

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Refrigerasi

Refrigerasi merupakan suatu proses menaikkan kalor dari suatu benda atau ruangan ke lingkungan sehingga temperature benda atau ruangan tersebut lebih rendah dari temperature lingkungannya. Kinerja mesin refrigerasi kompresi uap ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya adalah kapasitas pendinginan, kapasitas pemanasan, daya kompresi, koefisien kinerja dan faktor kinerja sesuai dengan konsep kekal energy, panas tidak dapat dimusnahkan tetapi dapat dipindahkan. Sehingga refrigerasi selalu berhubungan dengan proses aliran panas dan perpindahan panas.

2.2 Komponen Utama Sistem Refrigerasi

Komponen utama yang digunakan pada sistem refrigerasi kompresi uap terdapat empat komponen, jika salah satu dari keempat komponen tersebut tidak ada atau tidak terpenuhi maka sistem tidak akan dapat bekerja. Dengan hanya menggunakan keempat komponen tersebut kita sudah dapat membuat suatu sistem refrigerasi kompresi uap sederhana. Namun demikian, sistem tentunya tidak ada dapat bekerja secara sempurna, walaupun menggunakan komponen tambahan yang lengkap, kondisi ideal (teoritis) tidak akan dapat dicapai karena banyaknya variabel yang menyebabkan adanya penyimpangan dalam sistem aktual dari idealnya. Berikut komponen utama sistem refrigerasi beserta fungsinya.

2.2.1 Kompresor

Kompresor adalah jantung dari sistem refrigerasi, dengan kata lain kompresor merupakan komponen yang berfungsi untuk mensirkulasikan refrigeran ke semua komponen refrigerasi. Kompresor didesain dan dirancang agar dapat bekerja dalam jangka waktu panjang walaupun digunakan secara terus menerus dalam sistem refrigerasi kompresi uap. Kompresor juga berfungsi untuk memastikan bahwa temperatur gas

refrigeran yang disalurkan ke *condenser* harus lebih tinggi dari temperatur lingkungan sekitar. Hal ini dikarenakan untuk membuang panas gas refrigeran yang berada di *Kondenser* ke lingkungan sekitar. Akibatnya temperatur refrigeran dapat diturunkan walaupun tekanannya tetap. Oleh karena itu kompresor harus dapat mengubah kondisi gas refrigeran yang bertemperatur rendah dari *evaporator* menjadi gas yang bertemperatur tinggi pada saat meninggalkan saluran *discharge* kompresor. Tingkat temperatur yang harus dicapai tergantung pada jenis refrigeran dan temperatur lingkungan sekitarnya.

Pada sistem refrigerasi kompresi uap terdapat beberapa macam kompresor yang sering dipakai. Semua jenis kompresor memiliki keunggulan masing-masing. Dari semua jenis kompresor, pemilihan kompresor bergantung pada kapasitas penggunaan sistem refrigerasi dan penggunaan refrigeran pada sistem refrigerasi tersebut.

Jenis kompresor berdasarkan letak motor :

1. Kompresor *Open-Type*
2. Kompresor *Hermetic-Type*
3. Kompresor *Semi Hermetic-Type*



Gambar 2.1 Kompresor Open-type



Gambar 2.2 Kompresor *Hermetic*



Gambar 2.3 Kompresor *SemiHermetic*

Jenis kompresor berdasarkan cara kerjanya kompresor dibagi menjadi lima, yaitu:

1. Kompresor torak (*Reciprocating Compressor*)
2. Kompresor putar (*Rotary Compressor*)
3. Kompresor sentrifugal (*Centrifugal Compressor*)
4. Kompresor sekrup (*Screw Compressor*)
5. Kompresor scroll (*Scroll Compressor*)

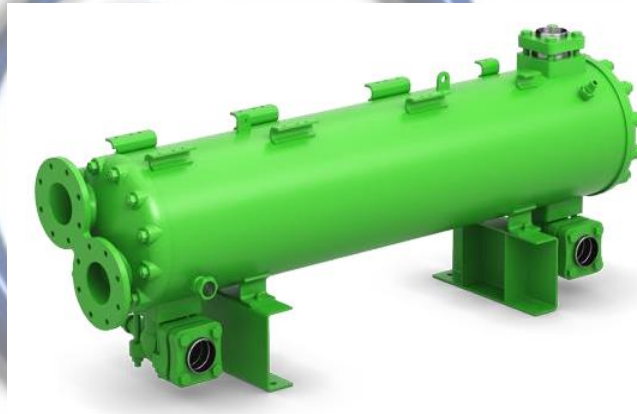
2.2.2 Kondenser

Kondenser adalah suatu komponen yang berfungsi untuk merubah fasa refrigeran dari gas bertekanan tinggi menjadi cairan bertekanan tinggi atau dengan kata lain pada *Kondenser* initerjadi proses kondensasi.

Refrigeran yang telah berubah menjadi cair tersebut kemudian dialirkan ke *evaporator* melalui katup ekspansi. Agar proses perubahan fasa yang diinginkan ini dapat terjadi, maka kalor/panas yang ada dalam gas refrigeran bertekanan tinggi harus dibuang keluar dari sistem. Adapun kalor ini berasal dari dua sumber, yaitu :

1. Kalor yang diserap refrigeran ketika mengalami proses evaporasi.
2. Kalor yang ditimbulkan di kompresor selama terjadinya proses kompresi.

Gas refrigeran bertekanan rendah dikompresi sehingga menjadi gas refrigeran bertekanan tinggi dimana temperatur kondensasinya lebih tinggi dari temperatur media pendingin *Kondenser*. Media pendingin yang umum digunakan biasanya air, udara, atau kombinasi keduanya.



Gambar 2.4 Kondensor Berpendingin Air

2.2.3 Katup Ekspansi

Refrigeran akan terkondensasi di *Kondenser* dan berubah menjadi cair, refrigeran cair tersebut masuk ke katup ekspansi yang mengontrol jumlah refrigeran yang masuk ke *evaporator* agar sesuai dengan laju aliran atau penguapan cairan refrigeran di *evaporator*. Selain itu, katup ekspansi juga berfungsi menurunkan tekanan hal ini bertujuan untuk menjaga beda tekanan di sisi tekanan rendah dan tekanan tinggi pada sistem. Adapun jenis-jenis katup ekspansi yaitu:

1. Pipa kapiler (*capillary tube*)
2. Katup ekspansi termostatik (*thermostatic expansion valve*)

3. Katup ekspansi manual (*hand expansion valve*)
4. Katup ekspansi termoelektrik (*thermal elektrik expansion valve*)



Gambar 2.5 Katup Ekspansi Termostatik

2.2.4 Evaporator

Evaporator merupakan sebuah media penguapan cairan refrigeran yang berasal dari katup ekspansi. Penguapan ini bertujuan untuk menyerap panas dari kabin atau ruang yang akan didinginkan melalui perpindahan panas dari dindingnya. Karena kegunaan dari *evaporator* berbeda-beda, maka *evaporator* dibuat dalam berbagai macam bentuk, ukuran, dan perencanaan. *Evaporator* juga dapat dibagi dalam beberapa golongan dari konstruksi, cara kerja, dan aliran bahan. *Evaporator* jika di tinjau dari segi konstruksinya dapat dikelompokkan menjadi :

1. *Evaporator* pipa telanjang (*bare tube*)
2. *Evaporator* permukaan pelat (*plate surface*)
3. *Evaporator* bersirip (*finned*)
4. *Evaporator* tabung pipa (*shell and tube*)



Gambar 2.6 *Evaporator Bersirip (finned)*

2.2.5 Accumulator

Alat ini dipasang setelah *evaporator* dan berfungsi untuk menampung refrigeran yang keluar dari *evaporator* sehingga pada saat masuk kompresor, fasa refrigeran benar-benar dalam keadaan uap. Dengan demikian, kompresor terhindar dari kerusakan akibat refrigeran berfasa cair. Refrigeran gas dari *Evaporator* yg bercampur dengan refrigeran cair dan juga pelumas yg terbawa sirkulasi dalam sistem masuk ke inlet *Accumulator*. Pada saat masuk ke *Accumulator* kecepatan aliran refrigeran turun dengan tiba2 sehingga pelumas dan refrigeran cair yg berat jenisnya lebih besar dari refrigeran dalam bentuk gas akan turun ke bagian bawah *Accumulator*. Sementara refrigeran dalam bentuk gas akan langsung masuk ke bagian pipa outlet *Accumulator*.



Gambar 2.7 *Accumulator*

2.2.6 Inverter

Inverter merupakan sebuah konverter yang mengubah gelombang ke AC dari DC pada sumber tegangan. Salah satu fungsi dari *inverter* tersebut dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor yang diinginkan. Pada keluaran AC sinusoidal besarnya frekuensi dan magnitude dapat dikontrol, dimana keluaran AC yang dikontrol secara independen adalah bentuk gelombang tegangan. *Inverter* dibangun dari sakelar daya yang menyebabkan bentuk gelombang AC terdiri dari nilai-nilai diskrit. Nilai keluaran frekuensi dan magnitude pada *inverter* dapat dikontrol dengan menggunakan pulse-width-modulation (PWM), pengoperasian ini dilakukan dengan mengontrol jumlah waktu dan urutan yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan sakelar daya. Pada klasifikasinya, *inverter* dapat dibagi menjadi 2, yaitu *inverter* satu fasa dan *inverter* tiga fasa. Perbedaan dari *inverter* satu dan tiga fasa terdapat pada besaran rentangan daya rendah dan daya menengah hingga tinggi yang akan digunakan.

Berikut beberapa jenis *inverter* yang lazim digunakan antara lain :

1. Solar Inverter

Umumnya solar *inverter* digunakan untuk mengubah tegangan DC dari solar panel maupun aki menjadi arus listrik AC. Saat ini, Solar *inverter* dilengkapi dengan *battery charger* yang bisa digunakan untuk menambah daya baterai.

2. UPS (*Interruptible Power Supply*)

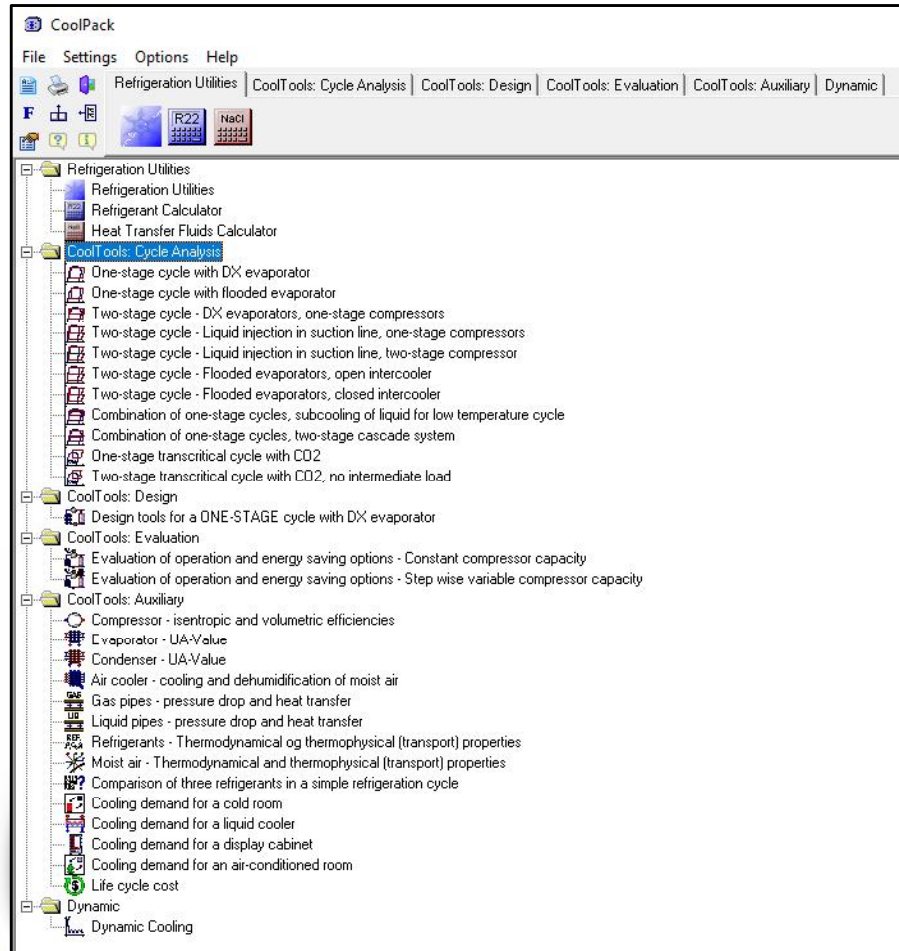
UPS merupakan gabungan dari *inverter* dan *rectifier*. Seperti yang kita ketahui bahwa *inverter* berfungsi merubah arus DC menjadi AC, sedangkan *rectifier* sebaliknya. *Rectifier* berarti berguna untuk mengisi tegangan listrik ke baterai sedangkan *inverter* mengembalikannya ke arus PLN. Sedangkan stabilizer berguna untuk menstabilkan tegangan

3. VSD (*Variable Speed Drive*)

Merupakan gabungan dari *inverter* dan *rectifier* juga. Namun, pada VSD tidak dilengkapi baterai seperti UPS. Tujuan menkonversi tegangan listriknya ialah untuk melakukan *digitizing*. Nantinya tegangan DC dapat disesuaikan frekuensinya lalu akan dikonversikan kembali menjadi tegangan AC. Biasanya fungsi ini digunakan pada perangkat listrik yang memiliki jenis induksi seperti motor listrik. Penelitian ini menggunakan inverter jenis VSD.

2.2.7 Software CoolPack

Coolpack adalah perangkat lunak pada komputer yang dapat membantu mensimulasikan prinsip termodinamika pada sistem refrigerasi melalui beberapa fungsi seperti perhitungan sifat refrigeran, properti plot, data termodinamika, perbandingan refrigeran, Siklus analisis, misalnya perbandingan satu dan dua-tahap siklus dan simulasi – simulasi lain yang berkaitan dengan sistem refrigerasi. Versi pertama *software* ini muncul ke publik pada tahun 1995, *Software* ini dikembangkan oleh *Departement of Mechanical Engineering* di *Technical University Denmark (DTU)*. Saat ini *Coolpack* berkembang cukup pesat dan dipasarkan secara global dengan versi 1.50. Program tersebut merupakan program *freeware* yang dapat di *download* di internet secara gratis.



Gambar 2.8 Tampilan Software Coolpack