

**EVALUASI DESAIN DAN ANALISIS
KEBUTUHAN MATERIAL PADA SISTEM PERPIPAAN
AIR LAUT KAPAL FERRY RO-RO 200GT**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin untuk memenuhi sebagian
persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
di bidang Perkapalan*



Oleh:

NUR ICHSANUL KHABIR

D031171509

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

EVALUASI DESAIN DAN ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL PADA SISTEM PERPIPAAN AIR LAUT

Disusun dan diajukan oleh

NUR ICHSANUL KHABIR
D031171509

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 25 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Wahyuddin, ST., MT.

NIP 197202051999031002

Pembimbing Pendamping,



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

NIP 199406142022043001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST.

NIP 197302062000121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Nur Ichsanul Khabir

NIM : D031171509

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

EVALUASI DESAIN DAN ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL
PADA SISTEM PERPIPAAN AIR LAUT KAPAL FERRY RO-RO 200GT

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

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

Makassar, Agustus 2023

 Yang Menyatakan

Nur Ichsanul Khabir

ABSTRAK

Nur Ichsanul Khabir/D031 17 1509. "EVALUASI DESAIN DAN ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL PADA SISTEM PERPIPAAN AIR LAUT KAPAL FERRY RO-RO 200GT". (Dibimbing oleh Wahyuddin, ST., MT. dan Bapak Fadhil Rizky Clausthaldi, ST., B.Eng., M.Sc.)

Seorang desainer produksi kapal dituntut untuk melakukan perencanaan produksi dengan cepat dan tepat. Namun hal ini sulit dilakukan karena dalam perencanaan produksi untuk proyek kapal baru, dikarenakan gambar yang digunakan pada perencanaan perpipaan menggunakan gambar schematic sehingga informasi yang didapatkan kurang jelas mengenai jumlah material yang akan digunakan dalam perencanaan, sehingga dianggap perlu untuk mengevaluasi desain untuk kebutuhan material pada sistem perpipaan air laut khususnya pada penelitian ini menggunakan kapal ferry ro-ro 200 GT. 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 schematic sistem perpipaan air laut. Dari hasil yang telah didapatkan berdasarkan kebutuhan material sistem perpipaan air laut, Efisiensi pompa yang digunakan kisaran 65,46% - 66,26% dengan daya 1,60 KW – 1,69 kW. Berbeda dengan pompa yang daya pompa yang ada pada data yakni sekitar 2.2 kW – 5.5 KW. Perbedaan ini disebabkan adanya perbedaan pada schedule pipa yang digunakan yang dimana pada penelitian ini menggunakan schedule 32 dan schedule 40 sedangkan dari data awal menggunakan schedule 32 dan schedule 50, Material pipa yang dibutuhkan untuk sistem perpipaan air laut yaitu sekitar 0.344 material plate, 76 batang pipa ukuran 6 m, dan untuk sambungan dibutuhkan sekitar 279 sambungan pipa, Untuk meterial yang berupa valve, flange, gasket dan strainer terdapat 45 gate valve , 8 landing valve, 2 ball valve, 316 flange, 158 non steel gasket, 6 strainer dan serta 632 screw ukuran M16.

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

ABSTRAK

Nur Ichsanul Khabir/D031 17 1509. "DESIGN EVALUATION AND MATERIAL REQUIREMENT ANALYSIS ON SEAWATER PIPING SYSTEM OF A 200GT RO-RO FERRY". (Supervised by Wahyuddin, ST., MT. and Fadhil Rizky Clausthaldi, ST., B.Eng., M.Sc.)

A ship production designer is expected to do production planning quickly and precisely. However, this is difficult to be carried out in production planning for new ship projects, because the drawings used in piping planning are using schematic drawings thus the information obtained is not clear about the quantity of material to be used in planning. Therefore, it is considered necessary to evaluate the design for material requirements in the seawater piping system, particularly in this study which used a 200 GT Ro-Ro Ferry ship. To obtain the right quantity of materials, it is necessary to see the real shape of the piping system, which can be obtained by making a 3D design based on the ship construction drawings and schematic drawings of the seawater piping system. From the results that are obtained based on the material requirements of the seawater piping system, the efficiency of the pump used ranges from 65.46% - 66.26% with a power of 1.60 KW - 1.69 kW. The pump power is slightly different from the pump power in the data which is around 2.2 kW - 5.5 KW. This difference may be due to the difference in the pipe schedule used, where in this study the pipe schedule 32 and schedule 40 were used while the initial data used schedule 32 and schedule 50. The pipe material needed for the seawater piping system is around 0.344 plate material, with 76 pipes of 6 m size, and 279 pipe joints are needed for the connection. For materials such as valves, flanges, gaskets and strainers, there are 45 gate valves, 8 landing valves, 2 ball valves, 316 flanges, 158 non-steel gaskets, 6 strainers and 632 size M16 screws.

Kata Kunci: Ro-Ro Ferry, Piping System, Material Requirement

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

EVALUASI DESAIN DAN ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL PADA SISTEM PERPIPAAN AIR LAUT KAPAL FERRY RO-RO 200GT

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 Alm. Muh. Saleh Y. dan Ibunda Sagena atas kesabaran, pengorbanan, nasehat dan yang terutama doa yang tak putus – putusnya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Bapak Wahyuddin, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Fadhil Rizky 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 Dr. Ir. Syamsul Asri, MT dan bapak Hamzah, ST. MT selaku dosen penguji dalam tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.

5. Seluruh staff Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala persuratan di kampus.
6. 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.
7. Kepada teman-teman Savage atas segala bantuan, dukungan serta masukan yang diberikan
8. Kepada teman seperjuangan (Din, Arif, Jefry, dan Irfan) yang telah banyak membantu dan menemani dalam menyelesaikan skripsi.
9. Kepada kanda-kanda senior dan adik-adik junior yang penulis tak bisa sebutkan satu persatu.
10. 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.

Makassar, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	2
PERNYATAAN KEASLIAN	3
ABSTRAK	4
ABSTRAK	5
KATA PENGANTAR.....	6
DAFTAR ISI	8
DAFTAR GAMBAR.....	10
DAFTAR TABEL	10
BAB I PENDAHULUAN	11
I.1 Latar Belakang	11
I.2 Rumusan Masalah	12
I.3 Batasan Masalah.....	12
I.4 Tujuan Penelitian	12
I.5 Hasil dan manfaat penelitian	12
I.6 Sistematika Penulisan.....	12
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	14
II.1 Karakteristik Kapal Ferry	14
II.2 Kontruksi Kapal.....	14
II.2.1 Sistem Kontruksi Kapal	14
II.2.2 Elemen Konstruksi Kapal	14
II.3 Instalasi Perpipaan	15
II.3.1 Jenis Pipa	15
II.3.2 Bahan-bahan Pipa Secara Umum	15
II.3.3 Diameter Umum	17
II.3.4 Dimensi pipa	18

II.3.5 Pipa Bilga.....	19
II.3.6 Pompa Bilga.....	19
II.3.7 <i>Fittings, Strainer, dan Valve</i>	19
II.3.8 Pompa	20
II.3.9 Spesifikasi dan Efisiensi Pompa.....	21
II.3.9.2 Axial Flow	22
II.3.9.3 Centifugal.....	22
II.3.10 Head Pompa.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
III.1 Objek Penelitian	25
III.2 Jenis Penelitian	25
III.3 Jenis data dan sumber data	25
III.4 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	25
III.5 Pengolahan Data.....	25
III.6 Kerangka Pikir.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
IV.1 Gambar Sistem Perpipaan	27
IV.2 Ukuran diameter pipa yang digunakan.....	31
IV.3 Bentuk 3D Kapal.....	31
IV.4 Bentuk 3D sistem perpipaan	35
IV.5 Validasi aplikasi	35
IV.6 Daya Pompa	38
IV.6.1 Pompa bilga.....	38
IV.6.2 Pompa dinas umum dan pemadam kebakaran	38
IV.6.3 Pompa Ballast.....	39
IV.6.4 Pompa Air Laut Pendingin.....	39
IV.7 Kebutuhan Material.....	44

IV.7.1 Plat.....	44
IV.7.2 Pipa.....	44
IV.7.3 Fittings/sambungan	44
IV.7.4 Valve, flange, gasket, strainer dan screw	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
V.1 Kesimpulan.....	46
V.2 Saran	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Pikir.....	26
Gambar 4. 1 Sistem pemadam kebakaran	27
Gambar 4. 2 Sistem pipa bilga ballast	28
Gambar 4. 3 Sistem saniter air laut	29
Gambar 4. 4 Sistem pengering geladak.....	30
Gambar 4. 5 Bentuk 3D kapal	32
Gambar 4. 6 Bentuk 3D sistem perpipaan.....	33
Gambar 4. 7 Bentuk 3D kapal dan bentuk 3D sistem perpipaan air laut	34
Gambar 4. 8 Sistem perpipaan air laut	40
Gambar 4. 9 Grafik pompa bilga.....	41
Gambar 4. 10 Grafik pompa dinas umum dan pemadam kebakaran	41
Gambar 4. 11 Grafik pompa ballast	42
Gambar 4. 12 Grafik pompa air laut pendingin.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa.....	20
Tabel 2. 2 Kondisi pipa dan harga C (formula Hazen-William)	24
Tabel 4. 1 Perbandingan pompa	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kapal adalah kendaraan air dengan berbentuk dan jenis apapun yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga angin atau ditunda termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah – pindah. Kedua pengertian kapal ini memiliki kesamaan satu sama lain. Pekerjaan produksi kapal merupakan salah satu pekerjaan yang cukup rumit.

Salah satu contoh pekerjaan produksi kapal yaitu terletak pada sistem instalasi perpipaan didalam kapal. 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.

Instalasi perpipaan pada kapal digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu tangki/kompartemen ke tangki/kompartemen lain, dari satu tangki ke alat permesinan kapal, atau mengalirkan fluida dari kapal keluar atau sebaliknya. Diantara beberapa instalasi perpipaan tersebut terdapat sistem instalasi perpipaan air laut yang berfungsi untuk mengalirkan air laut dari satu tangki ke tangki lain, dari luar ke dalam kapal, dari kapal ke laut dan lain sebagainya. Pengaliran air laut menggunakan sarana pompa, dapat berupa pompa hisap atau pompa tekan, pompa ini disebut pompa air laut. Dan pada BKI Vol. III bab 11 terdapat aturan mengenai diameter dalam pipa utama dan cabang

Seorang desainer produksi kapal dituntut untuk melakukan perencanaan produksi dengan cepat dan tepat. Namun hal ini sulit dilakukan karena dalam perencanaan produksi untuk proyek kapal baru, dikarenakan gambar yang digunakan pada perencanaan perpipaan menggunakan gambar schematic sehingga menurut penulis, informasi yang didapatkan kurang jelas mengenai jumlah material yang akan digunakan dalam perencanaan, sehingga dianggap perlu untuk mengevaluasi desain untuk kebutuhan material pada sistem perpipaan air laut khususnya pada kapal Ferry Ro-Ro 200GT.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada pembahasan latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah adalah bagaimana perbandingan antara kebutuhan pipa dan daya pompa yang digunakan terhadap rancangan kapal Ferry Ro-Ro 200GT yang dijadikan sebagai pembanding.

I.3 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah pada penelitian ini:

1. Sistem perpipaan yang dimaksud adalah:
 - a. Sistem perpipaan pemadam kebakaran
 - b. Sistem perpipaan air laut
2. Objek penelitian dilakukan pada kapal Ferry Ro – Ro 200GT
3. Penentuan ukuran diameter perpipaan menggunakan *schedule*.
4. Hanya sebatas kebutuhan pipa dan daya pompa yang digunakan.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kebutuhan material untuk sistem perpipaan air laut

I.5 Hasil dan manfaat penelitian

Hasil dan manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Menjadi basis data dalam penentuan perhitungan biaya material yang dibutuhkan untuk sistem perpipaan air laut dan hidrant
2. Menjadi informasi dalam penataan material dalam gudang
3. Menjadi basis data dalam pengadaan material sistem perpipaan.

I.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dalam 5 bab, dengan rincian sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN, bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA, pada bab ini menguraikan tentang beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III: METODE PENELITIAN, pada bab ini berisikan metode yang digunakan untuk memperoleh hasil dari penelitian dan teknik analisa data.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN, dalam bab ini menyajikan hasil dari penelitian disertai pembahasan dari dari penelitian yang dilakukan.

BAB V: PENUTUP, pada bab ini berisikan simpulan dari penulisan dan saran bagi pembaca.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Karakteristik Kapal Ferry

Kapal ferry adalah salah satu jenis kapal yang pembangunannya bertujuan sebagai transportasi penyeberangan barang dan penumpang dengan jarak pelayaran yang pendek dalam melintasi sungai atau antara pulau. Menurut Hadiwarsono (1996) dalam Fathul Rahmat, (2018), Kapal ferry mempunyai ciri umum sebagai berikut:

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.

II.2 Kontruksi Kapal

II.2.1 Sistem Kontruksi Kapal

Sistem kerangka/konstruksi kapal (*framing system*) dibedakan menjadi dua jenis utama; yaitu sistem kerangka melintang (*transverse framing system*) dan sistem membujur atau memanjang (*longitudinal framing system*). Dari kedua sistem utama ini maka dikenal pula sistem kombinasi (*combination/mixed framing system*).

Pemilihan jenis sistem untuk suatu kapal sangat ditentukan oleh ukuran kapal (dalam hal ini panjangnya sehubungan dengan kebutuhan akan kekuatan memanjang), jenis/fungsi kapal menjadikan pertimbangan lainnya. (Indra Kusna dan Moch. Sofi'I, 2008)

II.2.2 Elemen Konstruksi Kapal

1. Bahan dan profil

Jenis bahan yang umum digunakan untuk membangun sebuah kapal adalah bahan-bahan tersebut sebagai antara lain: baja, alumunium, tembaga,

gelas serat (*fibreglass*), kayu. Dari beberapa jenis bahan baja yang sampai saat ini paling banyak digunakan untuk pembuatan kapal.

2. Fungsi Elemen-elemen Pokok Kapal

Geladak kekuatan, alas dan sisi kapal berperan sebagai balok kotak (*box girder*), sehingga sering disebut dengan *hull girder* atau *ship girder*, yang menerima beban-beban lengkung (*longitudinal bending*) dan beban-beban lainnya yang bekerja pada konstruksi badan kapal.

3. Beban Yang Diterima Badan Kapal

Beban-beban (*load*) yang bekerja pada badan kapal pada hakekatnya dapat dibedakan dalam dua kelompok yaitu:

- a. Beban-beban yang berpengaruh pada konstruksi dan bentuk kapal secara keseluruhan (*structural load*).
- b. Beban-beban lokal, yaitu beban-beban yang hanya berpengaruh pada bagian-bagian tertentu pada badan kapal

4. Kekuatan Kapal. (Indra Kusna dan Moch. Sofi'I, 2008)

II.3 Instalasi Perpipaan

II.3.1 Jenis Pipa

Dari sekian jenis pembuatan pipa secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu:

1. Jenis pipa tanpa sambungan (pembuatan pipa tanpa sambungan pengelasan)
2. Jenis pipa dengan sambungan (pembuatan pipa dengan pengelasan)
(Raswari, 2007).

II.3.2 Bahan-bahan Pipa Secara Umum

Bahan-bahan pipa yang dimaksudkan di sini adalah struktur bahan baru pipa tersebut yang dapat dibagi secara umum sebagai berikut:

1. Carbon steel
2. Carbon moly
3. Galvanees

4. Ferro nikel
5. Stainless steel
6. PVC (paralon)
7. Chrome moly

Sedang bahan-bahan pipa yang secara khusus dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Vibre glass
2. Aluminium (aluminium)
3. Wrought iron (besi tanpa tempa)
4. Copper (tembaga)
5. Red brass (kuningan merah)
6. Nickel copper = monel (timah tembaga)
7. Nickel chrom iron = inconel (besi timah chrom)

(Raswari, 2007)

Dalam industri, material pipa yang paling umum digunakan adalah *carbon steel*. *Carbon steel* (baja karbon) adalah material logam yang terbentuk dari unsur utama Fe dan unsur kedua yang berpengaruh pada sifat-sifatnya adalah karbon, maksimum kandungan pada baja karbon kurang lebih sebesar 17%. Sedangkan unsur lain yang berpengaruh menurut persentasenya. Kandungan minimum pada baja karbon adalah *Chrom* (Cr), *Nikel* (Ni), *Molybdenum* (Mo) dimana unsur ini akan menambah kekuatan, kekakuan, dan ketahanan terhadap korosi.

Secara umum sifat baja ditentukan oleh kandungan C (carbon) dan unsur-unsur lainnya, maka dikenal:

1. *Low carbon steel*

Baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah mudah di-machining dan dilas, keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi keuletannya sangat rendah dan aus.

2. *High carbon steel*

Baja karbon tinggi adalah baja yang mengandung kandungan karbon 0,6% C – 1,7% C dan memiliki tahan panas yang tinggi, kekerasan tinggi namun keuletannya rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools.

3. *Alloy steel*

Baja paduan di definisikan sebagai suatu baja yang dicampur satu atau lebih unsur campuran seperti nikel, mangan, molybdenum, chromium, vanadium, dan wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya.

4. *Low and intermediate alloy steel*

Baja ini digunakan untuk pemakaian temperatur tinggi, dispesifikasikan oleh ANSI B31.1 dengan kandungan logam utamanya adalah chrom (Cr) dan molybdenum (Mo)

5. *Austenite stainless steel*

Baja austenite stainless steel adalah baja yang mempunyai kandungan nikel (Ni) dan baja ini terhadap korosi serta temperatur tinggi. (Suryawan, 2019)

II.3.3 Diameter Umum

II.3.3.1 Perhitungan Diameter Pipa

Berdasarkan *Peraturan BKI Vol. III tentang peraturan instalasi mesin* (Indonesia), Nilai-nilai yang dihitung menurut rumus-rumus (1) sampai (2) harus dibulatkan ke diameter nominal yang lebih tinggi berikutnya.

Kapal kargo kering dan penumpang

– Pipa bilga utama

$$d_H = 1.68 \sqrt{(B + H) \cdot L} + 25 \text{ [mm]} \quad (1)$$

– Pipa bilga cabang

$$d_H = 2.15 \sqrt{(B + H) \cdot L} + 25 \text{ [mm]} \quad (2)$$

d_H = diameter dalam yang dihitung dari pipa bilga utama [mm]

d_Z = diameter dalam yang dihitung dari pipa bilga cabang [mm]

L = panjang kapal antara garis tegak (perpendicular) [m]

B = lebar dalam kapal [m]

H = tinggi kapal ke geladak sekat [m]

/= panjang kompartemen kedap air [m]

II.3.3.2 Diameter Minimum

Berdasarkan *Peraturan BKI Vol. III tentang peraturan instalasi mesin* (Indonesia), bahwa Diameter dalam pipa bilga utama dan cabang tidak boleh kurang dari 50 mm. Untuk kapal dengan panjang di bawah 25 m, diameter dapat dikurangi sampai 40 mm.

II.3.4 Dimensi pipa

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

Nominal diameter		Outside dia. mm	Nominal wall thickness												
			Schedule 10		Schedule 20		Schedule 30		Schedule 40		Schedule 60		Schedule 80		
			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	
A	B														
6	1/4	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	

Gambar 2. 1 Tabel dimensi dan massa pipa baja karbon

II.3.5 Pipa Bilga

Pipa harus terbuat dari baja, tetapi bahan lain yang cocok dengan titik leleh tidak kurang dari 800°C dapat diizinkan. Pipa hisap bilga tidak boleh dialirkan melalui tangki bahan bakar minyak (kecuali tertutup oleh saluran kedap minyak) atau melalui tangki alas ganda. (J. Crawford,)

II.3.6 Pompa Bilga

Berdasarkan *Peraturan BKI Vol. III tentang peraturan instalasi mesin* (Indonesia), bahwa Setiap pompa bilga harus mampu menyalurkan:

$$Q = 5,75 \cdot 10^{-3} \cdot d_H^2 \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3)$$

Q = Kapasitas minimum [m³/h]

d_H = diameter dalam yang dihitung dari pipa bilga utama [mm]

II.3.7 Fittings, Strainer, dan Valve

II.3.7.1 Fittings (Sambungan)

Sambungan perpipaan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Sambungan dengan menggunakan pengelasan
2. Sambungan dengan menggunakan ulir

Selain sambungan seperti diatas, terdapat pula penyambungan khusus dengan menggunakan pengeleman (perekatan) serta pengeleman (untuk pipa plastik dan pipa *vibbre glass*). Pada pngilangan umumnya pipa bertekanan rendah dan pipa di bawah 2” sajalah yang menggunakan sambungan ulir. (Raswari, 2007)

II.3.7.2 Saringan (*strainer*)

Saringan (*strainer*) gunanya adalah sebagai alat penyaring kotoran baik yang berupa padat, cair atau gas. Alat penyaringan ini dugunakan pada jalur pipa guna menyaring kotoran pada aliran sehingga aliran yang akan diproses atau hasil proses lebih baik mutunya. (Raswari, 2007).

II.3.7.3 Valve

Menurut definisi, valve adalah perangkat mekanis yang dirancang untuk mengarahkan, memulai, menghentikan, mencampur, atau mengatur aliranm tekanan, atau suhu fluida proses. *Valve* dapat dirancang untuk menangani pengaplikasian zat cair atau gas. Jenis paling umum yang digunakan saat ini adalah *gate, plug, ball, butterfly, check, pressure-relief, dan globe valve*. (Sularso dan Haruo Tahara, 2018)

II.3.8 Pompa

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

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

Tabel 2. 1 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa

No.	Data yang diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas	Diperlukan juga keterangan mengenai kapasitas maksimum dan minimum
2	Konsisi isap	Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air isap. Tekanan yang bekerja pada permukaan air isap. Konsisi pipa isap.
3	Kondisi keluar	Tinggi permukaan air keluar ke level pompa. 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

No.	Data yang diperlukan	Keterangan
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.
10	Tempat instalasi	Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa yang bersangkutan berdasarkan instalasinya.
11	Lain-lain	

II.3.9 Spesifikasi dan Efisiensi Pompa

Ada tiga kelas utama pompa dalam penggunaan di laut: *displacement*, *axial flow*, dan *centrifugal*. Sejumlah pengaturan berbeda dimungkinkan untuk pompa *displacement* dan pompa *centrifugal* untuk memenuhi karakteristik sistem tertentu. (Michael Volk, 2014)

Efisiensi pompa dinyatakan dalam angka desimal kurang dari 1, misalnya 0,75 untuk efisiensi 75%. Efisiensi sebenarnya untuk berbagai jenis pompa sentrifugal dapat sangat bervariasi, lebih dari 30% hingga 90%. (D.A. Taylor, 1996)

II.3.9.1 Displacement

Tindakan pemompaan perpindahan dicapai dengan pengurangan atau peningkatan volume suatu ruang yang menyebabkan cairan (atau gas) berpindah secara fisik. Metode yang digunakan adalah piston dalam silinder menggunakan gerakan bolak-balik, atau unit berputar menggunakan baling-baling, roda gigi, atau sekrup.

II.3.9.2 Axial Flow

Pompa aliran axial menggunakan baling-baling sekrup untuk mempercepat cairan secara axial. Saluran keluar dan baling-baling pemandu diatur untuk mengubah peningkatan kecepatan cairan menjadi tekanan. Pompa aliran axial digunakan dimana diperlukan air dalam jumlah besar dengan head rendah, misalnya pada sirkulasi kondensor. Efisiensinya setara dengan pompa sentrifugal dengan daya angkat rendah dan kecepatan yang lebih tinggi memungkinkan penggunaan motor penggerak yang lebih kecil. (Michael Volk, 2014)

II.3.9.3 Centifugal

Dalam pompa sentrifugal, cairan memasuki bagian tengah atau lubang impeler dan mengalir keluar secara radial di antara baling-baling, kecepatannya meningkat seiring dengan putaran impeler. (Michael Volk, 2014)

II.3.10 Head Pompa

II.3.10.1 Head total pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Head total pompa dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{x^2}{2g} \quad (4)$$

dimana H: Head Total Pompa (m)

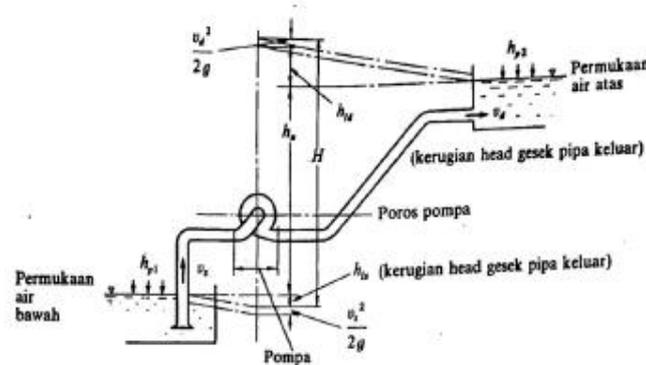
h_a : Head statis total (m),

Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan di sisi isap ; tanda positif (+) dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

Δh_p : Perbedaan head tekan yang bekerja pada kedua permukaan air (m),

$$\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$$

h_l : berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll (m)



Gambar 2. 2 Head Pompa

$$h_l = h_{ld} + h_{ls}$$

$\frac{v^2}{2g}$: Head kecepatan keluar (m)

g : Percepatan gravitasi (= 9.8 m/s²)

(Sularso dan Haruo Tahara, 2018)

II.3.10.2 Head Kerugian

Head kerugian (yaitu head untuk mengatasi kerugian-kerugian) terdiri atas head kerugian gesek di dalam pipa-pipa, dan head kerugian di dalam belokan-belokan, reduser, katup-katup, dsb. Rumus Hazen-Williams, rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum.

$$h_f = \frac{10.666Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.85}} \times L \quad (5)$$

dimana v : kecepatan rata-rata di dalam pipa (m/s)

C : Koefisien, seperti diberikan pada tabel 2.1

R : Jari-jari hidrolis (m)

$R = D/4$ untuk pipa berpenampang lingkaran

S : Gradien hidrolis ($S = h_f/L$)

h_f : Kerugian head (m)

Q : Laju aliran (m^3/s)

L : Panjang pipa (m)

Tabel 2. 2 Kondisi pipa dan harga C (formula Hazen-William)

Jenis Pipa	C
Pipa besi cor baru	130
Pipa besi cor tua	100
Pipa baja baru	120-130
Pipa baja tua	80-100
Pipa dengan lapisan semen	130-140
Pipa dengan lapisan terhalang batu	140

(Sularso dan Haruo Tahara, 2018)

Dalam aliran melalui jalur pipa, kerugian juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang, atau arah aliran berubah. Kerugian head di tempat-tempat transisi yang demikian itu dapat dinyatakan secara umum dengan rumus

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

Dimana v : Kecepatan rata-rata di dalam pipa (m/s)

f : Koefisien kerugian

g : Percepatan gravitasi (9.8 m/s)

h_f : Kerugian head (m)

(Sularso dan Haruo Tahara, 2018)