

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pengoperasian Secara Umum

Menurut (Yugo, 2017) pengertian pengoperasian adalah bagaimana cara melakukan pengoperasian dengan menerapkan prosedur dan tata cara yang dibenarkan oleh dasar-dasar teori pendukung yang disertai penerapan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan (K3L).

Menurut (Yugo, 2018) cara kerja refrigerator sebagai berikut:

1. Kompresor mengkompresi gas refrigeran menaikkan tekanan dan suhu dan, mendorongnya kedalam pipa kondensor dibagian mesin pendingin.
2. Ketika gas refrigeran panas didalam pipa kondensor bertemu air yang lebih dingin dari dapur, maka gas akan berubah menjadi cair.
3. Refrigeran dalam bentuk cair pada tekanan tinggi, kemudian mendingin saat mengalir melalui katup ekspansi ke *coil* evaporator didalam mesin pendingin.
4. Refrigeran menyerap panas didalam ruangan pendingin ketika mengalir melalui *coil* evaporator yang ada didalam ruangan pendingin.
5. Terakhir, refrigeran menguap menjadi gas karena pengaruh suhu dari bahan makanan atau ruang pendingin yang didinginkan dan kemudian mengalir kembali ke kompresor, dimana siklus mulai dari awal lagi.

2.2 Pengertian Perawatan Secara Umum

1. Pengertian Perawatan

Menurut (Bagus,A 2019) menyatakan bahwa salah satu faktor penunjang keberhasilan suatu industri manufaktur ditentukan oleh kelancaran proses produksinya. Penggunaan mesin dan peralatan produksi yang efektif dan menghasilkan produk berkualitas, waktu penyelesaian pembuatan yang tepat dan biaya produksi yang murah. Proses tersebut

tergantung dari kondisi sumber daya yang dimiliki seperti manusia, mesin ataupun sarana penunjang lainnya, dimana kondisi yang dimaksud adalah kondisi siap pakai untuk menjalankan operasi produksinya, baik ketelitian, kemampuan ataupun kapasitasnya.

Menurut (Setiawan Fajar, 2016) perawatan adalah suatu aktifitas yang dilakukan pada suatu industri untuk mempertahankan atau menambah daya dukung mesin selama proses produksi berlangsung. Mesin produksi yang di gunakan secara terus-menerus akan mengalami penurunan, karena itu perlu dilakukan perawatan. Perawatan yang optimal hendaknya dilakukan secara *continue* dan periode agar mesin dapat berfungsi secara normal.

Menurut (Razak, 2017) pengertian perawatan (*maintenance*) yaitu suatu hal yang sangat penting agar mesin selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai. Perawatan adalah fungsi yang memonitor dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimalisasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan.

Berdasarkan pengertian perawatan dari berbagai sumber referensi artikel jurnal dapat disimpulkan bahwa pengertian perawatan dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu beroperasi atau menjaga fasilitas maupun penggantian sebagian peralatan yang diperlukan.

2. Tujuan Perawatan

Menurut (Arum, 2020) merupakan sebuah langkah pencegahan yang bertujuan untuk mengurangi dan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat kesiapan serta minimal biaya perawatan tersebut.

Menurut (Bisyara, 2019) tujuan perawatan sebagai berikut:

- a. Memperpanjang kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
- b. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
- c. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
- d. Untuk menjamin daya guna dan hasil guna.
- e. Kemampuan kerja sistem bisa maksimal.
- f. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi standart sistem kerja.
- g. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas.
- h. Untuk mencapai tingkat biaya *maintenance* serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.

2.3 Pengertian Mesin Pendingin (*Refrigerator Machine*)

Dingin adalah akibat dari adanya perpindahan panas. Mesin pendingin adalah mesin yang berfungsi untuk memindahkan panas dari media bersuhu tinggi ke media bersuhu rendah. Mesin pendingin dapat dibayangkan sebagai mesin kalor yang beroperasi dari media bersuhu tinggi ke media bersuhu rendah (Sumanto, 2015).

Mesin pendingin dapat dibayangkan sebagai mesin kalor yang berproses dengan perpindahan panas. Mesin pendingin adalah pesawat pendingin yang berfungsi untuk mendinginkan bahan makanan, ruang akomodasi, ruang muat dan untuk membuat es (Hararap, 2017). Mesin-mesin pendingin menghasilkan dingin dengan cara menyerap panas dari bahan makanan yang ada dalam ruangan pendingin itu sendiri sehingga suhu dalam (ruang pendingin) turun atau dingin (Sumanto, 2015).

Mesin pendingin makanan (*refrigerator machine*) suatu alat untuk mendinginkan bahan makanan agar bahan makanan tersebut dalam kondisi

yang segar tanpa mengurangi mutu dari bahan makanan itu sendiri. Dengan demikian bahan makanan tersebut akan selalu dalam keadaan baik dan segar (Hartanto, 2016). Jenis pendingin yang di pakai taruna praktek laut adalah menggunakan media pendingin yaitu *Freon R-22*. Adapun prosesnya yaitu gas *freon* dari evaporator yang mempunyai tekanan rendah. dan dikeluarkan dari kompresor dengan tekanan dan suhu tinggi.

Freon yang keluar dari kompresor masih berupa gas dengan suhu tinggi, dan kemudian mengalir melalui pemisah (*Oil separator*) karena berat jenis gas *freon* lebih ringan, maka minyak yang terbawa selalu berada dibawah, yang kemudian mengalir kembali kedalam *carter* kompresor. Adanya minyak ikut didalam peredaran disebabkan pelumasan pada kompresor seperti bantalan-bantalan, *piston ring* dengan *piston* dan *cylinder*. *Freon* yang telah dipisahkan dari minyak dialirkan menuju kondensor untuk di kondensasikan, gas *freon* didalam kondensor didinginkan menggunakan media air laut, agar *gas freon* berubah menjadi *freon* cair yang kemudian ditampung didalam penampung (*receiver*) selanjutnya dialirkan ke katup ekspansi yang sebelumnya melalui *dehydrator* (pengering) dan melewati *solenoid valve* diteruskan ke katup ekspansi kemudian *freon* cair masuk ke evaporator (Sumanto, 2015).

Katup ekspansi ke evaporator, karena evaporator mempunyai volume pipa yang lebih besar. *Freon* tersebut mengalami pengembangan volume dan penurunan tekanan. Di dalam evaporator, *freon* di uapkan kembali dengan menyerap panas yang berada di sekitar evaporator (dalam ruangan pendingin) dimana evaporator ditempatkan. Setelah *freon* berubah menjadi gas, kemudian dihisap kembali oleh kompresor dan proses berjalan seperti semula (Sumanto, 2015).

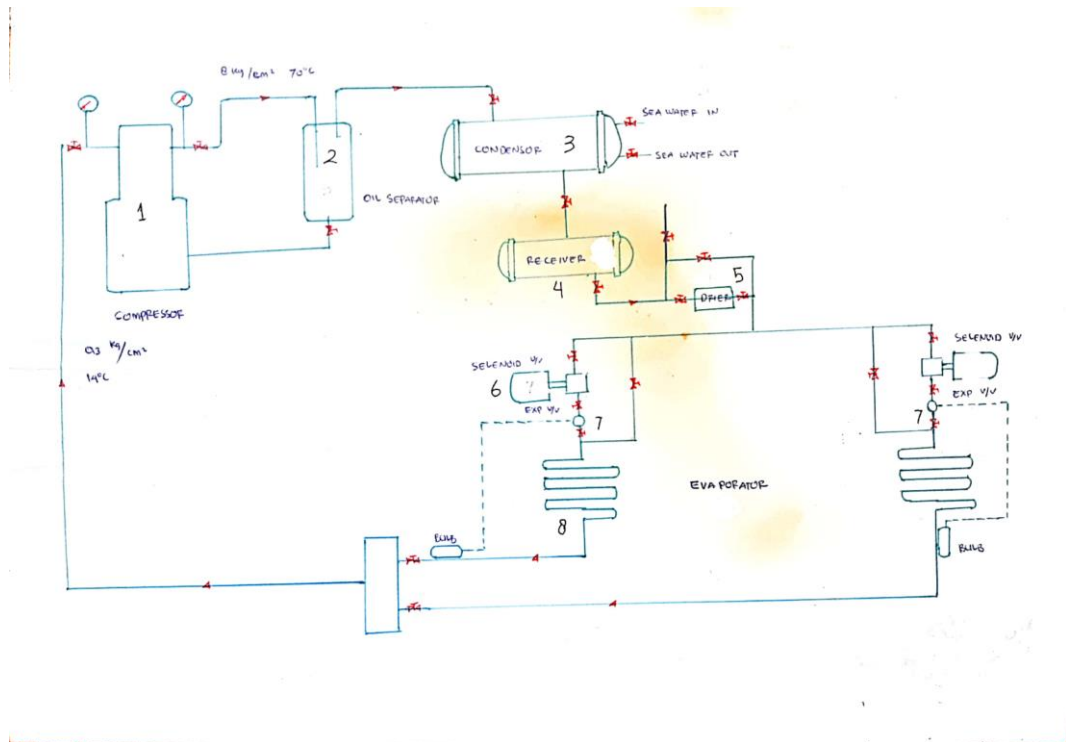
2.4 Proses Kerja Mesin Pendingin

Jenis pendingin yang biasa dipakai di kapal adalah menggunakan media pendingin yaitu *Freon R-22*. Adapun prosesnya yaitu kompresor menghisap gas *freon* dari evaporator yang mempunyai tekanan rendah dan dikeluarkan dari kompresor dengan tekanan tinggi. *Freon* yang keluar dari kompresor masih berupa gas dengan suhu tinggi, dan kemudian mengalir melalui pemisah (*oil separator*) karena berat jenis gas *freon* lebih ringan, maka minyak yang terbawa selalu berada di bawah, yang kemudian mengalir kembali ke dalam *carter* kompresor.

Adanya minyak ikut di dalam peredaran disebabkan pelumasan pada kompresor seperti, pada bantalan-bantalan, ring dengan torak. *Freon* yang telah dipisahkan dari minyak dialirkan menuju kondensor, dan selanjutnya gas *freon* di dalam kondensor didinginkan dengan menggunakan air laut, agar gas *freon* berubah *freon* cair yang kemudian ditampung di dalam penampung (*receiver*) yang selanjutnya dialirkan ke katup ekspansi yang sebelumnya melalui pengering (*dehydrator*) dan melewati *solenoid valve* diteruskan ke katup ekspansi dan *freon* cair masuk ke evaporator.

Dari katup ekspansi ke evaporator, karena evaporator mempunyai volume pipa yang lebih besar. *Freon* tersebut mengalami pengembangan volume dan penurunan tekanan. Di dalam evaporator, *freon* diuapkan kembali dengan mengambil panas yang berada di sekitar evaporator (dalam ruangan pendingin) dimana evaporator ditempatkan. Setelah *freon* berubah menjadi gas, kemudian dihisap kembali oleh kompresor dan proses berjalan seperti semula.

Gambar dibawah ini adalah gambar proses sirkulasi instalasi mesin pendingin (refrigerator) di kapal.



Gambar 1. Diagram Siklus Referigerator

Sumber: <https://hvactutorial.wordpress.com/refrigeration-system/marine-refrigeration-provision-system/refrigeration-provision-piping-diagram-1/>

2.5 Bagian dan Fungsi Instalasi Mesin Pendingin

Adapun beberapa alat yang menunjang kinerja sistem mesin pendingin makanan sebagai berikut (Kiryanto, 2017):

1. Kompresor

Kompresor adalah sebuah pompa yang mengisap gas media pendingin dari evaporator, lalu mengkompresikan media pendingin tersebut untuk meninggikan tekanan dan suhunya selanjutnya mengalirkan media pendingin (*gas freon*) tersebut ke kondensor, perlu diketahui bahwa kompresor hanya dipakai untuk keperluan memompa gas dan tidak dapat digunakan untuk memompa yang lain. Kompresor menghisap *gas refrigerant* yang bertekanan rendah dalam keadaan dingin dari evaporator kemudian mengkompresinya menjadi gas

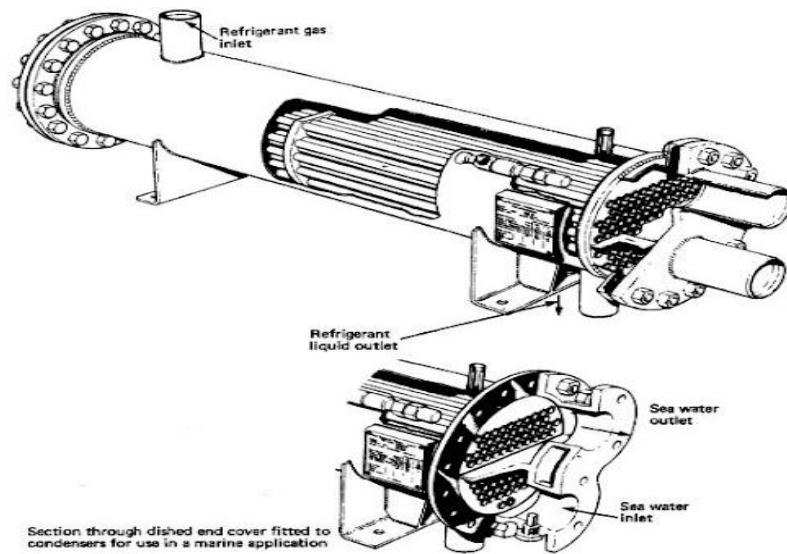
bertekanan tinggi sehingga gas akan tersikulasi. Tanpa dikompresikan oleh kompresor, gas tadi akan sangat sulit untuk di kondensasikan karena titik kondensasinya rendah.



Gambar 2. Kompresor
Sumber: MV. Hanjani

2. Kondensor

Kondensor adalah sebuah alat dimana refrigeran (*freon*) dalam keadaan tekanan dan suhu tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cair (*liquid*). Panas tersebut yang dikandung oleh refrigeran dialirkan ke air pendingin. Air dialirkan melalui pipa pipa tembaga, sedangkan refrigeran yang berbentuk gas dialirkan diluar pipa pipa ini. Panas yang dikandung refrigeran diambil oleh air pendingin, sehingga refrigeran akan menjadi cair. Untuk mencairkan gas refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi (yang keluar dari kompresor), diperlukan usaha untuk melepas kalor sebanyak kalor laten penguapan dengan cara mendinginkan gas refrigeran itu. Jumlah kalor yang dilepaskan oleh gas refrigeran kepada air pendingin di dalam kondensor, sama dengan selisih entalpi gas refrigeran pada saat masuk dan pada saat keluar kondensor.



Gambar 3. Kondensor

Sumber: <http://www.machineryspaces.com/marine-condensers.html>

3. Evaporator

Evaporator adalah alat dimana refrigeran (*freon*) dalam keadaan *temperature* dan *pressure* rendah sekali mengambil panas dari bahan makanan didalam ruang pendingin *freon* akan menguap menjadi bentuk gas. Pada mesin pendingin makanan evaporator ini, pipa-pipanya tidak boleh terhambat oleh bunga-bunga es dan sebagainya karena akan menghambat proses penguapan pada *freon*. Evaporator berfungsi untuk menguapkan cairan refrigeran dan panas yang diserap di dalam ruangan pendingin itu dimanfaatkan untuk pendinginan. Evaporator dibangun dengan bentuk yang beraneka ragam sesuai dengan keperluan pemakainya, tetapi pada dasarnya ada tiga macam yaitu berupa pelat, pelat bersirip atau pipa polos. Evaporator dari pipa pada umumnya untuk mendinginkan cairan atau udara, pipa bersirip untuk mendinginkan udara, sedangkan yang berbentuk pelat untuk membekukan ikan atau daging.

Freon di dalam evaporator diberi panas sehingga terjadi penguapan. *Freon* yang cair dari kondensor berubah menjadi gas dingin di dalam evaporator. Jadi fungsi evaporator menyerap panas

dari bahan makanan didekatnya (ruangan pendingin). Ruang di sekitar evaporator menjadi dingin karena panas yang diserap oleh gas dingin di dalam evaporator tersebut. Perhatikan gambar berikut:

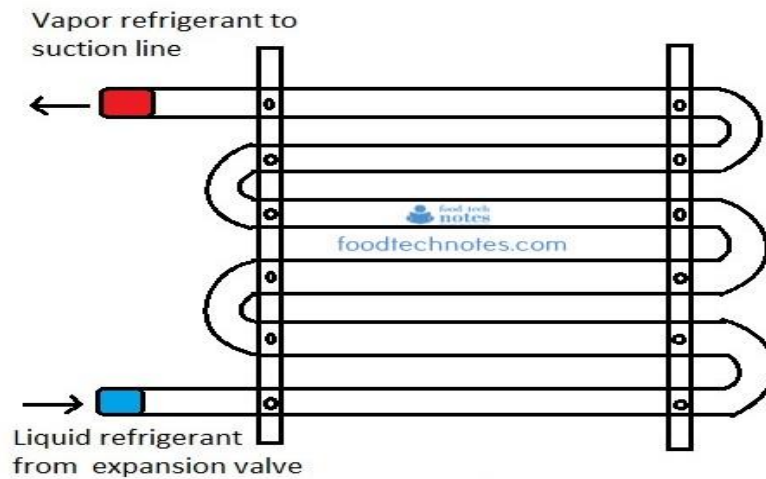


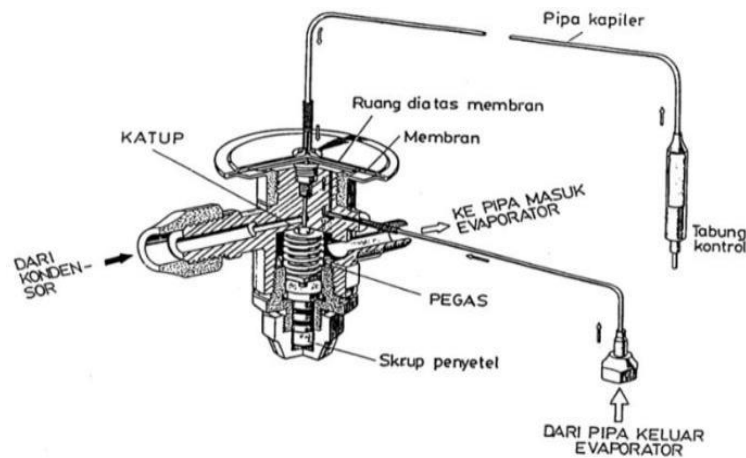
Fig: Bare tube evaporator

Gambar 4. Evaporator

Sumber: <https://www.ecplaza.net/offers/refrigeration-aluminum-finned-evaporator-7724407>

4. Katup Ekspansi

Expansion Valve adalah sebuah katup dimana tekanan *refrigerant* dari kondensor diturunkan secara drastis. Menurut ilmu termodinamika, akibat penurunan tekanan yang drastis akan menurunkan temperatur yang drastis juga. *Refrigerant* ini akan dingin, masuk ke evaporator dan mengambil panas dari bahan makanan didalam ruangan yang didinginkan. Pada sistem pendingin *expansion valve* yang dipakai adalah *thermo expansion valve* yang bekerja secara otomatis sesuai beban. Katup ekspansi merupakan suatu penahan tekanan atau pengontrol aliran refrigeran sehingga tekanan cairan yang telah melaluinya menjadi rendah.



Gambar 5 Katup Ekspansi

Sumber: <http://evaporator-katup-ekspansi.html>

5. Dehydrator / Filter Dryer (Pengering)

Dehydrator (Dryer) adalah pengering, ini biasanya diisi dengan *silica gel* yang sekaligus membersihkan kotoran-kotoran dalam refrigeran dan juga menyerap kadar air yang mungkin ada. *Dryer* ini ditempatkan antara kondensor dan *expansion valve*.

Jadi ketika mesin bekerja kotoran tadi tidak boleh ikut mengalir. Karena bila kotoran-kotoran tidak tersaring ke pipa katup selenoid dan ekspansi akan menyebabkan saluran buntu, dan bila saluran tersumbat maka tidak akan terjadi proses pendinginan. Oleh karena itu apabila motornya terbakar maka saringan harus diganti dengan yang baru.

Zat-zat pengering yang paling baik mempunyai sifat-sifat:

1. Tidak teroksidasi terhadap barang-barang yang dipakai dalam instalasi
2. Tidak mudah hancur menjadi bubuk.
3. Tidak menghisap *freon*.
4. Tidak menghisap minyak lumas.



Gambar 6. Filter Dryer (Pengering)

Sumber: <http://www.blackdiamond->

6. *Solenoid Valve* / Katup Selenoid

Katup selenoid berfungsi mengatur jumlah aliran *freon* cair yang bekerja secara otomatis menurut tinggi rendahnya suhu dari ruangan yang bersangkutan. Katup ini dipakai untuk menghentikan aliran cairan bahan pendingin jika ruangan pendingin mencapai batas terendah dan akan membuka suhu ruangan pendingin menjadi batas tertinggi. Apabila suhu telah mencapai batas terendah maka tidak ada arus listrik dari selenoid, sehingga katup tersebut jatuh dan menutup cairan *freon* begitu pula sebaliknya, apabila suhu telah mencapai batas tertinggi arus listrik akan menghubungkan katup selenoid untuk membuka cairan *freon*.. Katup selenoid mempunyai hubungan listrik dengan *defrostimer*, kompresor dan *fan motor*.

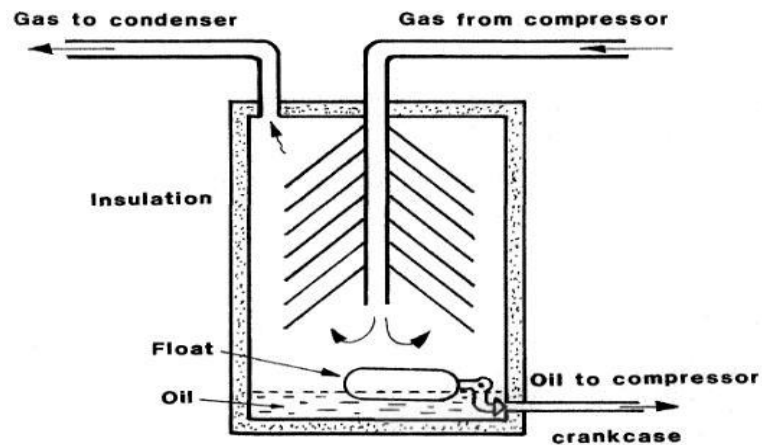


Gambar 7 *Solenoid valve*

Sumber: <https://www.omega.ca/pptst-eng/SV170-SERIES.html>

7. *Oil Separator*

Oil Separator mesin pendingin, *oil separator* dipakai untuk menampung gas *freon* panas dari hasil kompresi yang masih bercampur dengan minyak pelumas dan kemudian dipisahkan. Jika minyak pelumas kompresor terlalu banyak ikut dalam aliran gas refrigeran keluar dari kompresor, maka dalam waktu singkat kompresor akan kekurangan minyak pelumas, sehingga pelumasnya kurang baik. Di samping itu, minyak pelumas tersebut akan masuk ke dalam kondensor dan kemudian ke evaporator, sehingga akan mengganggu proses perpindahan panasnya, untuk mencegah terjadinya gangguan tersebut maka perlu di pasang pemisah minyak pelumas (*oil separator*) di antara kompresor dan kondensor. Dalam hal tersebut, pemisah minyak pelumas akan memisahkan minyak pelumas dari *refrigerant* dan mengalirkannya kembali kedalam ruang engkol kompresor.



Gambar 8 Oil Separator

Sumber: <http://hvactutorial.wordpress.com/sectioned-components/oil-separator.html>

8. Thermostat

Thermostat adalah alat otomatis yang berguna untuk mengatur hidup dan matinya kompresor berdasarkan suhu ruangan pendingin evaporator sesuai yang dikehendaki.



Gambar 9 Thermostat

Sumber: <https://sites.google.com/site/1252lkc/Home-Appliances/thermostat-for-refrigeration>

9. Komponen-komponen Bantu

a. *Manometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan. Pada mesin pendingin biasanya beberapa *manometer* yaitu:

1) *High Pressure Control* (HPC)

Pada prinsipnya alat ini merupakan sakelar yang bekerja karena adanya tekanan pengeluaran kompresor.

2) *Low Pressure Control* (LPC)

Pada prinsipnya alat ini adalah suatu sakelar yang kerjanya dipengaruhi oleh tekanan penghisapan kompresor, sehingga selalu dihubungkan dengan saluran penghisapan kompresor.

3) *Oil Pressure Control* (OPC)

Pada prinsipnya alat ini merupakan sakelar yang kerjanya dipengaruhi oleh keadaan perbedaan tekanan pelumas dan tekanan penghisapan kompresor, untuk itu maka alat ini selalu dihubungkan dengan saluran pelumasan dan saluran penghisapan kompresor.

b. *Thermometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *temperature*. Pada mesin pendingin biasanya digunakan untuk mengukur *temperature* ruangan pendingin, media (air laut) pendingin kondensor, pengeluaran dan penghisapan kompresor dan sebagainya.

2.6 Media Pendingin

Jenis media pendingin yang sering digunakan pada mesin pendingin adalah:

1. *Freon R-12*

Freon R-12 ini mempunyai titik didih $-29,8^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 1 atmosfer. Dan *freon R-12* ini sangat baik digunakan pada mesin pendingin.

2. Freon R-22

Freon ini mempunyai titik didih -40°C pada tekanan 1 atmosfer (atm). Pada kapal MV. Hanjani menggunakan jenis Freon R-22 sebagai media pendingin (Refrigeran). Dan freon ini dapat juga digunakan pada Air Conditioner (AC).



Gambar 10. Refrigerant

Sumber: <http://www.-tabung-gas-freon-kosong-bekas.html>

3. Amonia - water
4. Amonia - Sodium Thiocyanate
5. Amonia - Lithium Nitrate
6. Amonia - Calcium Chloride
7. Water - Lithium Bromide

2.7 Syarat-Syarat Media Pendingin

Untuk terjadinya proses pendinginan diperlukan suatu bahan yang mudah diubah bentuknya dari gas menjadi cair atau sebaliknya (*refrigeran*) untuk mengambil panas dari evaporator dan membuangnya dikondensor. Karakteristik termodinamika refrigeran antara lain meliputi

temperatur penguapan, tekanan penguapan, temperatur pengembunan dan tekanan pengembunan. Untuk keperluan suatu jenis pendinginan diperlukan refrigeran dengan termodinamika yang tepat. Adapun syarat-syarat umum untuk refrigeran antara lain (Sumanto, 2017)

Syarat-syarat media pendingin antara lain:

1. Tidak beracun dan tidak berbau
2. Tidak dapat terbakar atau meledak bila bercampur dengan udara, pelumas dan sebagainya.
3. Tidak menimbulkan korosi terhadap bahan logam yang dipakai pada sistem pendingin.
4. Bila terjadi kebocoran mudah dicari.
5. Mempunyai titik didih dan tekanan kondensasi yang rendah.
6. Mempunyai susunan kimia yang stabil, tidak terurai setiap kali dimampatkan, diembunkan dan diuapkan.
7. Perbedaan antara tekanan penguapan dan tekanan pengembunan (kondensasi) sekecil mungkin.
8. Mempunyai panas laten yang besar, agar panas yang diserap evaporator sebesar-besarnya.
9. Tidak merusak tubuh manusia.
10. Konduktivitas termal tinggi.
11. Viskositas dalam fase cair maupun fase gas rendah agar tahan aliran refrigeran dalam pipa sekecil mungkin.
12. Konstanta dielektrika dari refrigeran kecil, tahan listrik yang besar, serta tidak menyebabkan korosi pada material isolator listrik.