

E. POKOK BAHASAN IV SISTEM BILGA BALAS DAN PEMADAM KEBAKARAN

SUB POKOK BAHASAN IV.1. SISTEM BILGA (*DRAINASE*)

1.1. PENDAHULUAN

1.1.1. DESKRIPSI SINGKAT

Sistem bilga berfungsi untuk mengeluarkan air dari kapal. Air berasal dari berbagai sumber, misalnya pengembunan udara pada dinding kapal, kebocoran-kebocoran, percikan air dari lubang-lubang dikapal. Keberadaan air kotor ini harus dibuang keluar kapal karena dapat mengganggu berbagai hal, misalnya muatan kapal, kondisi lantai kapal dan lain sebagainya. Sistem bilga terdiri dari pipa sebagai komponen utama dan *piting* sebagai komponen bantu. Bahan pipa bilga pipa besi yang dilapisi galvanis. Ukuran diameter dan tebal pipa tergantung dari jumlah air yang akan dibuang. Jumlah pompa bilga paling sedikit dua buah. Pemasangan perpipaan bilga dilengkapi dengan komponen-komponen pipa.

1.1.2. RELEVANSI

Materi dalam bab ini memberikan keahlian bagi seorang ahli perkapalan dalam merancang, menggambar dan menghitung sistem pipa bilga di kapal. Disamping itu dapat memberikan ketrampilan bagi ahli perkapalan dalam menggambar sistem perpipaan dalam gambar tiga dimensi atau isometri.

1.1.3.1. STANDAR KOMPETENSI

Pokok bahasan ini memberikan kontribusi kompetensi kepada mahasiswa lulusan program studi teknik perkapalan mampu memahami, sistem perpipaan bilga dalam pembangunan kapal. Oleh karena itu diharapkan dapat meningkatkan tingkat kualitas lulusan teknik perkapalan.

1.1.3.2. KOMPETENSI DASAR

Setelah mengikuti materi sistem bilga :

- a. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan komponen sistem bilga dan sistem kerja sistem bilga
- b. Mahasiswa diharapkan mampu menghitung, dan menggambar sistem bilga dan sistem kerja sistem bilga

1.2. PENYAJIAN

1.2.1. URAIAN DAN CONTOH

Sistem pelayanan di kapal (*general ship board system*) meliputi sistem balas dan sistem sanitasi. Sistem balas sendiri terdiri dari sistem bilga dan sistem balas. Sistem balas digunakan untuk melayani kebutuhan operasional kapal. Sistem bilga berfungsi untuk mengeluarkan air kotor dari dalam kapal yang diakibatkan oleh kebocoran maupun karena operasional kapal, sedangkan sistem balas digunakan untuk mengatur posisi atau kedudukan kapal. Sistem bilga dan balas mempunyai dua fungsi yang secara terpisah namun kedua sistem dihubungkan dengan pompa balas dan pompa bilga. Secara umum sistem perpipaan bilga dan balas dioperasikan secara terpisah.

Air di bilga atau ruangan kapal berasal dari berbagai sumber. Volume air bilga pada umumnya hanya sedikit pada ruangan tertentu . Air dikumpulkan pada tempat tertentu atau sumur – sumur (*wells*). Adapun air yang ada dikapal berasal dari sumber yaitu :

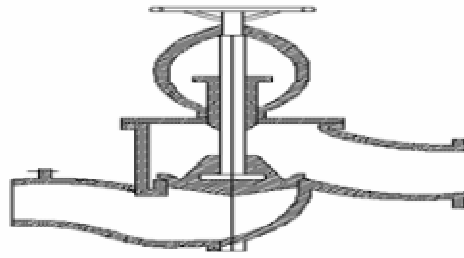
1. Pengembunan udara pada pelat lambung kapal.
2. Perembesan pada sambungan pelat yang disebabkan sambungan yang kurang baik.
3. Buka an geladak dan *freeboard* pada waktu cuaca buruk atau hujan.
4. Bekas penyemprotan dari geladak dan bangunan atas pada waktu dilakukan pencucian.

5. Air yang berasal dari *engine* dan *propeller shaft tunnel* karena kebocoran pada sambungan – sambungan pipa dan bagian – bagian dari *engine*.
6. Air dari instalasi pendingin.
7. Air dari sistem *blowing-off* pada berbagai mesin, botol angin, ketel.
8. Air dari sistem yang mendinginkan permukaan geseran.

Proses pembuangan air pada sistem bilga dilakukan secara periodik (pada waktu yang telah ditetapkan atau berdasarkan keadaan) pada ruang muat. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari muatan terkena air yang ada di bilga kapal dan mengurangi kelembaban ruang muat. Disamping itu pula dapat menghindari atau mengurangi korosi lambung dan gading kapal (*hull dan frame*). Selain itu juga untuk menghindari kerusakan isolasi pada ruang refrigerator.

Jika air yang terkumpul di *bilge course* dan *wells* di ruang mesin tidak dibuang, maka akan mengganggu kinerja dari *crew engine room*. Demikian pula dapat mengganggu mesin (*main engine and auxiliary engine*), serta permesinan yang ada di ruang mesin.

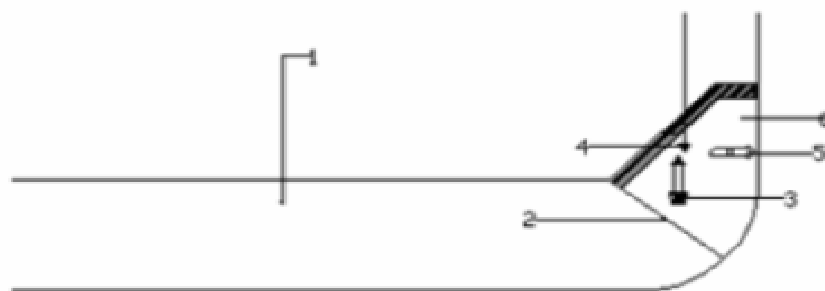
Sistem *drainase* seringkali dipergunakan untuk menyingkirkan air dari tempat-tempat yang tergenang karena kebocoran setelah kebocorannya diperbaiki, seandainya alat-alat yang lebih efektif untuk mengeringkan air dari ruangan-ruangan ini tidak tersedia, umpamanya pompa-pompa darurat yang khusus. Susunannya harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memungkinkan pencegahan air laut atau air dari berbagai tangki masuk ke dalam ruang muat atau ruang ketel, atau dari ruangan yang satu masuk ke dalam ruangan yang lain. Persyaratan ini dapat dapat dipenuhi dengan menyediakan alat pemutus hubungan (*disconnecting fitting*) dari *type screw down non return*. Dianjurkan untuk melengkapi hubungan-hubungan lubang masuk dengan *non return valve*.



Gambar 4.1. *Non Return Valve*

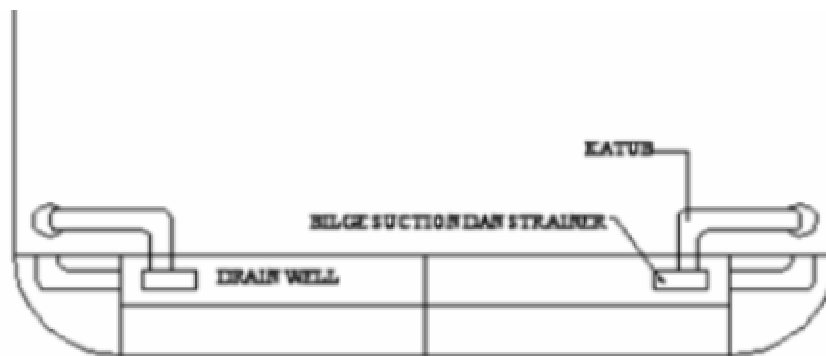
Pipa pengeringan (*drainage*) harus dipasang diluar ruangan *double bottom*. Tetapi jikalau pipa pengeringan melalui ruang *double bottom* atau tangki, maka pipa itu harus diuji pada tekanan hidrolis yang sama dengan tekanan hidrolis dari ruangan yang dilaluinya.

Lubang-lubang pemasukan dari pipa pengering pada setiap ruangan atau kompartemen yang ditentukan, harus disusun sedemikian rupa sehingga meyakinkan suatu pengeringan yang sempurna baik bilamana kapal dalam posisi tegak maupun bilamana kapal oleng 5° ke salah satu sisi. Lubang-lubang pemasukan ini biasanya dipasang di dalam/pada *breast-dilge courses*.



Gambar 4.2. Bagian bilga kapal

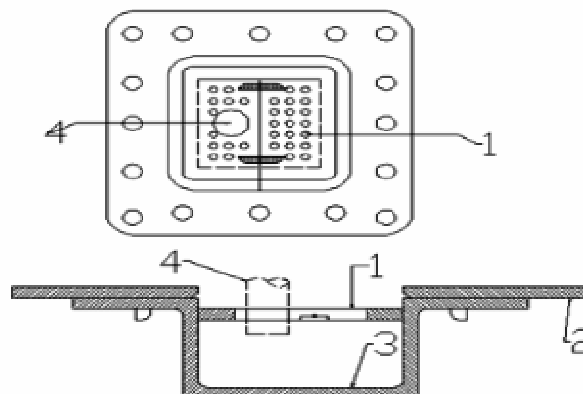
Rose box pada bilge suction dipasang pada bagian belakang dari kompartemen. Di atas pipa pemasukan dari system bilga ini dipasang katup-katup (*valves*) . gambar di bawah ini menunjukan *drain well* yang terus selebar kapal.



Gambar 4.3. Kedudukan sumuran (*well*)

Drain well boleh terus selebar kapal seperti terlihat pada gambar di atas, atau boleh hamnya sepanjang 4 ft menurut lebar kapal. Kedalamannya adalah 2 ft. *Drain well* dipasang tepat dibelakang *after bulkhead* dari kompartemen, dan melebar 2¹/₂ ft kedepan. Lubang pemasukan kedalam *drain well* sekitar 2- 4 ft kearah lebar kapal. Lubang pemasukan harus di buat kedap debu tetapi tidak kedap air bila kapal pengangkut muatan curah (*bulk commodities*)

Sumur-sumur (*wells*) tidak boleh terlalu dalam didalam *double bottom*. Pada kapal-kapal penumpang *wells* harus berjarak paling sedikit 460 mm dari pelat lambung. Saringan-saringan atau kisi-kisi untuk pengeringan air dipasang pada pelat dasar ganda langsung di atas sumur.



Gambar 4.4. Detail sumuran (*well*)

Syarat-syarat berikut ini harus diperhatikan untuk pengeringan ruang mesin dengan ruang ketel:

- a. Di dalam keadaan dimana ruang mesin dan ruang ketel adalah sebuah kompartemen tunggal tanpa *double bottom* dan yang mempunyai dasar yang naik ke arah sisi-sisinya (tilling) dengan sudut paling sedikit 5° , maka kompartemen semacam itu boleh memiliki satu lubang masuk dari sistem pipa pengeringan. Jika kenaikannya kurang dari 5° , lubang pemasukan tambahan harus dipasang pada sisi-sisi kapal.
- b. Di dalam keadaan dimana ruang mesin dan ruang ketel adalah sebuah kompartemen tunggal dan mempunyai *double bottom* pada seluruh ruangan dan membentuk *bilge courses*, maka perlu sesekali menyediakan 2 lubang masuk pada setiap sisi yang dijalankan oleh 2 pompa pengering yang digerakkan secara mekanis. Salah satu lubang pemasukan itu harus dihubungkan langsung dengan pompa pengering yang berdiri sendiri (tenaga penggerak pompa tidak tergantung dari mesin utama).
- c. Jika pelat *double bottom* meluas dari sisi ke sisi, ruang mesin dan ruang ketel harus dikeringkan dengan 4 lubang pemasukan, yang dihubungkan langsung dengan pompa pengering, sedang 3 lubang pemasukan lainnya dengan pengeringan.
- d. Di dalam keadaan dimana ruang mesin dan ruang ketel terdapat terdapat pada kompartemen-kompartemen yang terpisah, jumlah dan susunan lubang pemasukan pipa pengeringan harus sama seperti untuk mengeringkan ruang muat.
- e. Di dalam ruang mesin harus ada satu cabang lubang pemasukan tambahan yang dihubungkan langsung dengan pompa pengering.

Air disingkirkan langsung dari ruang mesin dari kapal dalam keadaan darurat melalui hubungan-hubungan pemasukan ke pompa sirkulasi hubungan air dari dalam ruang mesin. Diameter hubungan ini harus paling sedikit $\frac{2}{3}$ dari pada diameter pipa pengisap dari pompa

sirkulasi. Pada pengisapan dari cabang-cabang lubang pemasukan dari pipa-pipa pengeringan harus diperlengkapi dengan saringan yang mempunyai lubang-lubang tidak lebih dari 10 mm, dan jumlah seluruh lubang harus paling sedikit 3 kali luas dari penampang melintang pipa pemasukan.

Selain saringan di dalam pipa-pipa pengering juga dipasang bak lumpur (*mud boxes*) untuk mencegah barang-barang yang dapat merusak/menyumbat masuk ke dalam pompa bersama-sama dengan air dari *bilge courses*. Bilamana *forepeak* dan *afterpeak* tidak berfungsi sebagai tangki balas, mereka dapat dikeringkan baik dengan cabang-cabang lubang pemasukan dari pompa pengering atau dengan pertolongan pompa-pompa tangan dan *water jet pump* yang *portable*.

Terowongan poros arus juga dikeringkan dengan cabang-cabang dari system pengeringan. Garis tengah pipa-pipa bilga menurut BKI (lihat pompa bilga). Pada sisi hisap pipa bilga harus disediakan dengan penyaring (*strainer*). Jenis penyaring dapat berupa corong (*bellmouth*) atau kotak (*rosebox*). Penyaring jenis corong ditempatkan di ruang muat kapal, ruang kosong pada dasar ganda, ruang pompa, sedangkan untuk kamar mesin harus menggunakan penyaring jenis kotak (*rosebox*) yang ditempat pada bagian yang mudah dijangkau dan dibersihkan.

Garis tengah dalam "d" dari pipa-pipa bilga dalam mm harus ditentukan dari rumus-rumus dibawah ini:

Tabel 4.1. Perhitungan diameter dalam pipa bilga

Kind of ship Classification	Tanker or equivalent	Others excluding passenger ship
NK, JG, NY, NSC	$d = \sqrt{2} [2.15 \sqrt{L(B+D)} + 2.5]$	$d = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25$
AB, USCG	$d = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25$	$d = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25$
LR, DOT	$d = 2 [\sqrt{4.63 L(B+D)} + 26]$	$d = \sqrt{2.78 L(B+D)} + 26$
BV	$d = 2 [2.16 \sqrt{L(B+D)} + 25]$	$d = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25$

dimana : L = panjang kapal (m)

B = lebar kapal (m)

D = *moulded depth* (tinggi kapal sampai geladak sekat) (m)

l = panjang kompartmen (m)

Dimana garis tengah dalam dari pipa-pipa bilga pokok dan cabang pada umumnya tidak boleh kurang dari 50 mm. untuk kapal dengan panjang kurang dari 25 m, garis tengah tersebut atas permohonan boleh dikurangi sampai 40 mm. garis tengah dalam pipa bilga cabang tidak perlu melebihi 200 m.

Jumlah dan kapasitas pompa bilga ditentukan berdasarkan regulasi yang ada dan tergantung pada ukuran kapal, jenis kapal. Jumlah pompa paling sedikit harus disediakan 2 unit pompa bilga. Pompa bilga dapat juga dilayani oleh pompa balas, pemadam kebakaran, serta minimal 1 unit disediakan untuk pompa bilga.

Kapasitas pompa bilga yang disyaratkan adalah :

$$Q = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{d}{1000}\right)^2 \times v \times 60 \quad (4.1)$$

dimana; Q : kapasitas pompa (m³/h)

d : diameter dalam pipa bilga utama (mm)

V : kecepatan minimum pada pipa bilga utama (122 m/mnt)

Besarnya diameter dalam menurut beberapa pihak klasifikasi diberikan sebagaimana pada tabel perhitungan diameter dalam pipa bilga.

Kapasitas volume dari tangki bilga tergantung ukuran dari kapal. Berikut ini ketentuan volume minimal tangki bilga :

Tabel 4.2. Ketentuan volume tangki bilga

Ukuran Kapal (GT)	Capasitas (m ³)
Kurang dari 10.000	15 atau lebih
10.000 – 50.000	20 atau lebih
Lebih dari 50.000	25 atau lebih

Sedangkan kapasitas dari alat pengolah limbah air bilga yang berupa bilge separator diberikan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 4.3 : Kapasitas separator yang disyaratkan

Ukuran Kapal (GT)	Type Gravity / Coalescer	Type Coalescer filter
Kurang dari 10.000	1 (m ³ /h)	0,4 – 2 (m ³ /h)
Kurang dari 50.000	2	2
Diatas 50.000	5	2

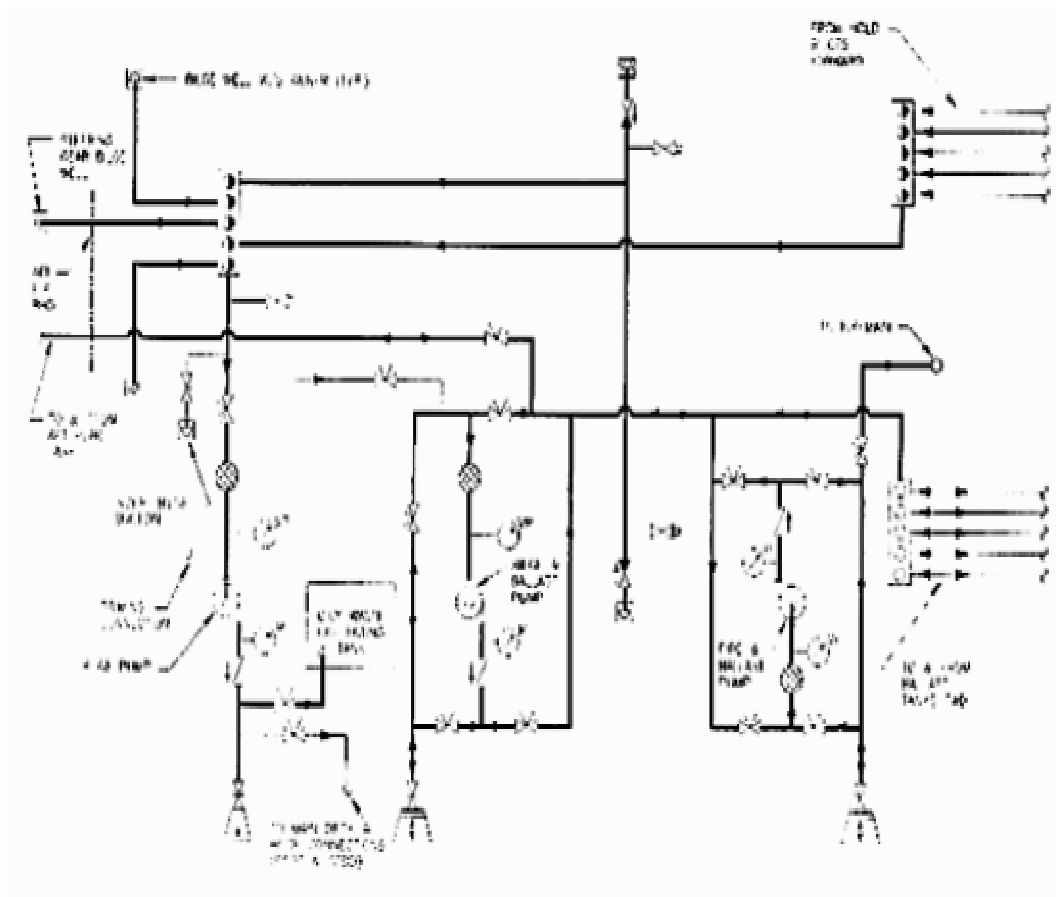
Jenis pompa yang dipergunakan untuk sistem bilga adalah pompa jenis sentrifugal. Ukuran ditentukan sesuai dengan kapasitas yang direncanakan. Demikian pula katup yang digunakan disesuaikan dengan perencanaan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan sistem bilga

Dalam perencanaan sistem bilga perlu diperhatikan peraturan – peraturan yang tercantum dalam Klasifikasi (dalam hal ini BKI), antara lain sebagai berikut :

1. Jalur bilga dan hisapan bilga harus direncanakan sedemikian hingga air dalam bilga dapat dipompa meskipun dalam kondisi trim yang tidak menguntungkan (*section 11.N.1.1.1*).
2. Hisapan bilga secara umum ditempatkan pada kedua sisi dari kapal. Pada kompartemen yang terletak di depan dan di belakang kapal, satu buah hisapan bilga sudah mencukupi dan diharapkan mampu untuk mengeringkan kompartemen (*section 11.N.1.1.2*).
3. Pipa bilga tidak boleh melewati LO, *oil thermal*, air minum atau *feed water* (*section 11.N.1.2.1*).
4. Sistem bilga dipasang *shut-off valves* pada sisi-sisi kapal (*section 11.N.1.4.2*).
5. Pompa bilga harus *self priming* (*section 11.N.3.2*).

6. Jika pompa 1 dari 2 pompa bilga harus dipasang dengan kapasitas yang kecil, kapasitasnya tidak boleh kurang dari 85% (*section 11.N.3.3*).
7. Pompa balas, pompa pendingin air laut *stand-by*, dan pompa *general service*, bisa digunakan sebagai pompa bilga independen bila kondisinya *self-priming* dan kapasitas sesuai dengan formula yang ada. (*section.N.3.4.1*).
8. Pompa bahan bakar dan pompa minyak pelumas tidak boleh dihubungkan ke sistem bilga. (*section. 11.N.3.4.3*).
9. Kapal cargo harus disediakan dua buah pompa bilga dengan *power independen*. (*section.11.N.3.5*).



Gambar 4.5. Diagram Sistem bilga dan balas

2. Sebutkan paling sedikit 3 tempat asal air yang berada di dalam kapal yang harus dibuang dari kapal.
3. Jelaskan paling sedikit 3 peraturan yang merupakan acuan untuk perencanaan sistem pipa bilga.
4. Sebuah kapal barang dengan ukuran L x B x H x T = 91,0 x 16,5 x 7,8 x 5,6 m. Tentukan ukuran pipa bilga utama dan pipa cabang.

1.3.2. UMPAN BALIK

Cocokkan jawaban saudara dengan kunci jawaban tes formatif. Kemudian gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda dalam materi kegiatan belajar.

$$\text{Rumus penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

dimana :

- 90 – 100 % : baik sekali
- 80 – 89 % : baik
- 70 – 79 % : sedang
- Kurang dari 69 : kurang

1.3.3. TIDAK LANJUT

Jika saudara mencapai penguasaan 80 % ke atas saudara dapat meneruskan kegiatan belajar bagus. Jika nilai anda dibawah 80 % maka anda harus mengulang terutama pada materi yang belum anda kuasai.

1.3.4. RANGKUMAN

Berdasarkan uraian di atas dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Sistem bilga berfungsi untuk pembuangan air dari dalam kapal.
2. Sumber air di dalam kapal berasal dari pengembunan, percikan, kebocoran.
3. Komponen sistem bilga terdiri pipa, katup, penyaring, pompa dan *fitting*.

4. Penempatan, ukuran, jumlah komponen sistem bilga disesuaikan dengan peraturan klasifikasi.

1.3.5. KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. Sistem adalah sistem perpipaan yang digunakan untuk mengeringkan atau membuang air dari dalam kapal yang meliputi : ruang muat, ruang pompa ruang mesin, ruang kosung yang berada dibawah geladak utama. Adapun komponen sistem bilga terdiri atas : pipa bilga , pompa saringan, berbagai macam katup.
2. Air yang ada didalam kapal berasal dari :
 - a. Pengembunan udara pada pelat lambung kapal.
 - b. Kebocoran/rembesan sedikit pada sambungan pipa
 - c. Percikan air dari lubang palkah.
3.
 - a. Pipa bilga tidak boleh menembus tangki bahan bakar.
 - b. Sistem bilga harus dilengkapi dengan *Non turn valve*.
 - c. Pada ujung pipa hisap sistem bilga harus dilengkapi dengan penyaring.

4. Pipa utama

$$d = 1,68 \sqrt{(B+H)} \times L + 2,5 \text{ mm} = 1,68 \sqrt{(16,5+7,8)} \times 89 + 2,5 = 80 \text{ mm.}$$

Pipa cabang

$$d = 2,15 \sqrt{(B+H)} \times l + 2,5 \text{ mm} = 2,15 \sqrt{(16,5+7,8)} \times 20 + 2,5 = 50 \text{ mm.}$$

DAFTAR PUSTAKA :

1. Anonimus, (1992), Diktat Sistem Dalam Kapal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
2. Anonimus, (2000), Diktat Sistem Dalam Kapal, Universitas Hasanudin Makasar.
3. Germanischers Lloyd; [1998]; "*Rules for Classification and Construction Ship Technology*"; Germanischer Lloyd; Hamburg.
4. Harrington, Roy L.; [1992]; "*Marine Engineering*"; SNAME; New York.

5. *The Marine Engineering Society In Japan; "Machinery Outfitting Design Manual Vol. 1 Piping System for Diesel Ships"*; The Marine Engineering Society In Japan; Jepang.
6. Khetagurov M. (1964), *Marine auxiliary machinery and system*, Publisher Moscow.

SENARAI

Sistem bilga (*drainase*): isitem perpipaan yang berfungsi untuk mengeluarkan air dari sumuran, ruang mesin, ruang palkah

Sumuran (*well*) adalah tempat untuk pengumpulan air yang ada di ruang palkah, ruang pompa.

Strainer adalah alat untuk penyaring air .

Non return valve : katup searah yang biasanya dipasang pada *overboard*