (Dibimbing oleh Farianto Facruddin Ldan Fadhil Rizki Clausthaldi.)

Perencanaan proyek pembangunan sebuah kapal terdiri dari perencanaan konstruksi bangunan kapal dan perencanaan sistem dalam kapal. Perencanaan konstruksi bangunan kapal bertujuan menentukan desain gambar kapal yang direncanakan, sedangkan perencanaan sistem dalam kapal merupakan perencanaan sistem-sistem yang mendukung segala kinerja yang mendukung operasional kapal, salah satunya yaitu sistem perpipaan. Sistem perpipaan perlu untuk di desain dengan baik dan perlu untuk dibuat diagram pipa tersebut. Diagram pipa menggambarkan komponen sistem dan hubungannya satu sama lain dalam bentuk skematik, sehingga informasi yang didapatkan kurang jelas mengenai jumlah material yang dibutuhkan sistem perpipaan. Untuk memperoleh jumlah material yang tepat diperlukan untuk dapat melihat bentuk sistem perpipaan yang secara nyata yang dimana dapat diperoleh dari pembuatan desain 3D berdasarkan pertimbangan dari gambar konstruksi kapal dan gambar skematik sistem perpipaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan estimasi jumlah kebutuhan material pada sistem perpipaan kapal ferry Ro-Ro 200 GT. Dari hasil yang telah didapatkan berdasarkan kebutuhan material sistem perpipaan adalah material pipa yang digunakan berukuran minimal DN 15 dan maksimal berukuran DN 125 dengan tipe pipa galvanixed dan black, total berat material untuk seluruh pipa sistem perpipaan adalah 4689.65 kg.

Kata Kunci: Ferry Ro-Ro, Sistem perpipaan, Kebutuhan Material.



## ABSTRACT

Arif Muhammad. *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING FOR THE PIPING SYSTEM OF A RO-RO 200 GT FERRY SHIP* (Supervised by Farianto Facruddin and Fadhil Rizki Clausthaldi.)

The planning of a shipbuilding project consists of planning the construction of the ship's structure and planning the systems within the ship. The construction planning aims to determine the planned ship design, while the planning of systems within the ship involves planning the systems that support all operational aspects of the ship, one of which is the piping system. The piping system needs to be designed properly, and a pipe diagram needs to be created. The pipe diagram illustrates the components of the system and their relationships in a schematic form, resulting in unclear information regarding the amount of material needed for the piping system. To obtain the exact amount of material required, it is necessary to visualize the actual piping system, which can be achieved through the creation of a 3D design based on considerations from the ship's construction drawings and schematic piping system drawings. This study aims to determine the estimated material requirement for the piping system of a Ro-Ro 200 GT ferry ship. Based on the results obtained according to the material needs of the piping system, the pipe material used ranges from a minimum size of DN 15 to a maximum size of DN 125, with galvanized and black pipe types. The total material weight for the entire piping system is 4689.65 kg

Keywords: Ferry Ro-Ro, Piping system, Material Requirement



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perencanaan proyek pembangunan sebuah kapal terdiri dari perencanaan konstruksi bangunan kapal dan perencanaan sistem dalam kapal. Perencanaan konstruksi bangunan kapal bertujuan menentukan desain gambar kapal yang direncanakan, sedangkan perencanaan sistem dalam kapal merupakan perencanaan sistem-sistem yang mendukung segala kinerja yang mendukung operasional kapal, salah satunya yaitu sistem perpipaan.

Sistem perpipaan yaitu salah satu cara yang digunakan untuk mendistribusikan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain sesuai dengan instalasi masing – masing sistem perpipaan. Peletakan komponen yang akan disambungkan dengan pipa perlu diperhatikan untuk mengurangi hal-hal yang tidak diinginkan seperti, panjang pipa yang berlebih, susunan yang kompleks, menghindari pipa melewati daerah yang tidak boleh ditembus, menghindari penembusan terhadap struktur kapal, dan lain - lain. Dalam hal ini sistem perpipaan perlu untuk di desain dengan baik dan perlu untuk dibuat diagram pipa tersebut. Diagram pipa menggambarkan komponen sistem dan hubungannya satu sama lain dalam bentuk skematik..

Dalam hal ini sistem perpipaan perlu untuk di desain dengan baik dan perlu untuk dibuat diagram pipa tersebut. Diagram pipa menggambarkan komponen sistem dan hubungannya satu sama lain dalam bentuk skematik, sehingga informasi yang didapatkan kurang jelas mengenai jumlah material yang dibutuhkan pada sistem perpipaan.

Berdasarkan masalah diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang membahas tentang kebutuhan material sistem perpipaan dengan judul skripsi:

**PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL SISTEM PERPIPAAN**

**FERRY RO-RO 200 GT.**



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas, maka dapat diperoleh rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah

1. Berapa estimasi kebutuhan material pada setiap sistem perpipaan pada kapal ferry Ro-Ro 200 GT?
2. Berapa estimasi kebutuhan material pada seluruh sistem perpipaan pada kapal ferry Ro-Ro 200 GT?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menentukan estimasi jumlah kebutuhan material pada setiap sistem perpipaan kapal ferry Ro-Ro 200 GT.
2. Menentukan estimasi jumlah kebutuhan material pada seluruh sistem perpipaan kapal ferry Ro-Ro 200 GT.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian sebagai berikut :

1. Menjadi bahan referensi bagi galangan kapal dalam menentukan biaya kebutuhan material pada sistem perpipaan kapal.
2. Menjadi informasi dalam pengadaan material pada sistem perpipaan.
3. Menjadi basis data dalam penataan material dalam gudang

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup/pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian tercapai. Berikut ruang lingkup/batasan masalah dalam penelitian ini adalah

Perhitungan estimasi kebutuhan pipa hanya pada sistem perpipaan yang terpasang pada kapal.

Objek yang diteliti adalah kapal ferry Ro-Ro 200 GT.



3. Desain / Rancangan 3D sistem perpipaan tidak membutuhkan kapasitas pompa dan sistem instalasi perpipaan.



## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1. Karakteristik Kapal Ferry

Kapal Ferry merupakan sarana angkutan penyeberangan yang dapat mengangkut penumpang, kendaraan, barang, maupun ternak dari satu daratan ke daratan yang lain. Kapal Ferry mempunyai peranan penting dalam sistem pengangkutan bagi banyak kota di pesisir pantai, membuat transit langsung antar kedua tujuan dengan biaya lebih kecil dibandingkan jembatan atau terowongan . (Setyo Adi,2014)

Sebagai produk suatu teknologi transportasi, sebuah kapal ferry mempunyai ciri – ciri umum sebagai berikut (Trian, 2017, p.1):

1. Geladak disyaratkan dengan lebar yang cukup besar untuk pengangkutan kendaraan agar arus keluarnya kendaraan menjadi cepat.
2. Penempatan kendaraan sedemikian rupa sehingga terlindungi dari air laut.
3. Pintu ramp, baik itu di depan dan di belakang maupun di samping.
4. Untuk mencukupi lebar kapal, kapal dilengkapi dengan vender untuk mencegah terjadinya shock.

Karakteristik lebih spesifik dari kapal Ro-Ro penumpang adalah bongkar muat dilakukan secara horizontal menggunakan roda dari dan ke dalam kapal melalui rampdoor kapal. Menurut Hadisuwarno (1996) dalam Trian (2017, p.2), umumnya bentuk–bentuk muatan diangkut dengan kapal feri adalah :

1. Bisa digerak sendiri, misalnya mobil
2. Barang – barang di atas truk dan penumpang dalam bus
3. Barang – barang di atas roll palte
4. Container di atas chasiss
5. Penumpang yang bergerak sendiri.

Pemilihan lokasi pelabuhan penyeberangan, terkadang tidak atikan perbedaan pasang surut. Untuk mengantisipasi hal ini, maka kapal bisa mempunyai sarat relatif kecil. Di samping itu, kapal feri harus bisa



bermanuver dengan cepat. Hal ini penting terutama pada saat memasuki daerah pelabuhan. Olehnya itu kapal – kapal penyebrangan biasanya mempunyai baling – baling ganda agar dapat melakukan manuver dengan baik. peraturan pemuatan kendaraan – kendaraan di kapal feri adalah:

- a. Ruang untuk kendaraan, tinggi ruang kendaraan mobil kecil/sedang minimal 2,5 m, kendaraan truk 3,8 m dan trailer 4,75 m.
- b. Jarak minimal kendaraan sisi kiri dan kanan 60 cm dan jarak antara muka dan belakang 30 cm.
- c. Jarak antara dinding kapal dengan kendaarn 60 cm.
- d. Antara pintu ramp haluan dengan sekat tubrukan dan pintu ramp buritan dengan sekat buritan tidak boleh dimuati kendaraan.

## 2.2 Komponen instalasi pipa

Menurut Kiryanto (2009),Sistem instalasi pipa terdiri dari komponen-komponen yang mendukung proses pemindahan fluidanya. Komponen-komponen yang diperlukan dalam instalasi sistem pipa antara lain:

### 2.2.1 Pipa

Pipa adalah suatu batang silinder berongga yang dapat berfungsi untuk dilalui atau mengalirkan zat cair, uap, gas ataupun zat padat yang dapat dialirkan yang berjenis serbuk/tepung. Untuk pembuatan pipa baja dapat dibuat dengan beberapa metode antara lain seamless pipe, butt welded pipe dan spiral welded pipe. Pembuatan pipa disesuaikan dengan kebutuhan dan dibedakan dari batas kekuatan tekanan, ketebalan dinding pipa, temperatur zat yang mengalir, jenis material berkaitan dengan korosi dan kekuatan pipa tersebut. Pada penamaan pipa terdiri dari jenis pipa, dan ukuran pipa / diameter pipa. Diameter pipa sendiri dibagi dua : diameter luar dan diameter dalam, selain itu ada yang menamakan pipa dari ketebalan pipa yaitu ketebalan antara diameter luar dan diameter dalam dan karena dikenal dengan istilah schedules. Untuk instalasi pipa dikapal, pipa-pipa tidak hanya pipa lurus melainkan terdapat belokan, cabang, mengecil, naik dan turun. Panjang dari pipa beraneka ragam, ada yang panjang ataupun pendek.



### 2.2.2 Valve

Valve atau yang biasa disebut katup adalah sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas, cairan, padatan terfluidisasi) dengan membuka, menutup, atau menutup sebagian dari jalan alirannya. Pemilihan jenis valve bergantung pada:

- a. Jenis fluida yang mengalir
- b. Jumlah aliran
- c. Tujuan/fungsi valvenya

Macam-macam valve:

- a. Gate valve
- b. Globe Valve
- c. Ball Valve
- d. Globe Check Valve
- e. Swing check Valve
- f. Plug Valve
- g. Butterfly Valve
- h. Diaphragm Valve
- i. Pinch Valve

### 2.2.3 Flanges

Pipa sesuai dengan panjangnya dihubungkan dengan flens untuk pipa baja. Flens baja dibentuk dengan las bubut, ulir atau menambah pipa. Dimana kedua ujung pipa yang akan disambung dipasang flens kemudian diikat dengan baut (bolt). Flens pipa dikelompokkan menurut besarnya tekanan yang disesuaikan dengan tekanan kerja maksimum ataupun di atasnya. Tetapi tekanan kerja maksimum pada uap, udara kompresi, udara/gas, air, minyak dan lain-lain, instalasi pipa disesuaikan dengan besarnya tekanan dan kondisi fluida.

Is-jenis flange pipa bisa dibedakan, antara lain:



- a. Jenis flange berdasarkan ukuran (dimensi) ANSI, misalnya: ANSI#150, ANSI#300, ANSI#600 dan seterusnya.
- b. Jenis flange berdasarkan schedule, misalnya: sch 30, sch 40, sch 80, sch XS (extra strong) dan lain-lain.
- c. Jenis flange berdasarkan tipe face pada pipa, misalnya: type flat face, type raised face dan ring type joint.
- d. Jenis flange berdasarkan bentuknya menurut ANSI.

Berdasarkan ANSI (American National Standards Institute), flange dibedakan jenisnya menjadi :

- a. Socket Flanges
- b. Slip On Flanges (Flange tipe slip on)
- c. Lap Joint Flanges
- d. Weldneck Flanges (Flange tipe weldneck)
- e. Threaded Flanges (Flange tipe Ulir )
- f. Blind Flanges

#### 2.2.4 Strainer

Dengan semakin meningkatnya persaingan pasar, penekanan lebih banyak ditujukan pada pengurangan penghentian pabrik dan perawatan. Dalam sistem steam dan kondensat, kerusakan pabrik seringkali diakibatkan oleh kotoran – kotoran baik yang berupa padat, cair atau gas pada saluran pipa. Strainers adalah peralatan yang menangkap padatan tersebut dalam cairan atau gas dan melindungi peralatan dari pengaruh–pengaruh yang membahayakan, dengan begitu mengurangi waktu penghentian dan perawatan. Strainer harus dipasang pada bagian hulu pada setiap Steam traps, punggukur aliran dan valve kendali.

#### 2.2.5 Pompa

Dalam memilih suatu pompa untuk suatu maksud tertentu, terlebih dahulu ketahui kapasitas aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat akan dipompa.



Selain dari pada itu, agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, perlu ditaksir berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasinya. Atas dasar tekanan isap ini maka putaran pompa dapat ditentukan. (Sularso dan Haruo Tahara, 2018)

Tabel 1 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa

No.	Data yang diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas	Diperlukan juga keterangan mengenai kapasitas maksimum dan minimum Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa.
2	Konsisi isap	Tinggi fluktuasi permukaan air isap. Tekanan yang bekerja pada permukaan air isap. Konsisi pipa isap. Tinggi permukaan air keluar ke level pompa.
3	Kondisi keluar	Tinggi fluktuasi permukaan air keluar Besarnya tekanan pada permukaan air keluar. Kondisi pipa keluar.
4	Head total pompa	Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi di atas
5	Jenis zat cair	Air tawar, air laut, minyak, zat cair khusus (zat kimia), temperatur, berat jenis, viskositas, kandungan zat padat, dll
6	Jumlah pompa	
7	Kondisi kerja	Kerja terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam setahun
8	Penggerak	Motor listrik, motor bakar torak, turbin uap
9	Poros tegak atau mendatar	Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa yang bersangkutan berdasarkan instalasinya. Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa yang bersangkutan berdasarkan instalasinya.



### 2.2.6 Filter

Filter digunakan untuk membuang partikel-partikel yang lebih kecil. Filter yang digunakan dalam sistem steam biasanya terdiri dari elemen filter dari baja tahan korosi. Prosesnya menghasilkan struktur berpori yang sangat halus dalam baja tahan korosi, yang membuang berbagai partikel dari fluida yang melewatinya. Sifat pori-pori dari elemen filter akan menciptakan penurunan tekanan yang lebih besar yang melewati filter yang terdapat pada strainer dengan ukuran sama. Filter mudah rusak apabila laju aliran yang berlebih dan melewati batasan yang ditentukan oleh pihak pembuatnya.

### 2.2.7 Separator

Separator digunakan untuk menghilangkan tetesan air dari steam. Steam basah mengandung sejumlah air, dan merupakan salah satu perhatian utama pada berbagai sistem steam. Kandungan air dari steam yang dihasilkan oleh boiler akan terus meningkat jika terjadi pemindahan. Kehilangan panas pada pipa distribusi akan menyebabkan steam mengembun. Karena gaya gravitasi, molekul air yang mengembun akan mengendap dibagian bawah pipa membentuk sebuah lapisan air. Steam yang mengalir diatas air ini dapat berubah menjadi gelombang. Ujung gelombang tersebut akan pecah, melemparkan tetesan kondensat ke aliran steam.

### 2.2.8 Klip dan Penyangga

Klip dan penyangga digunakan untuk mengamankan pipa dan mencegah gerakan atau getaran. Pipa yang bergetar berpotensi ‘bekerja mengeras’ dan gagal. Ketika tidak ada dukungan yang cukup, pipa bisa patah. Tidak ada aturan keras dan cepat tentang jumlah klip yang diperlukan dalam panjang pipa karena ini bervariasi tergantung pada diameter, panjang, posisi, dan densitas fluida yang diangkut. Area kontak pada permukaan pipa harus dilindungi. Keausan mekanis menyebabkan kegagalan ketika klip mengendur atau klip yang menopang las putus, mungkin kinking pipa bergerak. Proses inspeksi harus dirancang untuk memastikan semua klip, terutama yang terkubur di bawah insulasi atau di bawah pelat



lantai ruang mesin, diperiksa secara teratur. Klip di tempat tersembunyi harus diberi perhatian khusus. ( Yves vendenborn 2021)

### 2.3 Pemilihan Ukuran Pipa

Menurut Kiryanto (2009), Ukuran diameter dalam sebuah pipa ditentukan berdasarkan:

- Jenis fluida yang mengalir di dalam pipa.
- Jumlah volume fluida yang akan dipindahkan.
- Kecepatan aliran dari fluida yang akan dipindahkan, dimana perlu juga diperhatikan adanya tekanan akibat gesekan.
- Harga pipa, dimana semakin berat pipa harganya makin mahal.

Dengan demikian dapatlah disimpulkan bahwa ;

- makin besar penampang pipa makin tinggi harganya
- makin kecil penampang pipa, makin banyak pipa yang dibutuhkan, makin banyak pula tempat yang dibutuhkan, tetapi hal ini memberikan keuntungan karena pada penginstalasian pipa mudah diselipkan di tempat-tempat yang tidak terpakai

Besarnya diameter dari pipa dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :  $d = v Q \cdot 4 \pi \text{ (m)}$  .....(2.1)

$$\text{atau } d = v 354 \cdot Q \text{ (mm)} \text{ .....(2.2)}$$

dimana;

$d$  = diameter pipa

$Q$  = debit fluida yang mengalir (m<sup>3</sup>/s)

$v$  = kecepatan aliran di dalam pipa (m/s)

Kecepatan aliran biasanya diasumsikan sebagai berikut :

- 1 m/s; untuk suction line



- 1 - 2 m/s; untuk normal pressure  
3 m/s atau lebih; untuk tekanan tinggi (higher pressure)

Sedangkan di kapal umumnya kecepatan aliran 122 m/menit. Tekanan yang hilang akibat gesekan disebabkan oleh panjang bentangan pipa, getaran di dalam pipa, percabangan pipa, katup (valve), dan sambungan akibat pengelasan dan sifatsifat aliran. Dalam perencanaan sedapat mungkin membuat sedemikian rupa sehingga aliran fluida di dalam pipa adalah laminer (arus dimana garis arus sejajar dengan dinding pipa).(Kiryanto,2009)

Berdasarkan *Japanese Industrial Standard (JIS)* (Jepang), Dimensi dan massa pipa baja karbon untuk layanan tekanan.

Tabel 2 Dimensi dan massa pipa baja karbon

Nominal diameter		Outside dia. mm	Nominal wall thickness											
			Schedule 10		Schedule 20		Schedule 30		Schedule 40		Schedule 60		Schedule 80	
A	B		Wall thick. mm	Unit mass kg/m	Wall thick. mm	Unit mass kg/m	Wall thick. mm	Unit mass kg/m	Wall thick. mm	Unit mass kg/m	Wall thick. mm	Unit mass kg/m	Wall thick. mm	Unit mass kg/m
6	1/8	10.5	—	—	—	—	—	—	1.7	0.369	2.2	0.450	2.4	0.479
8	1/4	13.8	—	—	—	—	—	—	2.2	0.629	2.4	0.675	3.0	0.799
10	3/8	17.3	—	—	—	—	—	—	2.3	0.851	2.8	1.00	3.2	1.11
15	1/2	21.7	—	—	—	—	—	—	2.8	1.31	3.2	1.46	3.7	1.64
20	3/4	27.2	—	—	—	—	—	—	2.9	1.74	3.4	2.00	3.9	2.24
25	1	34.0	—	—	—	—	—	—	3.4	2.57	3.9	2.89	4.5	3.27
32	1 1/4	42.7	—	—	—	—	—	—	3.6	3.47	4.5	4.24	4.9	4.57
40	1 1/2	48.6	—	—	—	—	—	—	3.7	4.10	4.5	4.89	5.1	5.47
50	2	60.5	—	—	3.2	4.52	—	—	3.9	5.44	4.9	6.72	5.5	7.46
65	2 1/2	76.3	—	—	4.5	7.97	—	—	5.2	9.12	6.0	10.4	7.0	12.0
80	3	89.1	—	—	4.5	9.39	—	—	5.5	11.3	6.6	13.4	7.6	15.3
90	3 1/2	101.6	—	—	4.5	10.8	—	—	5.7	13.5	7.0	16.3	8.1	18.7
100	4	114.3	—	—	4.9	13.2	—	—	6.0	16.0	7.1	18.8	8.6	22.4
125	5	139.8	—	—	5.1	16.9	—	—	6.6	21.7	8.1	26.3	9.5	30.5
150	6	165.2	—	—	5.5	21.7	—	—	7.1	27.7	9.3	35.8	11.0	41.8
200	8	216.3	—	—	6.4	33.1	7.0	36.1	8.2	42.1	10.3	52.3	12.7	63.8
250	10	267.4	—	—	6.4	41.2	7.8	49.9	9.3	59.2	12.7	79.8	15.1	93.9
300	12	318.5	—	—	6.4	49.3	8.4	64.2	10.3	78.3	14.3	107	17.4	129
350	14	355.6	6.4	55.1	7.9	67.7	9.5	81.1	11.1	94.3	15.1	127	19.0	158
400	16	406.4	6.4	63.1	7.9	77.6	9.5	93.0	12.7	123	16.7	160	21.4	203
450	18	457.2	6.4	71.1	7.9	87.5	11.1	122	14.3	156	19.0	205	23.8	254
500	20	508.0	6.4	79.2	9.5	117	12.7	155	15.1	184	20.6	248	26.2	311
550	22	558.8	6.4	87.2	9.5	129	12.7	171	15.9	213	—	—	—	—
600	24	609.6	6.4	95.2	9.5	141	14.3	210	—	—	—	—	—	—
660	26	660.4	7.9	127	12.7	203	—	—	—	—	—	—	—	—

Source: *Japanese Industrial Standard* (1980).



## 2.4 Macam-Macam Sambungan Perpipaan

Menurut Abdul Rahman, (2019), sambungan pipa adalah sebuah benda yang dipergunakan untuk menyambung dua buah pipa atau lebih dan bisa berbentuk elbow, tee, reducer dan lain-lain. Sambungan pipa secara garis besar terbagi menjadi 3 jenis, yaitu :

### 2.4.1 Sambungan las (but weld joint)

Sesuai namanya, maka untuk menyambungkan dua buah pipa ia menggunakan las. Tipe sambungan pipa jenis ini cocok untuk pipa yang berukuran besar, ketahanan atas kebocorannya cukup bagus, sambungannya dapat dicek kualitasnya menggunakan radiography. Namun kelemahannya, jenis sambungan akan mempengaruhi aliran fluida. Karena las-lasan yang berada di dalam pipa, tidak bisa dikontrol atau kita bersihkan. Disamping itu, sebelum pipa kita sambung, kita butuh persiapan seperti membentuk groove / perekat terlebih dahulu. Jenis sambungan ini banyak digunakan dalam sistem pemipaan. Biasanya yang tidak menggunakan sambungan ini kalau di utility water, misalnya untuk bersih bersih, karena di khawatirkan air akan tercampur logam dari lasan tersebut, bisa berbahaya nanti kalau di airnya digunakan untuk mencuci muka.

Bagian pipa yang membengkok / elbow bagian pipa ini digunakan untuk mengatur atau menyambung bentuk pipa atau pipa yang di bengkokkan agar sesuai dengan lokasi atau tempat yang di inginkan.

### 2.4.2 Sambungan ulir / screwed pipe joint

Sambungan jenis ulir adalah sambungan yang menggunakan ulir untuk merekatkan dua pipa. Keuntungan menggunakan sambungan ulir adalah mudah di aplikasikan di lapangan dan sambungan ulir bisa di aplikasikan jika pengelasan dihindarkan karena dapat menimbulkan bahaya kebakaran. Kerugiannya, sambungan ini bisa bocor dikarenakan seal / perapat yang digunakan tidak baik.



Sambungan ulir tidak dapat di gunakan untuk menyambung pipa yang korosif. Kekuatan pipa turun karena ulir sudah memakan ketebalan pipa.

### 2.4.3 Sambungan Flange

Flange adalah suatu bagian dari pipa yang berfungsi sebagai penyambung, terletak pada bagian ujung pipa yang mempunyai lubang-lubang baut untuk mengikat ujung sambungan pipa agar kuat. Penyambungan pipa di tengahnya terdapat packing untuk mencegah terjadinya kebocoran pada sambungan pipa.

## 2.5 Jenis-Jenis Sistem Perpipaan Di Kapal

### 2.5.1 Sistem Saniter Air Laut

Sistem saniter air laut adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mengalirkan air laut dikapal sebagai pembersihan kotoran toilet.cara kerjanya yaitu pompa SW Sanitary dihidupkan dan menghisap air laut yang ada didalam kotak sea chest dan kemudian air tersebut dialirkan ke SW tank hydrophore dari tanki tersebut dialirkaan ke beberapa ruangan diantaranya adalah kamar mandi toilet, Sewage treatment plan, sewage tank , emergency SW sanitary sistem. Untuk sistem layanan air laut, air laut dihisap langsung dari seachest dengan menggunakan pompa sentrifugal dan dialirkan melalui bentangan jaringan pipa menuju ke tangki harian (service tank) dan dari sinilah air mengalir secara gravitasi ke pemakai pada setiap geladak. .Service tank ini dilengkapi dengan pipa limbah (overflow pipe) yang berfungsi sebagai saluran pembuangan. Saluran pembuangan ini dilengkapi dengan katup untuk mengontrol permukaan air pada tangki.

Selain sistem gravitasi, layanan air laut juga dapat disuplai dengan sistem hydrophore. Dimana air dimasukkan dengan pompa yang digerakkan dengan elektromotor melalui katup dan katup katup aliran searah (non-return valve) ke tangki hydrophore. Pada saat permukaan air bertambah di dalam tangki, tekanan udara di dalamnya juga naik dan membentuk bantalan

pada suatu tekanan tertentu pressure relay akan memutuskan hubungan switches off pada elektro motor, sehingga menghentikan suplai air ke tangki. Tekanan udara pada tangki yang menyebabkan air disalurkan



melalui jaringan pipa ke pemakaian. Bila air digunakan maka tekanan didalam tangki menjadi turun, apabila tekanan sirkulasi pemanas air menggunakan 2 buah pompa jenis sentrifugal dengan penggerak elektromotor, dimana 1 buah stand-by tetapi didisain jalur by-pass agar dapat bersirkulasi secara alami.

### 2.5.2 Sistem Bilga Dan Ballast

Sistem bilga merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk keselamatan kapal. sistem ini memiliki fungsi utama yaitu sebagai penguras (drainage) apabila terjadi kebocoran pada kapal yang disebabkan oleh grounding (kandas) atau Collision, sistem harus mampu memindahkan air dengan cepat dari bagian dalam keluar kapal. Dengan demikian hal ini akan menyebabkan kapasitas pompa menjadi semakin besar seiring dengan bertambah besarnya ruangan, sedangkan fungsi sampingnya yaitu sebagai penampungan air yang jumlahnya relative kecil yang terkumpul pada sumur bilga sekaligus sebagai sistem pengurasannya.

Cara kerja dari sistem bilga ini adalah menampung berbagai zat cair tersebut kedalam sebuah tempat yang dinamakan dengan bilge well, kemudian zat cair tersebut dihisap dengan menggunakan pompa bilga dengan ukuran tertentu untuk dikeluarkan dari kapal melalui overboard yang tingginya 1 meter diatas garis air. Sedangkan zat cair yang mengandung minyak, yaitu yang tercecer didalam engine room akan ditampung di dalam sumur bilga yang terletak dibawah main engine, kemudian akan disalurkan menuju *oil water separator* untuk dipisahkan antara air, kotoran dan minyaknya.

Sistem Ballast merupakan system yang digunakan untuk menjaga keseimbangan (stabilitas) kapal apabila terjadi trim atau list (oleng) terutama pada saat bongkar muat dipelabuhan. Untuk menjaga keseimbangan perlu dilakukan pengisian dan pembuangan air laut pada tangki-tangki ballast, sehingga dapat

titik berat kapal serendah mungkin dan mempertahankan posisi kapal selalu kondisi trim nol (even keel) atau draft depan, tengah dan belakang memiliki g sam. Pertimbangan untuk mendapatkan titik berat serendah mungkin



maka tangki ballast diletakkan pada double bottom. Proses yang terdapat pada sistem water ballast dibedakan menjadi dua yaitu ballasting (pengisian air ballast) dan deballasting (pembuangan air ballast).

Cara kerja Sistem Ballast Secara umum cara kerja sistem ballast adalah untuk mengisi tangki ballast yang berada di double bottom dengan air laut yang diambil dari seachest melalui pompa ballast dan saluran pipa utama serta pipa cabang. Sistem ballast dibuat untuk menyesuaikan tingkat kemiringan kapal, sebagai akibat dari perubahan muatan kapal sehingga stabilitas dari kapal mampu dipertahankan. Pipa ballast dipasang di tangki ceruk haluan ( fore peak tank) dan tangki ceruk buritan (after peak tank), tangki double bottom, dan tangki samping (side tank). Ballast yang diposisikan di tangki ceruk haluan dan buritan ini digunakan untuk melayani kondisi trim kapal yang dikehendaki. Secara umum cara kerja suatu sistem ballast terbagi menjadi tiga, yang pertama bagaimana sistem pengisian tangki ballast dari luar ke dalam, kemudian bagaimana membuang air ballast dari dalam tangki ke luar, dan bagaimana memindahkan air ballast dari tangki ke tangki.

### 2.5.3 Sistem Duga, Isi Dan Udara

Tangki-tangki ruangan cofferdam dan tangki bilga di dalam ruang-ruang yang tidak mudah dicapai setiap waktu, harus dilengkapi dengan pipa duga. Penempatannya memanjang kebawah sampai deck atas. Pipa duga yang ujungnya terletak dibawah garis lambung harus dilengkapi dengan katup otomatis pipa duga, seperti yang diijinkan dalam ruangan yang dapat diperiksa dengan temperatur. Pipa duga bagian bawah harus dilapisi dengan pelapis bilamana pipa duga tersebut dihubungkan dengan kedudukan samping atas pipa cabang. Selain itu dibawah pipa duga tersebut harus dipertebal secukupnya. Pipa duga tangki harus dilengkapi dengan lubang pengatur tekanan yang dibuat sedikit mungkin dibawah geladak tangki. Pipa duga bagian dalamnya juga harus dilindungi terhadap pengaratan.

Instalasi pipa udara pada tangki berfungsi agar udara yang berada pada as tangka dapat bergerak bebas mengikuti naik dan turunnya permukaan dalam tangki seiring dengan berkurangnya cairan saat pemakaian dan



bertambahnya cairan saat pengisian cairan tersebut kedalam tangki. Jika tangki tidak dilengkapi dengan instalasi pipa udara maka aliran cairan yang keluar dari dalam tangki atau cairan yang masuk kedalam tangki akan tersendat atau terhenti karena "terperangkapnya" udara didalam tangka. Selain itu pipa udara berfungsi untuk mengurangi tekanan udara didalam tangki yang naik karena pengaruh panas ( dari sinar matahari, panas mesin dan api. Secara ringkas prinsip kerja pipa udara adalah saat cairan dimasukan kedalam tangki, udara didalam tangki akan tertekan keluar lewat pipa udara. Sebaliknya saat cairan dikeluarkan dari dalam tangki, udara yang berasal dari luar tangka terhisap masuk kedalam tangki lewat pipa udara tangki.

#### 2.5.4 Sistem Pengering Geladak

Sistem pengering geladak dipergunakan untuk menyingkirkan/ membuang air dari geladak dan membuang air yang sudah dipakai dari kamar mandi, washtafel, tempat wudlu, ruang makan, dapur, gudang dan sebagainya. Air disalurkan dari geladak melalui scupper dimana diameter pipa berukuran 50 s/d 100 mm. Jumlah air yang banyak dari saluran pengeluaran air pada geladak-geladak terbuka akan disalurkan melalui freeing port yang dipasang pada bulwark Air dari setiap geladak mengalir turun ke geladak yang lebih rendah berikutnya melalui pipa-pipa scupper, dimana akhirnya sampai pada geladak yang paling akhir di atas garis air muat dimana akhirnya air akan dibuang melalui deck scupper. Pipa-pipa scupper terbuat dari pipa galvanis, harus terpasang dengan suatu kenaikan (kemiringan) paling sedikit 0,05 untuk menjaga saluran air yang lancar.

#### 2.5.5 Sistem Pemadam Kebakaran

Sistem pemadam kebakaran merupakan sistem yang sangat vital dalam sebuah kapal, sistem ini berguna menanggulangi bahaya api yang terjadi dikapal. Sistem pemadam kebakaran secara garis besar dapat dibagi menjadi dua dilihat dari peletakan sistem yang ada yaitu : Sistem penanggulangan kebakaran pasif, sistem

a aturan jelas mengenai penggunaan bahan pada daerah beresiko tinggi kebakaran dan juga pemasangan instalasi fix pada daerah beresiko n. Sistem penanggulangan kebakaran aktif, sistem ini berupa



penanggulangan kecelakaan yang bersifat lebih aktif misal, penempatan alat pemadam api ringan pada daerah yang beresiko kebakaran. Pada dasarnya prinsip pemadaman adalah memutus segitiga api yang terdiri dari panas, oksigen, dan bahan bakar. Sehingga dengan mengetahui hal ini maka dapat dilakukan pemilihan media pemadaman sesuai dengan resiko dan kelas dari kecelakaan tersebut. Sistem pipa pemadam kebakaran terbagi atas sistem pemadaman hidran dengan air laut untuk seluruh bagian kapal dan sistem pemadaman dengan gas CO<sub>2</sub> khusus untuk kamar mesin.

Sistem pemadam kebakaran terdapat 3 jenis pemadam kebakaran dengan menggunakan air laut, dengan menggunakan busa dan gas. Pada prinsipnya cara kerja ketiganya sama, yaitu menghilangkan salah satu dari 3 penyebab kebakaran (panas atau titik nyala, oksigen dan material). Sistem pemadam kebakaran dikapal berfungsi untuk memadamkan kebakaran baik oleh material padat dengan memakai *sea water fire system*, material minyak berupa cair (di *engine room*) yang dipadamkan dengan menggunakan busa, ataupun kebakaran oleh listrik yang dipadamkan dengan menggunakan CO<sub>2</sub> atau inert gas.

#### 2.5.6 Sistem Air Tawar Dan Pendingin

Sistem air tawar merupakan sistem yang pada dasarnya adalah untuk melayani keperluan air di kapal, baik itu bagi keperluan anak buah kapal untuk minum, memasak, mandi, cuci dan mesin maupun kapal itu sendiri. Sistem layanan yang diperlukan baik itu air laut maupun air tawar akan didistribusikan ke tempat-tempat di setiap geladak yang memerlukan antara lain : tempat cuci (laundry), dapur (galley), kamar mandi dan WC, pencucian geladak dan untuk pendinginan mesin.

Sistem pendingin air tawar pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup, dan menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Sistem pendingin air tawar menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Panas diserap konduksi dari metal disekeliling silinder, dari katup, dari kepala silinder cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin terjadi pemindahan panas secara konveksi dan didalam cairan pendingin terjadi sentuhan



dan perpindahan panas, sehingga air menjadi panas dalam kantong-kantong air pendingin, yang terletak didalam blok silinder

#### 2.5.7 Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar adalah suatu sistem untuk memberikan pelayanan kebutuhan bahan bakar mesin induk dan mesin bantu. Sistem perpipaan bahan bakar dibedakan menjadi sistem transfer dan sistem suplai bahan bakar. Cara kerja sistem bahan bakar terjadi dalam 2 tahap, tahap pertama adalah system fuel oil transfer yaitu bahan bakar dari fuel oil tank di double bottom dipompa melewati filter dan heater menuju purifier lalu menuju tangki harian 1 dan 2. Tangki harian satu untuk melayani main engine dan tangki harian dua melayani auxillary engine. Tahap kedua adalah fuel oil service dimana bahan bakar yang berada didalam tangki harian disalurkan menuju A/E dengan membuka katup tanpa pompa karena menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki harian, namun untuk M/E membutuhkan pompa karena bahan bakar yang didistribusikan akan melewati purifier sebelum masuk M/E.

#### 2.5.8 Sistem Minyak Lumas

Sistem pelumasan merupakan salah satu sistem penunjang mesin induk kapal dimana sistem pelumasan berfungsi untuk memberikan pelumasan pada mesin sehingga dapat bekerja dengan maksimal.

Menurut P. Van Maanen, Motor Diesel Kapal, minyak pelumas yang terdapat pada bagian benda yang saling bergesekan akan membentuk lapisan minyak yang berfungsi memisahkan bagian benda yang saling bergesekan tersebut dibedakan beberapa bentuk prinsip kerja pelumasan sebagai berikut :

1. Pelumasan Hidrodinamis atau pelumasan lapis sempurna yang memisahkan dua buah permukaan yang saling bergerak satu terhadap yang lain, secara sempurna melalui sebuah lapisan pelumas. Poros harus ditumpu oleh lapisan tersebut, tekanan yang diperlukan untuk tujuan tersebut dihasilkan oleh poros dalam bantalan.



2. Pelumasan Hidrostatik yang mengakibatkan adanya sebuah lapisan pelumas tak terputus diantara permukaan dengan tekanan dalam lapisan pelumas yang dihasilkan dengan menekan pelumas diantara permukaan dengan tekanan dalam lapisan pelumas yang dihasilkan dengan menekan bahan pelumas diantara kedua permukaan.

3. Pelumasan Batas Pada kondisi yang tidak memungkinkan untuk tetap menyelenggarakan sebuah lapisan pelumas yang tidak terputus. Oleh karena itu terjadi hubungan antara metal dan metal, maka gesekan dan pembentukan panas akan lebih besar dibandingkan dengan pelumasan hidrodinamis dan pelumasan hidrostatik.

#### 2.5.9 Sistem Pembuangan Minyak Kotor

Sistem ini digunakan untuk memompa bilge dari limpahan atau buangan air yang telah bercampur minyak pelumas atau bahan bakar di kamar mesin. Hal ini dikarenakan untuk menjaga lingkungan dengan tidak membuang limbah kelaut sesuai aturan yang ada. Pembuangan limbah hanya dilakukan ketika dalam pelayaran di daerah tertentu (sejauh mungkin dari pelabuhan >12 mil) dengan syarat kapasitas 60 liter/mil, kandungan minyak 100 ppm atau kurang.

Cara kerja dari sistem ini adalah menampung berbagai zat cair tersebut kedalam sebuah tempat yang dinamakan dengan bilge well, kemudian zat tersebut dihisap dengan menggunakan pompa bilge dengan ukuran tertentu untuk dikeluarkan dari kapal melalui overboard. Sedangkan zat cair yang tercampur dengan minyak yang berada pada kamar mesin akan di tampung didalam bilge well yang biasanya terletak di bawah kamar mesin (sludge tank), kemudian disalurkan menuju Incenerator dan Oily water separator untuk dipisahkan antara air dan campuran minyaknya. Untuk minyak biasanya digunakan lagi dan untuk air dan kotoran langsung dikeluarkan melalui Overboard.



Sistem Pembuangan Air Kotor

Sistem Pembuangan Air Kotor adalah sistem yang berhubungan dengan pembuangan limbah kotor yang dihasilkan manusia diatas kapal. Sistem

ini menjadi sangat penting mengingat ketatnya peraturan yang menjamin cairan yang keluar dari kapal haruslah sudah treatment. Pembuangan limbah yang tidak distreatment di perairan teritorial pada umumnya tidak dibolehkan oleh perundang – undangan. Peraturan internasional berlaku untuk pembuangan limbah dengan jarak yang ditetapkan dari daratan. Sebagai hasilnya semua kapal harus mempunyai sistem pembuangan sesuai standart yang ditemukan. Pengaliran sewage menggunakan sarana pompa, berupa pompa sewage/sewage pump. Air kotor/sewage berasal dari buangan water closet dari setiap ruang akomodasi yang mengalir ke tangki sewage secara gravity atau dengan tekanan air bilas/flushing , selanjutnya dari tangki sewage akan dipompa keluar kapal sesuai dengan peraturan pembuangan limbah. Pengaturan aliran air kotor juga dikontrol dengan menggunakan sistem katub/valve.

#### 2.5.11 Sistem Gas Buang

Prinsip utama sistem ini adalah menangkap atau mengikat debu yang keluar dari hasil pembakaran dengan memberikan arus listrik tegangan tinggi pada kawat elektroda bermuatan. Sistem gas buang modern dari mesin kapal dirancang sedemikian rupa sehingga gas yang tidak digunakan yang keluar dari silinder selanjutnya diarahkan ke turbocharger dan boiler gas buang untuk memulihkan sebagian besar energi limbah dari yang sama. Gas buang dari unit silinder dikirim ke penerima gas buang di mana tekanan berfluktuasi yang dihasilkan dari berbagai silinder disamakan. Dari sini, gas-gas yang berada pada tekanan konstan dikirim ke turbocharger di mana limbah panas diperoleh kembali untuk memberikan udara penggerusan tambahan ke engine. Yang paling penting untuk dipertimbangkan saat merancang sistem pipa knalpot adalah tekanan balik pada turbocharger. Tekanan balik pada sistem gas buang pada Maximum Continuous Rating (MCR) engine yang ditentukan tergantung pada kecepatan gas, dan berbanding terbalik dengan diameter pipa pada tenaga ke-4. Ini adalah praktik

pal untuk menghindari kehilangan tekanan yang berlebihan di dalam pipa kecepatan gas buang dipertahankan sekitar 35 m / detik hingga 50 m / detik



pada MCR yang ditentukan. Faktor lain yang mempengaruhi tekanan gas adalah pemasangan EGB, percikan api dll di jalur perjalanan gas buang.

## 2.6 Warna Pada Sistem Perpipaan

Untuk mudah membedakan dan mengenali isi didalam pipa tersebut maka di buat standar warna sesuai fungsi dan kegunaan jalur pipa tersebut dan di berikan label atau nama dari sistem pipanya. Penggunaan warna yang berbeda pada jalur pipa, memiliki fungsi dan mafaat antara lain;

- a. Memudahkan identifikasi media yang ada dalam jalur pipa tersebut.
- b. Menghindarkan kesalahan pengoperasian serta perawatan.
- c. Mudah dan cepat mengidentifikasi jalur pipa ketika terjadi situasi bahaya.
- d. Memudahkan identifikasi ketika melakukan line check, pemasangan label, testing dan sebagainya.

Berikut beberapa warna yang di pergunakan sesuai dengan fungsi dan kegunaannya pada standar warna ISO 14726 yaitu:

- a. **Warna Biru (Blue)**  
Menunjukkan Tangki/Pipa Fresh Water (Air Tawar)
- b. **Warna Coklat (Brown)**  
Menunjukkan Tangki/Pipa Fuel Oil (Bahan Bakar)
- c. **Warna Hijau (Green)**  
Menunjukkan Tangki/Pipa Sea Water (Air Laut)
- d. **Warna Kuning (Yellow)**  
Menunjukkan Tangki/Pipa Lubricating Oil (Minyak Pelumas)
- e. **Warna Merah (Red)**  
Menunjukkan alat Pemadam Kebakaran (Fire Fighting)
- f. **Warna Putih (White)**  
Menunjukkan Pipa Air System (Udara)
- Warna Hitam (Black)**  
Menunjukkan Tangki/Pipa Air Got (Bilges)



- h. **Warna Abu-Abur, Silver, Perak**

Menunjukkan Cerobong Asap (Exhaust Manifold)

## 2.7 Rhinoceros 3D

Rhinoceros (biasanya disingkat Rhino atau Rhino3D) adalah perangkat lunak aplikasi grafis 3D komersial dan desain berbantu komputer (CAD) yang dikembangkan oleh TLM, Inc, yang juga dikenal sebagai Robert McNeel & Associates, sebuah perusahaan Amerika yang berstatus swasta dan dimiliki oleh karyawan yang didirikan pada tahun 1978. Geometri Rhinoceros didasarkan pada model matematika NURBS, yang berfokus pada menghasilkan representasi matematis yang akurat dari kurva dan permukaan bebas dalam grafika komputer (berbeda dengan aplikasi berbasis jaringan mesh poligon).

Rhinoceros digunakan untuk desain berbantu komputer (CAD), manufaktur berbantu komputer (CAM), prototipe cepat, pencetakan 3D, dan rekayasa balik di berbagai industri termasuk arsitektur, desain industri (misalnya, desain otomotif, desain perahu), desain produk (misalnya, desain perhiasan), serta untuk multimedia dan desain grafis. Rhinoceros dikembangkan untuk sistem operasi Microsoft Windows dan macOS. Sebuah add-on bahasa pemrograman visual untuk Rhino, Grasshopper, juga dikembangkan oleh Robert McNeel & Associates.

Ketika Rhinoceros membuka file CAD dalam format selain format aslinya .3dm, ia mengonversi geometri tersebut ke format aslinya. Saat mengimpor file CAD, geometri tersebut ditambahkan ke file yang sedang digunakan. Ketika format file Autodesk AutoCAD berubah (lihat format file DWG untuk informasi lebih lanjut), Open Design Alliance melakukan reverse engineering terhadap format file tersebut agar memungkinkan file-file ini dimuat oleh perangkat lunak vendor lain. Modul impor dan ekspor Rhinoceros sebenarnya adalah plug-in,

dapat diperbarui dengan mudah melalui rilis layanan.

