

F. POKOK BAHASAN V SISTEM SANITARI SCUPPER DAN PIPA DUGA

SUB POKOK BAHASAN. V.1. SISTEM SANITARI DAN SCUPPER

1.1. PENDAHULUAN

1.1.1. DESKRIPSI SINGKAT

Sistem sanitari berfungsi untuk memberikan pelayanan untuk kebutuhan mandi, minum, cuci, dapur, anak buah kapal (ABK) dan pembuangan air kotor di kapal. Sistem sanitari dibedakan menjadi sistem sanitari air laut dan sistem sanitari air tawar, serta sistem *sewage*. Sistem *scupper* digunakan untuk mengalirkan air yang berasal dari air hujan, dari air ombak di atas geladak dibuang kelaut.

1.1.2. RELEVANSI

Materi dalam bab 5.1. ini memberikan keahlian bagi seorang ahli perkapalan dalam merancang, menggambar dan menghitung sistem pipa sanitari dan *scupper* di kapal.

1.1.3.1. STANDAR KOMPETENSI

Pokok bahasan ini memberikan kontribusi kompetensi kepada mahasiswa lulusan program studi teknik perkapalan mampu memahami, sistem perpipaan sanitari air tawar, air laut dan *sewage* serta sistem *scupper* di dalam kapal. Oleh karena itu diharapkan dapat meningkatkan tingkat kualitas lulusan teknik perkapalan.

1.1.3.2. KOMPETENSI DASAR

Setelah mengikuti materi sistem sanitari dan *scupper* :

- a. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem sanitari air laut.
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan sistem sanitari air tawar.
- c. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem *sewage*.
- d. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem *scupper* di kapal.

1.2. PENYAJIAN

1.2.1. URAIAN DAN CONTOH

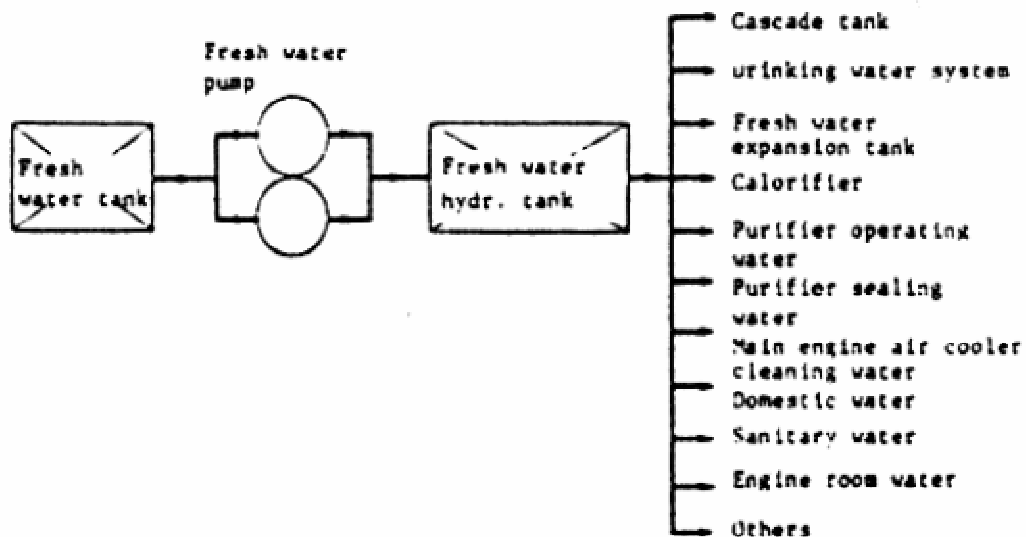
Sistem sanitari merupakan sistem yang pada dasarnya adalah untuk melayani keperluan air di kapal, baik itu bagi keperluan anak buah kapal untuk minum, memasak, mandi, cuci dan mesin maupun kapal itu sendiri. Sistem layanan yang diperlukan baik itu air laut maupun air tawar akan didistribusikan ke tempat-tempat di setiap geladak yang memerlukan antara lain : tempat cuci (*laundry*), dapur (*galley*), kamar mandi dan WC, pencucian geladak dan untuk pendinginan mesin.

A. SISTEM SANITARI AIR TAWAR

Sistem layanan air tawar di kapal umumnya dialirkan dari tangki induk (*storage tank*) dihisap dengan menggunakan pompa air tawar ke tangki dinas (*service*). Selanjutnya dari tangki ini kemudian air tawar didistribusikan ke pemakaian. Dalam hal ini tangki dinas harian ini terletak pada *top deck* dengan sistem gravitasi. Sistem ini digunakan pada kapal dengan ukuran kecil atau kapal yang tidak menggunakan sistem *hydrophore*. Kapasitas dari tangki dinas harian ini berkisar antara 1 s/d 3 m³. Tangki dinas harian dilengkapi dengan pipa udara, pipa limbah. Untuk kapal yang berlayar pada daerah beriklim dingin, maka tangki ini harus dilengkapi dengan pemanas (*heater*) dan dilapisi dengan *thermal insulation* untuk mencegah terjadinya pembekuan air pada tangki.

Pada sistem air tawar dengan sistem *hydrophore*, letak tangki air tawar berada di *double bottom*, maka air tawar tersebut dipompa dengan pompa air tawar menuju ke tangki *hydrophore*. Biasanya sebelum pompa terdapat saringan (*filter*) yang berfungsi untuk mencegah kotoran-kotoran masuk ke pompa dan instalasi pipa. Kemudian dari tangki *hydrophore* ini didistribusikan ke pemakaian seperti di geladak akomodasi, dan geladak lainnya, kamar mandi dan tempat cuci, *washtapel*, tergantung dari lokasi pemakaian.

Di kapal paling sedikit harus disediakan 2 tangki air minum, ini memperlancar pembinaan persyaratan-persyaratan sanitari yang baik, dan mempertinggi tingkat keamanan dalam keadaan yang tak terduga.



Gambar 5.1. Bagan sistem sanitari air tawar

Secara umum dapat dikatakan bahwa sistem layanan air tawar harus ada tangki, pompa dan *hydrophore tank*, dimana pompa tersebut dihidupkan dan dimatikan pada saat pengisian *hydrophore* secara otomatis, karena pendeteksian berkurangnya tekanan pada tangki. Adapun sistem air tawar ini terdiri sistem air minum, sistem air tawar, sistem pemanas air. Sistem ini menggunakan 2 buah pompa sentrifugal berpenggerak elektromotor dimana satu pompa *stand-by*.

Gambar disamping ini adalah gambar tangki *hydrophore*. Kapasitas tangki *hydrophore* dan tekanan untuk dihidupkan dan dimatikan bagii pompa dapat diketahui dengan perhitungan :

$$V = q \left[\frac{P_1}{P_1 - P_2} + a \right] \quad (5.1)$$

dimana; V = kapasitas tangki (m^3)

q = Jumlah air untuk supplai (m^3)

P_1 = Tekanan pompa untuk posisi stop (kg/cm^2)

P_2 = Tekanan pompa untuk posisi start (kg/cm^2)

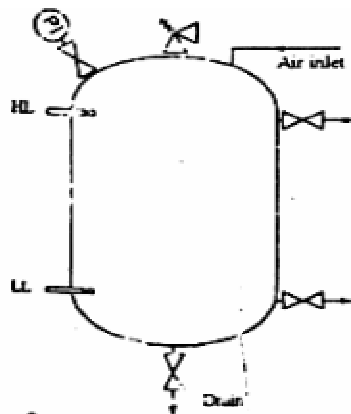
$a = 1,5$ jumlah air yang tersedia di dalam tangki *hydrophore*

Pipa-pipa instalasi untuk pipa induk material pipa yang digunakan adalah pipa baja yang digalvanis dengan diameter kira-kira 50 mm dan diameter pipa cabang antara 13 s/d 38 mm. kecepatan aliran air pada pipa-pipa induk pengisapan berkisar 0,75 - 1,0 m/s dan 1,0 – 1,2 m/s untuk bagian discharge (semprotan). Sedangkan untuk aliran-aliran pada pipa-pipa cabang discharge 1 – 2 m/s.

Prinsip Kerja Sistem *Hydrophore*

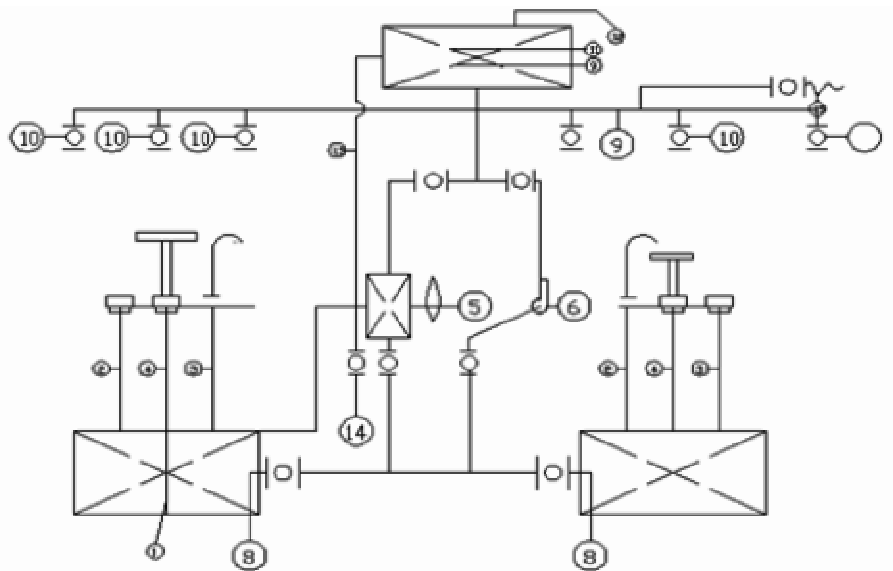
Pada tangki *hydrophore* diberi udara bertekanan sesuai dengan kebutuhan kerja. Air dipompakan kedalam tangki dengan tekanan tangki yang sudah ditetapkan, sehingga tekanan pompa harus lebih besar dari tekanan udara didalam tangki pada kondisi air didalam tangki penuh (*high level*). Sistem pompa ini dihidupkan dan dimatikan secara otomatis karena deteksi/sistem kontrol tekanan pada tangki *hydrophore*. Air ini didistribusikan ke geladak-geladak yang memerlukan tanpa pemompaan karena tekanan yang bekerja pada tangki sudah mampu mendesak air untuk didistribusikan walaupun perbedaan ketinggian air yang disalurkan tersebut. Apabila penyaluran air tidak tercapai maka tekanan udara didalam pompa ditambahkan lagi.

Pada gambar 5.3 adalah diagram sistem sanitari air tawar dengan menggunakan tangki dinas yang diletakkan di geladak paling atas. Sistem kerja dari diagram tersebut adalah : tangki persediaan (1) diperlengkapi dengan pipa duga (4) dan pipa ventilasi (3), dan diisi melalui pipa pengisian (2) yang menembus geladak. Melalui lubang pemasukan (8), pompa tangan (5) atau pompa sentrifugal (6), air tawar dialirkan ke tangki dinas (7) dilengkapi dengan pipa udara (12) dan *heating coil* (11).



Gambar 5.2. Tangki *hydrophore*

Selanjutnya dari tangki dinas (7) air dialirkan melalui pipa utama (9) ke tempat-tempat penggunaan (10), tangki dinas (7) mempunyai pipa limbah (13) dengan sebuah *test valve* (14) untuk mengembalikan limbah air kembali ke tangki persediaan (7). Hubungan dengan pipa limbah ada cabang pipa dengan *test valve* (14) yang menuju ke ruangan dimana pompa-pompa dipasang. Sistem ini dapat diisi di pelabuhan melalui selang (*hose*) (15).



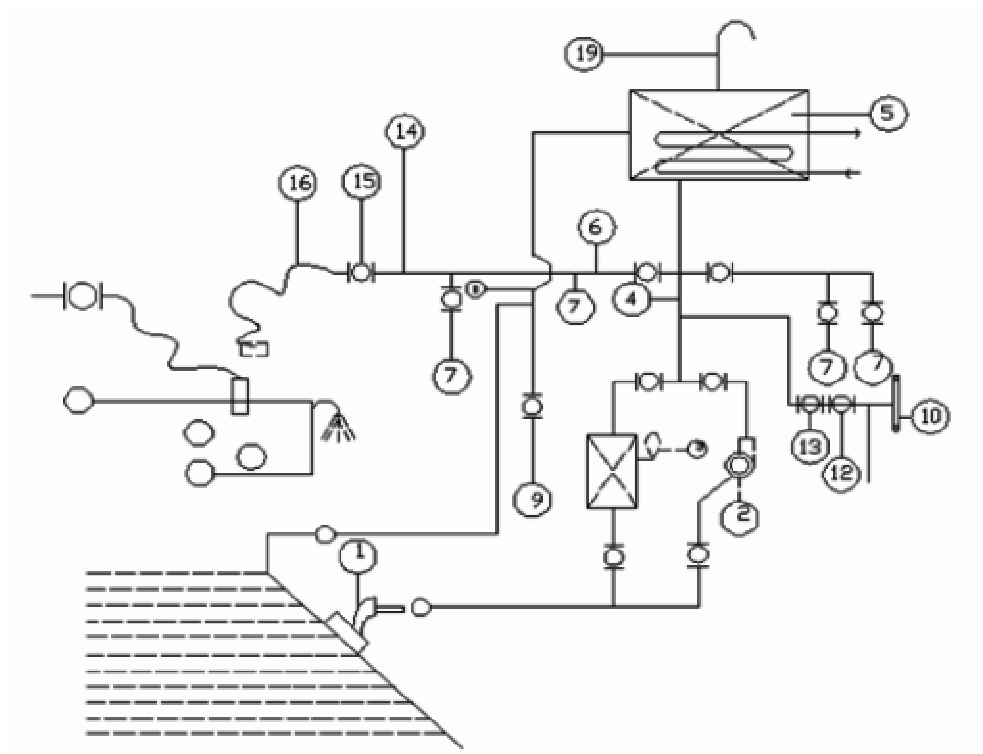
Gambar 5.3. Diagram sanitari air tawar.

B. SISTEM SANITARI AIR LAUT

Untuk sistem layanan air laut, air laut dihisap langsung dari seachest dengan menggunakan pompa sentrifugal dan dialirkan melalui bentangan jaringan pipa menuju ke tangki harian (*service tank*) dan dari sinilah air mengalir secara gravitasi ke pemakai pada setiap geladak. . *Service tank* ini dilengkapi dengan pipa limbah (*overflow pipe*) yang berfungsi sebagai saluran pembuangan. Saluran pembuangan ini dilengkapi dengan katup untuk mengontrol permukaan air pada tangki.

Selain sistem gravitasi, layanan air laut juga dapat disuplai dengan sistem *hydrophore*. Dimana air dimasukkan dengan pompa yang digerakkan dengan elektromotor melalui katup dan katup katup aliran searah (*non-return valve*) ke tangki *hydrophore*. Pada saat permukaan air bertambah di dalam tangki, tekanan udara di dalamnya juga naik dan membentuk bantalan udara, pada suatu tekanan tertentu *pressure relay* akan memutuskan hubungan melalui *switches off* pada elektro motor, sehingga menghentikan suplai air ke dalam tangki. Tekanan udara pada tangki yang menyebabkan air disalurkan melalui jaringan pipa ke pemakaian. Bila air digunakan maka tekanan didalam tangki menjadi turun, apabila tekanan sirkulasi pemanas air menggunakan 2 buah pompa jenis sentrifugal dengan penggerak elektromotor, dimana 1 buah *stand-by* tetapi didisain jalur *by-pass* agar dapat bersirkulasi secara alami. Kapasitas untuk mensuplai layanan akomodasi dan air *sealing purifier* adalah 5 - 30 m³/h dengan tinggi total (*head*) 35 - 40 mHg.

Gambar 5.4. menunjukkan diagram dasar dari sistem air laut. Air laut diisap melalui katup kingston (1) selanjutnya oleh pompa sentrifugal (2) atau pompa tangan (3) dialirkan melalui pipa (4) menuju tangki dinas harian (5) dan dari tangki dinas harian mengalir secara gravitasi melalui pipa-pipa pembagi (6) dan menuju ke tempat – tempat penggunaan (7). Tangki dinas harian (5) dihubungkan dengan udara dengan pipa udara (19), tangki dinas mempunyai limbah (8) yang berguna untuk mengeluarkan air kelebihan keluar kapal.



Gambar 5.4._Diagram sanitari air laut.

Pipa limbah dan *test valve* (9) memungkinkan untuk mengontrol / mengecek permukaan air di dalam tangki. Melalui *service connection* (14), *hose* (16) dan *stop value* (15), pancuran (17), kalau perlu seluruh pipa air cuci (18) dapat dihubungkan dengan pipa air laut.

Pipa air laut dapat juga disupplai dari *fire main* (10) melalui *reduction valve* (12) dan *stop valve* (13). Cara kerja otomatis dari sistem air laut dapat dicapai dengan menggunakan *hydrophre tank* .

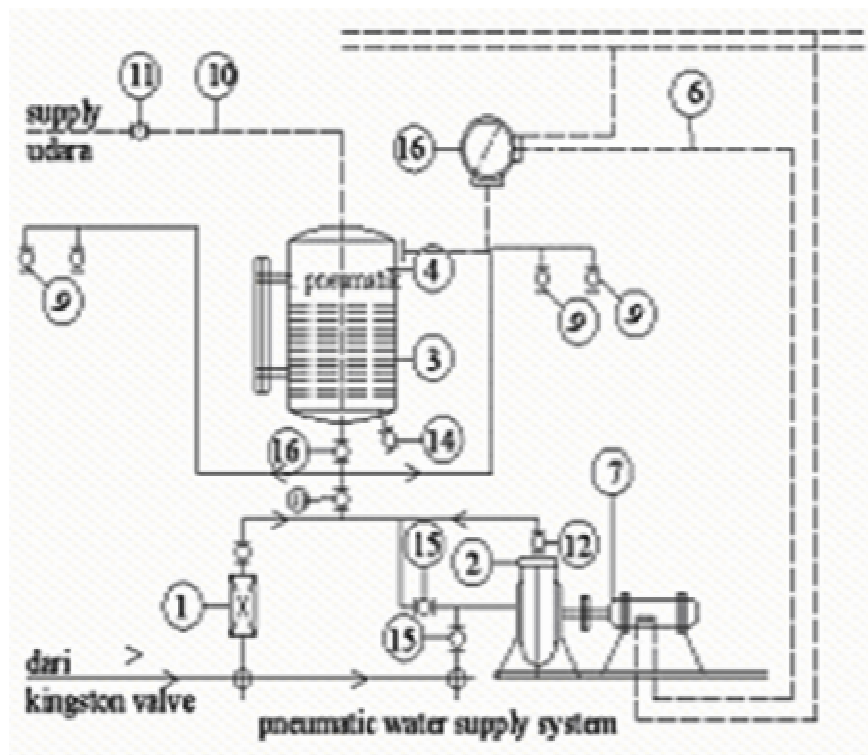
Gambar 5.5. adalah sistem sanitari air laut dengan menggunakan *hydrophore*. Air di masukan dengan pompa tangan (1) atau pompa centrifugal (2) yang digerakkan oleh motor (7) melalui katup (12) dan non return valve (13) masuk ke dalam tangki *pneumatic* (3).

Pada saat permukaan air di dalam tangki naik, tekanan udara di dalamnya juga naik, dan sebuah bantalan udara terbentuk. Pada suatu tekanan tertentu yang diberikan oleh bantalan udara, *pressure relay* (5) akan mematikan mesin listrik (7) sehingga menghentikan pemasukan air.

Kemudian oleh aksi dari tekanan di dalam bantalan udara, air dialirkan melalui pipa (8) ke tempat-tempat penggunaannya (9). Bilamana air dipergunakan, tekanan di dalam tangki turun, dan bilamana tekanan mencapai suatu harga tertentu, *pressure relay* (5) menjalankan motor listrik (7) lagi, melalui aliran listrik (6) dan pompa (2) mulai memasukan air lagi ke dalam tangki pneumatik.

Pompa sentrifugal dapat dipisahkan dari sistem ini dengan ketentuan *disconnecting valve* (katup-katup yang dapat memisahkan bagian-bagian) (15). Tangki dilengkapi dengan *disconnecting valve* (16) dan katup pengeringan (14), dan diganti dengan udara melalui pipa (10) dan katup penutup (*stop valve*) (11).

Data-data permulaan dalam perencanaan "*Pneumatic water supply sistem*" adalah pemakaian air sanitari per jam, dan beberapa kali maksimum pompa dinyalakan per jam (n_s). Yang disebut terakhir ini biasanya diambil = 6 ($n_s = 6$).



Gambar 5.5. Diagram sanitari air laut dengan *hydrophore*

Jika rata-rata pemakaian air per jam dinyatakan dengan D , maka jumlah air yang dimasukkan kedalam tangki setiap kali pompa dinyalakan:

$$D_1 = \frac{D}{n_s} = \frac{D}{6} \quad (5.2)$$

Jikalau V_e (m^3) adalah maksimum volume dari udara pada tekanan minimum P_e (kg/m^2), dan V_f (m^3) adalah volume minimum dari udara pada tekanan maksimum P_f (kg/m^2), maka jumlah cairan yang dipompa adalah :

$$V_e = V_f + D_1 = V_f + \frac{D}{6}, \quad V_f = V_e - D_1 = V_e - \frac{D}{6} \quad (5.3)$$

Persamaan untuk keadaan udara dalam bantalan udara adalah :

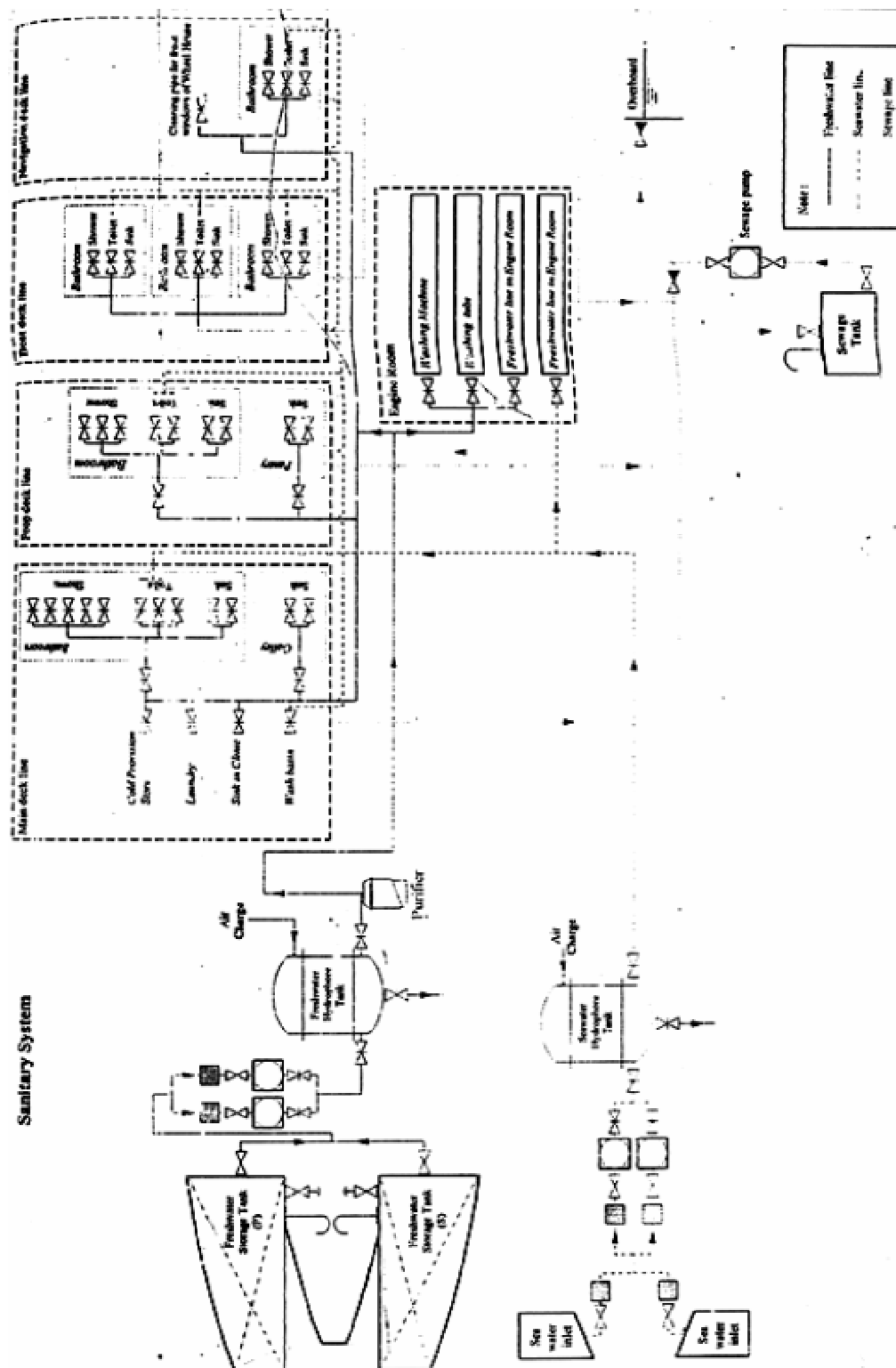
$$V_e \cdot P_e = V_f \cdot P_f = (V_f + \frac{D}{6}) \cdot P_e = (V_e + \frac{D}{6}) \cdot P_f \quad (5.4)$$

Karena itu volume minimum dan volume maksimum dari udara:

$$V_f = \frac{D \cdot P_e}{(P_f - P_e)} \quad \text{dan} \quad V_e = \frac{D \cdot P_f}{(P_f - P_e)} \quad (5.5)$$

Jika V_o adalah volume cairan yang tertinggal dalam tangki pada permukaan yang terendah, maka dapat ditemukan bahwa volume tangki pneumatik adalah :

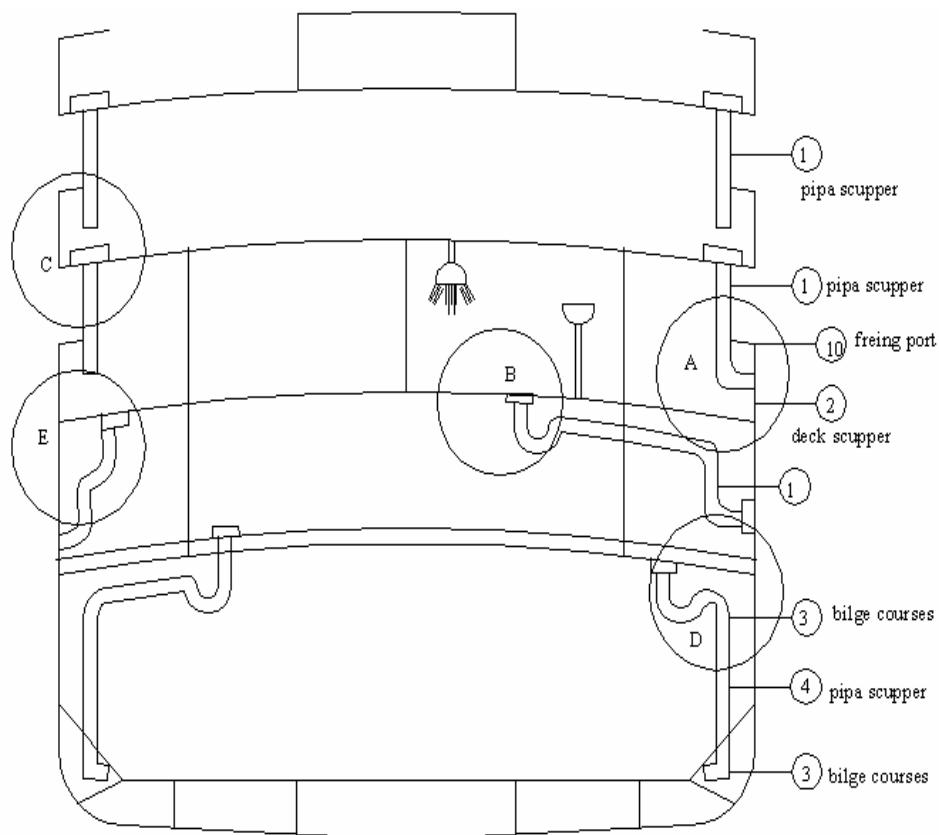
$$V_t = V_o + V_e, \quad V_t = V_o + \frac{D \cdot P_f}{(P_f - P_e)} \quad (5.6)$$



Gambar 5.6. Diagram sistem sanitari air tawar dan air laut

C. SISTEM SCUPPER

Sistem *scupper* dipergunakan untuk menyingkirkan/ membuang air dari geladak dan membuang air yang sudah dipakai dari kamar mandi, washtafel, tempat wudlu, ruang makan, dapur, gudang dan sebagainya. Air disalurkan dari geladak melalui *scupper* dimana diameter pipa berukuran 50 s/d 100 mm.



GAMBAR : A

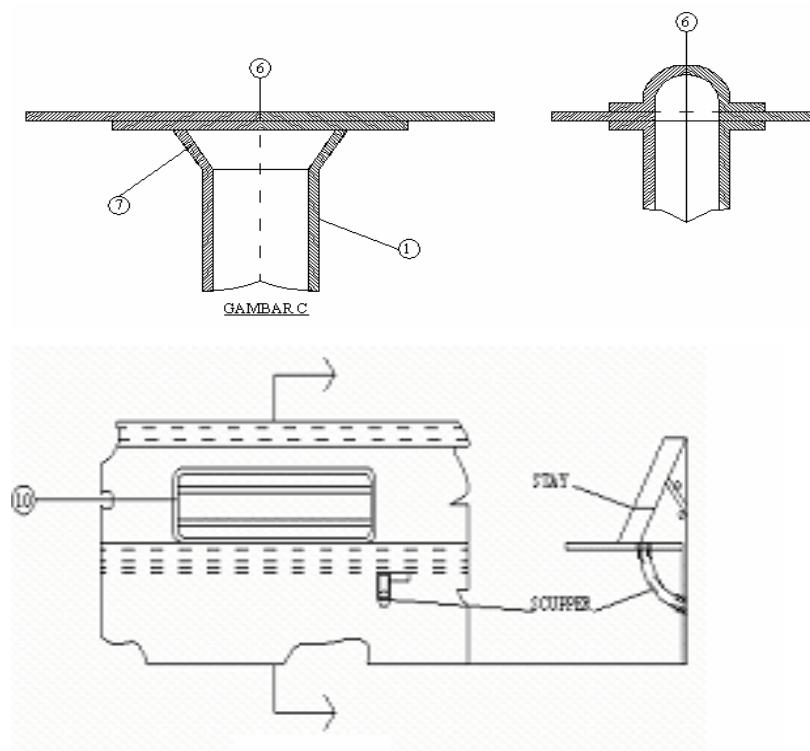
Gambar 5.7. Diagram sistem *scupper*

Diagram dalam gambar 5.7. di atas menunjukkan bagaimana air disingkirkan melalui pipa – pipa *scupper* (1) dari geladak dan geladak akomodasi. Air dari setiap geladak mengalir turun ke geladak yang lebih rendah berikutnya melalui pipa-pipa *scupper*, dimana akhirnya sampai pada geladak yang paling akhir di atas garis air muat dimana akhirnya air akan dibuang melalui *deck scupper* (2).

Jumlah air yang banyak dari saluran pengeluaran air pada geladak – geladak terbuka akan disalurkan melalui *freeing port* (10) yang dipasang pada *bulwark*. Air yang berada di geladak – geladak yang terletak di bawah garis air akan disalurkan melalui pipa – pipa *scupper* (4) ke dalam bilge courses (3) atau ke dalam tangki – tangki kotor yang terdapat di dalam ruangan *double-bottom* atau ruangan – ruangan samping (*side space*), dari mana air itu akan dibuang keluar kapal dengan pompa.

Scupper (7) dengan kisi – kisi (6) selubung (*cowls*) (8) endapan air kotor (5) digunakan untuk menghindari penyumbatan pada pipa - pipa scoupper. Saluran pipa *scupper* pada samping kapal yang melayani ruangan – ruangan tempat tinggal yang tertutup dipasang dengan *swing check valves* untuk mencegah masuknya air laut di luar pada waktu badai.

Pipa–pipa *scupper* terbuat dari pipa galvanis, harus terpasang dengan suatu kenaikan (kemiringan) paling sedikit 0,05 untuk menjaga saluran air yang lancar.



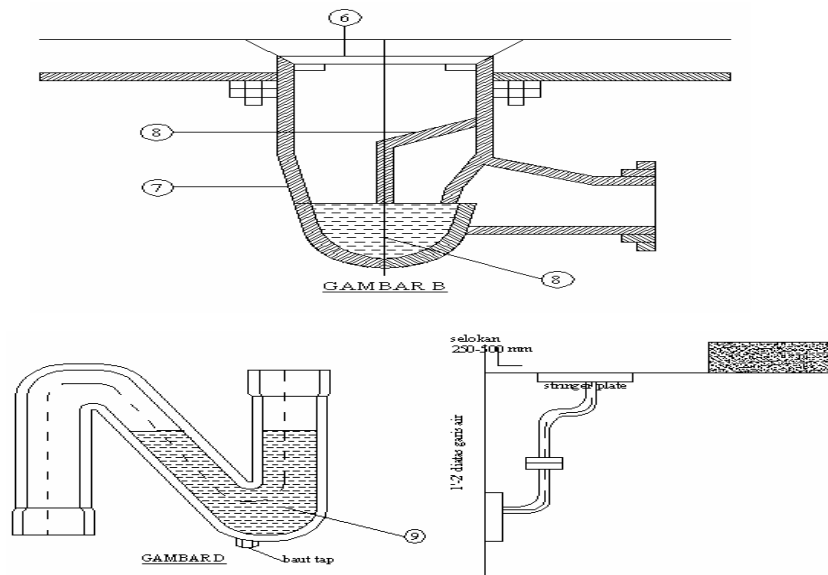
Gambar 5.8. Kisi-kisi dan saringan sistem *scupper*

D. SISTEM SEWAGE

Pipa saluran kotoran (sewage) dipasang dengan diameter paling sedikit 100 mm. Pipa tersebut harus sependek mungkin dan mempunyai sedikit belokan dan lengkungan-lengkungan dengan kenaikan paling sedikit 0,05. saluran keluar dari pipa sewage dipasang pada lambung kira-kira 300 mm diatas garis air.

Sebuah katup tidak dapat balik (*swing check valve*) harus dipasang pada lubang saluran keluar untuk menjaga supaya air laut jangan masuk selama cuaca yang jelek. Jika lubang saluran keluar dari pipa kotoran terletak dibawah garis air, atau jikalau *water closet* dapat dibanjiri melalui saluran kotoran itu (sewage) (meskipun lubang keluar berada diatas garis air), maka sebuah katup penutup (*gate valve*) dipasang pada pipa sebelum *swing check valve*.

Pipa berbentuk S (9) dipasang pada pipa *scupper* yang menyalurkan air dari ruangan – ruangan yang tertutup untuk menghindari bau dari tempat – tempat pembuangan air kotor masuk ke dalam ruangan tempat tinggal.



Gambar 5.9. Komponen sistem sewage

Pipa kotoran (*sewage*) yang melalui ruang muat harus dilindungi terhadap kerusakan pada saat dilakukan bongkar muat.

Didalam ruangan-ruangan pendingin, pipa-pipa harus dilindungi terhadap pembekuan. Bilamana mungkin, pipa kotoran tidak boleh melalui ruangan-ruangan tempat tinggal, tempat penimbunan/penyimpanan makanan, kamar makan, dapur, tangki-tangki air tawar dan sebagainya.

Saluran pengeluaran dari sistem sanitari tidak boleh berdekatan dengan ruangan-ruangan dan pemasukan air laut. Tidak dianjurkan untuk menghubungkan pipa-pipa sanitari dan pipa-pipa kotoran. Pipa-pipa kotoran dibersihkan dengan bantuan sistem air laut (*salt water system*).

1.2.2. LATIHAN

- 1) Buatlah diagram bagan sistem sanitariair tawar di kapal.
- 2) Sebutkan minimal 3 aturan tentang sistem *scupper*.
- 3) Sebutkan minimal 2 aturan tentang *sistem sewage*.

1.3. PENUTUP

Sistem sanitari dan *scupper* sangat penting bagi kapal yang digunakan untuk memberikan pelayanan anak buah kapal (ABK) dan mengeluarkan air dan air kotor dari dalam kapal.

1.3.1. TES FORMATIF

1. Jelaskan tentang sistem sanitari air tawar dan air laut di kapal.
2. Jelaskan paling sedikit 3 aturan tentang sistem *scupper*.
3. Jelaskan paling sedikit 2 aturan tentang *sistem sewage*.
4. Jelaskan tentang tangki *hydrophore*.

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 sanitasi air tawar dan air laut berfungsi untuk memberikan pelayanan kebutuhan ABK di kapal
2. Sistem *scupper* digunakan untuk pembuangan air dari geladak kapal.
3. Sistem *sewage* digunakan untuk penambungan dan pembuangan air kotor di kapal.

1.3.5. KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. Sistem sanitasi air tawar merupakan sistem yang digunakan untuk melayani keperluan air tawar di kapal, baik itu bagi keperluan anak buah kapal untuk minum, memasak, mandi, cuci dan mesin kapal. Sistem sanitasi air laut merupakan sistem yang digunakan untuk melayani keperluan air laut di kapal, baik itu bagi keperluan anak buah kapal misalnya; cuci kamar mandi, cuci dapur.
2. Aturan tentang sistem *scupper* yang di kapal antara lain :

- a. Diameter pipa *scupper* berukuran 50 s/d 100 mm.
 - b. Air dari setiap geladak mengalir turun ke geladak yang lebih rendah berikutnya melalui pipa-pipa *scupper*, dimana akhirnya sampai pada geladak yang paling akhir di atas garis air muat dimana akhirnya air akan dibuang melalui *deck scupper* (2).
 - c. Pipa-pipa *scupper* terbuat dari pipa galvanis, harus terpasang dengan suatu kenaikan (kemiringan) paling sedikit 0,05 untuk menjaga saluran air yang lancar.
3. Aturan tentang sistem sewage antara lain :
- a. Pipa saluran kotoran (sewage) dipasang dengan diameter paling sedikit 100 mm.
 - b. Pipa tersebut harus sependek mungkin dan mempunyai sedikit belokan dan lengkungan dengan kenaikan paling sedikit 0,05.
 - c. Saluran keluar dari pipa sewage dipasang pada lambung kira-kira 300 mm diatas garis air.
4. Tangki *hydrophore* adalah tangki yang diberi udara bertekanan sesuai dengan kebutuhan kerja. Sistem pompa ini distart dan distop secara otomatis karena deteksi/sistem kontrol tekanan pada tangki *hydrophore*.

DAFTAR PUSTAKA :

1. Anonimus, (1992), Diktat Sistem Dalam Kapal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
2. Anonimus, (2000), Diktat Sistem Dalam Kapal, Unhas 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 Sistem for Diesel Ships*"; The Marine Engineering Society In Japan, Jepang.

6. Khetagurov (1964), Marine auxiliary machinery and sistem, Publisher Moscow.

SENARAI

Sistem sanitari adalah sistem perpipaan yang terdiri air tawar dan air alut yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kebutuhan ABK di kapal

sistem *scupper* adalah sistem perpipaan yang untuk pembuangan air dari geladak kapal.

Sistem *sewage* adalah digunakan untuk penambungan dan pembuangan air kotor di kapal.