

BAB VI

PERHITUNGAN SISTEM PIPA

1) UMUM

Sistem pipa merupakan bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya.

2) BAHAN PIPA

Bahan pipa yang diijinkan BKI adalah :

a) Seamless Drawing Steel Pipe (pipa baja tanpa sambungan)

Pipa jenis ini digunakan untuk semua penggunaan dan dibutuhkan untuk pipa tekan dan sistem bahan bakar dari pompa injeksi bahan bakar motor pembakaran dalam.



Gambar 6.1. Seamless Drawing Steel Pipe

b) Seamless Drawn Pipe dari Tembaga atau Kuningan

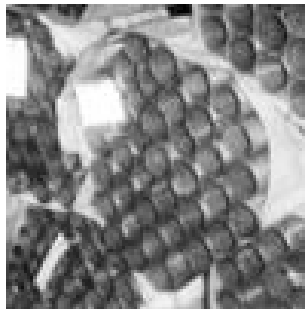
Pipa jenis ini tidak boleh digunakan pada temperatur lebih dari 406 °F dan tidak boleh digunakan pada super heater (uap dan panas lanjut).



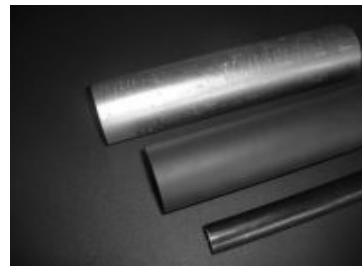
Gambar 6.2. Seamless Drawn Pipe

c) Lap Welded / Electric Resistance Welded Steel Pipe

Pipa jenis ini tidak diijinkan untuk digunakan dalam sistem di mana tekanan kerja melampaui 350 Psi atau pada temperatur di mana sistem yang dibutuhkan pipa tekanan tanpa sambungan.



Gambar 6.3. Lap Welded Steel Pipe



Gambar 6.4. Electric Resistance Welded Steel Pipe

d) Baja Schedule 40

Pipa ini dilindungi terhadap kerusakan mekanis yaitu perlindungan menyeluruh dengan sistem galvanis. Dengan sistem perlindungan tersebut maka pipa dapat digunakan untuk suplai air laut, dapat juga untuk saluran sistem bilga, kecuali dalam ruangan yang kemungkinan mudah terkena api sehingga dapat melebar dan merusak sistem bilga.



Gambar 6.5. Baja Schedule 40

e) Pipa Schedule 80 – 120

Pipa jenis ini diisyaratkan mempunyai ketebalan yang lebih tebal dibandingkan dengan jenis pipa yang lain. Dalam penggunaan pipa schedule 80 – 120 dapat difungsikan sebagai pipa hidrolis yaitu pipa dengan aliran fluida bertekanan tinggi.

f) Pipa Galvanis

Pipa jenis ini digunakan untuk suplai air laut (sistem Ballast dan Bilga).



Gambar 6.6. Pipa Galvanis

3) BAHAN KATUP DAN PERALATAN (FITTING)

Bahan katup dan peralatan (fitting) yang diijinkan menurut peraturan Biro Klasifikasi Indonesia antara lain :

a) Kuningan (Bross)

Katup dengan bahan ini digunakan untuk temperatur di bawah 450 °F. Bila temperatur lebih besar dari 550° F maka digunakan material perunggu. Biasanya mempunyai diameter 3 inchi dan tekanan kerja dapat lebih besar dari 330 Pcs.

b) Baja Cor/ Tuang

Dapat dipakai pada setiap sistem dan untuk semua tekanan/ temperatur.

c) Besi Cor dan Campuran Setengah Baja

Dapat digunakan untuk temperatur yang tidak melebihi 450° F. Kecuali jika untuk sistem yang bersangkutan diperlukan bahan lain.

4) FLENS

Flens dipakai untuk sistem pipa, dapat dipasang pada pipa – pipa dengan salah satu cara di bawah ini dengan mempertimbangan bahan yang dipakai.

a) Pipa Baja

Pipa baja dengan diameter normal lebih dari 12 inchi harus dimuaikan (expanded) ke dalam flens baja atau dapat dibaut pada flens atau dilas.

b) Pipa yang lebih kecil

Dapat dibaut kedalam flens tanpa dilas tetapi untuk pipa uap air dan minyak juga disesuaikan supaya memastikan adanya kedekatan pada ulirnya.

c) Pipa non ferro

Harus dipatri (solder trased) tetapi untuk diameter lebih kecil atau sama dengan 2 inchi dapat dibaut.

Tabel 6.1.
Ketentuan Sambungan Pipa Dengan Flens
BKI 2006 sec. 10

d	d ₁	Pe	D	t	H	J.Baut
15	21,0	60	80	9	12	4
20	27,7	65	85	10	12	4
25	34,0	75	95	10	12	4
32	42,7	90	115	12	15	4
40	48,6	95	120	12	15	4
65	76,3	130	150	14	15	4
80	89,1	145	180	14	15	4
100	114,3	165	200	16	19	4
125	159,8	200	135	16	19	8
150	165,2	135	265	18	19	8
200	216,3	280	320	20	20	8

Keterangan:

d = Diameter dalam pipa

d₁ = Diameter luar pipa

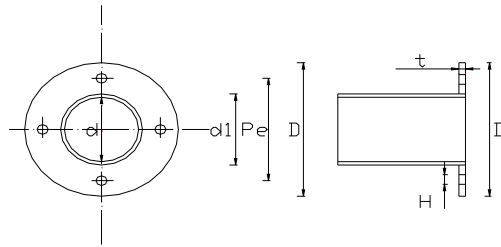
Pe = Diameter letak baut flens

D = Diameter flens

t = Tebal flens

H = Diameter Baut

J baut = Jumlah Baut



Gambar 6.7. Flens

5) KETENTUAN UMUM SISTEM PIPA

Sistem pipa harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan bengkokan dan sambungan las atau brazing sedapat mungkin dengan flens atau sambungan yang dapat dilepas dan dipindahkan jika perlu semua pipa harus dilindungi sedemikian rupa sehingga terhindar dari kerusakan mekanis dan harus ditumpu/ dijepit sedemikian rupa untuk menghindari getaran.

Tabel 6.2.

Standart Ukuran Pipa Baja
menurut "JIS" tahun 2002

Inside Diameter (mm)	Nominal Size (inch)	Outside Diameter (mm)	SGP Tebal Min (mm)	Schedule 40 (mm)	Schedule 80 (mm)
6	¼	10.5	2.0	1.7	2.4
10	3/8	17.3	2.3	2.3	3.2
15	½	21.7	2.8	2.8	3.7
20	¾	27.2	3.2	2.9	3.9
25	1	34.0	3.5	3.4	4.5
32	1 ¼	42.7	3.5	3.6	4.9
40	1 ½	48.6	3.8	3.7	5.1
50	2	60.5	4.2	3.9	5.5
65	2 ½	76.3	4.2	5.2	7.0
80	3	89.1	4.5	5.5	7.6
100	4	114.3	4.5	6.0	8.6
125	5	139.8	5.0	6.6	9.5
150	6	165.2	5.8	7.1	11.0
200	8	216.3	6.6	8.2	12.7
250	10	267.4	6.9	9.3	-
300	12	318.5	7.9	10.3	-
250	14	355.6	7.9	11.1	-
400	16	406.4	-	12.7	-
450	18	457.2	-	-	-
500	20	508.0	-	-	-

a) Sistem Bilga

i) Susunan Pipa Bilga Secara Umum

(a) Harus diketahui atau ditentukan sesuai dengan persyaratan BKI.

(b) Pipa – pipa bilga dan penghisapannya harus ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat dikeringkan sempurna

Walaupun dalam keadaan miring atau kurang menguntungkan.

- (c) Pipa – pipa hisap harus diatur dikedua sisi kapal, pada ruangan – ruangan dikedua ujung kapal, masing – masing cukup dilengkapi dengan satu pipa hisap yang dapat mengeringkan ruangan tersebut.
- (d) Ruangan yang terletak dimuka sekat tubrukan dan belakang tabung poros propeller yang tidak dihubungkan dengan sistem pompa bilga umum harus dikeringkan dengan cara yang memadai.

ii) Pipa Bilga yang melalui tangki – tangki.

- (a) Pipa bilga tidak boleh dipasang melalui tangki minyak lumas dan air minum.
- (b) Jika pipa bilga melalui tangki bahan bakar yang terletak diatas alas ganda dan berakhir dalam ruangan yang sulit dicapai selama pelayaran maka harus dilengkapi dengan katup periksa atau check valve tambahan, tepat dimana pipa bilga tersebut dalam tangki bahan bakar.

(i) Pipa Expansi

1. Dari jenis yang telah disetujui harus digunakan untuk menampung ekspansi panas dari sistem bilga.
2. Konsperator ekspansi karet tidak diijinkan untuk dipergunakan dalam kamar mesin dan tangki – tangki.

(ii) Pipa hisap bilga dan saringan – saringan.

1. Pipa hisap harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak menyulitkan saat membersihkan pipa hisap, dan kotak pengering pipa hisap dilengkapi dengan saringan yang tahan karat.
2. Aliran pipa hisap bilga darurat tidak boleh terhalang dan pipa hisap tersebut terletak pada jarak yang cukup dari alas dalam.

(iii) Katup dan Perlengkapan Pipa Bilga.

Katup alat atau perlengkapan pada pipa bilga terletak pada tempat yang mudah dicapai dalam ruangan dimana pompa bilga ditempatkan

b) Sistem Ballast

1. Susunan pipa ballast secara umum

Pipa hisap dalam tangki ballast harus diatur sedemikian rupa sehingga tangki – tangki tersebut dapat dikeringkan sewaktu kapal dalam keadaan trim atau miring yang kurang menguntungkan.

2. Pipa ballast yang melewati ruang muat.

Jika pipa ballast terpasang dari ruang pompa belakang ke tangki air ballast didepan daerah tangki muatan melalui tangki muatan maka tebal dinding pipa harus diperbesar lengkung pipa untuk mengatasi pemuaian harus ada pada pipa ini.

c) Sistem Bahan Bakar

i) Susunan pipa bahan bakar secara umum

Pipa bahan bakar tidak boleh melalui tangki air minum maupun tangki minyak lumas. Pipa bahan bakar tidak boleh terletak disekitar komponen – komponen mesin yang panas.

ii) Pipa pengisi dan pengeluaran.

Pengisian pipa bahan bakar cair harus disalurkan melalui pipa – pipa yang permanen dari geladak terbuka atau tempat – tempat pengisian bahan bakar dibawah geladak. Disarankan meletakkan pipa pengisian pada kedua sisi kapal. Penutupan pipa di atas geladak harus dapat dilakukan, bahan bakar dialirkan menggunakan pipa pengisian.

d) Sistem Pipa Air Tawar

Susunan pipa air tawar secara umum :

(1) Pipa – pipa yang berisi air tawar tidak boleh melalui pipa – pipa yang bukan berisi air tawar. Pipa udara dan pipa limbah air tawar boleh dihubungkan dengan pipa lain dan juga tidak boleh melewati tangki – tangki yang berisi air tawar yang dapat diminum.

(2) Ujung – ujung atas dari pipa udara harus dilindungi terhadap kemungkinan masuknya serangga ke dalam pipa tersebut. Pipa juga harus cukup tinggi terletak dari geladak dan letaknya tidak boleh melalui tangki yang isinya bahan cair yang dapat diisi air minum. Pipa

air tawar tidak boleh dihubungkan dengan pipa air lain yang bukan terisi air minum.

e) Sistem Saniter, Scupper, dan Sewage

(1) Pipa Saniter dan Scupper berkisar antara 50 s/d 100 mm

Direncanakan 3" (80 mm) tebal direncanakan 4,2 mm.

(2) Lubang Pembuangan Scupper dan Saniter

- Lubang pembuangan dalam jumlah dan ukuran yang cukup untuk mengeluarkan air, harus dipasang pada geladak cuaca dan geladak lambung timbul dalam bangunan atas dan rumah geladak yang tertutup.
- Pipa pembuangan di bawah garis muat musim panas harus dihubungkan pipa sampai bilga dan harus dilindungi dengan baik.
- Lubang pembuangan dan saniter tidak boleh dipasang di atas garis muat kosong di daerah peluncuran sekoci penolong.

(3) Pipa Sewage (saluran kotoran)

Diameter pipa sewage paling kecil 100 mm. Direncanakan berdiameter = 4" tebal 4,5 mm

f) Sistem Pipa Udara dan Pipa Duga

(1) Susunan Pipa Udara Secara Umum

- Semua tangki dan ruangan kosong dan lain-lain pada bangunan yang tertinggi harus dilengkapi dengan pipa udara yang dalam keadaan biasa harus berakhir diatas geladak utama atau terbuka.
- Pipa-pipa udara dari tangki-tangki pengumpulan atau penampungan minyak yang tidak dipanasi boleh terletak pada tempat yang mudah terlihat dalam ruangan kamar mesin.
- Pipa-pipa udara harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi adanya pengumpulan cairan dalam pipa tersebut.
- Pipa-pipa udara dari tangki penyimpanan minyak lumas, boleh berakhir pada kamar mesin jika dinding tangki lumas tersebut adalah dari lambung kapal maka pipa udaranya harus berakhir di selubung kamar mesin di atas geladak lambung timbul.
- Pipa udara dari tangki-tangki cofferdam dan ruangan yang merupakan pipa hisap bilga harus dipasang dengan pipa udara yang berakhir di ruangan terbuka.
- Pipa-pipa udara dari tangki-tangki cofferdam dan ruangan-ruangan yang merupakan pipa hisap bilga harus dipasang dengan pipa udara yang berakhir dengan/ di ruang terbuka.
- Mengenai syarat pemasangan pipa udara, diterangkan pada buku Perlengkapan Kapal A dan B Hal. 112, yaitu :

(a) Untuk tangki muat dan deck akil (fore castle deck), tinggi pipa udara 900 mm.

(b) Untuk bangunan atas, tinggi pipa udara 780 mm.

(2) Pipa Duga

Diameter pipa duga minimal adalah 32 mm dan direncanakan $1 \frac{1}{4}$.

Letak pipa duga secara umum menurut BKI '2006 adalah :

- Tangki–tangki, ruangan, cofferdam dan bilga dalam ruangan yang tidak mudah dicapai setiap waktu, harus dilengkapi pipa duga sedapat mungkin pipa duga tersebut harus memanjang ke bawah sampai dekat alas.
- Pipa–pipa duga yang ujungnya terletak di bawah garis lambung timbul harus dilengkapi dengan katup otomatis, pipa duga semacam itu hanya diijinkan dalam ruangan yang dapat diperiksa dengan teliti.
- Pipa duga tangki harus dilengkapi dengan pengaturan tekanan yang dibuat sedekat mungkin di bawah geladak tangki.
- Setiap pipa duga harus dilengkapi dengan pelapis di bawahnya jika pipa duga tersebut dihubungkan dengan kedudukan samping atas pipa cabang, di bawah pipa duga tersebut harus dipertebal secukupnya.

(3) Bahan Pipa Duga

- Pipa baja harus dilindungi terhadap pengkaratan pada bagian dalam dan lainnya.

6) PERHITUNGAN SISTEM PIPA

a) Pipa Bilga Utama

- i) Diameter pipa bilga utama (d_H) sesuai register untuk kecepatan minimum aliran dalam pipa (V_{CL}) = 2 m/s → Berdasarkan BKI 2006 Sec 11. 2.3 adalah :

$$d_H = 1.68\sqrt{(B + H) \times L} + 25 \text{ mm}$$

dimana :

$$L = 92 \text{ m (Panjang Kapal)}$$

$$B = 14,5 \text{ m (Lebar Kapal)}$$

$$H = 8,1 \text{ m (Tinggi Kapal)}$$

$$d_H = 1.68\sqrt{(14,5 + 8,1) \times 92} + 25 \text{ mm}$$

$$= 98.897 \text{ mm}$$

$$= \text{diambil } 99 \text{ mm}$$

- ii) Perhitungan Tebal Pipa Utama (Berdasarkan BKI 2006 Sec 11.7)

$$S = S_o + c + b \quad (\text{mm})$$

dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \sigma \text{ perm } V + P_c$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa} = 100 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan (BKI 2006 Sec.11.table11.1)}$$

$$16 \text{ Bar}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{perm}} &= \text{Toleransi tegangan max} = 80 \text{ N/mm}^2 \\ V &= \text{Faktor efisiensi} = 1 \\ c &= \text{Faktor korosi sea water lines} = 3 \\ b &= 0 \\ S_o &= (100 \times 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16 = 0,99 \text{ mm} \\ S &= 0,99 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ &= 3,99 \text{ mm}\end{aligned}$$

iii) Pipa Bilga Cabang

- ❖ Perhitungan diameter pipa bilga cabang (Berdasarkan BKI

2006 Sec 11 N.2.2.b) :

$$dz = 2,15 \sqrt{l \times (B + H)} + 25 \text{ (mm)}$$

$$\begin{aligned}l &= \text{panjang kompartemen yang kedap air} \\ &= 20.4 \text{ m}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}dz &= 2,15 \sqrt{20,40 \times (14,5 + 8.1)} + 25 \\ &= 98.7 \text{ mm} \approx 99 \text{ mm}\end{aligned}$$

- ❖ Perhitungan Tebal Pipa cabang (BKl 2006 Sec 11 C.2.1)

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \sigma_{\text{perm}} V + P_c$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa} = 85 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan (BKl 2006 Sec.11.table11.1)}$$

$$\sigma \text{ perm} = \text{Toleransi tegangan max} = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \text{Faktor efisiensi} = 1$$

$$c = \text{Faktor korosi sea water lines} = 3$$

$$b = 0$$

$$S_o = (85 \times 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 0,84 \text{ mm}$$

$$S = 0,84 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3.84 \text{ mm}$$

b) Pipa Ballast

❖ Diameter pipa ballast sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki

air ballast yaitu :

$$\text{Volume Tangki Ballast} = 836,71 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Air laut} = 1,025 \text{ ton/ m}^3$$

$$\text{Kapasitas tangki air ballast} = V \times 1,025$$

$$= 836,71 \text{ m}^3 \times 1,025 \text{ ton/m}^3$$

$$= 857,63 \text{ ton.}$$

Berdasarkan tabel didapat harga sebesar 175 mm,

$$\text{diambil } 175 \text{ mm} = 6,9 \text{ "}$$

Tabel 6.3. Standart ukuran diameter pipa

Kapasitas Tangki (ton)	Diameter dalam pipa & fitting (mm)
Sampai 20	60
20 – 40	70

40 – 75	80
75 – 120	90
120 – 190	100
190 – 265	110
265 – 360	125
360 – 480	140
480 – 620	150
620 – 800	160
800 – 1000	175
1000 – 1300	200

- ❖ Kapasitas Pompa Ballast (Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 N. 3.1)

$$\begin{aligned} Q &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 175^2 \\ &= 176,09 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q &= \text{kapasitas air ballast diijinkan dengan 2} \\ &\quad \text{buah pompa + 1 cadangan yang terletak di Main Engine.} \\ &= 176 \text{ m}^3 / \text{jam} \end{aligned}$$

- ❖ Perhitungan tebal pipa ballast (Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 C.

2.1)

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

Dimana :

$$S_o = (d_a \cdot P_c) / 20 \sigma_{perm} \cdot V$$

d_a = diameter luar pipa

$$= 216.3 \text{ mm}$$

P_c = Ketentuan Tekanan (BKI 2006 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ (BKI 2006 Sec.11. table 11.1)}$$

V = faktor efisiensi = 1,00

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

$$b = 0$$

$$S_o = (d_a \cdot P_c) / 20 \sigma_{perm} \cdot v + P_c$$

$$= (216.3 \times 16) / 20 \times 80 \times 1 + 16$$

$$= 2,14 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b$$

$$= 2,14 + 3 + 0$$

$$= 6,14 \text{ mm (Menurut table JIS = 6,6 mm)}$$

c) Pipa Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar sesuai dengan perhitungan pada Rencana Umum (RU) maka dibutuhkan untuk mesin induk dan mesin bantu adalah.

$$\text{BHP mesin induk} = 2700 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP mesin bantu} &= 20 \% \times 2700 \\ &= 540 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 2 mesin bantu} &= 2 \times 540 \\ &= 1080 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BHP total} &= \text{BHP AE} + \text{BHP ME} \\ &= 1080 + 2700 \\ &= 3780 \text{ HP} \end{aligned}$$

(a) Kebutuhan bahan bakar (Q_{b_1})

Jika 1 HP di mana koefisien pemakaian bahan bakar
dibutuhkan 0,18 Kg/HP/jam,

$$\begin{aligned} \text{BHP total} &= 3780 \text{ HP} \\ &= 0,18 \text{ Kg/HP/Jam} \times 3780 \text{ HP} \\ &= 680,4 \text{ Kg/jam} \\ &= 0,6804 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

(b) Kebutuhan bahan bakar tiap jam

$$\begin{aligned} Q_{b_1} &= \text{Kebutuhan Bahan Bakar} \times \text{Spesifik volume berat} \\ &\text{bahan bakar} \\ &= 0,6804 \text{ ton/jam} \times 1,25 \text{ m}^3/\text{ton} \\ &= 0,851 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

(c) Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 10 jam

Sehingga volume tangki

$$V = Q_{b_1} \times h$$

$$= 0,851 \text{ m}^3/\text{h} \times 10$$

$$= 8,51 \text{ m}^3$$

Pengisian Tangki Harian diperlukan waktu 1 jam, maka pada tiap pompa tangki bahan baker ke tangki harian

$$Qb_2 = V / \text{waktu hisap}$$

$$= 8,51 / 1$$

$$= 8,51 \text{ m}^3/\text{jam}$$

(d) Diameter pipa dari tanki harian menuju mesin berdasarkan BKI

2006 sec. 11 N. 3.1

$$d = \sqrt{\frac{Qb_1}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,851}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= 12,16 \text{ mm}$$

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin berdasarkan BKI 2006 sec. 11 C.2.1 :

$$S = S_o + c + b$$

dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \sigma \text{ perm } V + P_c$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa} = 20 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan (BKI 2006 Sec.11.table11.1)}$$

$$16 \text{ Bar}$$

$$\sigma_{perm} = \text{Toleransi tegangan max} = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \text{Faktor efisiensi} = 1$$

$$c = \text{Faktor korosi sea water lines} = 3$$

$$b = 0$$

$$S_o = (20 \times 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 0,20 \text{ mm}$$

$$S = 0,20 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,20 \text{ mm}$$

(e) Perhitungan diameter pipa dari tangki bahan bakar ke tangki harian.

Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 0,5 jam

$$\text{Sehingga volume tangki} = Qb_1 \times h \text{ (m}^3\text{)}$$

$$= 0,851 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam}$$

$$V = 8,51 \text{ m}^3$$

(f) Diameter pipa dari tanki bahan bakar menuju tanki harian

berdasarkan BKI 2006 sec. 11 N.3.1 :

$$db = \sqrt{\frac{Qb_2}{5,75 \times 10^3}}$$

$$= \sqrt{\frac{8,51}{5,75 \times 10^3}}$$

$$= 38,47 \text{ mm}$$

d) Pipa minyak lumas

- ❖ Diameter pipa minyak lumas → berdasarkan BKI 2006 sec. 11 N.3.1

Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki minyak lumas yaitu :

$$\text{Volume Tangki Minyak Lumas} = 2,64 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis minyak} = 0,8 \text{ ton/ m}^3$$

$$\text{Kapasitas tangki Minyak Lumas} = V \times 0,8$$

$$= 2,64 \text{ m}^3 \times 0,8 \text{ ton/m}^3$$

$$= 2,12 \text{ ton.}$$

$$Q_s = \text{Kapasitas minyak lumas, direncanakan 15 menit} = \frac{1}{4} \text{ jam}$$

$$= 2,12 / 0,25$$

$$= 8,48$$

$$d = \sqrt{\frac{Q_s}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{8,48}{0,00575}}$$

$$= 38,4 \text{ mm (menurut tabel JIS} = 42,7 \text{ mm)} = 1 \frac{1}{4} \text{ ''}$$

Kapasitas Pompa Minyak Lumas :

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2$$

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 38^2$$

$$= 8,303 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- ❖ Tebal pipa minyak lumas

$$S = S_o + c + b \text{ (mm) (Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 C. 2.1)}$$

Dimana :

$$S = S_o + c + b \quad (\text{mm})$$

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \sigma_{\text{perm}} V$$

d_a = diameter luar pipa

$$= 42.7 \quad \text{mm}$$

P_c = Ketentuan Tekanan (BKI 2006 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{BKI 2006 Sec.11. C. 2.3.3})$$

V = factor efisiensi

$$= 1,00$$

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

$$b = 0$$

$$S_o = (42.7 \cdot 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1$$

$$= 0,427 \quad \text{mm}$$

$$\text{Maka : } S = 0,427 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,427 \quad \text{mm} \quad (\text{menurut table JIS} = 3,5 \text{ mm})$$

e) Pipa air tawar

(1) Besarnya diameter pipa diperoleh dari tabel, tergantung kapasitas tangki. Dari rencana umum kapasitas tangki air tawar adalah

$$V = 14,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis air tawar} = 1,000 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Kapasitas tangki air tawar} = V \times 1,000$$

$$= 14,44 \text{ m}^3 \times 1,000 \text{ ton/m}^3$$
$$= 14,44 \text{ ton}$$

(2) Tebal pipa air tawar

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin berdasarkan BKI 2001 sec. 11.C.2.1 :

$$S = S_o + c + b$$

dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \sigma_{\text{perm}} V + P_c$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa} = 120 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan (BKI 2001 Sec.11.table11.1)}$$

$$16 \text{ Bar}$$

$$\sigma_{\text{perm}} = \text{Toleransi tegangan max} = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \text{Faktor efisiensi} = 1$$

$$c = \text{Faktor korosi sea water lines} = 3$$

$$b = 0$$

$$S_o = (120 \times 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 1,19 \text{ mm}$$

$$S = 1,19 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 4,19 \text{ mm (menurut table JIS} = 4,2 \text{ mm)}$$

f) Pipa Udara dan Pipa Duga

(1) Pipa udara dipasang pada tiap tangki dengan diameter minimal 50

mm dan dengan tebal 5,0 mm untuk dasar ganda berisi air

sedangkan diameter minimum adalah 100 mm untuk ruangan yang berisi bahan bakar.

- (2) Pipa duga dipasang pada tangki bahan bakar, tangki air tawar dan tangki ballast. Pipa duga direncanakan = 0,06 m

g) Pipa Saniter dan Pipa Sewage

- (1) Pipa saniter berdiameter antara 50 – 150 mm

Direncanakan diameter 100 mm dengan ketebalan pipa 8,0 mm.

- (2) Pipa sewage (pipa buangan air tawar)

Pipa sewage berdiameter 100 mm dengan ketebalan 8,0 mm.

h) Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran Ruang Mesin

Menurut buku *Perlengkapan Kapal B – ITS IV.2ad.b* :

Deflektor Pemasukan Ruang Mesin

$$d = \sqrt{\frac{V_m \cdot n \cdot \gamma_0}{900 \cdot 3,14 \cdot v \cdot \gamma_1}}$$

dimana :

d = Diameter deflektor

V = Volume ruang muat II = 522,234 m³

v = Kecepatan udara yang melewati ventilasi

= (2,2 – 4 m/det) = 3 m³/dt

γ_0 = Density udara bersih = 1 kg/m³

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= \text{Density udara dalam ruangan} &= 1 & \text{ kg/m}^3 \\ n &= \text{Banyaknya pergantian udara} &= 15 & \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}d_{km} &= \sqrt{\frac{522,234 \times 15 \times 1}{900 \times 3,14 \times 3 \times 1}} \\ &= 0,961 \quad \text{m}\end{aligned}$$

Dalam pelaksanaan mengingat adanya sambungan konstruksi hasil tersebut + 50 mm

$$\begin{aligned}r &= \frac{1}{2} d \\ &= \frac{1}{2} 0,961 \\ &= 0,48\end{aligned}$$

Luas deflektor pemasukan:

$$\begin{aligned}&= 3,14 \times r^2 \\ &= 3,14 \times (0,48)^2 \\ &= 0,725 \quad \text{m}^2\end{aligned}$$

Kamar mesin menggunakan 2 buah deflektor pemasukan, maka luas lubang pemasukan dibagi 2.

$$\begin{aligned}L_d &= L/1 \\ &= 0,725/2\end{aligned}$$

$$L_d = 0,363$$

Jadi diameter satu lubang deflektor:

$$d_{KM} = \sqrt{\frac{0,363}{0,25 \times 3,14}}$$

$$d_{KM} = 0,462 \text{ m}$$

Ukuran deflektor pemasukan pada ruang mesin:

$$d_3 = 0,462 \text{ m}$$

$$a = 0,16 \times 0,462 = 0,074 \text{ m}$$

$$b = 0,3 \times 0,462 = 0,139 \text{ m}$$

$$c = 1,5 \times 0,462 = 0,693 \text{ m}$$

$$r = 1,25 \times 0,462 = 0,577 \text{ m}$$

$$e \text{ min} = 400 \text{ mm}$$

Ukuran deflektor pengeluaran ruang muat mesin:

Dipakai 2 buah deflektor pengeluaran dengan diameter sama dengan diameter pemasukan.

$$d_{KM} = 0,462 \text{ m}$$

$$a = 2 \times 0,462 = 0,924 \text{ m}$$

$$b = 0,25 \times 0,462 = 0,115 \text{ m}$$

$$c = 1,5 \times 0,462 = 0,693 \text{ m}$$

$$e \text{ min} = 400 \text{ mm}$$

7) KOMPONEN-KOMPONEN DALAM SISTEM PIPA

a) Separator

Fungsi separator adalah untuk memisahkan minyak dengan air.

Prinsip terjadinya adalah dalam separator terdapat poros dan

mangkuk–mangkuk yang berhubungan pada tepi–tepinya. Setelah minyak yang masih tercampur dengan air masuk ke separator maka mangkuk–mangkuk tersebut akan berputar bersama padanya. Dengan perbedaan masa jenisnya maka air akan keluar melalui pembuangan sedangkan minyak akan masuk melalui lubang–lubang pada mangkuk yang selanjutnya akan ditampung ketangki harian.

Gambar 6.8. Separator

b) Hydrophore

Dalam hydrophore terdapat 4 bagian dimana $\frac{3}{4}$ nya berisi air sedangkan $\frac{1}{4}$ nya berisi udara dengan tekanan kerja 3 kg/cm^2 maka hydrophore akan bekerja mendistribusikan masing–masing ke ruang mesin–mesin kemudi dan geladak dengan bantuan kompresor otomatis.



Gambar 6.9. Hydrophore

c) Cooler

Fungsi dari cooler adalah sebagai pendingin yang bagian dalamnya terdapat pipa kecil untuk masuknya air laut sebagai pendingin minyak masuk melalui celah pipa air laut yang masuk secara terus menerus. Dengan demikian minyak akan selalu dingin sebelum masuk ke ruang mesin (ME dan AE).



Gambar 6.10. Cooler

d) Purifier

Secara prinsip sama dengan separator yaitu sebagai pemisah antara minyak dengan air. Hanya pada purifier kotoran yang telah dipisahkan akan dibuang pada saat kapal mengadakan pendedokan atau bersandar ke pelabuhan untuk menghindari pencemaran lingkungan.



Gambar 6.11. Purifier

e) Strainer/ Filter

Fungsi dari alat ini adalah sebagai saringan yang bagian dalamnya terdapat lensa penyaring.



Gambar 6.12. Strainer

f) Botol Angin Dan Sea Chest

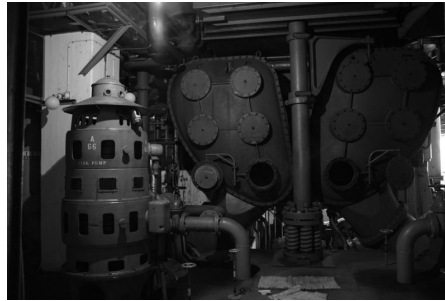
Fungsinya apabila kotak lautnya terdapat banyak kotoran atau binatang laut, angin akan menyempotkan udara yang bertekanan ke dalam kotak laut tersebut.



Gambar 6.12. Sea Chest

g) Kondensor Pada Instalasi Pendingin

Fungsinya adalah untuk mengubah uap air menjadi air untuk keperluan pendinginan.



Gambar 6.13. Kondensor

8) PERHITUNGAN SEA CHEST

a. Perhitungan Displacement

$$D = L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma \times c$$

Dimana :

$$L_{pp} = 92 \text{ m}$$

$$B = 14,5 \text{ m}$$

$$T = 5,6 \text{ m}$$

$$C_b = 0,68$$

$$\gamma = 1,025$$

$$c = 1,004$$

Jadi :

$$\begin{aligned} D &= 92 \times 14,50 \times 5,6 \times 0,68 \times 1,025 \times 1,004 \\ &= 5227,69 \text{ Ton} \end{aligned}$$

b. Diameter Dalam Pipa

Berdasarkan diktat SDK hal 31 ITS 1982. kapasitas tangki antara 10% - 17% D

Direncanakan 14% D

$$\begin{aligned} d &= 14\% \times 5227,69 \\ &= 731,88 \end{aligned}$$

berdasarkan tabel didapat diameter pipa sebesar 160mm.

c. Perhitungan Tebal Plat Sea Chest

Tebal plat sea chest harus sesuai rumus BKI 2006 Sec. 8.B.5.3.1

$$T = 12 \cdot a \cdot \sqrt{P \cdot k} + tk$$

$$P = 2 \text{ bar}$$

$$T = 12 \times 0,6 \sqrt{21} + 1,5 = 11,68 \text{ mm diambil } 12 \text{ mm}$$

d. Modulus Penegar Kotak Sea Chest

Modulus penampang penegar sea chest harus sesuai rumus BKI 2006

Sec. 8.B.5.3.1

$$\begin{aligned} W &= k \times 56 \times a \times p \times l^2 \\ &= 1 \times 56 \times 0,6 \times 2 \times (1,2)^2 \\ &= 96,76 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

e. Perhitungan Lubang Sea Chest

1. Luas Penampang Pipa

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 90^2 \\ &= 6358,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Luas Penampang Sea Greeting

$$\begin{aligned} A_1 &= 2 \times A \\ &= 2 \times 6358,5 \\ &= 12717 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3. Jumlah lubang sea greeting direncanakan 16 buah maka luas tiap lubang sea greeting :

$$\begin{aligned} a &= A_1/16 \\ &= 12717 / 16 \\ &= 794,813 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

4. Bentuk lubang direncanakan persegi dengan panjang 80 mm maka:

$$\begin{aligned} L &= a/p \\ &= 794,813 / 80 \end{aligned}$$

$$= 9,9 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

5. Ukuran kisi-kisi sea greating

Panjang (P) = 80 mm dan lebar (L) = 10 mm

Tabel Ukuran Pipa
Pada Kapal "KM DIRGAHAYU"

Nama	Diameter (mm)	Tebal (mm)
Pipa Bilga Utama	99	3,99
Pipa Bilga Cabang	99	3,85
Ballast	216,3	6,6
Bahan Bakar		
1. Harian Menuju Mesin	12,16	3,2
2. Harian Menuju Tangki Harian	38,47	3,2
Minyak Lumas	42,7	4,3
Air Tawar	190	4,19
Pipa Udara	50	5
Pipa Duga	50	6
Sanitari	100	8
Sewage	100	8