

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Dasar-dasar pendinginan

a. Teori dasar pendinginan

Menurut Sumanto (2004: 1), sistem refrigerasi adalah suatu sistem yang menjadikan kondisi temperatur suatu ruangan berada dibawah temperatur semula. Pada prinsipnya kondisi temperatur rendah yang dihasilkan oleh suatu sistem refrigerasi merupakan tujuan utama dari sistem refrigerasi tersebut. Telah diketahui bahwa instalasi mesin pendingin ialah suatu instalasi mekanik yang menggunakan suatu cairan pendingin (*refrigerant*) untuk menyerap panas hingga tercapai suhu yang dikehendaki. Media pendingin tersebut yang dipakai pada mesin pendingin pada masa ini banyak menggunakan freon R22 biasanya dipakai untuk mendinginkan kebutuhan makanana dan ruang akomodasi. Media pendingin yang dipakai Freon 22, yang mana Freon 22 pada tekanan $8,64 \text{ kg/cm}^2$ mencair pada suhu 36°C . Jadi kalau air pendingin kondensor bersuhu 30°C maka Freon 22 pada tekanan $8,5 \text{ kg/cm}^2$ ini akan dapat mencair karena suhu air pendingin lebih rendah dari pada suhu media pendingin. Tetapi kalau tekanan hanya $4,8 \text{ kg/cm}^2$ yang mana Freon 22 ini akan mencair pada suhu 21°C , didinginkan oleh air pendingin yang bersuhu 30°C maka tidak mungkin akan mencair (bila suhu air pendingin 30°C , maka yang didinginkanya harus bersuhu lebih tinggi dari 30°C). Proses penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi yang berbentuk pipa kapiler yang berfungsi mengatur laju aliran freon dan menurunkan tekanan, setelah freon mengalir didalam evaporator, maka freon menyerap panas dari ruang pendingin.

Media pendingin masuk ke kondensor, didalam kondensor uap media pendingin didinginkan atau dikondensasikan sehingga berubah bentuk dari gas menjadi cair. Tujuannya adalah untuk mengambil panas yang telah diserap oleh media pendingin diruang *evaporator* sehingga

ketika kembali ke ruang *evaporator* media pendingin siap menyerap panas dari dalam ruangan tersebut. Proses kondensasi dapat terjadi karena pemampatan media pendingin oleh kompresortadi telah menaikkan titikcair dari media pendingin. Karena suhu titik cair dari media pendingin lebih tinggi dari pada suhu air pendingin kondensor maka penyerapan panas dari media pendingin oleh air pendingin kondensordapat terjadi dan menyebabkan media pendingin berubah bentuk dari gas menjadi cair.

Kemudian cairan ini dialirkan ke dalam sebuah katup ekspansi thermostatis (*thermo expantion valve*) dimana tekanan dari cairan media pendingin akan diturunkan dengan cara mengembangkan volumenya, pengembangan volume dapat terjadi karena pipa sesudah katup pengatur tekanan dibuat lebih besar dari pada pipa sebelum katup pengatur tekanan, ditambah lagi media pendingin yang dihisap oleh kompresor. Tujuan dari katup ekspansi thermostatis(*thermo expantion valve*) ini adalah untuk menurunkan tekanan, dimana penurunan tekanan akan menurunkan titik didih atau titik penguapan dari media pendingin sehingga media pendingin akan dapat menguap meskipun pada suhu dibawah 0°C . Pada media pendingin Freon 22 pada tekanan 1 atmosfer dapat mendidih pada suhu $-40,8^{\circ}\text{C}$. Kita tahu bahwa mendidih/menguap itu memerlukan panas, jadi dalam hal ini akibat penguapan media pendingin didalam pipa evaporator, maka akan diperlukan sejumlah panas dari luar pipa yaitu dari ruangan yang

sedang didinginkan. Karena penguapan media pendingin terjadi pada suhu dibawah 0°C , maka suhu ruangan pendingin akan dapat menjadi dingin dibawah 0°C . Setelah panasnya diserap oleh media pendingin yang menguap didalam pipa, yang sering disebut evaporator.

Selanjutnya dari *thermo expansion valve* media pendingin dialirkan menuju pipa *coil evaporator*, tujuannya adalah untuk menguapkan media pendingin. Seperti yang kita ketahui bahwa penguapan itu memerlukan panas, jadi dalam hal ini akibat penguapan media pendingin dalam pipa *coil evaporator* maka akan diperlukan/ diserap sejumlah panas dari pipa yaitu dari ruangan yang sedang didinginkan dan karena penguapan media pendingin terjadi pada suhu dibawah 0°C maka suhu ruangan pendingin akan dapat menjadi dingin sampai dibawah 0°C setelah panasnya diserap oleh media pendingin yang menguap didalam pipa *coil evaporator*. Suhu penguapan dari media pendingin diatur dengan pengatur tekanan dari media pendingin sesudah *thermo expansion valve*. Didalam evaporator bila masih ada cairan dari media pendingin yang menguap maka suhu ini disebut dengan suhu uap jenuh dan saat dimana cairan media pendingin habis menguap maka akan disebut dengan titik jenuh. Bila media pendingin telah menguap semua dan masih menerima panas dari ruang pendingin maka saat penguapan media pendingin yang terakhir, suhu akan naik sehingga mendekati suhu ruang yang sama dengan

ruang pendingin. Untuk menjaga tekanan tetap rendah maka uap tersebut harus dihisap oleh kompresor. Didalam kompresor tekanan media pendingin akan berubah dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi dan selanjutnya dialirkan ke dalam kompresor dan seterusnya.

b. Sirkulasi sistem pendingin

Dalam sistem pendingin, media pendingin yang digunakan wujudnya selalu berubah-ubah. Dari gas menjadi cair atau sebaliknya. Dalam sistem pendingin perubahan wujud zat terjadi, karena ada perbedaan tekanan, sehingga media pendingin dapat bersirkulasi. Gas *refrigerant* beredar dari kompresor hingga kondensor selanjutnya *refrigerant* cair mengalir menuju *evaporator*, kemudian dari *evaporator* dihisap lagi oleh kompresor. Pada dasarnya peredaran *refrigerant* ini dibagi dalam dua daerah yaitu: daerah tekanan tinggi dan daerah tekanan rendah. Pada daerah tekanan tinggi jalannya peredaran aliran freon ialah melalui kompresor, *oil separator*, kondensor, *dryer* dan *thermostatic expansion valve*. Sedangkan pada daerah tekanan rendah jalannya peredaran adalah setelah melalui *thermostatic expansion valve*, pipa coil evaporator, dan sepanjang pipa hisap dan selanjutnya kembali ke kompresor.

Fungsi kompresor adalah untuk menekan gas tekanan rendah dan gas pendingin bersuhu rendah ke gas tekanan dan temperatur tinggi. Kondisi awal *refrigerant* pada saat masuk di kompresor adalah gas jenuh bertekanan rendah, dikompresikan *refrigerant* menjadi gas

bertekanan tinggi. Oleh karena proses ini dianggap isentropik, maka temperatur keluar kompresor meningkat. *Refrigerant* yang bertekanan dan temperatur tinggi keluaran dari kompresor masuk ke kondensator dan membuang kalor hingga berubah menjadi cair.

Hal ini berarti bahwa di kondensator terjadi pertukaran kalor antara *refrigerant* dengan air laut, sehingga panas berpindah dari *refrigerant* ke air laut dan akhirnya *refrigerant* mengembun dan menjadi cair. Setelah *refrigerant* berbentuk cairan maka *refrigerant* mengalir menuju *dryer* untuk menghilangkan kandungan air dari *refrigerant*, dari *dryer* *refrigerant* masuk ke dalam katup ekspansi, pada katup ekspansi tidak terjadi penambahan entalpi tetapi terjadi penurunan tekanan dan penurunan temperatur. Proses penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi yang berbentuk pipa kapiler yang berfungsi mengatur laju aliran *refrigerant* dan menurunkan tekanan. Setelah *refrigerant* mengalir di dalam *evaporator*, maka *refrigerant* mengambil panas dari ruang pendingin, pada saat itu *refrigerant* mengalami perubahan gas kembali yang selanjutnya gas tersebut kembali ke *evaporator* untuk melakukan proses sirkulasi kembali.

1). Bagian-bagian mesin pendingin

a). Kompresor

Menurut Trott (2000: 36), kompresor adalah suatu alat yang berfungsi pada siklus kompresi uap untuk menerima tekanan rendah gas kering dari *evaporator* dan meningkatkan tekanannya.

Kompresorialah sebuah alat (mesin) yang mengisap gas *freon* dari *evaporator*, untuk kemudian dikompresikan. Sehingga *freon* akan naik suhunya yang disebabkan oleh kompresi itu dan selanjutnya gas *freon* yang panas dialirkan kedalam kondensor, untuk didinginkan dan berubah menjadi *freon* cair.

b). *Oil separator*

Menurut Trott (2000: 58), *Oil separator* adalah sebuah alat yang berfungsi menyaring minyak lumas dengan *freon* sehingga minyak lumas tersebut kembali ke dalam *oil carter* (penampung minyak), dan *freon* terus dialirkan ke kondensor agar mencegah tercampurnya *freon* dengan minyak lumas.

c). Kondensor

Menurut Trott (2000: 63), kondensor adalah suatu alat yang berperan pada siklus kompresi uap untuk menerima gas panas bertekanan tinggi dari kompresor dan mendinginkannya dengan pertama membuang uap jenuh kemudian panas laten.

Gas *freon* meninggalkan kompresor dengan tekanan tinggi dan suhu tinggi. Kondensor mempunyai tugas untuk merubah gas *freon* panas menjadi *freon* yang cair untuk selanjutnya digunakan kembalidalam proses pendinginan. Disini panas dari ruangan yang diserap oleh *freon* dipindahkan oleh air pendingin. Dalam kondensor tidak terjadi perubahan tekanan.

d). *Receiver dryer* (pengering)

Menurut Supratman Hara (1994: 135), *Receiver dryer* adalah sebuah alat yang berfungsi menyerap uap air dan membersihkan kotoran-kotoran yang ada pada media pendingin (*freon*) yang bersirkulasi pada sistem. Selain sebagai pembersih kotoran pada media pendingin, *receiver dryer* juga dapat digunakan tempat menampung media pendingin saat perbaikan.

e). *Katub ekspansi*

Menurut Trott (2000: 93), katup ekspansi berfungsi untuk mengatur laju *refrigerant* dari kondisi bertekanan tinggi di sistem ke dalam evaporator dan tekanannya berkurang menjadi tekanan rendah ke dalam *evaporator*.

f). *Evaporator*

Menurut Trott (2000: 83), *Evaporator* adalah suatu alat yang berfungsi untuk menerima cairan yang bertekanan rendah dan bersuhu rendah dari *expansion valve* dan membawanya menuju *thermal contact* dengan beban.

Freon yang tadinya dalam keadaan cair, tekanan diturunkan secara drastis, sehingga freon berubah sebagian menjadi gas dan sebagian lagi berupa cairan. Suhu freon juga menurun secara drastis, freon mengalir ke dalam evaporator yang ditempatkan di dalam ruang dingin. Ruangan beserta isinya memberi panas pada *freon*, sehingga *freon* yang berupa cairan akan berubah seluruhnya menjadi gas dan sebagian menghilang.

2). Alat-alat kontrol pada mesin pendingin

a). *Electric solenoid valve*

Menurut Trott (2000: 110), *Solenoid valve* adalah katup *magnetic* yang berfungsi memerintah kompresor untuk beroperasi atau berhenti sesuai sensor suhu yang diterima dari *thermostat*.

Solenoid valve yaitu untuk menyalurkan cairan pendingin menuju kekatup *expansi*, bila ruang dingin telah mencapai suhu tertinggi dan menutup bila suhu ruangan dingin mencapai suhu terendah.

b). *Thermostic expansion valve*

Menurut Sumanto (2004: 14), *Thermostatic expansion valve* yang digunakan pada sistem mesin pendingin majemuk dengan menggunakan sistem ini memungkinkan sistem majemuk untuk dapat memberikan suhu yang berbeda-beda pada beberapa kabinet, Katup sistem ini juga biasa digunakan pada penyegaran udara.

Expansi valve adalah suatu alat untuk mengatur jumlah freon yang mengalir kedalam *evaporator* kamar pendingin. Cara kerjanya ialah ruangan diatas *membrane* dihubungkan dengan *control bulb* yang diletakkan pada bagian isap dari kompresor dekat pipa buang *evaporator*. Didalam ruangan dibawah *membrane* terdapat sebuah pegas yang dapat di atur keras atau lunaknya tegangan pegas itu, sendiri tekanan gas tersebut naik dan mendorong *membrane* kebawah.

c). *Oil pressure protection switch*.

Menurut Trott (2000: 107), *Oil pressure protection switch* adalah fungsi kontrol untuk menghentikan kompresor ketika tekanan minyak yang dikembangkan oleh pompa jatuh di bawah tingkat tertentu, atau tekanan gagal mencapai tingkat maksimum yang ditentukan.

Jika tekanan minyak lumas kompresor turun drastis, kompresor akan mati secara otomatis jika tekanan pelumas kurang dari 1,5 kg/cm². Hal ini untuk keamanan kompresor agar tidak terjadi kerusakan fatal.

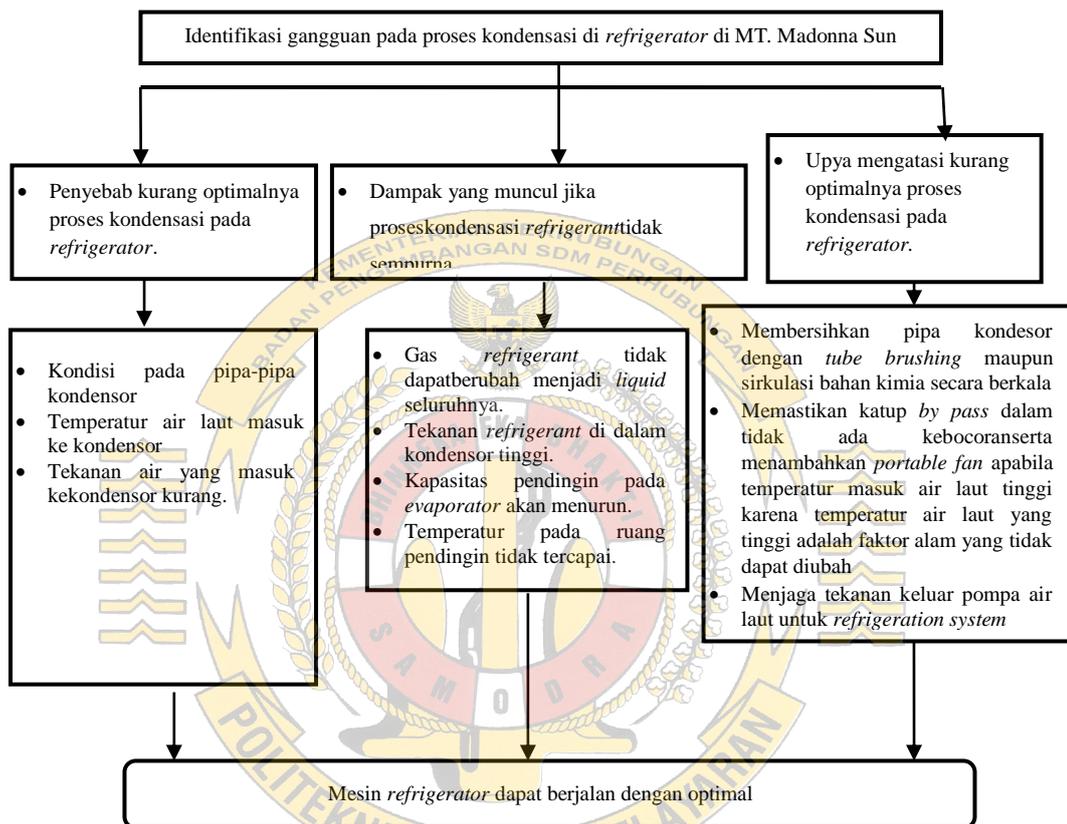
d). *Safety valve*

Menurut Trott (2000: 104), *Safety valve* adalah untuk melepaskan tekanan gas dari sistem yang berada pada proses tekan kembali ke sistem hisap.

Untuk mencegah terjadinya ledakan dari kondensor jika tekanan kondensor naik terus perlu adanya alat keamanan. Karena jika ledakan terjadi sangat berbahaya. Hal ini bisa terjadi akibat jika *high pressure switch*nya tidak bekerja. *Safety valve* sangat penting untuk mengamankan bagian-bagian dari proses yang berhubungan dengan tekanan, berfungsinya *safety valve* karena adanya tekanan yang melebihi batas kapasitas kekuatan dari suatu bejana, jika tidak adanya *safety valve* akan sangat berbahaya bagi kelangsungan kerja suatu proses permesinan, karena jika tidak adanya *safety valve* akan dapat

merusak bejana karena terjadinya tekanan yang melebihi batas kapasitas kekuatan bejana tersebut.

B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka pikir penelitian

Kerangka pikir dalam bagian diatas menerangkan bahwa dalam suatu karya ilmiah harus dilengkapi dengan kerangka berpikir yang menggambarkan masalah yang menjadikan sebab kenapa sering terjadi hal-hal tersebut. Didalam kerangka pikir juga menerangkan proses berfikir Penulis untuk mencari cara penyelesaiannya dan hasil yang sudah didapat benar-benar dapat meningkatkan hasil dari kerja tersebut, dari kerangka berfikir diatas dapat dijabarkan sedikit gambaran bahwa Penulis ingin

membahas permasalahan yang dihadapi dan bagaimana cara mengatasi penyelesaiannya dalam penelitian ini kedalam kerangka berpikir. Dalam pengoperasian instalasi mesin *refrigerator* setiap harinya dikawal, sering ditemukan gangguan yang menyebabkan kurang optimalnya kerja kondensor.

C. Definisi Operasional

Dalam suatu peranan perawatan mesin *refrigerator*, yang menjadikan suatu pengaruh kerja kondensor yang terdapat dalam beberapa pengertian/terminologi yang berhubungan antara lain:

1. *Refrigerant*

Refrigerant adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai media pendingin.

2. *Oil pressure protection switch*

Oil pressure protection switch adalah alat kontrol untuk menghentikan kompresor ketika tekanan minyak yang dikembangkan oleh pompa jatuh di bawah tingkat tertentu, atau tekanan gagal mencapai tingkat maksimum yang ditentukan.

3. *Safety valve*

Safety valve adalah untuk melepaskan tekanan gas dari sistem yang berada pada proses tekan kembali ke sistem hisap.

4. *Solenoid valve*

Solenoid valve adalah katup *magnetic* yang memerintah kompresor untuk beroperasi atau berhenti sesuai sensor suhu yang diterima dari *thermostat*.

5. Kondensasi

Kondensasi adalah proses penurunan suhu bahan pendingin sehingga mengalami perubahan fase dari gas menjadi zat cair.

6. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penyerapan panas pada ruang pendingin sehingga terjadi perubahan fase dari gas menjadi zat cair.

7. Tekanan (*pressure*)

Tekanan adalah gaya yang bekerja secara vertikal pada bidang datar luas 1 cm^2 , oleh benda padat, cair atau gas. Pada umumnya satuannya kg/cm^2 .

8. Suhu (*Temperature*)

Suhu adalah derajat panas atau tingkat kedinginan. Ukuran suhu dinyatakan dengan angka dan angka ini disebut derajat seperti $^{\circ}\text{C}$ (derajat Celcius), $^{\circ}\text{F}$ (derajat Fahrenheit).

