

BAB VI
SYSTEM PERPIPAAN
(PIPPING SYSTEM)

A.1. PENGERTIAN 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.

A.2. BAHAN PIPA

Pemilihan bahan pipa untuk system perpipaan dalam kapal harus memperhatikan peraturan-peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia (*Buku Sistem Dalam Kapal ITS hal 1-2*) antara lain :

A.2.1 *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.

A.2.2 *Seam less Drawn pipe* (pipa 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)

A.2.3 *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.

A.2.4 *Pipa dari timah hitam*

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

A.2.5 *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.

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

A.3. UKURAN PIPA

Spesifikasi umum dapat dilihat pada ASTM (*American Society of Testing Materials*).Dimana disitu diterangkan mengenai Diameter, Ketebalan serta schedule pipa. Diameter Luar (*Outside Diameter*), ditetapkan sama walaupun ketebalan (*thickness*)berbeda untuk tiap *schedule*. Diameter dalam (*Inside Diameter*), ditetapkan berbeda untuk setiap *schedule*. Diameter Nominal adalah diameter pipa yg dipilih untuk pemasangan ataupun perdagangan (*commodity*). Ketebalan dan *schedule*, sangatlah berhubungan, hal ini karena ketebalan pipa tergantung daripada *schedule* pipa itu sendiri.*Schedule* pipa ini dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. *Schedule 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160.*
2. *Schedule standard*
3. *Schedule Extra strong (XS)*
4. *Schedule double Extra Strong (XXS)*
5. *Schedule special*

Berikut jenis pipa yang sering digunakan dalam kebutuhannya untuk memenuhi sistem perpipaan dalam kapal :

A.3.1 Pipa Schedule 40

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

A.3.2 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.

A.3.3 Ukuran Pipa Berdasarkan Kapasitas Tangki

Ukuran pipa berdasarkan kapasitas tangki ditunjukkan seperti yang terdapat pada table 6.27 berikut ini :

Table 6.1

Ukuran pipa berdasarkan kapasitas tangki

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
1300 – 1700	215

(Sumber : BKI 2001 Sec 11 N 31)

A.3.4 Ukuran Pipa Berdasarkan JIS (*Japan International Standart*)

Ukuran pipa yang ditetapkan oleh JIS (*Japan International Standart*) terdapat pada tabel 6.2.

Tabel 6.2 Standart Ukuran Pipa Baja menurut “JIS” tahun 2002

Inside Diameter (mm)	Nominal Size (inch)	Outside Diameter (mm)	SGP Tebal (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	-
350	14	355.6	7.9	11.1	-
400	16	406.4	-	12.7	-
450	18	457.2	-	-	-
500	20	508.0	-	-	-

(Sumber : JIS Th. 2002)

A.4. KATUB (VALVE)

Katup atau valve adalah piranti yang berfungsi mengatur aliran suatu *fluida* (baik berupa gas, padat, cair, atau mixed sekalian). Biasanya *valve* terpasang dengan sistem perpipaan karena di sistem itulah *fluida* mengalir.

A.4.1 Jenis-jenis *Valve* menurut fungsinya

Menurut fungsinya, valve dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. *Stop valves* yaitu katup buka-tutup aliran contohnya *globe valve, gate valve, ball valve, butterfly valve*
2. *Regulating valves* yaitu katup mengatur laju, debit dan tekanan aliran, contohnya *non return valve, pressure reducing valve*
3. *Safety valves* yaitu katup mengatur tekanan (jika berlebih maupun kekurangan). Biasanya hal ini terkait dengan nilai ambang tekanan maksimum atau minimum pada sistem, contohnya *relief valve, back pressure valve*.

A.4.2 Jenis – jenis Valve menurut jenisnya

Menurut jenisnya, *valve* dapat dibedakan antara lain :

1. *Butterfly valve*

Hanya digunakan sebagai *stop valve* untuk tekanan rendah saja. Memberikan *pressure drop* yang paling rendah (untuk sesama *stop valve*) dan tidak dapat digunakan untuk mengatur tekanan dan kapasitas aliran.



Gambar 6.1 *Butterfly Valve*
(<http://www.seemsanpumps.com/>)

2. *Reducing valve*

Reducing valve merupakan katup yang paling berbeda dengan katup-katup lainnya, karena katup ini memiliki fungsi untuk mengontrol tekanan fluida.



Gambar 6.2 *Reducing Valve*

(<http://www.seemsanpumps.com/>)

3. *Non Return Valve (Check Valve)*

Valve ini digunakan pada tekanan rendah. Terdapat dua tipe *check valve*, yaitu *lift check valve* dan *swing check valve*. *Check vave* didesain untuk mencegah terjadinya aliran balik. Jenis –jenis *check valve*, yaitu *lift check*, *swing check*, dan *ball check*.



Gambar 6.3 *Non Return Valve*

(<http://www.fsbic.com/>)

4. *Termostatik Valve*

Merupakan katup yang berfungsi untuk mengontrol suhu fluida.



Gambar 6.4 *Termostik Valve*

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Valve>)

5. *Gate Valve* (Katup Pintu)

Gate valve digunakan untuk membuka dan menutup aliran dan tidak digunakan untuk tekanan tinggi serta memberika *pressure drop* yang lebih rendah. Selain itu *gatevalve* juga dapat difungsikan untuk mengontrol tekanan dan debit aliran. Relatif lebih murah dibanding *globe valve*.disebut gate karena ada seperti pintu yang naik turun.



Gambar 6.5 *Gate Valve*

(<http://www.seemsanpumps.com/>)

6. *Globe Valve*

Hanya digunakan untuk stop biasanya digunakan untuk tekanan yang sangat tinggi. Buka tutup katup dilakukan dengan memutar roda engkol (untuk tipe manual).



Gambar 6.6 *Globe Valve*
(<http://en.wikipedia.org/wiki/Valve>)

7. *Ball valve*

Hanya digunakan sebagai *stopvalve* untuk tekanan rendah saja. memberikan pressure drop yang lebih rendah namun tidak dapat digunakan untuk mengatur tekanan dan kapasitas.



Gambar 6.7 *Ball Valve*

<http://en.wikipedia.org/wiki/Valve>

8. *Safety Valve*

Biasanya *safety valve* ini bisa diatur seberapa batasan tekanan yang dapat terjadi (sesuai dengan keinginan). *Safety valve* digunakan untuk mencegah terjadinya *over pressure* pada sistem, proses dan piping dan mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan dan piping. Ada dua jenis *safety valve*, yaitu *relief valve* dan *pop valve*.



Gambar 6.8 *Safety Valve*

<http://www.fsbic.com/>

B. 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.

B.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

B.2. Sistem *Ballast*

- a. Susunan Pipa Ballast Secara Umum

Pipa hisap dalam tanki-tanki *ballast* harus diatur sedemikian rupa sehingga tanki-tanki tersebut dapat dikeringkan sewaktu kapal dalam keadaan trim atau kapal dalam keadaan kurang menguntungkan.
- b. Pipa *ballast* yang melewati ruang muat.

Jika pipa *ballast* yang terpasang di depan daerah tanki muatan maka tebal dinding pada pipa harus diperbesar, lengkung pipa untuk mengatasi pemuaian harus ada pada pipa ini.

B.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.

B.4. Sistem Minyak lumas

Merupakan system yang berfungsi sebagai pendistribusi cairan minyak untuk melumasi main engine dan auxiliary engine.

- a. Susunan Pipa Minyak Lumas

Pipa minyak lumas tidak boleh melalui tanki air tawar maupun pipa-pipa air tawar pipa minyak lumas juga tidak boleh melewati tanki bahan bakar maupun pipa-pipa bahan bakar.

- b. Pompa Minyak Pelumas

Menurut buku “Machinery Outfitting Design Manual” hal 51. Pompa ini difungsikan untuk memindahkan minyak pelumas dan tangki induk ke tangki harian yang akan digunakan mesin induk dan generator set.

B.5. 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 berisi air minum.

B.6. 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

B.7. Sistem Pemadam Kebakaran (Fire System)

- a. Sistem pemadam secara umum

Pada dasarnya prinsip pemadam kebakaran adalah dengan cara memutus “segitiga api” yang terdiri dari panas atau titik nya, oksigen, dan bahan material atau bahan yang terbakar. Dengan mengetahui hal ini maka dapat dilakukan pemilihan media pemadaman sesuai dengan resiko dan kelas dari kecelakaan tersebut.

System pemadam kebakaran yang disebabkan oleh material padat dapat dipadamkan dengan sea water, material minyak berupa cairan (di engine room) dipadamkan menggunakan foam, kebakaran oleh listrik dipadamkan dengan menggunakan CO₂.

- b. Macam- macam Sistem pemadam

System pemadam kebakaran secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 dilihat dari peletakan system yang ada :

- System pengulangan kebakaran pasif, berupa aturan kelas mengenai penggunaan bahan dan pemasangan fix pada daerah beresiko tinggi terjadi kebakaran.
- System penanggulangan kebakaran aktif, berupa hal yang lebih aktif misal dengan menempatkan alat pemadam api pada daerah yang beresiko terjadi kebakaran.

B.8. UKURAN PIPA

A.8.1 Pipa Bilga Utama

- Perhitungan diameter pipa (*Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 N 2.2*)

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

dimana : L = 26,51 m (Panjang Kapal)

B = 8,59 m (Lebar Kapal)

H = 4,01 m (Tinggi Kapal)

Maka :

$$d_H = 1,68 \sqrt{(9,2 + 4,0) \times 28,5} + 25 \text{ mm}$$

$$= 50,65 \text{ mm (diambil 65 mm)}$$

$$= 2,5 \text{ (Berdasarkan tabel 6.2 JIS 2002)''}$$

- Perhitungan Tebal Pipa Utama (*Berdasarkan BKI 2006 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

$$= 76,3 \text{ mm (dari tabel 6.2)}$$

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

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

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

V = faktor efisiensi = 1

c = faktor korosi sea water lines

$$= 3,00$$

b = 0

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

$$+16 = 16 \text{ mm}$$

Maka :

$$S = 0,755 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,755 \text{ mm (Sesuai dengan table JIS, tebal minimum = 4,2 mm)}$$

Kapasitas Pompa Bilga Utama (Berdasarkan BKI 2006 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.

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

A.8.2 Pipa Bilga Cabang

- Perhitungan Diameter Pipa (*Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 N. 2. 2*)

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

l = panjang kompartemen yang kedap air

$$= 26,51 \text{ m}$$

Maka :

$$d_z = 2,15 \sqrt{28,5 \times (9,2 + 4,0)} + 25 \text{ mm}$$

$$= 40,74 \text{ mm (Sesuai dengan table JIS = 50 mm)}$$

$$= 2''$$

- Perhitungan Tebal Pipa cabang (*Berdasarkan BKI 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 = diameter luar pipa

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

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

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

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

V = faktor efisiensi = 1,00

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

b = 0

$$\begin{aligned} S_o &= (48,6 \times 16) / (20 \cdot 80 \cdot 1 + 16) \\ &= 0,481 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } S &= 0,481 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ &= 3,481 \text{ mm (Sesuai dengan table JIS = 4,2 mm)} \end{aligned}$$

A.8.3 Pipa Ballast

Kapasitas tanki ballast = 54,79 ton

Sehingga diameter, dh = 80 mm (di ambil dari tabel di atas)

$$\begin{aligned} Q_b &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_h^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 80^2 \\ &= 36,8 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi kapasitas pompa pipa ballast = 36,8 m³/jam

Dua pompa = 36,8 / 2 = 18,4 m³/jam

Perhitungan tebal plat pipa ballast

$$S = S_o + c + b$$

Dimana :

$$\begin{aligned} S_o &= \frac{d_a \times P_c}{20 \times \sigma_{perm} \times V} \\ &= \frac{76 \times 16}{20 \times 80 \times 1 + 16} \end{aligned}$$

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

Jadi tebal pipa ballast

$$t = 0,75 + 3 + 0$$

$$= 3,75 \text{ mm} \rightarrow 4,5 \text{ mm (sesuai dengan tabel JIS = 4,5mm)}$$

A.8.4 Pipa Bahan Bakar

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

$$\text{BHP mesin induk} = 1700 \text{ HP}$$

$$\text{BHP mesin bantu} = 20 \% \times 1800$$

$$= 360 \text{ HP}$$

$$\text{Sehingga BHP total} = \text{HP AE} + \text{HP ME}$$

$$= 360 + 1800$$

$$= 2160 \text{ HP}$$

a. Kebutuhan bahan bakar (Q_{b1})

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

$$\text{BHP total} = 2040 \text{ HP}$$

$$\text{Kebutuhan Bahan Bakar} = 0,17 \text{ Kg/HP/Jam} \times 2040 \text{ HP}$$

$$= 346,8 \text{ kg/jam}$$

$$= 0,347 \text{ ton/jam}$$

b. Kebutuhan bahan bakar tiap jam (Q_{b1})

$$\text{Spesifikasi bahan bakar} = 0,8 \text{ m}^3/\text{ton}$$

Q_{b1} = Kebutuhan bahan bakar x Spesifik volume berat bahan bakar

$$= 0,347 \times 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 0,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

c. Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 12 jam

Sehingga volume tangki

$$V = Q_{b1} \times h \text{ m}^3$$

$$= 0,28 \text{ m}^3/\text{h} \times 12 \text{ h}$$

$$= 3,33 \text{ m}^3 \text{ (Pengisian tangki harian tiap 12 jam)}$$

a. Pengisian tangki harian diperlukan waktu 1 jam, maka kapasitas pompa

dari tangki ke bahan bakar ke tangki harian :

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

$$= \frac{3,33}{1 \text{ jam}} = 3,33 \text{ m}^3/\text{jam}$$

e. Diameter pipa dari tanki harian menuju mesin

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

$$= \sqrt{\frac{0,28}{0,00575}}$$

$$= 6,98 \text{ mm (Sesuai dengan tabel JIS = 10 mm) = } \frac{3}{8} \text{''}$$

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin.

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

Dimana :

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

d_a = diameter luar pipa

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

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

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

$$= (17,3 \times 16) / 20 \times 80 \times 1 + 16$$

$$= 0,17 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b$$

$$= 0,17 + 3 + 0$$

$$= 3,17 \text{ mm (Sesuai dengan table JIS adalah 3,2 mm)}$$

f. Diameter pipa dari tanki bahan bakar menuju tangki harian

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

$$= \sqrt{\frac{3,33}{0,00575}}$$

$$= 24,06 \text{ mm (Sesuai dengan tabel JIS = 25 mm) = 1''}$$

Perhitungan tebal pipa dari tangki bahan bakar menuju tangki mesin

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

Dimana :

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

d_a = diameter luar pipa

$$= 34 \text{ mm}$$

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

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

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

V = faktor efisiensi = 1,00

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

b = 0

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

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

$$= 0,34 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b$$

$$= 0,34 + 3 + 0$$

$$= 3,34 \text{ mm} \quad (\text{Menurut table JIS} = 3,5 \text{ mm})$$

A.8.5 Pipa minyak lumas

- Diameter pipa minyak lumas

Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki minyak lumas yaitu :

$$\text{Volume Tangki Minyak Lumas} = 2,99 \text{ m}^3$$

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

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

$$= 2,99 \text{ m}^3 \times 0,8 \text{ ton/m}^3$$

$$= 2,39 \text{ ton.}$$

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

$$= 2,99 / 0,25$$

$$= 5,36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

$$= \sqrt{\frac{5,36}{0,00575}}$$

$$= 30,53 \text{ mm (menurut tabel JIS = 32 mm) = } 1 \frac{1}{4}''$$

Kapasitas Pompa Minyak Lumas : 70 mm (BKI 2006 sec II N.3.1)

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

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 70^2$$

$$= 28,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Tebal pipa minyak lumas

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

Dimana :

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

d_a = diameter luar pipa

$$= 42,7 \text{ mm}$$

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

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

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

V = factor efisiensi = 1,00

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

b = 0

S_o = $(42,7 \times 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$

$$= 0,42 \text{ mm}$$

Maka : S = $0,42 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$

$$= 3,42 \text{ mm (Sesuai dengan table JIS = 3,5 mm)}$$

A.8.6 Pipa air tawar

- Diameter pipa air tawar

Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki Air tawar yaitu :

$$\text{Volume Tangki Air tawar} = 9,52 \text{ m}^3$$

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

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

$$= 9,52 \text{ m}^3 \times 1 \text{ ton/m}^3$$

$$= 9,25 \text{ ton.}$$

Berdasarkan tabel kapasitas tangki didapat 60 mm

Kapasitas Pompa Air tawar :

$$\begin{aligned}
Q &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\
&= 5,75 \times 10^{-3} \times 60^2 \\
&= 20,7 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

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

$$= \sqrt{\frac{20,7}{0,00575}}$$

$$= 60 \text{ mm (Sesuai dengan tabel JIS = 65 mm)} = 2 \frac{1}{2}''$$

- Tebal pipa air tawar

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

Dimana :

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

d_a = diameter luar pipa

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

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

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

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

V = factor efisiensi = 1,00

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

b = 0

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

$$= 0,76 \text{ mm}$$

$$\text{Maka : } S = 0,76 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,76 \text{ mm (Sesuai dengan table JIS = 4,2 mm)}$$

A.8.7 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”)

A.8.8 Pipa Sanitair dan Pipa Sewage

1. Pipa Sanitair berdiameter antara 50-150 mm, direncanakan diameter pipa sanitair adalah 80 mm (3”) dengan ketebalan 4,2 mm.
2. Pipa Sewage (pipa buangan air tawar) direncanakan dengan diameter 100 mm (4”) dengan ketebalan 4,5 mm.

6.9.9. Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran

Deflektor pemasukan pada kamar mesin

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

Dimana:

d = Diameter deflektor

V = Volume ruang mesin = 153,65 m³

v = Kecepatan udara yang melewati ventilasi 2,0 – 4,0 m/dt

γ_0 = Density udara bersih 1 kg/m³

γ_1 = Density udara dalam ruangan 1 kg/m³

N = Banyaknya pergantian udara

Sehingga :

$$\begin{aligned}d &= \sqrt{\frac{V \cdot N \cdot \gamma_0}{900 \cdot \pi \cdot v \cdot \gamma_1}} \\&= \sqrt{\frac{153,65 \cdot 30 \cdot 1}{900 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 1}} \\&= 0,64 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas Lingkaran Deflektor

$$\begin{aligned}L &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,64 \times 0,64 \\&= 0,32 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Menggunakan 2 buah deflektor pemasukan

Jadi luas 1 buah deflektor

$$\begin{aligned}L_d &= \frac{1}{2} \times L \\&= 0,5 \times 0,32 \\&= 0,16 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Jadi diameter satu lubang deflektor

$$\begin{aligned}
 d_5 &= \sqrt{\frac{Ld}{1/4 \times \pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,16}{1/4 \times 3,14}} \\
 &= 0,45146 \text{ m} \\
 &= 451,46 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga, ketentuan ukuran deflektor pemasukan pada ruang mesin :

$$a = 0,16 \times d_5 = 0,16 \times 451,46 = 72,23 \text{ mm}$$

$$b = 0,3 \times d_5 = 0,3 \times 451,46 = 135,44 \text{ mm}$$

$$c = 1,5 \times d_5 = 1,5 \times 451,46 = 677,19 \text{ mm}$$

$$r = 1,25 \times d_5 = 1,25 \times 451,46 = 564,32 \text{ mm}$$

$$e \text{ min} = 0,4 \text{ m} = 400 \text{ mm}$$

b. Deflektor Pengeluaran Ruang Mesin

$$a = 0,73 \times d_5 = 0,73 \times 451,46 = 329,56 \text{ mm}$$

$$b = 1,8 \times d_5 = 1,8 \times 451,46 = 812,63 \text{ mm}$$

$$R_1 = 0,6 \times d_5 = 0,9 \times 451,46 = 406,31 \text{ mm}$$

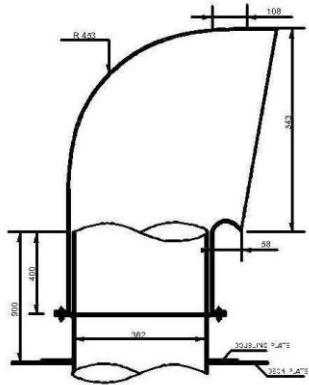
$$R_2 = 1,17 \times d_5 = 1,17 \times 451,46 = 528,21 \text{ mm}$$

$$e \text{ min} = 0,4 \text{ m} = 400 \text{ mm}$$

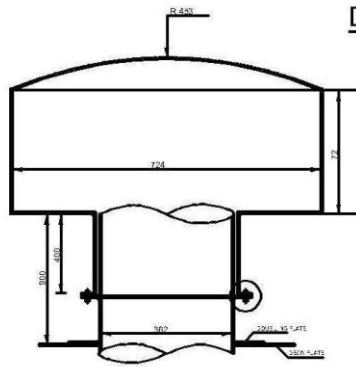
DEFLEKTOR KAMAR MESIN

SKALA 1:50

LUBANG PEMASUKAN

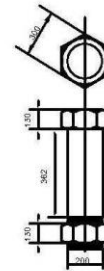


LUBANG PENGELUARAN



DETAIL FLENS BOLT

SKALA 1:2



Gambar 6.14 Deflektor