

## BAB VI

### PERHITUNGAN SISTEM PIPA

#### A. 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 perpipaaan seperti hanya pada perlengkapan kapal lainnya.

#### B. Bahan Pipa

Bahan pipa yang diijinkan BKI adalah :

1. Seam less drawing stell 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.

2. Seam less 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)

3. Lap welded/electric resistance welded steel pipe

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

4. Pipa dari timah hitam

Pipa jenis ini digunakan untuk suplay air laut (Sistem Ballast dan Bilga).

5. Pipa dari baja tempa atau besi kuningan (besi tempa)

Pipa jenis ini dipergunakan untuk semua pipa bahan bakar, minyak lumas, termasuk sistem pipa lainnya yang melalui tangki bahan bakar.

6. Pipa dari besi tuang dan campuran yang tidak melampaui 400 ° F, kecuali bila untuk sistem yang bersangkutan dipergunakan bahan lain.

### C. Bahan Katup dan Peralatan (Fitting)

Bahan katub dan peralatan (fitting) yang diijinkan menurut peraturan BKI antara lain :

1. Kuningan (Bross)

Katup dengan bahan ini digunakan untuk temperature di bawah 450° F. Bila tempera0ture lebih besar dari 450° F maka digunakan material perunggu. Biasanya mempunyai diameter 3 inchi dan tekanan kerja dapat lebih besar dari 330 Pcs.

2. Besi/Iron

Berbagai macam besi mulai dari cost iron yang biasanya digunakan untuk katup-katup kecil sampai hight strenght alloy cost yang dipakai untuk katup besar. Cost iron tidak boleh digunakan untuk katup yang memerlukan temperatur rendah atau aliran corosi.

3. Baja/Steel

Digunakan untuk temperatur dan tekanan yang tinggi.

4. Stainless Steel

Digunakan untuk katup yang memerlukan gambar detail pipa air tawar, menembus sekat/deck dengan temperatur rendah atau korosif.

#### **D. Flens**

Flens dipakai untuk sistem pipa dapat dipasang pada pipa-pipa dengan salah satu cara dibawah ini dengan pertimbangan bahan yang dipakai.

1. Pipa baja dengan diameter normal lebih dari 12 inchi dapat dibuat pada flens atau dilas.

2. Pipa yang lebih kecil

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

3. Flens dari besi tuang

Dapat digunakan dengan sistem sambungan yang dibuat dan hanya boleh dipakai dalam sistem dimana penggunaannya tidak dilarang.

4. Pipa non ferro

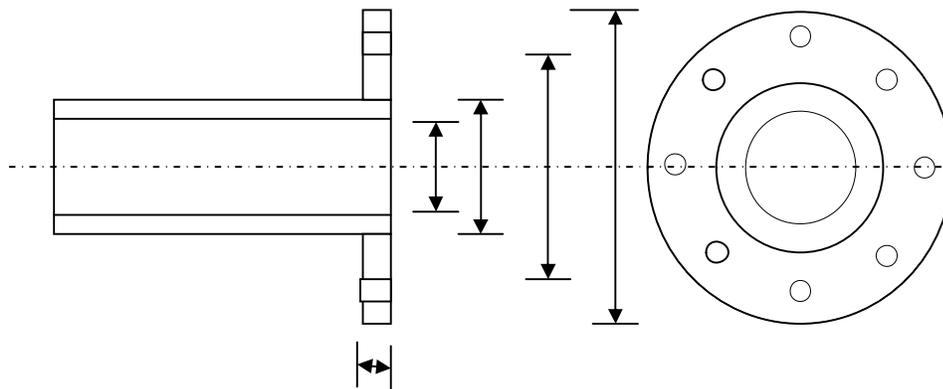
Untuk diameter lebih kecil atau sama dengan 2 inchi dapat dibuat.

Tabel 6.1.

Ketentuan Sambungan Pipa Dengan Flens

d	d <sub>1</sub>	Dc	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	235	16	19	8
150	165,2	235	265	18	19	8
200	216,3	280	320	20	20	8

Keterangan :



E. Ketentuan Umum Sistem Pipa

Sistem pipa harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan bengkokan dan sambungan las 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.  
Standard Size of Steel Pipa  
Complies with "JIS"

Inside Diameter (mm)	Nominal Size Pipe (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	2.8	2.9	3.9
25	1	34.0	3.2	3.4	4.5
32	1 ¼	42.7	3.5	3.6	4.9
40	1 ½	48.6	3.5	3.7	5.1
50	2	60.5	3.8	3.9	5.5
65	2 ½	76.3	4.2	5.2	7.0
80	3	89.1	4.2	5.5	7.6
100	4	114.3	4.5	6.0	8.6
125	5	139.8	4.5	6.6	9.5
150	6	165.2	5.0	7.1	11.0
200	8	216.3	5.8	8.2	12.7
250	10	267.4	6.6	9.3	-
300	12	318.5	6.9	10.3	-
350	14	355.6	7.9	11.1	-
400	16	406.4	7.9	12.7	-
450	18	457.2	-	-	-
500	20	508.0	-	-	-

## 1. Sistem Bilga

### a. Susunan Pipa Bilga Secara Umum

Harus diketahui atau ditentukan ditentukan sesuai dengan persyaratan BKI.

- Pipa-pipa bilga dan penghisapannya harus ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat dikeringkan sempurna walaupun dalam keadaan miring atau kurang menguntungkan.
  - Pipa-pipa hisap harus diatur kedua sisi kapal pada ruangan-ruangan kedua ujung kapal masing-masing cukup dilengkapi dengan satu pipa hisap yang dapat mengeringkan ruangan tersebut.
  - 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.
- b. Pipa Bilga yang melalui tangki-tangki.
- Pipa bilga tidak boleh dipasang melalui tangki minyak lumas dan air minum.
  - 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.
- c. Pipa Expansi
- Dari jenis yang telah disetujui harus digunakan untuk menampung ekspansi panas dari sistem bilga. Expansi karet tidak diijinkan untuk dipergunakan dalam kamar mesin dan tangki-tangki.

- d. Pipa hisap bilga dan saringan-saringan.
  - Pipa hisap harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak menyulitkan membersihkan pipa hisap dan kotak pengering pipa hisap dilengkapi dengan saringan yang tahan karat.
  - Aliran pipa hisap bilga darurat tidak boleh terhalang dan pipa hisap tersebut terletak pada jarak yang cukup dari alas dalam.
- e. Katub dan Perlengkapan Pipa Bilga.
  - Katub alih atau perlengkapan pada pipa bilga terletak pada tempat yang mudah dicapai dalam ruangan dimana pompa bilga ditempatkan

## 2. Sistem Ballast

- a. 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.

- b. Pipa ballast yang melewati ruang muat.

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

## 3. Sistem Bahan Bakar

- a. 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.

b. 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 diatas geladak harus dapat dilakukan, bahan bakar dialirkan menggunakan pipa pengisian.

4. Sistem Pipa Air Tawar

Susunan pipa air tawar secara umum

- a. 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.
- b. 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.

5. Sistem Saniter dan Scupper

- a. Pipa Saniter dan Scupper berdiameter antara 50 s/d 100 mm

Direncanakan 3'' (80 mm) (SDK Hal. 43) tebal direncanakan 4,2 mm.

- b. Lubang Pembuangan Scupper dan Saniter

- Lubang pembuangan dalam jumlah dan ukuran yang cukup untuk Amengeluarkan 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.

- c. Pipa Sawage (saluran kotoran)

Diameter pipa sewage paling kecil 100 mm (SDK Hal. 45)

Direncanakan berdiameter = 4'' tebal 4,5 mm

6. Sistem Pipa Udara dan Pipa Duga

- a. 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 merupakan dari lambung kapal maka pipa udaranya harus berakhir di selubung kamar mesin diatas geladak lambung timbul.
- 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.

b. Pipa Duga

Diameter pipa duga minimal adalah 32 mm dan direncanakan 1 1/4".

Letak pipa duga secara umum menurut BKI '96 secara umum :

- 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 katub 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.

c. Bahan Pipa Duga

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

## F. Ukuran Pipa

### 1. Pipa Bilga Utama

- Perhitungan diameter pipa (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 N 2.2)

$$d_H = 1,68 \sqrt{(B + H)L} + 25 \text{ mm}$$

dimana : L = 49,15 m (Panjang Kapal)

B = 8,2 m (Lebar Kapal)

H = 3,8 m (Tinggi Kapal)

Maka :

$$d_H = 1,68 \sqrt{(8,2 + 3,8)49,15} + 25 \text{ mm}$$

$$= 65,800 \text{ mm (diambil 65 mm)}$$

$$= 2,5 \text{ ''}$$

- Perhitungan Tebal Pipa Utama (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)

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

Dimana :

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

$d_a$  = diameter luar pipa

$$= 76,3 \text{ mm}$$

$P_c$  = Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

$\sigma_{perm}$  = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ (BKI 2000 Sec.11. C. 2.3.3)}$$

$V$  = faktor efisiensi = 1,00

$c$  = faktor korosi sea water lines = 3,00

$b$  = 0

$$S_o = (76,3 \cdot 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 0,75 \text{ mm}$$

$$\text{Maka : } S = 0,75 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,75 \text{ mm (menurut table JIS = 3,8 mm)}$$

- a. Kapasitas Pompa Bilga Utama (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 3 .1)

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

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 65^2$$

$$= 24,294 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

$Q$  = kapasitas air ballast diijinkan dengan

buah pompa + 1 cadangan.

$$= 24,294 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

## b. Pipa Bilga Cabang

- Perhitungan Diameter Pipa (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 N. 2. 2)

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

$l$  = panjang kompartemen yang kedap air

$$= 17,6 \text{ m}$$

Maka :

$$d_z = 2,15 \sqrt{17,6(8,2 + 3,8)} + 25 \text{ mm}$$

$$= 58,38 \text{ mm (menurut table JIS = 50 mm)}$$

$$= 2 \text{ ''}$$

- Perhitungan Tebal Pipa cabang (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)

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

Dimana :

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

$d_a$  = diameter luar pipa

$$= 60,5 \text{ mm}$$

$P_c$  = Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

$\sigma_{\text{perm}}$  = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ ( BKI 2000 Sec.11. C. 2.3.3)}$$

$V$  = faktor efisiensi = 1,00

$c$  = faktor korosi sea water lines = 3,00

$b$  = 0

$$S_o = (60,5 \cdot 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 0,59 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } S &= 0,59 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ &= 3,59 \text{ mm (menurut table JIS = 3,8 mm)} \end{aligned}$$

2. Pipa Ballast

- Diameter pipa ballast sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki air ballast yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Volume Tangki Ballast} &= 74,68 \text{ m}^3 \\ \text{Berat Jenis Air laut} &= 1,025 \text{ ton/ m}^3 \\ \text{Kapasitas tangki air ballast} &= V \times 1,025 \\ &= 74,68 \text{ m}^3 \times 1,025 \text{ ton/m}^3 \\ &= 76,547 \text{ ton.} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel didapat harga sebesar 100 mm,

diambil 100 mm = 4 “

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 2000 Sec 11 C. 3.1)

$$\begin{aligned} Q &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 100^2 \end{aligned}$$

$$= 57,5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

Q = kapasitas air ballast diijinkan dengan  
buah pompa + 1 cadangan.

$$= 57,5 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

- Perhitungan tebal pipa ballast (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)

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

Dimana :

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

$d_a$  = diameter luar pipa

$$= 114,3 \text{ mm}$$

$P_c$  = Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1 )

$$= 16 \text{ Bar}$$

$\sigma_{\text{perm}}$  = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)}$$

V = faktor efisiensi = 1,00

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

b = 0

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

$$= (114,3 \times 16) / 20 \times 80 \times 1 + 16$$

$$= 1,13 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b$$

$$= 1,13 + 3 + 0$$

$$= 4,13 \text{ mm (Menurut table JIS = 4,2 mm)}$$

## 3. Pipa Bahan Bakar

Sesuai dengan perhitungan pada rencana umum (RU) maka dibutuhkan untuk mesin induk dan mesin bantu adalah.

$$\text{BHP mesin induk} = 1300 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP mesin bantu} &= 20 \% \times 1300 \\ &= 260 \text{ HP} \times 2 \\ &= 520 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BHP total} &= \text{BHP AE} + \text{BHP ME} \\ &= 520 + 1300 \\ &= 1820 \text{ HP} \end{aligned}$$

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

Jika 1 HP di mana koefisien pemakaian bahan bakar dibutuhkan (0,17-0,18) Kg/HP/jam, diambil 0,18 Kg/HP/Jam

$$\text{BHP total} = 1820 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Bahan Bakar} &= 0,18 \text{ Kg/HP/Jam} \times 1820 \text{ HP} \\ &= 327,6 \text{ kg/jam} \\ &= 0,3276 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan bahan bakar tiap jam ( $Q_{b_1}$ )

Spesifikasi bahan bakar = 1.25 m<sup>3</sup>/ton

$$\begin{aligned} Q_{b_1} &= \text{Kebutuhan bahan bakar} \times \text{Spesifik volume berat bahan} \\ &\quad \text{bakar} \\ &= 0,3276 \times 1.25 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 0,409 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

## c. Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 10 jam

Sehingga volume tangki

$$V = Q_{b_1} \times h \text{ m}^3$$

$$= 0,409 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \text{ h}$$

$$= 4,09 \text{ m}^3 \text{ (Volume tangki harian tiap 12 jam)}$$

- d. Pengisian tangki harian diperlukan waktu 1 jam, maka kapasitas pompa dari tangki ke bahan bakar ke tangki harian :

$$Q_{b2} = \frac{V}{1 \text{ jam}}$$

$$= \frac{4,09}{1 \text{ jam}}$$

$$= 4,09 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- e. Diameter pipa dari tanki harian menuju mesin

$$d = \sqrt{\frac{Q_{b1}}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,409}{0,00575}}$$

$$= 8.43 \text{ mm} \text{ (menurut tabel JIS = 6 mm)} = \frac{1}{4} \text{''}$$

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin.

$$S = S_o + c + b \text{ (mm) (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)}$$

Dimana :

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

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

$$= 17,3 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)}$$

$$= 16 \text{ Bar}$$

$$\sigma_{perm} = \text{Toleransi Tegangan Max}$$

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)}$$

$$V = \text{faktor efisiensi} = 1,00$$

$$c = \text{faktor korosi sea water lines} = 3,00$$

$$b = 0$$

$$\begin{aligned} S_o &= (d_a \cdot Pc)/20 \sigma \text{ perm} \cdot v + Pc \\ &= (17,3 \times 16)/20 \times 80 \times 1 + 16 \\ &= 0,10 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} S &= S_o + c + b \\ &= 0,10 + 3 + 0 \\ &= 3,10 \text{ mm (Menurut table JIS adalah 3,2 mm)} \end{aligned}$$

f. Diameter pipa dari tanki bahan bakar menuju tangki harian

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{Qb_2}{5,75 \times 10^{-3}}} \\ &= \sqrt{\frac{4,09}{0,00575}} \\ &= 26,66 \text{ mm (menurut tabel JIS = 20 mm) = } \frac{3}{4} \text{''} \end{aligned}$$

Perhitungan tebal pipa dari tangki bahan bakar menuju tangki mesin

$$S = S_o + c + b \text{ (mm) (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)}$$

Dimana :

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

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

$$= 34 \text{ mm}$$

$$Pc = \text{Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)}$$

$$= 16 \text{ Bar}$$

$$\sigma \text{ perm} = \text{Toleransi Tegangan Max}$$

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ ( BKI 2000 Sec.11. table 11.1 )}$$

$$V = \text{faktor efisiensi} = 1,00$$

$$c = \text{faktor korosi sea water lines} = 3,00$$

$$b = 0$$

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

$$= (34 \times 16) / 20 \times 80 \times 1 + 16$$

$$= 0,26 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b$$

$$= 0,26 + 3 + 0$$

$$= 3,26 \text{ mm (Menurut table JIS =3,2 mm)}$$

#### 4. Pipa minyak lumas

- Diameter pipa minyak lumas

Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki minyak lumas yaitu :

$$\text{Volume Tangki Minyak Lumas} = 1,738 \text{ m}^3$$

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

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

$$= 1,738 \text{ m}^3 \times 0,8 \text{ ton/m}^3$$

$$= 1,3904 \text{ ton.}$$

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

$$= 1,3904 / 0,25$$

$$= 5,5616$$

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

$$= \sqrt{\frac{5,5616}{0,00575}}$$

$$= 31,1004 \text{ mm (menurut tabel JIS = 40 mm) = 1 1/2''}$$

Kapasitas Pompa Minyak Lumas :

$$\begin{aligned} Q &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 40^2 \\ &= 9,2 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- Tebal pipa minyak lumas

$$S = S_o + c + b \text{ (mm) (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)}$$

Dimana :

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

Dimana :

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

$d_a$  = diameter luar pipa

$$= 48,6 \text{ mm}$$

$P_c$  = Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

$\sigma_{\text{perm}}$  = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ (BKI 2000 Sec.11. C. 2.3.3)}$$

$V$  = factor efisiensi = 1,00

$c$  = faktor korosi sea water lines = 3,00

$b$  = 0

$$S_o = (48,6 \cdot 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 0,48 \text{ mm}$$

$$\text{Maka : } S = 0,48 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,48 \text{ mm (menurut table JIS = 3,8 mm)}$$

5. Pipa air tawar

- Diameter pipa air tawar

Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki Air tawar yaitu :

$$\text{Volume Tangki Air tawar} = 17,30 \text{ m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tangki air tawar} &= V \times 1,000 \\ &= 17,30 \text{ m}^3 \times 1,000 \text{ ton/m}^3 \\ &= 17,30 \text{ ton.} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel didapat harga sebesar 60 mm,

diambil 65 mm = 2,5"

Kapasitas Pompa Air tawar :

$$\begin{aligned} Q &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 65^2 \\ &= 24,294 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- Tebal pipa air tawar

$$S = S_o + c + b \text{ (mm) (Berdasarkan BKI 2000 Sec 11 C. 2.1)}$$

Dimana :

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

$d_a$  = diameter luar pipa

$$= 76,3 \text{ mm}$$

$P_c$  = Ketentuan Tekanan (BKI 2000 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

$$\sigma_{\text{perm}} = \text{Toleransi Tegangan Max}$$

$$= 80 \text{ N/mm}^2 \text{ (BKI 2000 Sec.11. C. 2.3.3)}$$

$$V = \text{factor efisiensi} = 1,00$$

$$c = \text{faktor korosi sea water lines} = 3,00$$

$$b = 0$$

$$S_o = (76,3 \cdot 16)/20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

$$= 0,75 \text{ mm}$$

$$\text{Maka : } S = 0,75 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,75 \text{ mm (menurut table JIS = 3,8 mm)}$$

#### 6. Pipa Udara dan Pipa Duga

1. Pipa udara dipasang pada setiap tangki – tangki yang terletak pada dasar ganda. Untuk dasar ganda yang berisi air, diameter minimum dari pipa udara adalah 100 mm (4") dengan ketebalan 4,5 mm. Untuk dasar ganda yang berisi bahan bakar, diameter minimum dari pipa udara adalah 100 mm(4")
2. Pipa duga dipasang pada tangki bahan bakar, tangki air tawar, dan tangki ballast. Pipa duga direncanakan mempunyai diameter sebesar 65 mm (2,5")

#### 7. Pipa Sanitari dan Pipa Sewage

1. Pipa Sanitair berdiameter antara 50-150 mm, direncanakan diameter pipa sanitair adalah 100 mm (3") dengan ketebalan 4mm.
2. Pipa Sewage (pipa buangan air tawar) direncanakan dengan diameter 100 mm (4") dengan ketebalan 4,5 mm.

#### 8. Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran

## 1. Deflektor pemasukan pada kamar mesin

$$d = \sqrt{\frac{V.n.\gamma_o}{900.\pi.v.\gamma_1}}$$

Dimana:

$$V = \text{volume ruang mesin} = 29,36 \text{ m}^3$$

$n$  = banyaknya pergantian udara perjam (15-20 kali) diambil 18 kali tiap jam

$v$  = kecepatan udara yang melalui deflektor (2-4 m/detik) diambil 3 m/s

$$\gamma_o = \text{density udara bersih} = 1 \text{ kg / m}^3$$

$$\gamma_1 = \text{density udara dalam ruang mesin} = 1 \text{ kg / m}^3$$

Sehingga:

$$d = \sqrt{\frac{29,36.18.1}{900.3,14.3.1}}$$

$$= 0,247 \text{ m}$$

Luas Deflektor Pemasukan

$$r = \frac{1}{2} .d^2$$

$$= \frac{1}{2} .0,247$$

$$= 0,123 \text{ m}$$

$$A = \pi .r^2$$

$$= 3,14 (0,123)^2$$

$$= 0,048 \text{ m}^2$$

Direncanakan menggunakan dua buah deflector pemasangan, sehingga:

$$\begin{aligned}A^1 &= \frac{A}{2} \\ &= \frac{0,048}{2} \\ &= 0,024 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Jadi, diameter untuk satu lubang deflector adalah

$$\begin{aligned}D &= \sqrt{\frac{4 \cdot A^1}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,024}{3,14}} \\ &= 0,302 \text{ m}^2 \\ &= 302 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ukuran deflektor pemasangan

$$\begin{aligned}d &= 302 \text{ mm} \\ a &= 0,16 \times 302 = 48 \text{ mm} \\ b &= 0,3 \times 302 = 91 \text{ mm} \\ c &= 1,5 \times 302 = 453 \text{ mm} \\ r &= 1,25 \times 302 = 377 \text{ mm} \\ e_{\min} &= 400 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ukuran deflector pengeluaran

$$d = 302 \text{ mm}$$

$$a = 2 \times 302 = 603 \text{ mm}$$

$$b = 0,25 \times 302 = 75.5 \text{ mm}$$

$$c = 0,6 \times 302 = 181 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 400 \text{ m}$$

## G. Komponen-Komponen Dalam Sistem Pipa

### 1. 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.

### 2. Hydrosphore

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

### 3. 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)

#### 4. 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.

#### 5. Strainer/Filter

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

#### 6. Botol Angin Dan Sea Chest

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

#### 7. Kondensor Pada Instalasi Pendingin

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