

SUB POKOK BAHASAN V.2. SISTEM VENTILASI DAN PENDINGIN RUANGAN

2.2. PENDAHULUAN

2.2.1. DESKRIPSI SINGKAT

Sistem ventilasi berfungsi untuk memberikan jaminan sirkulasi udara dalam ruangan tetap sehat dan segar untuk ruang ABK, ruang muat, ruang mesin. Sistem ventilasi dibedakan dalam dua jenis yaitu ventilasi alamiah dan ventilasi mekanis yang digerakkan motor listrik. Sistem pendingin ruangan yang biasa digunakan di kapal adalah sistem pendingin unit kecil dan sistem sentral untuk kapal yang cukup besar.

2.2.1. RELEVANSI

Materi dalam bab ini memberikan keahlian bagi seorang ahli perkapalan dalam merancang, menentukan dan menghitung sistem ventilasi dan sistem pendingin ruangan di kapal.

2.1.3.1. STANDAR KOMPETENSI

Pokok bahasan ini memberikan kontribusi kompetensi kepada mahasiswa lulusan program studi teknik perkapalan mampu memahami, sistem ventilasi dan pendingin ruangan di kapal. Oleh karena itu diharapkan dapat meningkatkan tingkat kualitas lulusan teknik perkapalan.

2.1.3.2. KOMPETENSI DASAR

Setelah mengikuti materi sistem bilga :

- a. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem ventilasi alamiah di kapal.
- b. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem ventilasi mekanis di kapal.
- c. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem pendingin ruangan di dalam kapal

2.2. PENYAJIAN

2.2.1. URAIAN DAN CONTOH

Sistem ventilasi dan sistem pendingin ruangan merupakan hal sangat penting di dalam kapal dalam upaya untuk memberikan jaminan kenyamanan dalam bekerja maupun istirahat di dalam kapal. Sehingga harus betul-betul dirancang dan dihitung dengan baik dan benar.

A. SISTEM VENTILASI

Fungsi dari sistem ventilasi adalah untuk mempertahankan susunan kimia, kelembaban dan suhu yang di butuhkan di dalam kompartemen-kompartemen di atas kapal.

Susunan sebuah kompartemen yang di tempati manusia di ubah oleh CO₂ kelembaban, panas dan di hasil-hasil penguraian protein yang terdapat pada kompartemen itu. Prosentasi dari hasil penguraian dari zat-zat protein di dalam udara dari sebuah kompartemen bertambah sebanding dengan jumlah CO₂.

Jika udara terisi lebih dari 0,15% CO₂ maka udara akan mempunyai pengaruh yang merugikan bagi manusia.

Susunan kimia dari udara yang kita hirup adalah

Oksigen (O₂) : 20,95 %

Nitrogen (N₂) : 78 %

Carbondioksida (CO₂) : 0,03 %

Inert gas gas yang tidak reaksi : 1,01 %

Termasuk Inert gas adalah : Argon 0,93%, neon, helium, krypton, hidrogen xenon.

Udara yang di hembus oleh manusia berisi \pm 16,4 % O₂, 73 % N₂, 4,6 % CO₂ dan 1 % inert gas.

Jadi jumlah oksigen dalam udara yang di hembus keluar oleh manusia dengan berkurang 1 ½ x, sementara jumlah CO₂ naik 150 x. Seseorang dapat tahan udara yang berisi CO sampai sebanyak 1 % untuk waktu yang lama sampai sebanyak 4-5 % untuk 1 ½ atau 1 jam tanpa

akibat-akibat yang parah dan dari 6-8 % untuk jangka waktu yang sama dengan akibat yang sangat rusak terhadap muatan kapal.

Udara normal untuk pernafasan tidak boleh mengandung lebih dari % CO₂. Seseorang yang mengeluarkan 75 -150 kalori per jam tergantung apakah ia aktif atau sedang beristirahat. Panas yang di keluarkan oleh seseorang dipancarkan oleh sentuhan kulit dengan udara di dalam kompartemen, radiasi, penguapan dari permukaan badan dan dengan udara yang di hembus keluar oleh manusia.

Jumlah udara yang di butuhkan untuk ventilasi bagi kompartemen yang tertentu harus ditentukan berdasarkan:

1. Suhu udara maximum yang diijikan didalam kompartemen.
2. Kelembaban udara maximum yang diijinkan
3. Presentase CO maximum yang diijinkan

Kondisi dari udara didalam ruang mesin dan ruang ketel sebagian besar tergantung pada panas, gas dan uap yang dikeluarkan oleh mesin penggerak. Muatan yang diangkut dalam ruang muat membutuhkan keadaan udara yang tertentu untuk penyimpanannya supaya muatan tidak rusak. Hal ini tercapai dengan menyingkirkan pengeluaran dari muatan dengan mengganti udara yang kotor dengan yang segar.

Bunker bahan bakar juga membutuhkan ventilasi untuk menghilangkan uap yang dikeluarkan oleh hasil minyak atau gas yang dikeluarkan oleh batu bara. Suhu batu bara diturunkan dengan ventilasi untuk mencegah terbakarnya dengan sendiri (*self-ignition*)

Jadi ventilasi diatas kapal dibagi menjadi:

1. Ventilasi untuk komponen tempat tinggal dan kerja dengan tujuan untuk mengeluarkan udara kotor, yang memenuhi syarat untuk pernafasan dan menggantinya dengan udara segar.
2. Ventilasi dari ruang mesin dan ketel yang dibuat untuk menurunkan suhu dan mengatur susunan udara yang dibutuhkan didalam ruangan itu.

3. Ventilasi didalam ruangan muatan dengan tujuan untuk mempertahankan susunan dan kelembaban udara yang dipergunakan untuk mempertahankan kualitas (mutu) dari muatan.
4. Ventilasi dari bunker untuk menghilangkan gas yang dikeluarkan oleh penimbunan bahan bakar.

Sistem ventilasi dapat direncanakan secara natural /alamiah atau secara mekanis. Ventilasi alamiah adalah suatu sistem dimana pergantian tenaga adalah hasil dari tenaga alam umpamanya adalah aliran panas, angin. Dalam sistem ventilasi secara mekanis, kipas dipergunakan untuk memungkinkan pergantian udara.

Keadaan yang sangat menguntungkan untuk natural ventilation tercipta dalam perembesan atau kebocoran udara didalam kompartemen dan perbedaan suhu antara udara didalam dan diluar. Jika udara dapat merembes masuk kedalam kompartemen pada dasar dan rembesan keluar pada bagian atas dan jikalau temeperatur didalam kompartemen (t_i) lebih tinggi dari pada temperature udara diluar (t_o) yaitu $t_i > t_o$, maka sebuah aliran udara keatas akan terjadi.

Udara didalam kompartemen lebih ringan dari pada udara diluar dan karena itu udara naik. Ini menambah tekanan pada bagian atas dan mengurangi tekanan pada bagian bawah dari kompartemen. Sebagai hasilnya udara akan dikeluarkan dari kompartemen melalui percobaan pada lubang disebelah atas dan udara luar akan dihisap kedalam melalui lubang bagian bawah. Udara lebih tinggi pada bagian atas kompartemen dan lebih rendah dari pada bagian bawah dari pada tekanan udara luar, maka pada suatu ketinggian tertentu tekanan didalam dan diluar harus sama.

Penampang yang melintang dari suatu tekanan dalam dan luar yang sama itu disebut bidang datar yang netral(neutralplane) dari kompartemen. Jika kebocoran atau kerembesan udara dari atas dan bawah dan terdapat ditempat yang simetri, maka bidang datar netral akan melalui bagian tengah dari kompartemen.

Lubang perembesan udara dalam kompartemen kapala seperti port light, pintu dan lubang saluran udara selalu terdapat pada tempat yang simetris. Karena itu udara yang hangat dari kompartemen keluar melalui lubang diatas bidang datar yang netral dan udara dingin yang segar masuk kedalam kompartemen dibawah bidang datar yang netral ini.

Saluran ventilasi vertical dipasang diatas kompartemen untuk memperkuat natural ventilation. Prinsip kerja mereka menggunakan perbedaan temperatur t_i dari udara di dalam saluran dan suhu t_o disebelah luarnya. Tekanan dari kolom udara yang mempunyai tinggi H (m) yang bekerja pada saluran itu diatas penampang melintang dengan permukaan 1 m^2 adalah

$$P_i = P_e + \gamma_i H \text{ dan } P_o = P_e + \gamma_o H \quad (5.7)$$

dimana : P_e = tekanan udara luar

γ_i = berat jenis udara pada suhu t_i

Tekanan kolom udara luar yang menekan dari bawah pada bidang melintang yang sama adalah perbedaan antara tekanan udara luar dan tekanan udara dalam dari ruangan didalam saluran menyajikan persyaratan yang perlu untuk saluran natural ventilation adalah

$$P = P_o - P_i = (P_e + \gamma_o H) - (P_e + \gamma_i H) = H (\gamma_o - \gamma_i) \text{ Kg/m}^2 \quad (5.8)$$

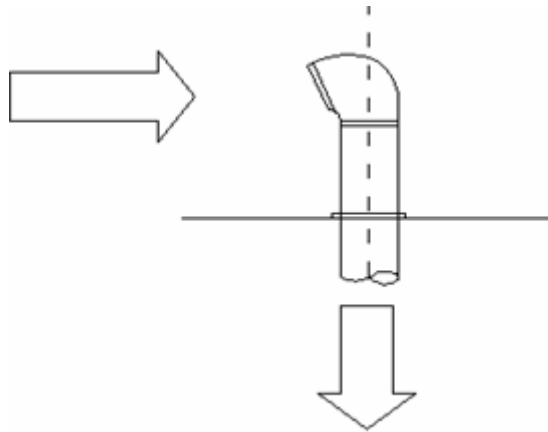
Efisiensi dari natural ventilation biasanya bertambah dengan menggunakan tekanan angin, memakai vent head dan deflektor untuk tujuan ini.

Didalam perencanaan sistem ventilasi adalah penting atau dikeluarkan secara mekanikal atau natural. Jadi untuk pemasukan (*supply*) dan pengeluaran (*exhaust*) terdapat macam kombinasi :

1. *Mechanical supply (plenum) dan Mechanical exhaust.*
2. *Natural supply dan Mechanical exhaust*
3. *Mechanical supply (plenum) dan natural exhaust.*

4. *Natural supplay dan Natural exhaust.*

Ventilasi mekanis adalah dimana kerja penyaluran udara dipengaruhi oleh kipas yang dipasang pada saluran ventilasi utama yang menyalurkan ke beberapa kompartemen melalui saluran cabang. Tetapi ventilasi yang bekerja tunggal juga terdapat. Dalam hal ini setiap deflector mempunyai kipasnya sendiri.



Gambar 5.10. Deplektor ruang muat/mesin

Ventilasi mekanis dapat *plenum*, *exhaust*, atau sebuah kombinasi dari kedua ini (*plenum exhaust ventilation*). Pada *plenum ventilation*, udara segar dimasukkan kedalam kompartemen oleh sebuah kipas, dan udara kotor dikeluarkan melalui lubang disebabkan karena tekanan bertambah di dalam kompartemen dimana naiknya tekanan itu disebabkan oleh kipas yang dimasukkan udara itu.

Dalam *exhaust ventilation* udara yang kotor dikeluarkan oleh kipas dan udara segar masuk kedalam kompartemen melalui tempat yang lubang turunnya tekanan yang disebabkan oleh *exhaust fan*.

Didalam *plenum exhaust ventilation* udara baik pemasukannya maupun pengeluarannya dari kompartemen dilakukan oleh kipas. Biasanya plenum ventilation dipasang di tempat dimana masukan udara segar dibutuhkan, atau berguna untuk menaikkan tekanan untuk menaikkan

tekanan untuk mencegah perembesan udara kotor dari kompartemen disebelahnya.

Exhaust ventilation dipergunakan untuk kompartemen yang berisi sumber pengotoran udara yang tetap atau untuk kompartemen dimana pemasukan udara secara wajar sangat sukar.

Didalam perhitungan secara percobaan, jumlah udara yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan beberapa kali pembaruan/penggantian udara setiap jam atau beberapa menit pergantian udara dalam dalam kompartemen harus dilakukan.

Macam-macam kompartemen di dalam kapal dan waktu yang dibutuhkan untuk pergantian udara dapat dilihat dari tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kompartemen dan waktu penggantian.

<i>Kompartemen</i>	Waktu dalam menit untuk tiap pergantian udara	
	Mechanical supply	Mechanical Exhaust
<i>Baker</i>	2-4	1
<i>Baber shop</i>	4	3,5
<i>Battery charging room</i>	-	3-4
<i>Boiler room</i>	1-2	-
<i>Bread room</i>	6	6
<i>Cabin</i>	4-5	-
<i>Chart room</i>	4-5	-
<i>Crew's quarters</i>	Min 4	-
<i>CO₂ room</i>	-	10
<i>Dining room</i>	3-4	3-4
<i>Emergency generator room</i>	10	-
<i>Engine room</i>	1-2	-
<i>Galley</i>	3-4	1-2
<i>Gyro room</i>	3-5	1-2
<i>Hospital</i>	4	-
<i>Hold dry cargo</i>	20-30	-
<i>Laundry</i>	2-4	1-2
<i>Lounge (ruang duduk)</i>	5	4
<i>Milk preparation room</i>	6	6
<i>Offices</i>	4-6	-
<i>Fantries (inside)</i>	3-6	1-2
<i>Pantrooes (deck)</i>	3-6	-

<i>Post office</i>	5	-
<i>Radio room</i>	5	3-4
<i>Shop :</i>		
- <i>Butcher</i>	6	4
- <i>Tailor</i>	5	2-5
- <i>Electrical</i>	2-4	-
- <i>Machine</i>	2-4	-
- <i>Printery</i>	4	-
<i>Steering gear</i>	6-10	-
<i>Dry stires</i>	10	-
<i>State room</i>	4-5	-
<i>Telephone exchange</i>	4-5	-
<i>Theatres</i>	4-6	-
<i>Toilets</i>	-	3-4
<i>Vegetable preparation</i>	3-4	3-4
<i>Washroom</i>	-	3-4

Ruangan yang tidak diberi ventilasi tambahan adalah rumah geladak (*wheel house*), *chain locker*, baik *natural* maupun *mechanical*. Sedangkan ruangan dengan ventilasi dengan *supply* maupun *exhaust* misalnya : *lamp room*, *carpenter shops*, gudang cat.

Kapasitas Q deflektor dan *ventilator header* untuk ventilasi yang wajar atau biasanya diperhitungan untuk rata-rata kecepatan arus udara $V = 2 - 4$ m/dtk sesuai dengan rumus dibawah ini:

$$\text{Untuk } \textit{supply} \quad Q = 3600 \cdot v \cdot f \cdot \gamma_o / \gamma \quad (\text{m}^3 \text{ per jam}) \quad (5.9)$$

$$\text{Untuk } \textit{exhaust ventilation} \quad Q = 3600 \cdot v \cdot f \quad (\text{m}^3 \text{ per jam}) \quad (5.10)$$

dimana : γ_i = berat jenis didalam kompartemen (kg/m^3)

γ_o = berat jenis udara segar (kg/m^3)

f = daerah kerja (*active area*) dari deflector = $0,785 \cdot d^2$

Untuk pipa bundar dengan diameter d :

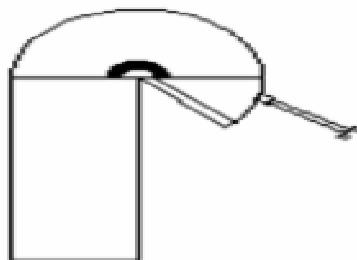
$$D = \frac{3,14(a \cdot b)^2}{(a + b)^2} \quad (\text{m}^2) \quad (5.11)$$

Untuk pipa persegi panjang dengan sisi a dan b

Udara ventilasi masuk dan keluar dari kapal melalui bermacam bentuk kepala ventilasi dan lubang atau kisi-kisi pada sisi perumahan dan ruang kipas angin (*fun room*).

Untuk mencegah masuk hujan, percikan air, air laut, dan untuk mengurangi sekecil mungkin pengaruh jelek dari angin, lubang diletakkan pada posisi yang tinggi dan terlindung pada bangunan atas dan direncanakan untuk kerugian tahanan (*resistence losses*) yang paling rendah.

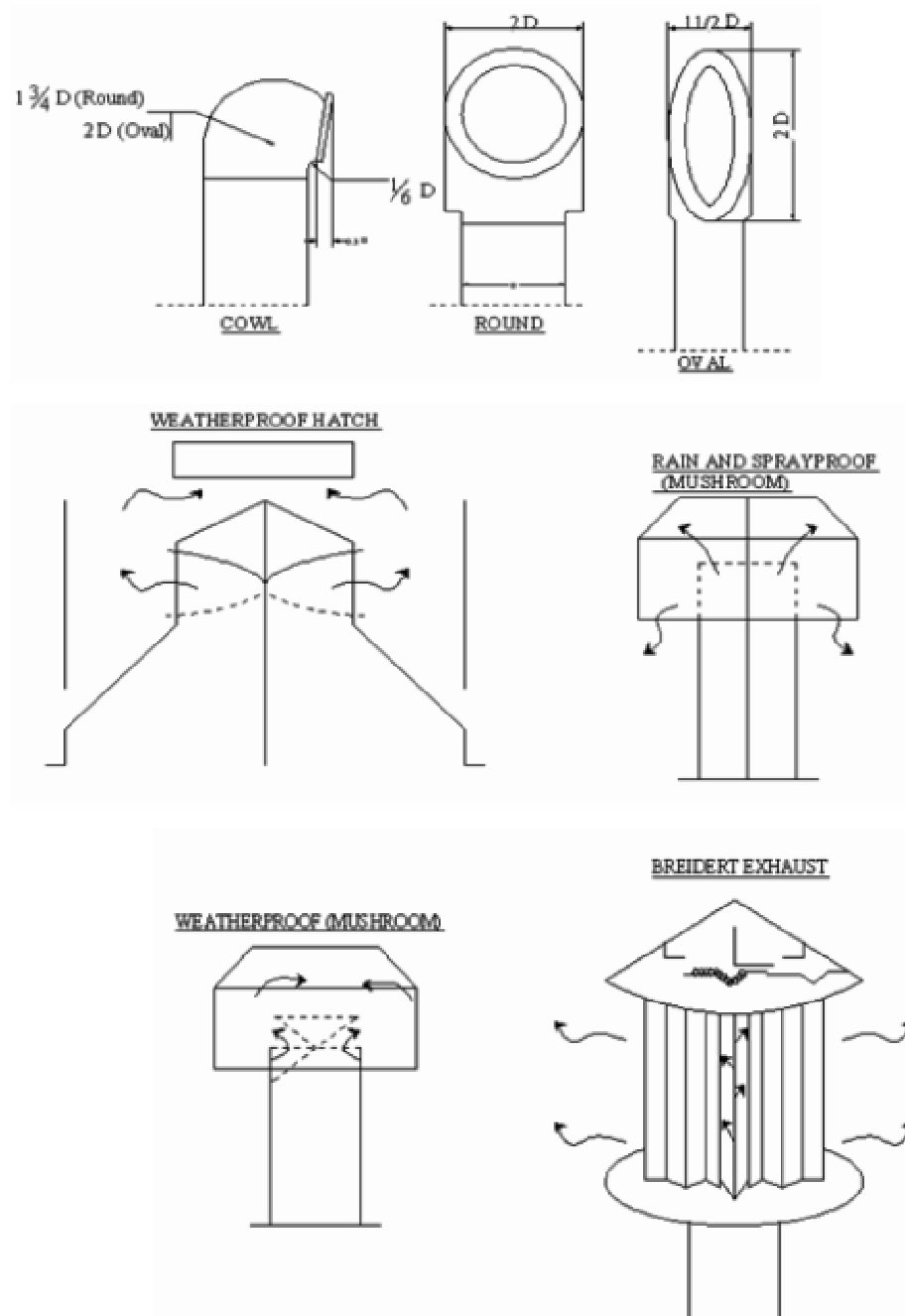
Ventilator yang tidak kedap air dilengkapi dengan penutup untuk pencegahan masuknya air atau percikan. *Jack rods* kadang dipasang sekeliling lubang sisi perumahan (*house side opening*) dan penutup dari kanvas disediakan dan dapat diikat pada tempat itu seandainya dibutuhkan. Semua aliran yang menuju keudara terbuka dilindungi dengan *fire dampers* yang dioperasikan secara manual.



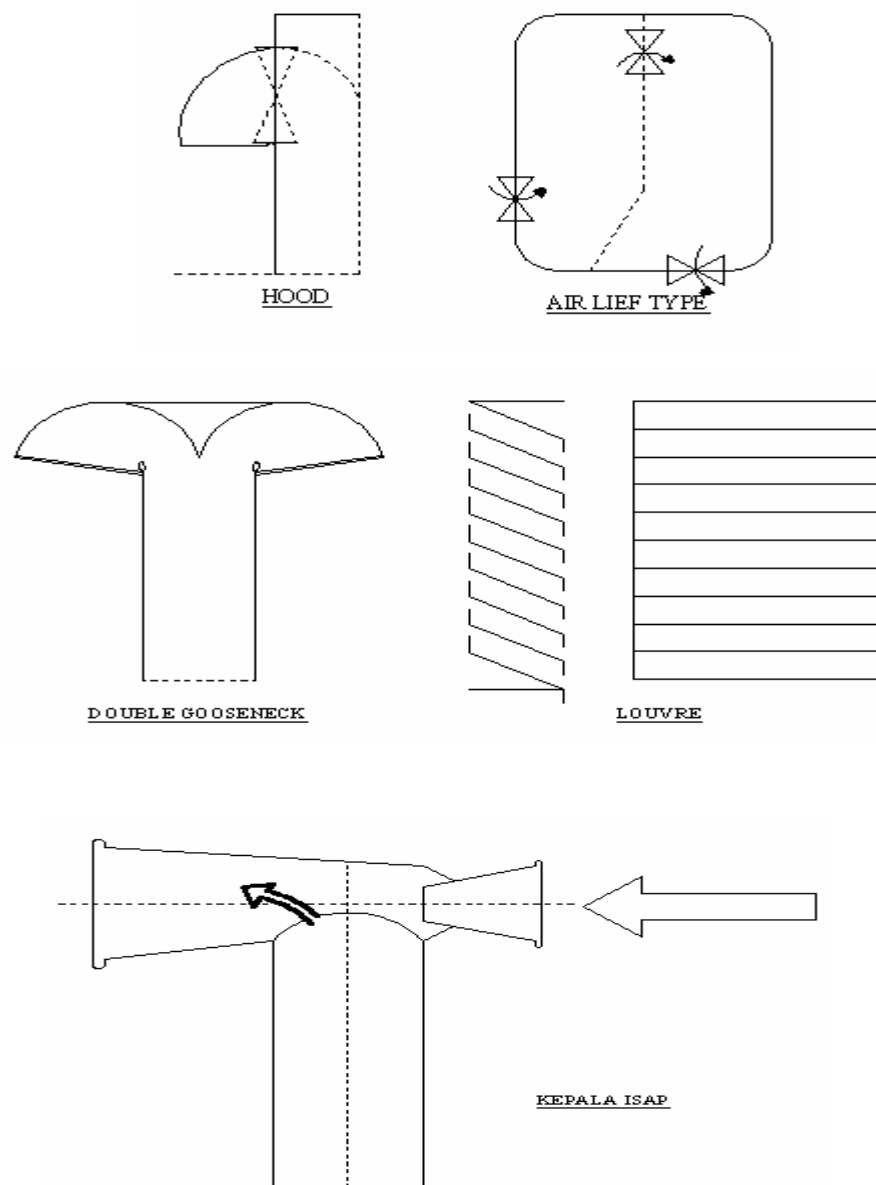
Gambar 5.11. Deplektor dengan penutup

Cowls dan jamur (*musroom*) adalah bentuk yang paling umum untuk kepala ventilasi pemasukan dan pengeluaran. Kalau *cowls* kemasukan air hujan percikan air dan air laut pada waktu cuaca jelek, maka *cowls* itu dapat dilepas dari *coaming* dan kemudian penutup (*coaming covers*) dipasang sehingga sistem ventilasi untuk ruangan yang bersangkutan tertutup. *Cowls* adalah kepala suplai yang efisien karena dapat disesuaikan dengan perubahan angin dan arah.

Mushroom meskipun kedap hujan dan kedap percikan dikenal memiliki (kerugian tahanan *resistense losses*) yang tinggi. *Cowls* dengan mulut yang bundar atau oval banyak digunakan.

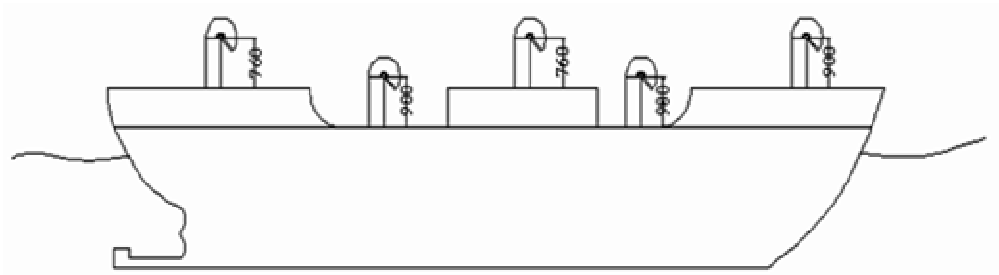


Gambar 5.12. Kepala deplektor *cowl* dan *mushroom*



Gambar 5.13. macam-macam kepala deplektor

Coaming biasanya 760 mm (30 in) tinggi nya pada geladak bangunan atas dan 900 mm (36 in) pada bagian terbuka pada freeboard deck dan fore castle deck dan dibuat dengan ukuran sesuai dengan syarat-2 klasifikasi.



Gambar 5.14. Tinggi ventilator di geladak.

Menurut *Lloyd register* 1973 untuk kapal kecil *ventilator coaming* yang mempunyai ketinggian lebih dari 900 mm harus disangga khusus. *Ventilator coaming* yang dibuat dari baja harus memiliki tebal yang tidak kurang dari rumus (5,12) , namun demikian tebalnya tidak boleh melebihi dari 10 mm (0,40in) dan tidak boleh kurang dari 0,75 mm (0,30 in).

$$5,5 + \gamma/100 \text{ mm atau } 0,22 + \gamma/100 \text{ in} \quad (5.12)$$

dimana γ adalah diameter dalam dari coaming.

Kepala pengeluaran breider dapat dikatakan kedap cuaca dan menyebabkan arus udara dengan pengeluaran yang rendah pada keadaan angin untuk segala jurusan.

Skylight membentuk ventilator-2 pengeluaran yang penting pada casing ruang ketel dan casing ruang mesin. Sideport dengan portable wind scoops adalah alat-2 ventilasi yang umum. Gambar berikut ini menggambarkan bermacam-macam bentuk ventilasi.

Permukaan pemanasan dari radiator-2 atau peralatan pemanasan yang lain yang dipergunakan dapat juga ditentukan dengan rumus :

$$Fr = \frac{Vc}{Kra} \text{ m}^2 \quad (5.13)$$

dimana harga dari Kra adalah :

- untuk kabin dalam Kra = 30
- untuk kabin bagian luar dari uper deck, Kra = 10
- untuk kabin dan geladak lain, Kra = 20

Suatu perhitungan secara percobaan dari pemakaian uap air untuk ateam heating dan berbagai keperluan-2 rumah tangga diberikan oleh rumus:

$$Ds = 0.7 Vc^{0.5}(17-t_o) + 0.2 Ncc \text{ Kg/jam} \quad (5.14)$$

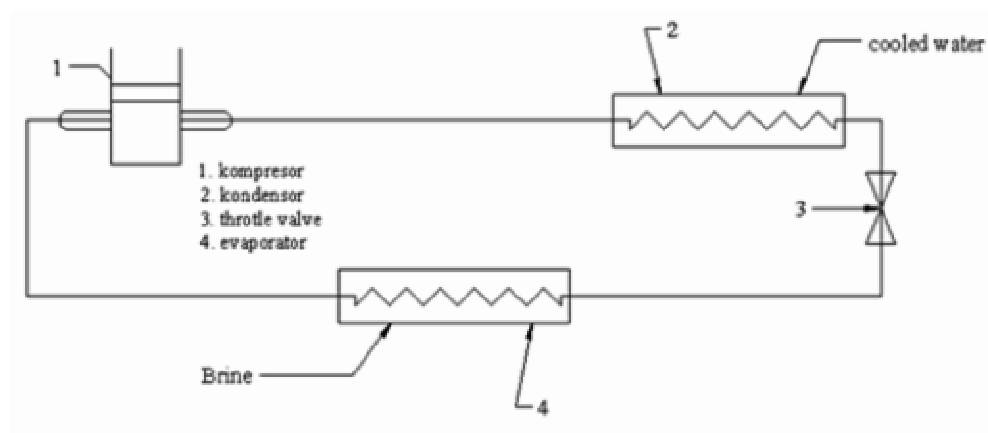
dimana Ncp adalah jumlah diatas kapal (awak kapal dan penumpang).

Permukaan cairan diperiksa setiap hari dalam tangki-tangki, sumur-sumur pengumpulan dan bilge course, kecuali permukaan cairan yang terdapat didalam ruangan mesin ata ruang ketel, dengan bantuan sounding pipe yang mempunyai sounding rod dan dipasang pada bagian paling dalam dari tangki.

B. SISTEM PENDINGIN RUANGAN

Pada saat ini instalasi pendingin dapat ditemukan disetiap kapal barang dan kapal penumpang barang. Selain itu ada kapal pendingin khusus dibangun untuk mengangkut muatan yang mudah rusak.

Prinsip operasi dari pendingin ruangan yang jenis kompresor yang banyak digunakan. Kerja pada instalasi pendingin dilakukan dengan mengkompresi fluida kerja (*coolant/refrigerant*) dengan kompresor. Fluida kerja yang digunakan di dalam instalasi kompresor seperti itu adalah suatu cairan yang mendidih pada temperatur rendah, biasanya amonia (NH₃), Freon 12 (*dichlorodifluoro methane* C Cl₂F₂), Freon 22.



Gambar 5.15. Diagram sistem pendingin

Elemen yang utama dari instalasi adalah kompresor (1) dimana refrigeran yang berbentuk uap dikompresikan, (didalam instalasi amonia mencapai tekanan 12 atm) dan kemudian disalurkan ke kondesor (2) dan katup ekspansi (3), dimana cairan itu diekspansi (sampai 3 atm didalam instalasi amonia).

Pada proses ekspansi ini akan mengurangi tekanan dari refrigeran yang berbentuk cair dan akan mengubahnya menjadi suatu campuran dalam bentuk uap dan cairan.

Penurunan dari tekanan mengurangi temperatur refrigeran yang menguap disalurkan ke evaporator uap melingkar (4) dimana ia terus menguap dan mengambil panas yang dibutuhkan dari brine yang bersikulasi. Refrigeran berbentuk uap yang diperoleh dari evaporator kemudian dikembalikan ke kompresor.

Pendingin (*refrigerator*) dibedakan sesuai dengan macam bahan pendingin yang mereka pakai. Instalasi yang menggunakan bahan pendingin yang sangat murah yaitu ammonia adalah yang paling umum didalam industri pendinginan.

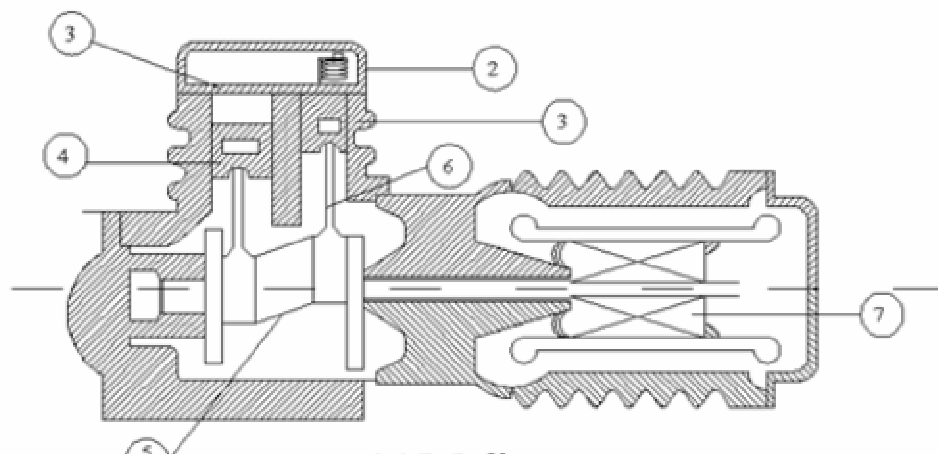
Tekanan didalam kondesor jarang sekali melebihi 12 atm dan tekanan dalam evaporator kira 3 atm. Namun diatas kapal penggunaan ammonia sebagai bahan pendingin menimbulkan banyak kesulitan. Hal ini disebabkan bahwa konsentrasi ammonia tertentu mengakibatkan bencana peledakan. Selain itu amonia memiliki bau yang tidak enak dan mengganggu. Secara praktis tidak mungkin untuk mencegah kebocoran melalui sambungan pipa dan *packing glands* dari kompresor, bahkan kebocoran amonia yang paling kecilpun diatas kapal akan mengakibatkan keadaan yang tidak tertahankan bagi awak kapal.

Dengan demikian instalasi pendingin yang menggunakan ammonia dipasang diatas kapal hanya pada ruangan yang berventilasi baik dan khusus. Pada kapal yang baru dibangun banyak dipakai Freon refrigerator (Freon 12, CF_2Cl_2).

Freon tidak beracun dan tidak memiliki bau yang kurang sedap. Instalasi Freon bekerja pada tekanan rendah (tekanan dalam kondensor 6, 5-7 atm dan tekanan dalam evaporator 2 - 2,5 atm). Bahan pendingin lainnya, seperti *chlomethyl* dan *sulphurous anhybride*, tidak banyak digunakan diatas kapal.

Kompresor dari instalasi pendingin biasanya jenis satu tingkat, kompresor dua tingkat khusus digunakan untuk memperoleh temperatur yang sangat rendah yang dibutuhkan kenaikan yang cukup besar dari bahan pendingin. Kompresor dijalankan dengan motor listrik.

Gambar dibawah ini menunjukkan kompresor freon vertikal dengan double silinder.

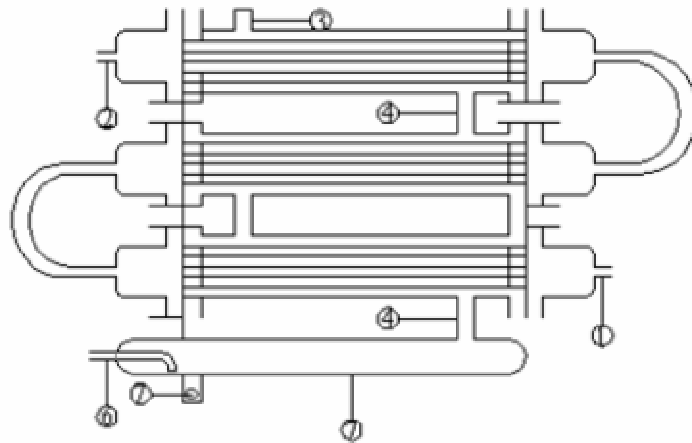


Gambar 5.16. Kompresor vertikal

Silinder blok (1) bersirip untuk pendinginan udara yang telah baik. Katup penghisap dan katup penyalur dipasang pada *bottom part* (3) dari katup silinder (2). Piston (4) dihubungkan dengan bantuan connecting rot (6) pada *crankshaft* (5) yang dibuat integral dengan poros dari armature (coil) (7) dari mesin listrik.

Kompresor ini dilunasi dengan cara *splash lubricate*. Seperti pada silinder, bagian bawah dari *bedplate* dan rumah (housing) dari mesin listrik dilengkapi dengan sirip pendinginan udara.

Perencanaan dari kondensor dan evaporator dari instalasi pendinginan adalah alat pertukaran panas yang khusus. Permukaan perpindahan panas dibuat dengan sistim tabung (*tubes*). Prinsip *counter flow* banyak dipegunakan, diagram dari kondensator dari marine refrigerator ditunjukkan dalam gambar 5.17. berikut ini.

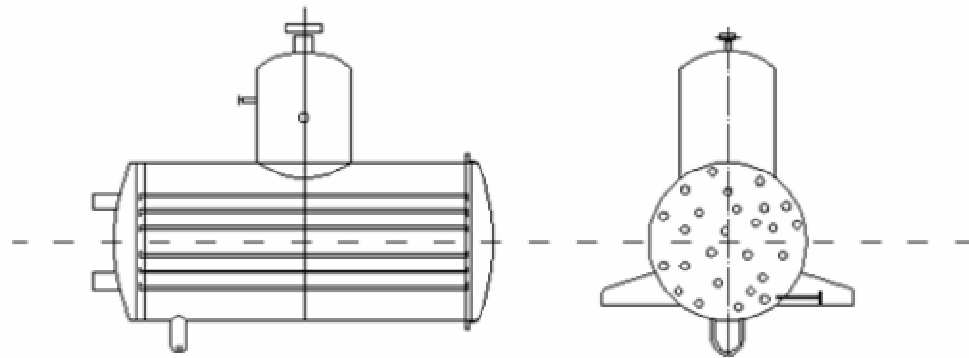


Gambar 5.17. Kondensor

Air laut dimasukan melalui pipa (1), mengalir keatas melalui tabung-2 elemen kondensator dan dibuang keluar kapal melalui pipa (2). Uap-2 dari bahan pendingin, masuk kedalam elemen berikutnya melalui sambungan pipa (4).

Dari elemen paling bawah, bahan pendingin yang cair itu mengalir kebawah kedalam penampung (5) dan kemudian mengalir sepanjang pipa (6) ke katup pengatur. Katup (7) dari penampung digunakan untuk mengalirkan minyak keluar. Evaporator terdapat dalam bermacam-macam design evaporator ukuran kecil yang bertipe seperti gambar dibawah ini sangat menguntungkan dalam pemakaian di laut

Evaporator ini dibuat sebagai drum silindris, dimana didalamnya terdapat banyak tabung-tabung baja (*steel tubes*). Bahan pendingin cair mengalir diantara tabung-tabung evaporator, sedang *brine* mengalir di dalam tabung.



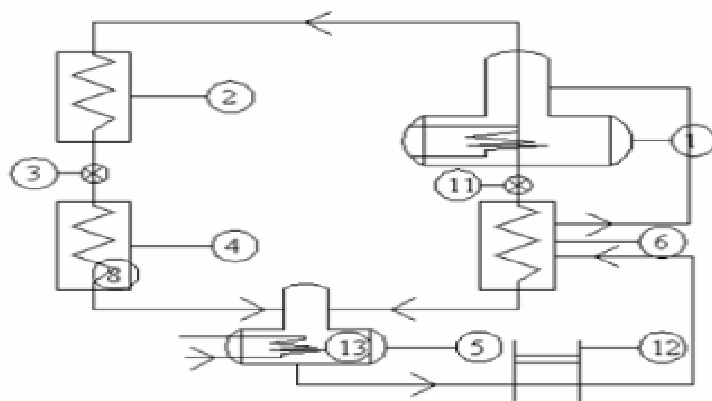
Gambar 5.18. Evaporator

Penutup drum (*drum covers*) dilengkapi dengan sekat-sekat yang berulang-ulang mengganti arah aliran dari *brine*. Ini menambah kecepatan dari geraknya dan intensitet dari perpindahan panas.

Bagian atas dan evaporator dilengkapi dengan alat penampung uap, dari mana bahan pendingin yang sudah bebas dari sebagian partikel-partikel cairannya masuk kedalam kompresor.

Berikut ini akan diterangkan mengenai instalasi pendingnin diatas kapal yang desigennya berdasarkan pada kemampuan air untuk menyerap amonia dengan cepat. Ini adalah apa yang disebut instalasi instalasi penyerapan.

Sebuah diagram skematis dari sebuah instalasi pendingin penyerapan ditunjukkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 5.19. Evaporator

Instalasi sistem pendingin terdiri dari sebuah generator atau ketel (1). kondensor (2). Katup pengatur (3). Evaporator (4). Alat absorpsi (5). dan *heat exchanger* (6). Larutan amonia dan air ditempatkan dalam generator (1) dan dipanaskan dengan uap air yang mengalir sepanjang coil (7) dan amonia ini memisah. Uap amonia masuk kedalam kondensor (2) dimana uap itu diubah menjadi caier dan mengalir melalui katup pengatur (3) kecoil (8) dari eveporator

Tekanan didalam alat penguap selalu dibawah tekanan dari kondensor. Perbedaan tekanan diatur oleh katup (3).didalam *coil* dari evaporator cairan amonia diuapkan dengan bantuan panas dari brine yang mengalir melalui evaporator sepanjang pipa (9) dan (10). Brine didinginkan didalam evaporator dan disalurkan sepanjang pipa (10) dengan bantuan brine pump ke tabung-tabung dari tempat-tempat yang didinginkan. *Brine* yang hangat dikembalikan dari tempat-tempat tersebut ke evaporator melalui pipa (9).

Selanjutnya dari eveporator uap amonia mengalir ke alat absorpsi (5) dan siabsorpsi disana oleh suatu larutan encer yang mengalir dari generator melalui katup (11) dan *coil* dari seat exchanger (6). Larutan pekat yang diperoleh dari alat absorpsi didorong oleh pompa (12) kearah generator melalui *heat exchanger*, larutan pekat ini dihangatkan oleh panas dari larutan encer yang mengalir dari generator. Hal ini mengurangi jumlah uap air yang dibutuhkan untuk memanaskan generator.

Sejumlah panas dibebaskan bilamana amonia diabsorpsi (5) dilengkapi dengan coiled pipe (13) dimana air disirkulasikan. Kondensor juga didinginkan oleh air laut yang mengalir sepanjang pipa (14) dan (15). Petunjuk-petunjuk termodinamis dari instalasi absorpsi adalah lebih rendah dari pada unit jenis kompresor. Hal ini dapat mempergunakan panas dari uap air yang keluar dari mesin pembakaran dalam (*internal combustion engines*). Dalam hal penggunaan unit absorpsi terbukti menguntungkan dari sudut pandang ekonomi

2.2.2. LATIHAN

- 1) Jelaskan sistem ventilasi dan macam-macamnya sistem ventilasi.
- 2) Jelaskan tentang sistem pendingin ruangan.
- 3) Sebutkan komponen sistem pendingin di kapal.

2.3. PENUTUP

Sistem ventilasi dan sistem pendingin ruangan penting untuk mendapatkan kondisi ruangan segar dan nyaman bagi awak yang berada di dalam kapal.

2.3.1. TES FORMATIF

1. Jelaskan tentang sistem ventilasi dan jenisnya.
2. Jelaskan macam-macam kepala (*head*) pipa ventilasi
3. Jelaskan tentang sistem pendingin dan komponen sistem pendingin ruangan.

2.3.2. UMPAN BALIK

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

Jumlah jawaban yang benar

Rumus penguasaan = ----- x 100 %

Jumlah soal

dimana :

90 – 100 % : baik sekali

80 – 89 % : baik

70 – 79 % : sedang

Kurang dari 69 : kurang

2.3.3. 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.

2.3.4. RANGKUMAN

Berdasarkan uraian di atas dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Sistem ventilasi adalah untuk mempertahankan susunan kimia, kelembaban dan suhu yang di butuhkan di dalam kompartemen-kompartemen di atas kapal.
2. Sistem pendingin udara dimaksudkan untuk memperoleh udara di dalam ruangan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.
3. Komponen sistem pendingin ruangan terdiri kompresor, kondensor, ekspansi dan evaporator.

2.3.5. KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. Sistem ventilasi adalah untuk mempertahankan susunan kimia, kelembaban dan suhu yang di butuhkan di dalam kompartemen-kompartemen di atas kapal. Sistem ventilasi di kapal dibedakan menjadi sistem ventilasi alamiah dan sistem ventilasi mekanis. Ventilasi mekanis digunakan pada umumnya di ruang mesin, sedangkan untuk ruang muat dengan ventilasi mekanis. Jumlah udara yang di butuhkan untuk ventilasi bagi kompartemen yang tertentu harus ditentukan berdasarkan:
 1. Suhu udara maxsimum yang diijikan didalam kompartemen.
 2. Kelembaban udara maximum yang diijinkan
 3. Presentase CO maximum yang diijinkan
2. Berbagai macam kepala defletor yang digunakan di kapal yaitu :
 - a. Bentuk *cowl*, *round* dan *oval*.
 - b. Bentuk *mashroom*

c. Bentuk *Goosneck*

d. Bentuk *Louvre*

e. Bentuk isap.

(gambar sebagaimana gambar 5.12. dan gambar 5.13.)

3. Sistem pendingin udara dimaksudkan untuk memperoleh temperatur udara di dalam ruangan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Sistem pendingin untuk kapasitas kecil dibuat dalam bentuk unit-unit, sedangkan untuk kapasitas besar menggunakan sistem sentral. Komponen sistem pendingin ruangan terdiri atas :

- a. Kompresor yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan dan temperatur refrigeran.
- b. Kondensor yang berfungsi untuk membuang panas dan menurunkan temperatur refrigeran.
- c. Ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan dan temperatur refrigeran.
- d. Evaporator berfungsi untuk mengambil panas dari ruangan dan menguapkan refrigeran.

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 Sistem for Diesel Ships*"; The Marine Engineering Society In Japan; Jepang.
6. Khetagurov M (1964), *Marine auxiliary machinery and sistem*, Publisher Moscow.

SENARAI

Sistem ventilasi adalah untuk mempertahankan susunan kimia, kelembaban dan suhu yang di butuhkan di dalam kompartemen-kompartemen di atas kapal.

Sistem pendingin udara dimaksudkan untuk memperoleh udara di dalam ruangan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.