

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN LAJU ALIRAN MASSA UDARA PADA KONDENSOR TERHADAP PRESTASI KERJA MESIN PENDINGIN DENGAN FLUIDA KERJA R-22

Saut Siagian

Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta
Program Studi Teknik Mesin

Abstract

This research discuss about effet of air flow rate change on the condensor on the performance of refrigeration sistem using refrigerant R-22. This research is essentially whether the change in air flow rate in the condenser In this research was used test equipment simple air conditioner machine consisting of compressor, condenser, expansion valve and evaporator using refrigerant R-22. To make changes the mass flow rate of air on the condenser is modify the fan with another type by changes the fan rotation. An experimental method was used in this research, with various obtained by fan rotation , 600, 800 and 1000 rpm, The result of this research indicate that the increase of fan rotation will increase the Coefficient of Performance was 4,54 , 5,15 and 5,82

Key words : Fan rotation, Condensor COP,

PENDAHULUAN

Refrigerasi adalah suatu system pengeluaran panas dari suatu ruangan dan kemudian mempertahankan keadaannya sedemikian rupa sehingga akan tercapai temperature rendah dari lingkungannya.

Pada prinsipnya refrigerasi merupakan terapan dari teori perpindahan panas dan termodinamika. Sistem refrigerasi yang sangat sederhana memiliki komponen utama yaitu Kompresor, Kondensor, Katup Ekspansi dan Evaporator.

Untuk mendapatkan temperature udara yang sesuai dengan yang diinginkan banyak alternative yang dapat diterapkan diantaranya adalah dengan menaikkan koefisien perpindahan panas Kondensor, sehingga akan diperoleh koefisien prestasi yang lebih besar. Dengan bertambahnya kecepatan udara pendingin pada Kondensor maka laju aliran massa udara akan menurun sehingga menyebabkan daya Kompresor juga mengalami penurunan sehingga akan meningkatkan koefisien prestasi mesin pendingin, namun demikian fenomena ini perlu dikaji lebih jauh.

Suatu pemikiran yang baru yang muncul adalah dengan melakukan penambahan proses pendinginan yang lebih besar dengan melakukan modifikasi fan kondensor yaitu dengan jumlah fan pada kondensor. Dengan bertambahnya jumlah fan

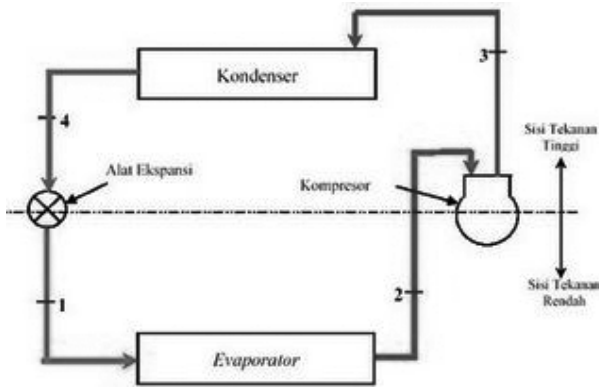
akan meningkatkan laju aliran massa udara sehingga akan mempengaruhi kinerja system pendingin pada Mesin Pendingin AC tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA.

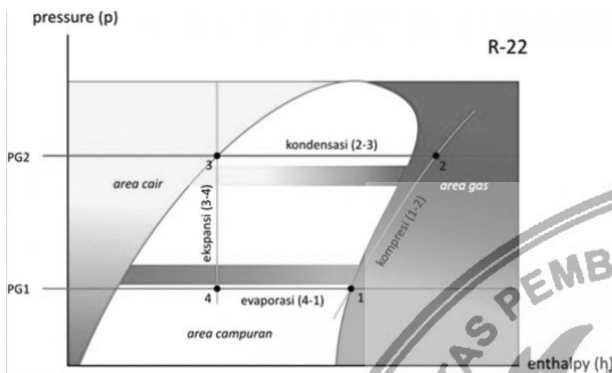
Kondensor adalah suatu komponen utama pada system refrigerasi yang berfungsi untuk membuang panas dari system ke lingkungan. Prinsip kerja Mesin Pendingin.

Prinsip kerja mesin pendingin mengacu pada siklus kompresi uap standard. Dalam sebuah Mesin Pendingin, refrigerant dialirkan dalam saluran pipa-pipa serbelum masuk kompresor, dimana refrigerant dalam kondisi uap jenuh dikompresi sehingga uap yang keluar dari kompresor menjadi uap panas lanjut kemudian uap yang keluar dari kompresor mengalir masuk kondensor untuk melepaskan panas ke lingkungan dengan proses pendinginan udara. Sehingga terjadi proses kondensasi sehingga uap berubah fase menjadi cair jenuh. Kemudian cairan melewati *drayer* selanjutnya menuju katup ekspansi sehingga mengalami penurunan tekanan sampai mencapai tekanan evaporator.

Pada Evaporator cairan dari katup ekspansi mengalami evaporasi sehingga berubah menjadi uap jenuh dan masuk ke dalam compressor untuk dikompresikan. Siklus berjalan terus – menerus sehingga didapat temperature yang diinginkan



Gambar 1 Sistematika system Pendinginan Kompresi uap



Gambar 2. Diagram p – h

Proses – proses yang membentuk siklus kompresi uap standar adalah ;

Proses 1 – 2 merupakan kompresi *adiabatic* dan *reversible* dari uap jenuh menuju tekanan kondensor. Apabila perubahan energi kinetic dan energy potensial diabaikan maka kerja kompresor adalah :

$$W = m_{ref} (h_2 - h_1) \dots\dots\dots 1)$$

Proses 2 – 3 adalah proses pelepasan kalor reversible pada tekanan konstan menyebabkan penurunan panas lanjut (*desuperheating*) dan pengembunan ref-rigerant. Kapasitas laju aliran kalor kondensasi: $Q_{out} = m_{ref} (h_2 - h_3) \dots\dots\dots 2)$

Proses 3 – 4 adalah proses ekspansi tidak reversible pada entalpi konstan dari cairan jenuh menuju tekanan evaporator. Proses pengeckikan (*Throttling process*) pada system pendinginan terjadi didalam pipa kapiler atau katup ekspansi. Proses disini berlangsung pada proses adiabatic sehingga; $h_4 = h_3 \dots\dots\dots 3)$

Proses 4 – 1 adalah merupakan penambahan kalor reversible pada tekanan konstan yang menyebabkan penguapan menuju uap jenuh. Kapasitas laju aliran kalor evaporator dirumuskan;

$$Q_{in} = m_{ref} (h_1 - h_4) \dots\dots\dots 4)$$

Istilah prestasi dalam siklus refrigerasi disebut dengan koefisien prestasi atau COP yang didefinisikan sebagai berikut ;

$$COP = Q_{in} / WK = h_1 - h_4 / h_2 - h_1$$

Dimana ;

h_1 = entalpi keluar evaporator (BTU/lb)

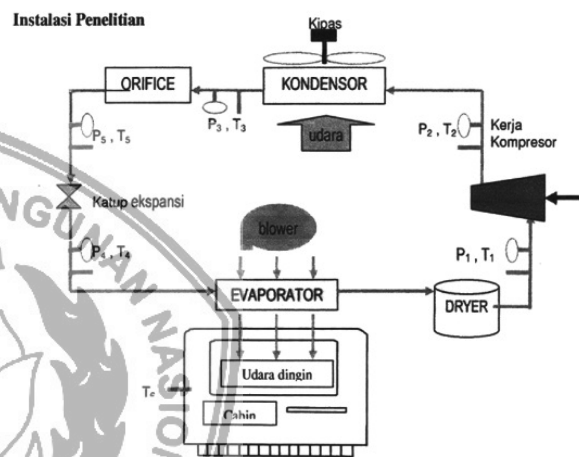
h_2 = entalpi masuk kondensor

h_3 = entalpi keluar kondensor

h_4 = entalpi masuk evaporator

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan membuat perangkat uji, kemudian dilakukan pengambilan dan analisa data.



Gambar 3. Susunan perangkat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan dari Mesin Pendingin Refrigerasi dengan pendinginan udara ;

1. Kompresor AC merek SANDEN
2. Kondensor AC ruangan dengan bahan tembaga dan luas area 17,05 m²
3. Katup ekspansi thermostatic
4. Evaporator AC tipe bare tube. bahan aluminium
5. Kipas udara pendingin dengan penggerak motor listrik 3 phase
6. Refrigeran R-22
7. Alat ukur, Thermokopel, volumeter. tachometer, *pressure gauge*.
8. Pompa vakum

Jalannya Penelitian.

1. Komponen utama, alat pendukung dan alat pengukur yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dirakit seperti pada diagram gambar instalasi penelitian.

2. Instalasi yang telah dirakit kemudian dites kebocorannya dan penyetulan peralatan.
3. Melakukan pemakuman untuk mengetahui adanya udara didalam system. Kemudian dilakukan pengisian refrigerant secara perlahan – lahan dengan menghidupkan Kompresor. Pengisian ini dilakukan sampai batas yang sudah ditentukan.
4. Kemudian Mesin Pendingin dihidupkan dan setelah waktu satu jam atau pada saat bekerja pada kondisi steady flow (tunak)
5. Dilakukan pencatatan data yaitu temperatur, tekanan dengan mengatur putaran kipas pada Kondensor. dengan variasi kecepatan melalui perubahan rpm motor. Variasi dilakukan untuk putaran 600 – 1000 rpm jika diekspresikan dalam kecepatan setara dengan 3 - 6 m/s. Untuk putaran kuran dari 600 rpm berikut kerja kompresi menjadi sangat panas.

Untuk satu variasi kecepatan udara pendingin menghasilkan variasi laju aliran massa refrigerant, efek refrigerant, kerja kompresi dan koefisien prestasi.

Kecepatan udara pendingin diekspresikan dalam bilangan Reynolds dan untuk menghitungnya dipengaruhi rumus ;

$Re = V \cdot D / \nu$ 6)
 dengan V adalah kecepatan udara, D adalah diameter kipas dan ν adalah viskositas kinematika udara saat percobaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Data hasil pencatatan yaitu temperature dan tekanan selanjutnya diplot pada diagram p – h untuk refrigerant R-22. Dari pembacaan ini dicari besar harga entalpi pada setiap titik kemudian harga entalpi ini selanjutnya sebagai dasar untu menghitung efek refrigerasi, kerja kompresor dan koefisien prestasi dengan menggunakan persamaan 1 sampai 5.

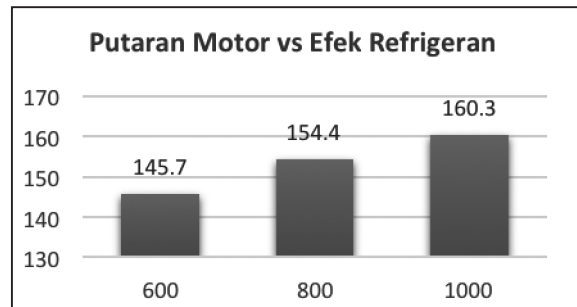
Tabel. 1 Data hasil pengujian.

Parameter Uji	n = 600 rpm	n = 800 rpm	n = 1000 rpm
T1 (°C)	21,2	20,3	19,8
T2 (°C)	73,4	72,5	71,4
T3 (°C)	45,2	43,2	39,4
T4 (°C)	7,4	6,5	5,4
P1 (kPa)	232,2	212,3	198,6
P2 (kPa)	1597,6	1543,4	1456,7
P3 (kPa)	1354,6	1246,7	1106,7
P4 (kPa)	243,5	236,5	224,6

Tabel 2 Hasil Perhitungan

n(rpm)	m (kg)	RE (kj /kg)	Wk (kj)	COP	To (C)
600	0.018	145.7	0.52	4.54	46.8
800	0.015	154.4	0.46	5.16	42.2
1000	0.013	160.3	0.37	5.82	37.1

Efek Refrigerasi.

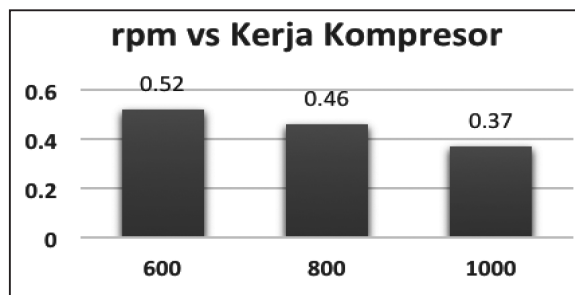


Gambar 4. Hubungan puran Motor Vs Efek refrigeran

Dalam gambar 4 ditunjukkan penelitian untuk 3 variasi temperature ruangan kabin yang berbeda. Dalam penelitian ini ruangan yang didinginkan dikondisikan dengan menjaga agar supaya mendekati konstan untuk 3 variasi temperature yang berbeda yaitu 21,2 °C, 20,3 °C dan 19,8 °C. Untuk masing- masing kondisi ini kemudian dilakukan penelitian dengan merubah kecepatan aliran udara yang dilewatkan pada Kondensor sebagai pendingin udara.. Variasi kecepatan diperoleh dari perubahan rpm pada kipas yang dipasang . Setiap perubahan rpm, kecepatan udara yang lewat diukur dengan anemometer. Disini percobaan dilakukan untuk variasi kecepatan udara pendingin 3 s/d 6 m/s, selanjutnya kecepatan diekspresikan dalam bilangan Reynold (Re) dengan mengasumsikan dimensi perhitungan diambil dari dimensi kipas dan dimensi Kondensor. Beban didalam ruangan yang diisolasi akan memberikan kalornya kepada refrigerant pada Evaporator, maka refrigerant akan mengalami penguapan yang akan meng akibatkan perubahan entalpi dari sebelum masuk evaporator dan setelah keluar evaporator. Perubahan entalpi ini merepresentasikan efek refrigerasi dimana efek refrigerasi ada kecenderungan naik dengan adanya kenaikan kecepatan udara pendingin pada kondensor. Kecenderungan kenaikan dampak refrigerant ini diunjukkan untuk ketiga kondisi temperature ruangan yang berbeda.

Dampak Refrigeran untuk kabin ruangan

yang temperaturnya dipertahankan 1,98 C menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan kondisi temperature diatasnya. Namun disini belum bias memastikan apakah perubahan ini diperlukan proses penelitian lanjut untuk mampu menjawabnya. Bahkan untuk bias menyimpulkan dampak refrigeransi untuk daerah bilangan Re yang lebih tinggi diperlukan penelitian serupa pada jangkauan kecepatan udara pendingin Kondensor terbatas yaitu 3 – 6 m/s
 Daya Kompresor.

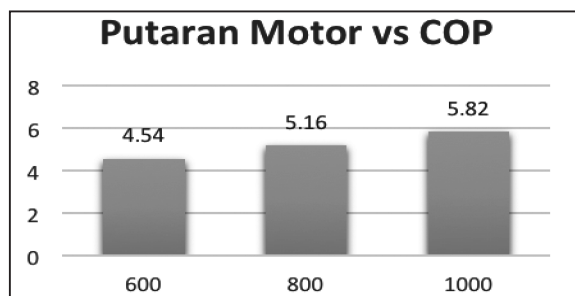


Gambar 5. Putaran Motor Vs Daya Kompresor

Daya kompresor akan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan kecepatan udara pendingin pada kondensor. Analisis ini berdasarkan grafik untuk ke tiga variasi kondisi temperature ruangan (lihat grafik)

Koefisien Prestasi.

koefisien prestasi adalah bentuk penilaian dari suatu Mesin Pendingin. Koefisien prestasi yang tinggi sangat diharapkan , harga koefisien prestasi yang semakin besar menunjukkan bahwa kerja mesin tersebut semakin baik. Koefisien prestasi yang tinggi akan memperkecil biaya operasional.



Gambar 6. Hubungan Putaran Motor dengan COP

Pada gambar 6 menunjukkan pengaruh kecepatan udara pendingin kondensor terhadap COP.

Terlihat bahwa kenaikan COP seiring dengan kenaikan kecepatan udara pendingin kondensor. Besar COP dipengaruhi oleh efek

refrigerasi dan kerja kompresor. Kenaikkan kecepatan udara pendingin kondensor menyebabkan efek refrigerasi meningkat, sedangkan kerja Kompresor mengalami penurunan. Seperti analisa hubungan bilangan Reynold terhadap efek refrigerasi bahwa fenomena yang terjadi apabila kecepatan udara pendingin yang dilewati kondensor dinaikkan terus menerus melebihi dari yang telah diteliti.,

Untuk menjawabnya tentunya diperlukan penelitian lanjut pada daerah yang lebih tinggi kecepataannya. Menurut dugaan bahwa pada kondisi tertentu akan terjadi kejenuhan dimana COP akan bernilai sam untuk penambahan kecepatan kipas tertentu.

KESIMPULAN

Semakin besar kecepatan udara pendingin pada Kondensor laju aliran refrigerant semakin menurun. Kenaikkan kecepatan udara pendingin pada Kondensor menyebabkan kenaikan efek refrigerasi. Sedangkan kerja kompresi dan daya kompresor ada kecenderungan menurun. Koefisien prestasi akan meningkat dengan adanya kenaikan kecepatan udara pendingin pada kondensor. Apabila kecepatan dinaikkan terus maka akan mencapai optimal pada kondisi tertentu dan selanjutnya kenaikan kecepatan udara efek relative kecil terhadap COP Mesin

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W, dan Saito, H, 2002, Penyegaran udara Cetakan ke 6, PT Pradnya Paramita, Jakarta

Kusnanto, S, 2004, Optimasi pengaruh kecepatan udara pendingin pada AC Mobil, Tugas Akhir S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Stoecker, W, F, dan Jerold, W. J 1996 Refrigerasi dan Penyegaran udara. Terjemahan Supratman Hara. Penerbit Erlangga , Jakarta

Wertenbach, Jurgen, 2003, Energy Analysis of Refrigerant Cycle, SAE Cooperative Research, Scottsdale, AZ

Yamara , Eka, Purnomo, Prajitno, 2002, Koefisien Perpindahan Kalor Kondensasi Petrozon Rossy – 12 di dalam Pipa Vertikal, Prosiding Simposium Nasional I RAPI UMS Surakarta, 21 Desember 2002, hal 24 – 28

Yamaea, Eka, 2003, Koefisien Perpindahan Kalor Kondensasi Ptrozon di dalam pipa Vertikal, Tesis S-2 Teknik Mesin Universitas Gajah Mada, Joyakarta.