

PROSES PENCAIRAN NATURAL GAS ALAM)

Lilis Harmiyanto. SST^{*)}

Abstrak

Unit refrigeration adalah suatu unit proses pendinginan untuk mendapatkan suhu yang rendah dari pada suhu ambient, sering pendinginan digunakan untuk mencairkan gas / uap.

Untuk pencairan gas bumi (natural gas) diperlukan suhu yang sangat rendah sekali karena suhu pengembunan gas bumi (natural gas) sangat rendah sehingga diperlukan pendinginan yang mampu mendinginkan suhu yang rendah.

Untuk mendapatkan pendinginan yang rendah dapat dilakukan dengan beberapa metode pendinginan yaitu : Pendinginan sampai suhu pengembunan pada tekanan atmosfir, penekanan tinggi (diatas tekanan ambient) pada suhu ambient dan dapat pula dilakukan dengan kombinasi yaitu tekanan tinggi dan suhu rendah.

Untuk mendapatkan/pemilihan refrigerant yang mampu mendinginkan sampai suhu dingin yang utama adalah refrigerant mempunyai panas penguapan (latent heat) yang besar semakin baik sbagai bahan pendingin, sehingga dapat menyerap panas yang besar pula dan makin mampu untuk mendinginkan lebih rendah.

Untuk memenuhi kebutuhan pendinginan yang besar selain besarnya latent heat (panas penguapan) dari bahan refrigerannya dan jumlah sirkulasi refrigerannya, juga dapat dilakukan dengan refrigeration dengan lebih satu tahap, makin banyak tahapnya makin besar kemampuan pendinginannya dan tahapan pendinginan dilakukan secara cascade refrigerant.

I. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Saat ini gas bumi tidaklah asing bagi kita karena sehari-hari kita temui dan digunakan untuk beraneka macam seperti sebagai bahan bakar rumah tangga, alat pengelas, pendingin, bahan baku petrokimia dan lain-lain. Dengan banyaknya penggunaan gas bumi tidak luput dari bagaimana storage (penyimpanan), handling (penanganan) dan transportasinya agar lebih effective dan efisien.

Gas bumi untuk penyimpanan perlu untuk dicairkan karena bila pada kondisi ambient memerlukan penampung yang besar, tetapi bila kondisi cair memerlukan penampung yang lebih kecil.

Sedangkan untuk transportasi dapat dilakukan dengan bermacam-macam cara seperti melalui pipa, kemasan, mobil tangki dan tanker. (dalam kondisi gas (tidak mencair) sehingga didalam pengendaliannya lebih sulit dibandingkan dengan fluida cair.

Transportasi dengan pipa gas tidak perlu dicairkan hanya dengan tekanan lebih sedikit diatas atmosfir gas dapat mengalir dan digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga, tetapi dengan sistim perpipaan ini tarnsportasinya terbatas juga tidak dapat mencapai daerah yang jauh. Sehingga untuk daerah yang jauh penyaluran gas dapat dilakukan dengan pengiriman melalui kemasan, mobil tangki atau dengan tanker.

Dengan transportasi menggunakan kemasan, mobil tangki dan tanker, gas bumi dicairkan agar efisiensi dan effective sistim transportasinya serta lebih mudah penanganannya.

Sehingga dengan cairnya gas bumi maka kebutuhan dari storage lebih kecil sehingga lahan lebih kecil, untuk membawa kemasan dan tanker pada volume yang sama, cairan akan lebih besar kuantitasnya dibandingkan membawa gas bumi dalam kondisi gas.

b. Tujuan Penulisan

1. Mekanisme proses pencairannya.

c. Batasan Masalah

Penyusunan makalah ini akan dibatasi pada :

1. Skema refrigeration
2. Cascade Refrigeration

II. DASAR TEORI

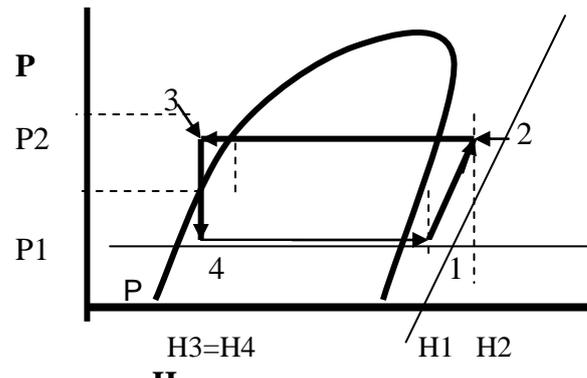
1. Siklus Refrigerasi Diagram P-H

Siklus refrigerasi dapat digambarkan dalam diagram P-H dari refrigerant yang digunakan, dengan data suhu dan tekanan dari seluruh sistem refrigerasi.

Catatan :

1. Proses kompresi di kompresor dianggap secara adiabatik \rightarrow entropy (s) tetap \rightarrow proses mengikuti garis s
2. Proses kondensasi di kondensor tekananya turun sedikit \rightarrow dianggap tetap. Keluar kondensor refrigerant sudah cair
3. Proses ekspansi di valve ekspansi \rightarrow entalphynya tetap
4. Selama proses penguapan dalam chiller \rightarrow suhu dan tekanan refrigerant di daerah campuran tetap

Siklus refrigerasi bila digambarkan dalam diagram P – H secara ideal berbentuk trapesium, yakni 1-2-3-4-1, seperti terlihat pada gambar berikut ini . Masing – masing titik merupakan perpotongan antara suhu (T) dan tekanan (P)



Keterangan :

- 1- 2 = proses kompresi di kompresor (sejajar dengan garis s)
- 2 – 3 = proses kondensasi di kondensor
- 3 – 4 = proses ekspansi di alat ekspansi
- 4 – 1 = proses penguapan di evaporator / chiller

Panas yang diserap refrigerant di kompresor (Q_1) = $H_2 - H_1$

Panas yang dilepas refrigerant di kondensor (Q_2) = $H_3 - H_2$

Panas yang diserap refrigerant di evaporator (Q_3) = $H_1 - H_4$

2. Neraca Panas

Dilihat dari sudut energi panas, rangkaian siklus refrigerasi sbb.

- Kompresor \rightarrow memerlukan energi dari luar (listrik). Disini refrigerant juga menerima energi panas (Q_1)

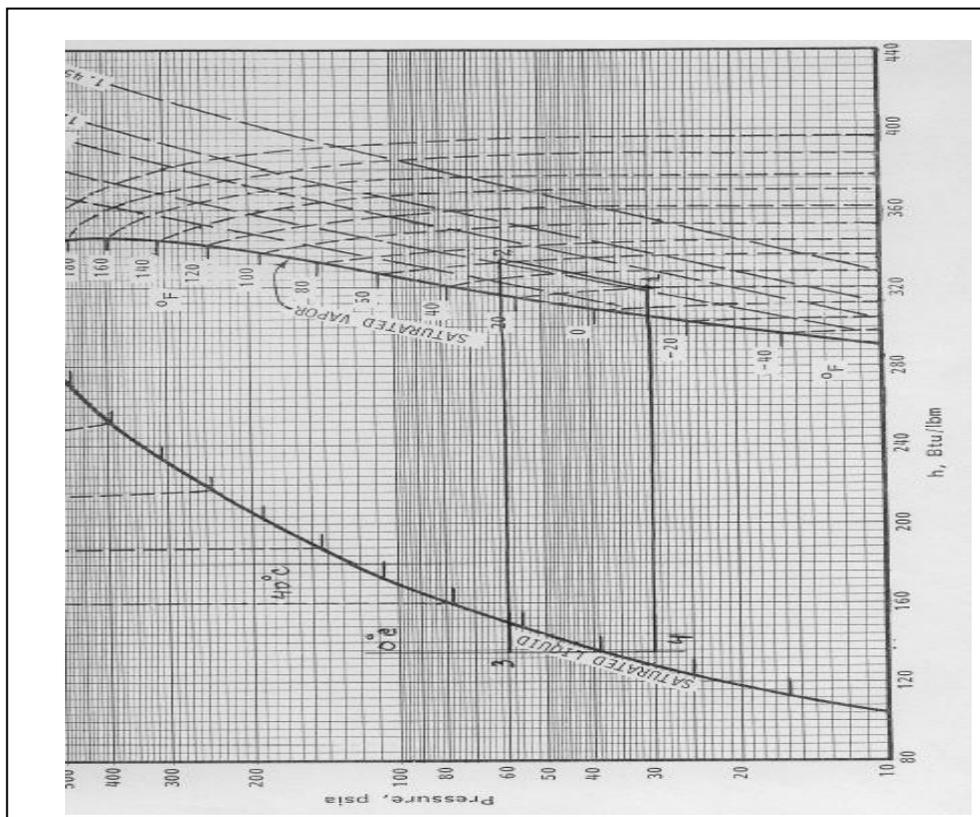
- Kondensor → refrigerant melepaskan panas yang diterima di kompresor dan evaporator (Q2).
- Valve ekspansi → menurunkan tekanan refrigerant tanpa perubahan energi panas (enthalpy tetap).
- Evaporator → refrigerant menyerap panas untuk menguap (Q3)
- Accumulator drum dan surge drum → tak ada perubahan energi

Neraca Panas :

Panas masuk refrigerant = panas yang dikeluarkan refrigerant
 $Q1 + Q3 = Q2$

Catatan :

$Q = \Delta H =$ perubahan enthalpy refrigerant



III. Unit Refrigerasi.

Unit refrigerasi adalah peralatan yang berfungsi untuk menghasilkan suhu lebih rendah dari suhu atmosferis, dengan media kerja refrigerant. Salah satu syarat refrigerant adalah harus mempunyai panas penguapan yang besar.

Contoh refrigerant:

- a. Freon – 12

- b. Freon - 22
- c. Propane
- d. Multy Component Refrigerant (MCR)

Komponen Utama Unit Refrigerasi :

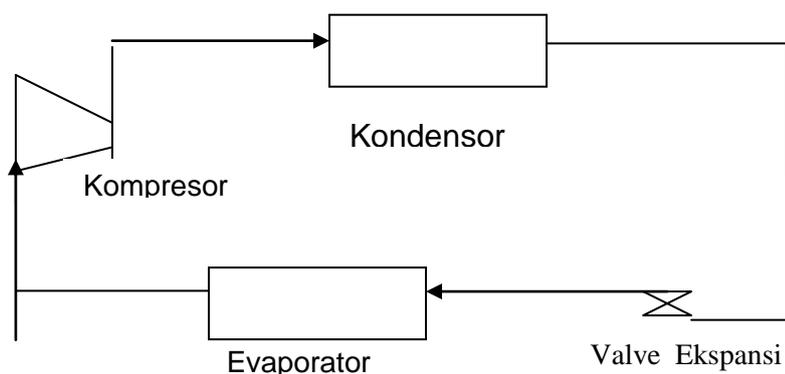
1. Kompresor : untuk menaikkan tekanan uap refrigerant yang keluar dari evaporator dan sekaligus mengalirkannya ke seluruh sistem refrigerasi..

2. Kondensor : untuk mengkondensasikan uap refrigerant yang keluar dari kompresor. Sebagai media pendingin pada umumnya air atau udara.
3. Valve ekspansi : untuk menurunkan tekanan dari refrigerant cair yang keluar dari kondensor dan mengalirkannya ke evaporator.
4. Evaporator/chiller : untuk menguapkan refrigerant cair yang keluar dari alat ekspansi. Untuk menguapkan refrigerant dibutuhkan panas cukup besar. Panas diambil dari cairan refrigerant yang tidak menguap di dalam chiller dan dari fluida lain yang mengalir dalam tube yang dilewatkan dalam chiller/ evaporator. → suhu fluida lain tersebut turun.

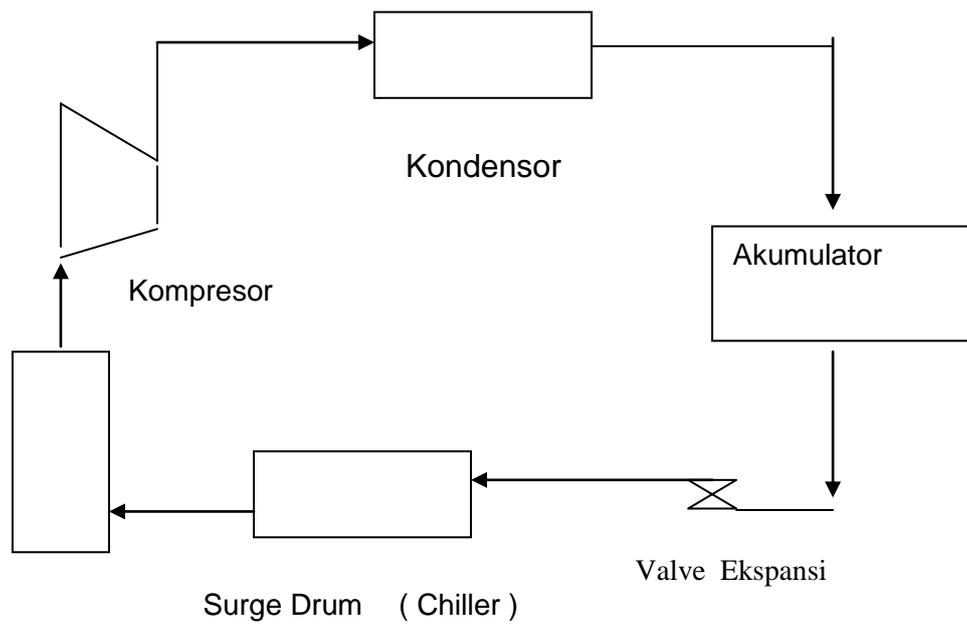
Skema Refrigerasi

Skema refrigerasi berikut ini adalah skema sederhana yaitu untuk gambar skema I untuk unit kecil, sedangkan gambar skema II refrigerasi untuk unit yang besar, yakni dilengkapi dengan akumulator dan surde drum

Proses refrigerasi berdasarkan skema dibawah ini dimana gas refrigerant dikompresi oleh kompresor, tekanan akan naik dan suhu naik, Kemudian refrigerant didinginkan di kondensor menjadi cair (liquid) dan tekanan sedikit turun, kemudian liquid refrigerant dilewatkan ke valve ekspansi tekanan diturunkan sampai mendekati tekanan atmosferik kemudian dimasukkan ke evaporator. Refrigerant dari ekspansi dilewatkan evaporator, karena pada tekanan ambient, maka dia akan menguap dan dalam penguapan memerlukan panas sehingga panas yang diambil panas disekitar evaporator dimana dievaporator tersebut ada bahan yang akan didinginkan. Dengan pengambilan panas di evaporator tersebut, maka gas sekitar evaporator diambil panasnya sehingga gas akan menjadi dingin. Refrigerant yang menguap tadi dimasukkan ke kompresor untuk mendapatkan kompresi sehingga menjadi tekanan tinggi kemudi dilewatkan ke kondensor untuk poendinginan, begitu seterusnya proses pendinginan.

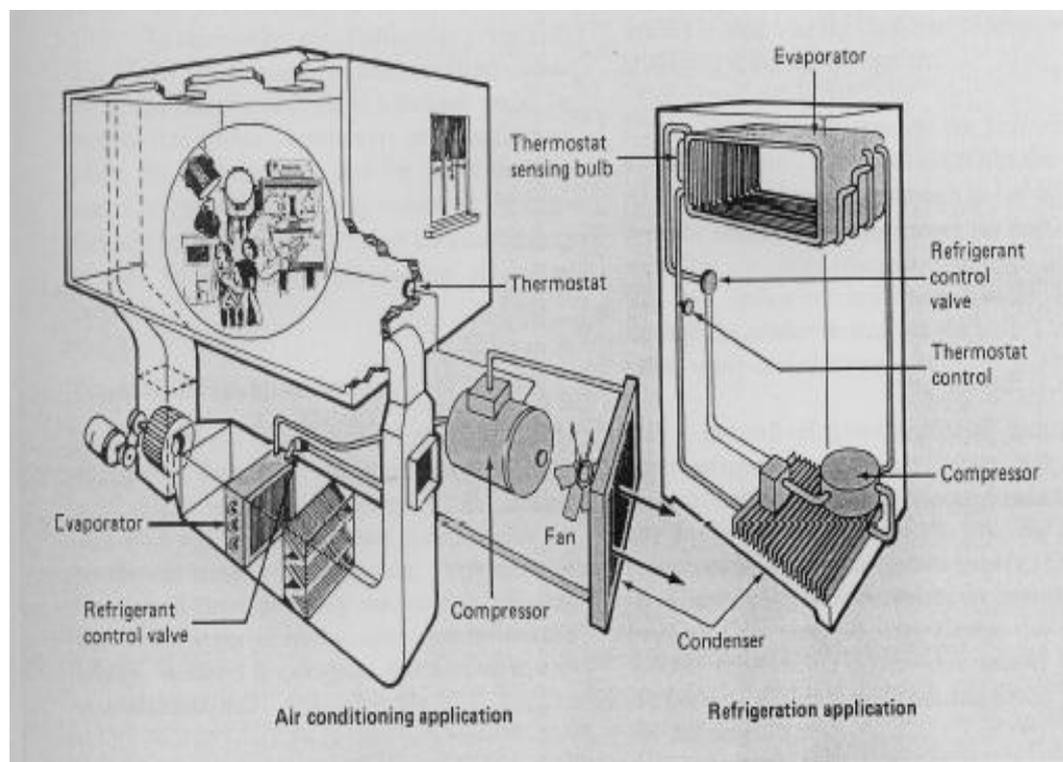


Skema I : Refrigerasi Kapasitas Kecil



Skema II : Refrigerasi Kapasitas Besar

Komponen – komponen refrigerasi yang diaplikasikan pada AC certral dan coolcase (kulkas) terlihat pada gambar berikut :



Cascade Refrigeration

Berikut ini adalah cascade Refrigerant yaitu untuk mendapatkan suhu rendah dengan tekanan embien, sehingga diperlukan suhu yang sangat rendah untuk mendapatkan gas misalkan gas alam dalam kondisi cair yaitu pada suhu pengembunan gas pada tekanan embient. Kebutuhan suhu yang cukup rendah diperlukan pendinginan secara bertahap (cascade) . Setiap tahap pendinginan dibutuhkan siklus refrigerasi pada tekanan yang berbeda. Makin rendah suhu yang dikehendaki makin rendah pula suhu operasi dari siklus refrigerasi, untuk refrigerant yang sama.

Untuk suhu yang sangat rendah, cascade refrigerasi menggunakan refrigerant yang berbeda, misalnya propan, ethylen dan methan.

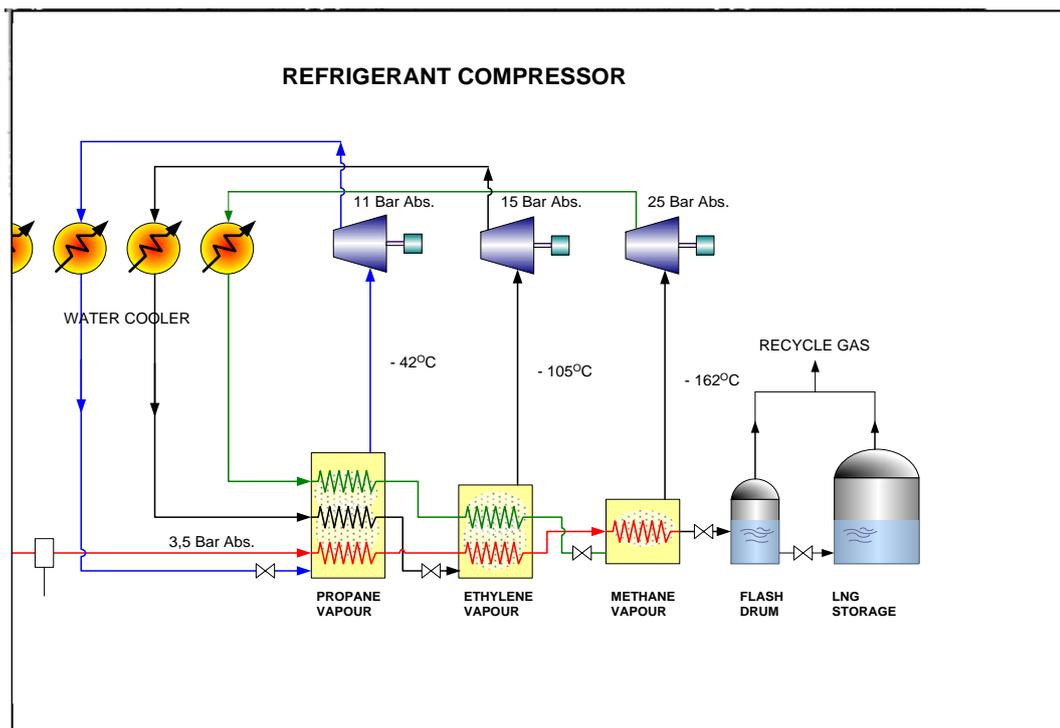
Refrigerasi dibawah berikut ini dimana Gas masuk Refrigerant I (pertama) pada tekanan 3,5 Bar.abs, dengan menggunakan pendingin (refrigerant) Propan sehingga gas mampu diidnginkan sampai \pm suhu $- 42^{\circ}\text{C}$, kemudian gas keluar dari evaporator I (Refrigerant I) masuk ke Evap. II (Refrigerant II) dengan media pendingin Ethylene dan suhu pendinginan mencapai \pm suhu $- 105^{\circ}\text{C}$ dan kemudian dimasukkan ke evap III (Refrigerant III)

dengan media pendingin Methane sehingga suhu mencapai \pm suhu 162°C .

Dari cascade pendinginan inilah dapat dicapai suhu gas yang suhu embun sangat rendah, dimana gas methane mencapai suhu yaitu $- 162^{\circ}\text{C}$, dan suhu inilah suhu pengembunan gas methane dan hasil pengembunan yang disebut LNG (Liquified Natural Gas).

Suhu pendinginan ini suhu pengembunan gas methane pada tekanan embient, bila untuk mendapatkan LNG pada tekanan diatas embient, suhu gas tidak perlu sampai serendah itu atau dapat diatas suhu $- 162^{\circ}\text{C}$, dan untuk mengetahui hubungan antara suhu pengembunan pada tekanan diatas embient dapat dilakukan dengan perhitungan kesetimbangan sehingga hubungan antara tekanan dan suhu pengembunan gas.

Gas perlu dicairkan karena untuk memudahkan pengendalian dan transportasinya, karena dengan keadaan cair gas akan mendapatkan jumlah yang maskin besar pada volume yang sama dibandingkan kalau gas dibawa dengan kondisi gas.



Cascade Refrigeration Dengan Refrigerant : Propan, Ethylene dan Methane

IV. Kesimpulan

1. Heat duty dalam chiller makin besar → kecepatan sirkulasi refrigerant makin besar, → beban kompresor → makin besar panas yang harus dibuang di kondensor
2. Makin rendah suhu cairan refrigerant yang keluar dari kondensor, makin tinggi panas yang diperlukan oleh refrigerant untuk menguap di chiller → kecepatan sirkulasi refrigerant lebih rendah (untuk heat duty yang sama)
3. Makin rendah tekanan kerja dari refrigerant di chiller → makin rendah juga suhu penguapan refrigerant di chiller
4. Apabila suhu kondensasi di kondensor lebih rendah dari suhu atmosferis, maka harus dipakai media pendingin refrigerant lain untuk pendinginan di kondensor.
5. Untuk mendapatkan suhu yang rendah dalam pendinginan dapat dilakukan dengan pendinginan bertingkat (cascade).

DAFTAR PUSTAKA

- (1). D. K. Katz, *et al.*, *Handbook Of Natural Gas Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1959.
- (2). R. R. Maddox, *Gas And Liquid Sweetening*, 2nd Ed. Campbell Petroleum Series, Norman, OK, 1974.
- (3). R. E. Kirk and D. F. Othmer (eds.), *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Vol. 7, Interscience Encyclopedia, Inc., New York, NY, 1951.