

Analisa Perhitungan Diameter Pipa Kapal Berdaya Mesin 4000 BHP

Sri Pramono[✉], Deny Affiyanto²

^{1,2}Teknik Permesinan Kapal, Universitas Ivet, Semarang

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v1i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit April 2024

Direvisi Mei 2024

Disetujui Juni 2024

Keywords:

*Pipe diameter, Tanker, 4000
BHP engine power*

Abstrak

Sistem pipa mempunyai peranan penting dalam pelayanan umum di kapal. Karena tanpa sistem pipa maka pompa sebagai alat untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain tidak dapat mengalirkan atau memindahkan fluidanya. Sistem pipa di kapal secara umum meliputi pipa bahan bakar, pipa minyak pelumas, pipa air tawar, pipa air saniter, pipa air ballas, pipa bilga, pipa pemadam kebakaran. Sistem instalasi pipa meliputi pipa, flens (sambungan pipa), valve (Katup), alat tambahan Separator. Sistem instalasi diharapkan menghasilkan suatu jaringan instalasi pipa yang efisien baik dari segi peletakan maupun segi keamanan sesuai peraturan – peraturan klasifikasi maupun dari spesifikasi installation guide dari sistem pendukung permesinan. Dalam menentukan ukuran diameter pipa bahan bakar, pipa minyak pelumas, pipa air minum, pipa air saniter, pipa air ballas, pipa bilga, pipa pemadam kebakaran berdasarkan: jenis fluida yang mengalir di dalam pipa, volume fluida yang akan dipindahkan, kecepatan aliran fluida yang akan dipindahkan, juga memperhatikan adanya tekanan akibat gesekan.

Abstract

The pipeline system has an important role in the general service on board. Because without a pipeline system the pump as a means to move fluid from one place to another cannot flow or move the fluid. Pipeline systems in general include fuel pipes, lubricating oil pipes, fresh water pipes, sanitary water pipes, ballast water pipes, bilge pipes, fire pipes. Pipe installation systems include pipes, flanges, valves, separator attachments. The installation system is expected to produce an efficient pipe installation network both in terms of laying and safety in accordance with the classification regulations and from the installation guide specifications of the machining support system. In determining the diameter of fuel pipes, lubricating oil pipes, drinking water pipes, sanitary water pipes, ballast water pipes, bilge pipes, fire extinguisher pipes based on: type of fluid flowing in the pipe, volume of fluid to be moved, speed of fluid flow will be moved, also pay attention to the pressure due to friction.

✉Alamat Korespondensi: E-mail:
sripramono8sep@gmail.com

PENDAHULUAN

Perencanaan 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 dalam operasional kapal. Secara umum sistem pipa dapat diartikan sebagai bagian utama dari suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan atau ditampung, ke titik pengeluaran yang dibutuhkan. Semua aliran fluida didalam pipa yang dipindahkan dengan pompa harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal juga berpengaruh pada susunan perpipaan, seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya. Sistem perpipaan merupakan sistem yang kompleks serta mempunyai hubungan yang sangat erat dengan prinsip-prinsip analisa tegangan statis dan dinamis, termodinamis, teori aliran fluida untuk merencanakan keamanan dan efisiensi jaringan pipa. Peletakan komponen yang akan disambungkan dengan pipa perlu diperhatikan untuk mengurangi hal-hal yang tidak diinginkan, seperti panjang pipa dan susunan pipa yang kompleks, selain itu untuk menghindari pipa melalui tempat yang tidak boleh ditembus, menghindari penembusan terhadap struktur kapal. Sebaiknya jalur instalasi pipa direncanakan untuk menghindari tegangan yang terlalu tinggi pada struktur.

Oleh karena itu sebagai langkah awal dibuat suatu gambar diagram yang akan menjelaskan keterkaitan antar komponen dalam suatu instalasi. Gambar diagram sistem perpipaan dibuat untuk memastikan sistem perpipaan akan memenuhi kebutuhan spesifikasi dan seluruh elemen dari sistem saling terkait dengan yang lainnya. Diagram pipa merupakan titik awal untuk mengembangkan seluruh gambar-gambar perpipaan. Diagram pipa menggambarkan komponen sistem dan hubungannya satu sama lain dalam bentuk skematik. Diagram ini meliputi simbol-simbol komponen, jadwal material, karakteristik komponen dan kurva pompa, deskripsi katup, identitas komponen, tekanan, suhu, aliran, kecepatan, penurunan tekanan sistem, ukuran pipa, arah aliran, identifikasi kompartemen dan sekat kedap, karakteristik dari instrumen serta karakteristik operasi dari tekanan, suhu, ketinggian dan kontrol aliran.

Kualitas dan kejelasan diagram pipa sangat penting karena gambar diagram memberikan informasi bermacam-macam fungsi selama perencanaan, pembangunan dan operasional kapal dan memberikan pengertian awal bagaimana sistem tersebut berjalan dan menerangkan hubungan dengan sistem lainnya. Hubungan fungsi harus sama-sama ditonjolkan. Gambar perencanaan sistem pipa biasanya dibuat hanya untuk satu sistem yang berhubungan pada satu gambar untuk menyederhanakan penggambaran (Kiryanto, 2008).

Instalasi perpipaan di kapal jika dilihat dari fungsi dan tujuannya dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok layanan yang meliputi, (Widyandari, 2013) adalah :

1. *General Service System*
Sistem Pelayanan secara umum ini bertujuan untuk menjamin keselamatan kapal selama beroperasi. Sistem ini meliputi: Sistem Bilga, Sistem Ballast.
2. *Main Engine and Auxiliary Engine System*
Sistem pelayanan ini untuk kebutuhan permesinan kapal, baik *Main Engine* maupun *Auxiliary Engine System* yang meliputi: Sistem Bahan Bakar, Sistem pelumasan.
3. *Domestic System and Accomodation*
Sistem yang bertujuan dalam pemenuhan kebutuhan untuk seluruh penumpang dan *crew* dari kapal yang berhubungan dalam pemenuhan kebutuhan air tawar dan sistem sanitary.

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk menentukan : diameter pipa bilga, diameter pipa pemadam, diameter pipa bahan bakar, diameter pipa minyak lumas, diameter pipa air tawar, diameter lubang pipa *deflector* pada ruang mesin, dan diameter lubang pipa *deflector* pada ruang pompa.

METODE

Dalam penulisan ini, penyusun memiliki beberapa metode untuk mengumpulkan data- data yang akan dikumpulkan untuk menyusun ini :

1. Observasi
Penulis mendapatkan data dengan melakukan pengamatan benda sesungguhnya secara langsung di Galangan kapal.
2. Studi Pustaka

Dengan metode ini penulis mencari referensi – referensi yang berhubungan dengan tujuan penulisan untuk memperoleh data pendukung dengan mengambil dari literatur- literatur yang ada di perpustakaan, buku- buku yang berhubungan dengan perpipaan kapal, maupun dari internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Kapal

Ukuran utama Kapal adalah :

Type of Ship	= Oil Tanker
Tonnages (GT)	= 3600 Ton
Tonnages (NT)	= 2000 Ton
LOA	= 102.1 M
LPP	= 97.00 M
B	= 15.10 M
H	= 7.80 M
D/T	= 6.83 M
Cb	= 0.74
Daya Mesin	= 4000 BHP
RPM	= 700 RPM
Vs	= 13.00 Knots
	= 6.66872 m/s

2. Perhitungan Diameter Pipa Bilga Utama

Berdasarkan BKI (2016):

$$d_H = 3,0 \sqrt{(B + H)l_1} + 35 \text{ mm}$$

Keterangan:

Panjang Kapal (L) = 97,00 m

Lebar Kapal (B) = 15,10 m

Tinggi Kapal (H) = 7,80 m

Maka:

$$\begin{aligned} d_H &= 3,0 \sqrt{(15,10 + 7,80)97,00} + 35 \text{ mm} \\ &= 176,39 \text{ mm} \\ &= 180 \text{ mm} \\ &= 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Diameter Pipa Pemadam (D)

Berdasarkan Syumadhani (2007) Sistem Pipa Kapal Tanker 3600 BRT, diameter pipa pemadam kebakaran adalah :

$$D = 26 + ((2,78 \times L \times (B + H))^{0,5})$$

Keterangan:

Panjang Kapal (L) = 97,00 m

Lebar Kapal (B) = 15,10 m

Tinggi Kapal (H) = 7,80 m

Maka:

$$\begin{aligned} D &= 26 + ((2,78 \times 97,00 (15,10 + 7,80))^{0,5}) \\ &= 26 + 78,58 \text{ m} \\ &= 104,58 \text{ mm} \\ &= 105 \text{ mm} \\ &= 10,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Diameter Pipa Bahan Bakar (Db)

Berdasarkan BKI (2016)

Kebutuhan bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu disesuaikan dengan daya mesin diketahui BHP mesin induk = 4000 HP. Maka Daya Mesin Bantu (BHP AE) adalah :

BH mesin Induk = 4000 BHP

BHP mesin Bantu = $20\% \times 4000 = 800$ HP

BHP Total = $(2 \times \text{BHP AE}) + \text{BHP ME}$
 $= (2 \times 800) + 4000$
 $= 5600$ HP

Kebutuhan bahan bakar tiap jam (Qb1)

Jika 1 HP dimana koefisien pemakaian bahan bakar di butuhkan $0,18 \text{ kg/HP/jam}$

BHP total = 5600 HP

Maka = $0,18 \text{ kg/HP/jam} \times 5600 \text{ HP}$

= 1008 Kg/Jam

= $1,008 \text{ Ton/Jam}$

Qb1 = kebutuhan bahan bakar X spesifik Volume berat bahan bakar

= $1,008 \text{ Ton/Jam} \times 1,25 \text{ m}^3/\text{Ton}$

= $1,26 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Direncanakan pengisian tangki tiap 10 jam

Sehingga Volume Tangki (V) = $Qb \times 1 \times 1 \times h$
 $= 1,008 \times 1 \times 10$

V = $10,08 \text{ m}^3$

Diameter pipa Q = 10,80

Db = $\sqrt{Q/5,75 \cdot 10^{-3}}$

= $\sqrt{10,80/5,75 \cdot 10^{-3}}$

= $43,33 \text{ mm} \sim 50 \text{ mm}$

= 5 cm

Untuk diameter pipa pengisian pada bunker direncanakan 2 x diameter pipa service harian yaitu $50 \times 2 = 100 \text{ mm}$.

5. Perhitungan Diameter Pipa Minyak Lumas (db)

Berdasarkan BKI (2016)

Kapasitas tangki yang diperlukan (Vc)

$Vc = 2,5 \times 10^{-6} \text{ ton/HP/jam} \times 24 \times 12 \times 4000$
 $= 2,88 \text{ ton}$

Berat jenis minyak $1,25 \text{ m}^3/\text{ton}$

$Sv = 1,25 \times 2,88$

= $3,6 \text{ m}^3$

Qs waktu pengisian direncanakan 15 menit (0,25 Jam)

Qs = $Sv/0,25$

= $3,6/0,25$

= $14,4 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Jadi Diameter pipa minyak lumas (db)

db = $\sqrt{\frac{QS}{5,75 \cdot 10^{-3}}}$

= $\sqrt{\frac{14,4}{5,75 \cdot 10^{-3}}}$

= $50,26 \text{ mm}$

= 50 mm

= 5 cm

6. Perhitungan Pipa Air Tawar

Berdasarkan BKI (2016)

$$\text{Volume air tawar} = 15,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis air tawar} = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Kapasitas tangki air tawar} = V \times \text{berat jenis air tawar}$$

$$= 15,5$$

$$= 15,5 \text{ ton}$$

Sehingga sesuai kapasitas tangki standart ukuran pipa baja (BKI) direncanakan diameter pipa tangki air tawar menuju tangki harian = **10 cm = 3,8 Inch**, diameter luar pipa = **17,3 cm**

Kapasitas Pompa Air Tawar (Q_b) Berdasarkan BKI 2016 Vol.III sec.11 – 3.1

$$Q_b = 5,75 \times 10^{-3} \times dH$$

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 100$$

$$= 5,75 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jika :

$$Q_b = 0,565 \times db^2 (\text{m}^3/\text{Jam})$$

Diketahui :

$$Q_b = \text{Kapasitas pompa Air Tawar}$$

$$= 5,75 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$db = \text{Diameter pipa air tawar}$$

Maka :

$$\begin{aligned} db &= \sqrt{Q_b / 0,565} \quad (\text{cm}) \\ &= \sqrt{5,75 / 0,565} \\ &= 3,1 \text{ cm} \\ &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

7. Deflector Pemasukan dan Pengeluaran

Berdasarkan BKI (2016)

a. Deflektor Pemasukan Udara pada Ruang Mesin.

$$d_2 = \sqrt{\frac{V_1 \times N \times \gamma_0}{900 \times \eta v \times \gamma_2}} \quad (\text{m})$$

Dimana:

$$V_1 = \text{Volume Ruang Mesin}$$

$$= 2169,33 \text{ m}^3$$

$$N = \text{Banyaknya pergantian udara tiap jam} = 30 \text{ kali.}$$

$$V = \text{Kecepatan udara yang memasuki Deflector pemasukan, yaitu antara}$$

$$2 \sim 4 \text{ m/detik, diambil } 4 \text{ m/detik.}$$

$$\gamma_0 = \text{Density udara bersih: } 1 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_1 = \text{Density di dalam ruangan: } 1 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{2169,33 \times 30 \times 1}{900 \times 3,14 \times 4 \times 1}}$$

$$= 2,399 \text{ m}$$

Pada Kamar Mesin direncanakan dipasang 3 buah Deflektor Pemasukan Udara, sehingga diameter masing – masing deflektor adalah :

$$d = d_2 / 3_s$$

$$= 2,399 / 3$$

$$= 0,799 \text{ m}$$

$$r = d / 2$$

$$= 0,799 / 2$$

$$= 0,399 \text{ m}$$

Luas masing masing permukaan Deflector adalah :

$$\begin{aligned} L &= 3,14 \times r^2 \\ &= 3,14 \times 0,399^2 \\ &= 0,499 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Deflector direncanakan 2 buah, maka luas penampang tiap deflector adalah :

$$\begin{aligned} L &= L / 2 \\ &= 0,499 / 2 \\ &= 0,249 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi diameter 1 lubang deflector adalah :

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4L}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,249}{3,14}} \\ &= 0,563 \text{ m} \end{aligned}$$

Ukuran Deflector pemasukan ruang mesin :

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,563 \text{ m} \\ r &= 0,399 \text{ m} \\ a &= 12 \times d = 12 \times 0,563 = 0,675 \text{ m} \\ b &= 0,42 \times d = 0,42 \times 0,563 = 0,236 \text{ m} \\ c &= 0,55 \times d = 0,55 \times 0,563 = 0,309 \text{ m} \\ d &= 1,5 \times d = 1,5 \times 0,563 = 0,844 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Deflector pengeluaran udara pada ruang mesin.

Ukuran diameter Deflector pengeluaran udara pada ruang mesin sama dengan diameter Deflector pemasukan udara :

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,563 \text{ m} \\ r &= 0,399 \text{ m} \\ a &= 1,65 \times d = 1,65 \times 0,563 = 0,928 \text{ m} \\ b &= 0,42 \times d = 0,42 \times 0,563 = 0,236 \text{ m} \\ c &= 1,2 \times d = 1,2 \times 0,563 = 0,675 \text{ m} \\ d &= 0,55 \times d = 0,55 \times 0,563 = 0,309 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Deflector Ruang Pompa

Berdasarkan BKI (2016)

a. Diameter Deflector pemasukan ruang pompa

$$d = \sqrt{\frac{V.n.\partial 0}{900.\pi.v.\partial 1}} \text{ (m)}$$

Dimana :

V = Volume ruang pompa 428,441 m³

n = Banyaknya penggantian udara tiap jam; ketetapan = 30 / Jam

v = Kecepatan udara melalui Deflector (2 – 4)m/s, diambil 4 m / s

$\partial 0$ = Density Bj udara bersih ; 1 Kg/m³

$\partial 1$ = Density Bj udara dalam ruang; 1 Kg/m³

Jadi :

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{428,441 \times 30 \times 1}{900 \times 3,14 \times 4 \times 1}} \\ d &= 1,137 \text{ m} \\ r &= \frac{1}{2} d \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,137 \text{ m}$$

$$= 0,568 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = \pi r^2 = 3,14 \times (0,568)^2 = 1,013 \text{ m}^2$$

Deflector direncanakan 2 buah, luas penampang tiap deflector :

$$L = \frac{\text{Luas}}{2}$$

$$= \frac{1,013}{2}$$

$$= 506 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{D satu lubang deflector} &= \sqrt{\frac{4L}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,506}{3,14}} = \sqrt{0,645} = 0,803 \text{ m} \end{aligned}$$

Ukuran deflector pemasukan ruang pompa :

$$d_1 = 0,803 \text{ m}$$

$$r = 1,25 d$$

$$a = 1,6 \times d = 1,6 \times 0,803 = 1,284 \text{ m}$$

$$b = 0,45 \times d = 0,45 \times 0,803 = 0,361 \text{ m}$$

$$c = 0,89 \times d = 0,89 \times 0,803 = 0,714 \text{ m}$$

$$d = 1,9 \times d = 1,9 \times 0,803 = 1,527 \text{ m}$$

b. Diameter deflector pengeluaran ruang pompa

Diameter pengeluaran sama dengan diameter pemasukan.

$$d_1 = 0,803 \text{ m}$$

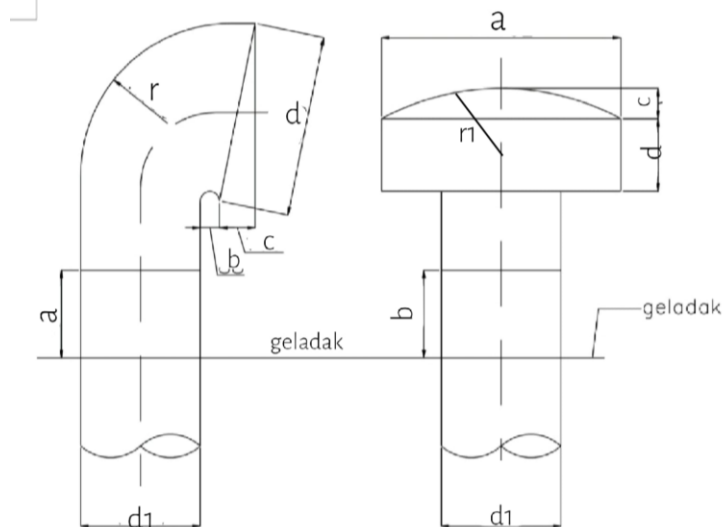
$$r_1 = 1,17 d = 0,939 \text{ m}$$

$$a = 1,65 \times d = 1,65 \times 0,803 = 1,342 \text{ m}$$

$$b = 0,73 \times d = 0,73 \times 0,803 = 0,586 \text{ m}$$

$$c = 1,2 \times d = 1,2 \times 0,803 = 0,963 \text{ m}$$

$$d = 1,64 \times d = 1,64 \times 0,803 = 1,316 \text{ m}$$



a. Deflektor Pemasukan Udara b. Deflektor Pengeluaran Udara

Gambar 1. Deflektor Kamar Mesin Dan Ruang Pompa
(Oktaviani, 2021)

KESIMPULAN

Dari pembahasan penulis dapat menyimpulkan hal – hal sebagai berikut :

1. Menurut Wibowo (2022) ditinjau dari bahan pipa adalah baja tanpa sambungan (*Seamless Drawn Steel Pipe*), pipa baja dengan sambungan las (*Lap-Welded Steel Pipe*) / (*Electric Resistance Welded Steel Pipe*), pipa dari baja tempa atau kuningan (*Seamless Drawn Pipe*), (*Seamless Drawn*

- Pipe*) baja tempa atau kuningan, pipa – pipa timah hitam.
2. Dari perhitungan didapat Diameter Pipa Bilga (dH) = 18 Cm; Diameter Pipa Pemadam (D) = 10,5 cm; Diameter Pipa Bahan Bakar (Db) = 5 cm; Diameter Pipa Minyak Lumas (db) = 50 mm, Diameter Deflector Pemasukan Ruang Mesin (d1) = 0,563 m, Diameter Deflector Pemasukan Ruang Pompa (d1) = 0,803 m.
 3. Bagian-bagian yang berhubungan dengan sistem pipa dalam kapal adalah pipa, flens (sambungan pipa), *valve* (katup), *filter* (saringan), purifier, *separator* (pemisah antara minyak dengan air).

DAFTAR PUSTAKA

- Aini Oktaviani, 2021, Laporan Tugas Akhir Perencanaan Kapal Tunda TB Oktaviani 2x425 BHP, Undip Semarang.
- Aulia Windyandari, 2013, Perancangan Sistem Perpipa-an KM. Nusantara, Jurnal Kapal, D3 Undip Semarang, Volume 10 Nomor 3.
- BKI, 2016, “Biro Klasifikasi Indonesia Volume III”, Jakarta.
- Didik Ardian Wibowo, 2022, Laporan Tugas Akhir Sistem Pipa Kapal KM Loroji, Undip Semarang.
- Kiryanto, Ir, MT, 2008, “Sistem Dalam Kapal”, Undip Semarang.
- Safina Syumadhani, 2007, Laporan Tugas Akhir Sistem Pipa Kapal Tanker 3600 BRT, Undip Semarang.