



STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN PENDINGIN AC SPLIT R-22

Moch. Rifan Fatchurahman, Marcelino Chandra Sakti, Royyan Firdaus, ST.,MT.
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: mochrifann99@gmail.com, marcelinosakti@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia memiliki beberapa dampak pada lingkungan dan kehidupan masyarakat. Hal ini membuat penggunaan mesin pendingin sangat penting di Indonesia, terutama di kawasan perkotaan padat penduduk. Sehingga peneliti akan merancang sebuah mesin pendingin AC split R-22 dan menganalisa pengaruh jenis katup ekspansi dan kecepatan kipas kondensor terhadap karakteristik dan performansi mesin pendingin bertujuan untuk memperoleh variasi terbaik. Metodologi yang digunakan meliputi pembuatan mesin pendingin, pengambilan data, dan analisa. Variasi yang digunakan adalah katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 ; 1 ; 1,5 meter dan jenis TXV (Thermostatic Expansion Valve) serta variasi kecepatan kipas kondensor 2,2 ; 4,1 ; 6,1 m/s. Hasil analisa didapatkan kesimpulan bahwa pada variasi menggunakan jenis katup ekspansi pipa kapiler panjang 0,5 meter dan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s menghasilkan nilai laju aliran massa refrigeran yang lebih besar dari variasi lainnya, yaitu 0,026 kg/s, dan menghasilkan COP_{aktual} lebih besar yaitu 6,4. Hal ini dikarenakan semakin besar laju aliran udara untuk mendinginkan kondensor pada variasi kecepatan kipas 6,1 m/s maka daya yang dikonsumsi kompresor menjadi lebih sedikit. Sedangkan pada COP_{aktual} dan laju aliran massa refrigeran terjadi peningkatan pada kecepatan kipas pendingin kondensor yang semakin besar.

Kata kunci : Coefficient Of Performance, Laju Aliran Massa, Mesin Pendingin, Pipa Kapiler, Thermostatic Expansion Valve.

ABSTRACT

As a country with a tropical climate, Indonesia has several impacts on the environment and people's lives. This makes the use of cooling machines very important in Indonesia, especially in densely populated urban areas. So the researchers will design an R-22 split AC cooling machine and analyze the effect of expansion valve type and condenser fan speed on the characteristics and performance of the cooling machine with the aim of getting the best variation. The methods in this research include building a cooling machine, data collection and analysis. The variation used is a capillary pipe type expansion valve with a length of 0.5 m; 1 m; 1.5 m and TXV (Thermostatic Expansion Valve) type and condenser fan speed variation of 2.2 m/s; 4.1m/s; 6.1m/s. The results of the analysis concluded that the variation using a capillary pipe expansion valve with a length of 0.5 meters and a condenser fan speed of 6.1 m/s produced a refrigerant mass flow rate value that was greater than the other variations, namely

0.026 kg/s, and produced COP_{actual} larger, namely 6,4. This is because the greater the air flow rate to cool the condenser at a fan speed variation of 6.1 m/s, the less power the compressor consumes. Meanwhile, in COP_{actual} and mass flow rate of refrigerant there is an increase in the speed of the condenser cooling fan which is getting bigger.

Keywords : Capillary Tube, Coefficient Of Performance, Cooling Machine, Mass Flow Rate, Thermostatic Expansion Valve.

PENDAHULUAN

Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia memiliki beberapa dampak pada lingkungan dan kehidupan masyarakat. Hal ini membuat penggunaan mesin pendingin sangat penting di Indonesia, terutama di kawasan perkotaan padat penduduk. Pada suhu tinggi yang konstan dapat mempengaruhi masyarakat dalam berkehidupan. Sehingga membutuhkan sistem pendingin atau refrigerasi yang efisien. Dengan meningkatnya permintaan atas persediaan mesin pendingin seperti AC, para produsen berlomba-lomba meningkatkan kualitas mesin pendinginnya menjadi lebih baik lagi. Pada umumnya, masyarakat menginginkan mesin pendingin atau AC dengan sistem yang dingin, daya yang tidak besar, dan harga yang terjangkau. Beberapa cara dilakukan agar mesin pendingin bisa lebih efisien, yaitu dengan membedakan jenis refrigeran, merubah daya kompresor yang digunakan, merubah putaran kipas kondensor, dan merubah katup ekspansi.

Teknologi pada mesin pendingin harus terus dikembangkan agar mencapai efisiensi yang maksimal. Untuk mencapai hal tersebut perlu penyesuaian dan modifikasi dari beberapa komponen mesin pendingin yaitu katup ekspansi dan putaran kipas kondensor.

Pada penelitian ini, penulis mencoba dengan cara memodifikasi komponen AC split dengan memvariasikan pada komponen katup ekspansi dengan menggunakan pipa kapiler dan *Thermostatic Expansion Valve (TXV)* serta putaran kipas kondensor, kemudian akan dibandingkan unjuk kerjanya. Unjuk kinerja di sini didefinisikan sebagai *Coefficient Of Performance (COP)*.

LANDASAN TEORI

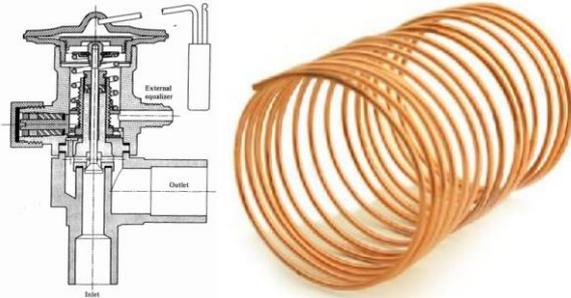
AC (Air Conditioning)

Pendingin udara atau yang dapat dikatakan pula AC (*Air Conditioning*) ini merupakan perangkat yang dirancang dan digunakan untuk menciptakan keadaan udara yang sejuk di dalam suatu ruangan, dengan mengatur temperature, kelembaban, sirkulasi udara dan tingkat kebersihan udara. Apabila temperatur ruangan terasa panas, maka AC dapat digunakan untuk mendinginkan ruangan tersebut.

Proses pendinginan tersebut merupakan proses kondensasi yang disebabkan adanya perbedaan temperatur udara dan pendingin AC sehingga akan mengkondensasikan refrigeran bertekanan tinggi dari kompresor yang berasal dari kandungan air yang terdapat pada udara, karena proses kondensasi ini yang menyebabkan kelembaban disuatu ruangan menurun dan temperatur ruangan menjadi dingin.

Katup Ekspansi

Fungsi katup ekspansi yaitu menurunkan temperature dan tekanan refrigeran cair yang bertekanan dan temperaturnya tinggi dan katup ekspansi ini mengatur aliran refrigeran dalam fasa cair dari tekanan kondensasi menuju tekanan evaporasi dengan cara meninjeksikan refrigeran berfasa cair keluar melalui *orifice*. Sehingga fasa refrigeran mengalami perubahan menjadi uap dengan penurunan tekanan dan suhu. Berikut ini katup ekspansi yang digunakan oleh peneliti:



Gambar 1 jenis pipa kapiler kiri (TXV), kanan (pipa kapiler)

Daur Refrigerasi

Siklus refrigerasi merupakan suatu proses yang mengalihkan panas dari area dengan temperature rendah ke area dengan temperature yang lebih tinggi, dengan menggunakan energi yang berasal dari sistem luar. Siklus yang diterapkan dalam mesin pengkondisian udara merupakan daur kompresi uap standar (*Standard Vapor Compression Cycle*), seperti yang direpresentasikan dalam diagram yang menggambarkan keterkaitan antara tekanan dan entalpi.

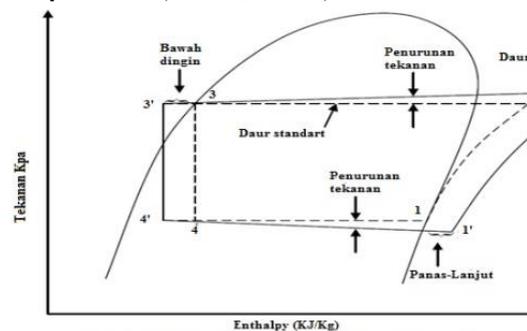
Proses berikut adalah yang terjadi pada siklus refrigerasi:

1. Proses 1-2 (kompresi) Pada tahap ini, kompresor memampatkan refrigeran secara adiabatik dari keadaan uap jenuh menjadi uap panas yang lebih lanjut. Dalam proses ini, tekanan refrigeran meningkat, menyebabkan fasa *superheat*, sehingga nilai temperatur nya lebih tinggi dibandingkan suhu luar.
2. Proses 2-3 (kondensasi) Proses kondensasi atau pengembunan merupakan proses pelepasan panas ke lingkungan sehingga merubah fasa refrigeran menjadi cair jenuh namun temperaturnya masih dalam keadaan tinggi. Media pengembunan refrigeran pada proses kondensasi dapat berbentuk air, udara, atau campuran keduanya.
3. Proses 3-4 (ekspansi) Proses ekspansi merupakan proses penurunan karena adanya *throttling* yang membuat tekanan dan temperatur refrigeran menurun.

4. Proses 4-1 (evaporasi) Proses evaporasi atau penguapan merupakan proses penyerapan panas dari udara luar dan melepaskan udara dingin dari refrigeran. Pada proses ini fasa refrigeran adalah cair jenuh serta memiliki tekanan dan temperatur rendah.

Daur Refrigerasi Uap Aktual

Daur refrigerasi uap aktual memiliki perbedaan dengan siklus uap standar yang disebabkan oleh adanya penyesuaian dalam siklus standar. Efisiensi daur kompresi uap aktual cenderung menurun jika dipadankan dengan daur uap standar. Ketidak samaan utama dari daur uap aktual dan daur uap standar terdapat pada penyusutan tekanan di kondensator dan evaporator, serta dalam bawah dingin cairan saat meninggalkan kondensator serta uap panas lanjut yang keluar dari evaporator. (Irama, 2018).



Gambar 2 Siklus Refrigerasi Uap Aktual

Sistem Refrigerasi

Refrigerasi adalah proses mempertahankan temperature suatu objek atau ruangan lebih rendah dibandingkan dengan temperature lingkungan sekitarnya. Proses ini dilakukan dengan cara mengambil kalor atau panas dari objek atau ruangan tersebut. Kalor merupakan suatu energi panas yang bisa mengalami perpindahan dari media dengan temperatur tinggi ke rendah.

Parameter Unjuk Kerja Sistem Refrigerasi

1. Kerja Kompresor Nyata (W)

Kerja kompresor nyata adalah usaha yang didapatkan dari perbedaan entalpi refrigeran yang masuk dan entalpi refrigeran yang keluar dari kompresor.

Persamaan (2.1) dapat digunakan untuk menghitung kerja kompresor.

$$W = h_2 - h_1 \dots \dots \dots (2.1)$$

2. Daya Input Kompresor W_{kom}

Persamaan (2.2) dapat digunakan untuk menghitung daya input kompresor.

$$W_{kom} = V.I. \cos \phi \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Kalor yang dilepas kondensor (Hr)

Kalor yang dilepas kondensor yaitu laju perpindahan panas yang berasal dari kondensor menuju ke luar ruangan. Persamaan (2.3) dapat digunakan untuk mencari nilai kalor yang dilepas kondensor.

$$Hr = h_2 - h_3 \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Kalor yang diserap evaporator (Re)

Kalor yang diserap oleh evaporator mencerminkan jumlah panas saat diambil oleh evaporator dengan konteks kapasitas pendinginan. Persamaan (2.4) dapat digunakan untuk mencari nilai kalor yang diserap evaporator.

$$Re = h_1 - h_4 \dots \dots \dots (2.4)$$

5. Laju aliran massa refrigeran (\dot{m})

Laju aliran massa refrigeran mengacu pada kecepatan aliran refrigeran dalam sistem refrigerasi. Nilai laju aliran massa refrigeran dapat dicari dengan prinsip dasar yang dikenal sebagai asas black, yang dirumuskan dalam persamaan (2.5).

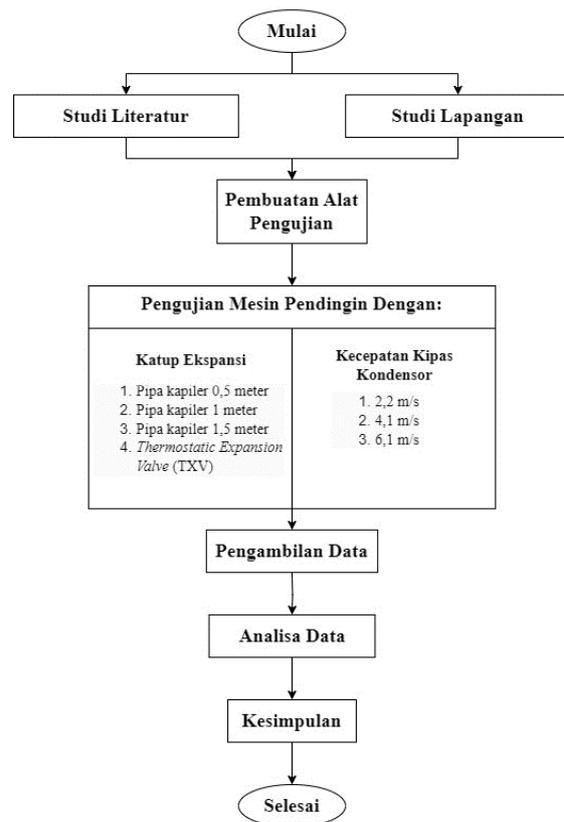
$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= Q_{terima} \\ \dot{m}_{ref}(h_2 - h_3) &= Q_{udara} \\ \dot{m}_{ref}(h_2 - h_3) &= \dot{m}_{udara} C\Delta T \\ \dot{m}_{ref}(h_2 - h_3) &= (\rho VA) C\Delta T \\ \dot{m}_{ref} &= \frac{((\rho VA) C\Delta T)}{(h_2 - h_3)} \dots \dots \dots (2.5) \end{aligned}$$

6. COP_{aktual} mesin pendingin

Coefficient Of Performance (COP_{aktual}) mesin pengkondisian udara mengukur komparasi antara panas yang diisap oleh evaporator bersama kerja kompresor sebenarnya. Persamaan (2.6) dapat digunakan untuk mencari nilai COP_{aktual}.

$$COP_{aktual} = \frac{Re}{W} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \dots \dots \dots (2.7)$$

METODOLOGI PENELITIAN



Metodologi penelitian untuk skripsi ini menggunakan metodologi penelitian eksperimental menggunakan variasi katup ekspansi dan kecepatan udara kipas kondensator pada AC split dengan menggunakan refrigeran R-22. Pada AC split yang akan digunakan untuk eksperimen mulanya menggunakan katup ekspansi dengan jenis pipa kapiler ukuran diameter pipa tembaga 0,27 mm dan ukuran panjang 1 meter, serta kecepatan kipas kondensator 4,1 m/s. Pada penelitian ini variasi katup ekspansi yang dipakai yaitu katup ekspansi dengan

jenis pipa kapiler dan *Thermostatic Expansion Valve* (TXV) diberikan beban yang sama. Pada katup ekspansi pipa kapiler akan dibandingkan dengan mengurangi dan menambah panjang dari pipa kapiler normal yaitu 1 meter menggunakan variasi ukuran panjang pipa tembaga 0,5; 1; dan 1,5 meter dengan berdiameter 0,27 mm. Untuk kecepatan kipas kondensor akan dibandingkan dengan pengurangan dan penambahan kecepatan dari kecepatan normal kipas kondensor yaitu 4,1 m/s dengan variasi 2,2; 4,1; dan 6,1 m/s. Dari data yang diperoleh diketahui keadaan dari refrigeran pada masing-masing titik daur tersebut. Kemudian data tersebut dapat digunakan untuk menghitung karakteristik dan performansi mesin pendingin dari setiap variasi katup ekspansi dan kecepatan udara kipas kondensor.

Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan pada uji eksperimen ini menggunakan mesin pendingin AC-split R-22

Alat ukur

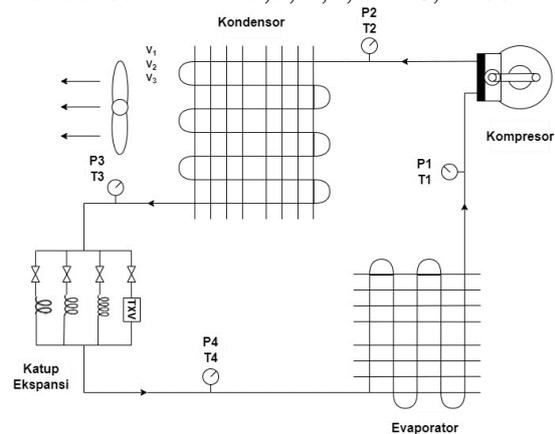
Alat ukur yang dipergunakan pada eksperimen ini yaitu :

1. Pressure gauge
2. Anemometer
3. Tang Ampere
4. Thermometer LCD

Prinsip pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian dari mesin pendingin yang telah dibuat dengan tujuan mendapatkan data-data yang dihasilkan dari mesin tersebut. Pengujian dilakukan dengan menerapkan variabel yang telah ditentukan. Variasi yang digunakan pada eksperimen ini yaitu variasi katup ekspansi dan kecepatan udara kipas kondensor. Variasi katup ekspansi yang dipergunakan adalah katup ekspansi berjenis pipa kapiler dan *Thermostatic Expansion Valve* (TXV) diberikan beban yang sama. Untuk pipa kapiler di variasikan panjangnya yaitu 0,5; 1; dan 1,5 meter dengan diameter

0,27 mm. Untuk variasi kecepatan udara kipas kondensor adalah 2,2; 4,1; dan 6,1 m/s.

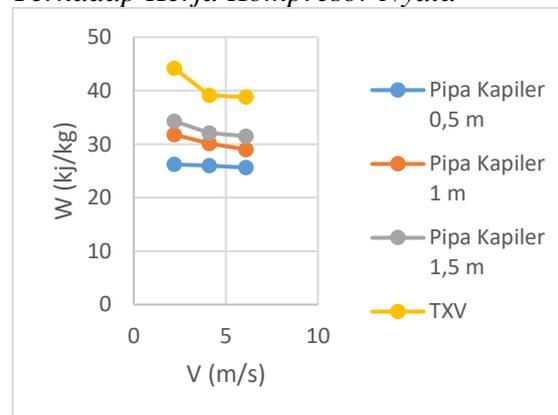


Gambar 3 Skema Alat Uji

Pengukuran dilakukan pada setiap titik dari titik P1 dan T1 hingga P4 dan T4. Kemudian pengukuran arus dan kecepatan putaran kipas kondensor pada kompresor dan kipas kondensor.

ANALISA DAN HASIL

Analisa Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja Kompresor Nyata



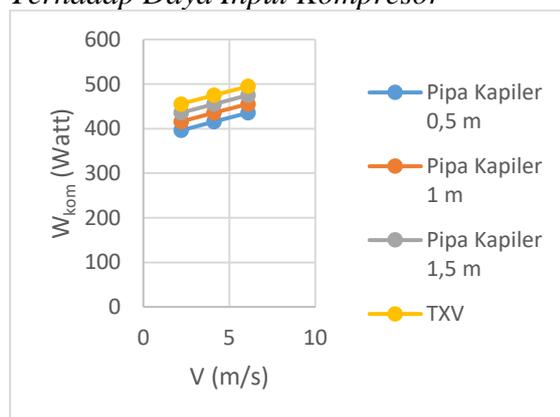
Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja Kompresor Nyata

Dari grafik gambar 4 didapatkan bahwa nilai kerja kompresor nyata yang paling besar terjadi pada katup ekspansi jenis TXV yaitu 44,2 kJ/kg dengan kecepatan kipas kondensor 2,2 m/s dan nilai kerja kompresor nyata yang paling kecil terjadi pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 m yaitu 25,6 kJ/kg dengan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s. Dengan kata lain pada penggunaan katup ekspansi jenis pipa kapiler

seiring bertambah panjangnya pipa kapiler dan semakin besar kecepatan kipas kondensor menyebabkan penurunan pada kerja kompresor nyata. Pada katup ekspansi jenis TXV juga mengalami hal yang sama. Sesuai dengan rumus daya kompresor nyata didapatkan bahwa semakin lambat kecepatan kipas kondensor akan meningkatkan tekanan dan temperatur pada P2 dan T2 sehingga entalpi pada h2 semakin besar.

Ini sepadan dengan perubahan kecepatan udara kondensor, dikarenakan semakin besar kecepatan kipas kondensor maka semakin kecil kerja kompresor yang dihasilkan.

Analisa Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Daya Input Kompresor

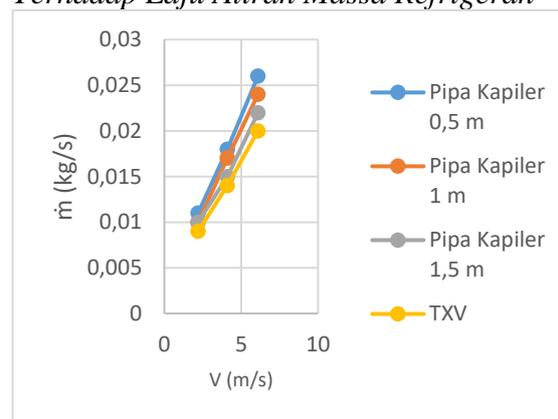


Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Daya Input Kompresor

Dari grafik gambar 5 didapatkan bahwa daya input kompresor yang paling besar terjadi pada katup ekspansi jenis TXV yaitu 495 W dengan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s dan daya input kompresor yang paling kecil terjadi pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 m yaitu 396 W dengan kecepatan kipas kondensor 2,2 m/s. Pada penggunaan katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan bertambahnya panjangnya dan semakin cepat kecepatan kipas kondensor menyebabkan peningkatan pada daya input kompresor. Hal ini diakibatkan oleh adanya perbedaan arus yang ada pada kompresor, semakin tinggi nilai arus pada kompresor maka daya input kompresor akan semakin besar.

Sedangkan pada penggunaan katup ekspansi jenis TXV mengalami peningkatan daya input kompresor seiring dengan meningkatnya kecepatan kipas kondensor, namun nilai daya input kompresor pada katup ekspansi jenis TXV memiliki nilai yang lebih besar dari pada katup ekspansi jenis pipa kapiler.

Analisa Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Laju Aliran Massa Refrigeran



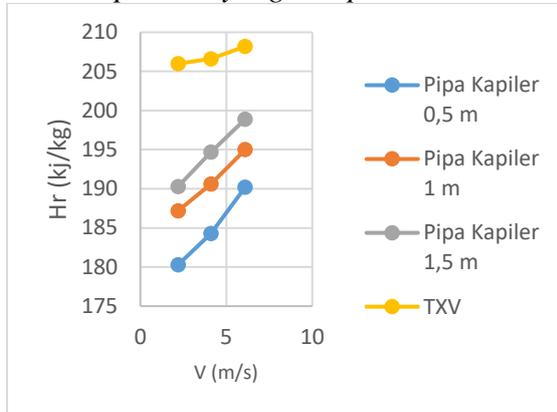
Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Laju Aliran Massa Refrigeran

Dari grafik gambar 6 didapatkan bahwa nilai laju aliran massa refrigeran yang paling besar terjadi pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 m yaitu 0,026 kg/s dengan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s dan nilai laju aliran massa refrigeran yang paling kecil terjadi di katup ekspansi jenis TXV yaitu 0,009 kg/s dengan kecepatan kipas kondensor 2,2 m/s. Pada penggunaan katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan bertambah panjangnya menyebabkan penurunan pada laju aliran massa refrigeran. Namun laju aliran massa refrigeran meningkat ketika kecepatan kipas kondensor semakin naik dengan luasan yang konstan. Peningkatan pada panas yang dilepas kondensor (Hr) juga menyebabkan laju aliran massa refrigeran semakin turun.

Pada penggunaan katup ekspansi jenis TXV mengalami peningkatan laju aliran massa refrigeran seiring dengan peningkatan kecepatan kipas kondensor. Namun nilai laju

aliran massa refrigeran lebih rendah dari katup ekspansi jenis pipa kapiler.

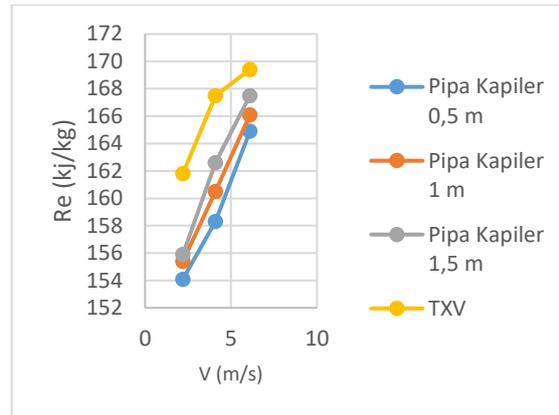
Analisa Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Dilepas Kondensor



Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Dilepas Kondensor

Dari grafik gambar 7 didapatkan bahwa nilai panas yang dilepas kondensor yang paling besar terjadi pada katup ekspansi jenis TXV yaitu 208,2 kJ/kg dengan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s dan nilai kalor yang dilepas kondensor yang paling kecil terjadi pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 m yaitu 180,3 kJ/kg dengan kecepatan kipas kondensor 2,2 m/s. Pada penggunaan katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan bertambah panjang dan seiring meningkatnya kecepatan kipas kondensor menyebabkan peningkatan terhadap kalor yang dilepas kondensor. Hal ini juga terjadi pada katup ekspansi jenis TXV semakin cepat kecepatan kipas kondensor akan meningkatkan nilai panas dilepaskan oleh kondensor. Panas yang dikeluarkan oleh kondensor tersebut akan menyebabkan penurunan tekanan dan suhu di titik 2 dan 3, yang menyebabkan penurunan nilai entalpi di titik tersebut.

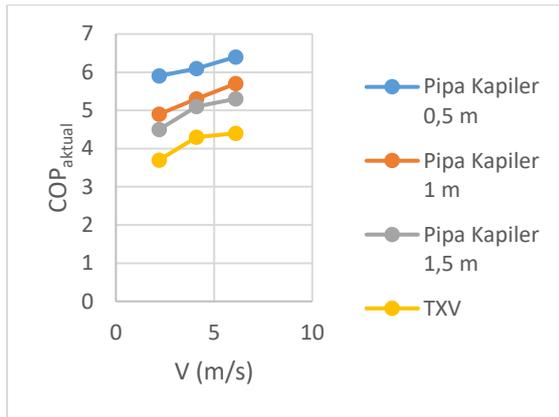
Analisa Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Diserap Evaporator



Gambar 8 Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Diserap Evaporator

Pada grafik gambar 8 didapatkan bahwa nilai panas yang diserap oleh evaporator memiliki nilai yang terbesar yaitu 169,4 kJ/kg pada variasi katup ekspansi jenis TXV dan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s dan nilai kalor yang diserap evaporator yang paling kecil terjadi pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 m yaitu 154,1 kJ/kg dengan kecepatan kipas kondensor 2,2 m/s. Pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan bertambah panjangnya dan semakin meningkatnya kecepatan kipas kondensor terjadi peningkatan nilai kalor yang diserap oleh evaporator. Hal tersebut juga terjadi pada katup ekspansi jenis TXV. Nilai ini dapat dilihat pada penurunan tekanan dan temperatur pada masing-masing kecepatan kipas kondensor di titik 1 dan 4 yang akan mengakibatkan penurunan nilai entalpi di titik tersebut.

Analisa Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap COP_{aktual}

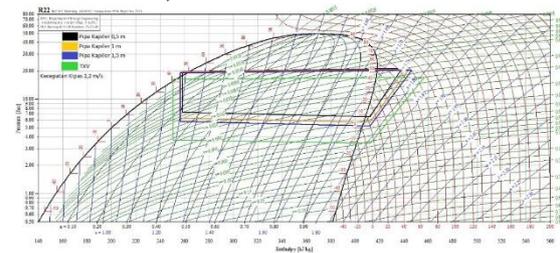


Gambar 9 Grafik Hubungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensator Terhadap COP_{aktual}

Dari grafik gambar 9 dapat diketahui bahwa nilai COP_{aktual} yang paling besar terjadi pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 m yaitu 6,4 dengan kecepatan kipas kondensator 6,1 m/s dan nilai COP_{aktual} yang paling kecil terjadi pada katup ekspansi jenis TXV yaitu 3,7 dengan kecepatan kipas kondensator 2,2 m/s. Semakin panjang pipa kapiler maka nilai COP_{aktual} semakin menurun. Pengaruh dari panjang pipa kapiler ini menyebabkan panas yang diserap evaporator semakin menurun dan kerja kompresor semakin meningkat, sehingga nilai COP_{aktual} yang didapatkan semakin menurun. Sedangkan pengaruh dari meningkatnya kecepatan kipas kondensator mengakibatkan nilai COP_{aktual} semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh penurunan kerja kompresor karena tekanan yang terdapat pada P2 mengalami penurunan, sehingga nilai COP_{aktual} yang didapatkan semakin besar pada setiap peningkatan kecepatan.

Sementara pada penggunaan katup ekspansi jenis TXV mengalami peningkatan pada setiap perubahan kecepatan kipas kondensator. Namun nilai COP_{aktual} yang dihasilkan lebih rendah dari penggunaan katup ekspansi jenis pipa kapiler.

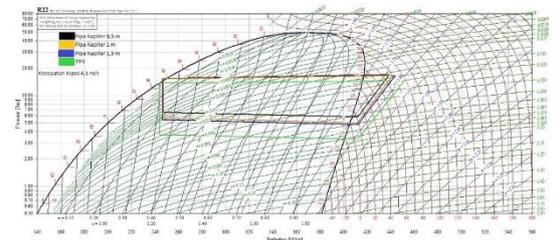
Analisa P-h Diagram Kecepatan Kipas Kondensator 2,2 m/s



Gambar 10 P-h Diagram Kecepatan Kipas Kondensator 2,2 m/s

Dari diagram P-h pada gambar 10 membandingkan perbedaan dari variasi katup ekspansi berjenis pipa kapiler dan TXV. Kurva dengan garis warna hitam menandakan sistem dengan menggunakan pipa kapiler berukuran 0,5 meter, warna kuning pipa kapiler berukuran 1 meter, warna biru pipa kapiler berukuran 1,5 meter, dan warna hijau katup ekspansi berjenis TXV. Pada gambar 10 terlihat pada pemakaian katup ekspansi berjenis TXV menghasilkan kerja kompresor bertambah besar dibanding dengan katup ekspansi berjenis pipa kapiler. Hal tersebut ditandai oleh kurva kerja kompresor TXV mengarah ke kanan. Kerja kompresor paling besar pada penggunaan katup ekspansi berjenis pipa kapiler adalah pada panjang 1,5 m. Pada saat mekanisme ekspansi yang dihasilkan katup ekspansi berjenis TXV cenderung mengarah ke kiri menunjukkan adanya perbedaan entalpi yang semakin besar terjadi pada evaporator.

Analisa P-h Diagram Kecepatan Kipas Kondensator 4,1 m/s

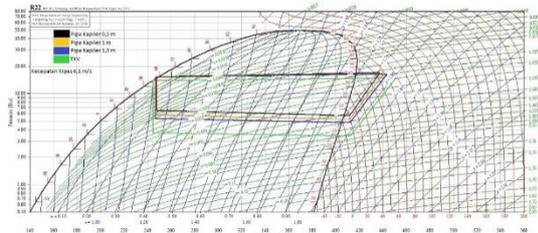


Gambar 11 P-h Diagram Kecepatan Kipas Kondensator 4,1 m/s

Dari diagram P-h pada gambar 11 membandingkan perbedaan dari variasi katup ekspansi berjenis pipa kapiler dan TXV. Kurva dengan garis warna hitam menandakan sistem dengan menggunakan pipa kapiler berukuran 0,5 meter, warna kuning pipa

kapiler berukuran 1 meter, warna biru pipa kapiler berukuran 1,5 meter, dan warna hijau katup ekspansi berjenis TXV. Pada gambar 11 terlihat pada pemakaian katup ekspansi berjenis TXV menghasilkan kerja kompresor bertambah besar dibanding dengan katup ekspansi berjenis pipa kapiler. Hal tersebut ditandai oleh kurva kerja kompresor TXV mengarah ke kanan. Kerja kompresor paling besar pada penggunaan katup ekspansi berjenis pipa kapiler adalah pada panjang 1,5 m. Pada saat mekanisme ekspansi yang dihasilkan katup ekspansi berjenis TXV cenderung mengarah ke kiri menunjukkan adanya perbedaan entalpi yang semakin besar terjadi pada evaporator.

Analisa P-h Diagram Kecepatan Kipas Kondensor 6,1 m/s



Gambar 12 P-h Diagram Kecepatan Kipas Kondensor 6,1 m/s

Dari diagram P-h pada gambar 12 membandingkan perbedaan dari variasi katup ekspansi berjenis pipa kapiler dan TXV. Kurva dengan garis warna hitam menandakan sistem dengan menggunakan pipa kapiler berukuran 0,5 meter, warna kuning pipa kapiler berukuran 1 meter, warna biru pipa kapiler berukuran 1,5 meter, dan warna hijau katup ekspansi berjenis TXV. Pada gambar 12 terlihat pada pemakaian katup ekspansi berjenis TXV menghasilkan kerja kompresor bertambah besar dibanding dengan katup ekspansi berjenis pipa kapiler. Hal tersebut ditandai oleh kurva kerja kompresor TXV mengarah ke kanan. Kerja kompresor paling besar pada penggunaan katup ekspansi berjenis pipa kapiler adalah pada panjang 1,5 m. Pada saat mekanisme ekspansi yang dihasilkan katup ekspansi berjenis TXV cenderung mengarah ke kiri menunjukkan adanya perbedaan entalpi yang semakin besar terjadi pada evaporator.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian dengan variasi jenis pipa kapiler dan kecepatan kipas kondensor terhadap karakteristik dan performansi mesin pendingin didapatkan sebuah kesimpulan bahwa variasi tersebut sangat mempengaruhi karakteristik dan performansi mesin pendingin. 1. Dengan variasi katup ekspansi jenis pipa kapiler dan TXV (Thermostatic Expansion Valve) nilai COPaktual yang terkecil terdapat pada katup ekspansi jenis TXV yaitu 3,7 dan nilai COPaktual yang terbesar terdapat pada katup ekspansi jenis pipa kapiler dengan panjang 0,5 meter yaitu 6,4. 2. Dengan variasi kecepatan kipas kondensor nilai COPaktual yang terkecil terdapat pada katup ekspansi jenis TXV yaitu 3,7 dengan kecepatan kipas 2,2 m/s dan nilai COPaktual yang terbesar terdapat pada katup ekspansi jenis pipa kapiler panjang 0,5 meter yaitu 6,4 dengan kecepatan kipas kondensor 6,1 m/s.

Terdapat beberapa saran pengembangan yang dapat dilakukan yaitu :

1. Dalam proses pengambilan data dipastikan tidak kebocoran dalam instalasi.
2. Dalam penelitian agar lebih memperhatikan tekanan refrigeran dalam proses pengisian agar tidak terlalu rendah atau terlalu tinggi.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan variasi katup ekspansi jenis yang lain.

REFERENSI

- Djafar, Z., & Piarah, W. H. (2017). ANALISA KINERJA MESIN REFRIGERASI RUMAH TANGGA DENGAN VARIASI REFRIGERAN. *Jurnal Teknologi Terapan* |, 3(2).
- Hulu, G. M. R., & Rahmawaty. (2021). ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN EFEKTIVITAS ECONOMIZER PADA BOILER UNIT 4 PLTU PANGKALAN SUSU (Vol. 2, Issue 1).

- Hundy, G. F., Trott, A. R., & Welch, T. C. (1981). REFRIGERATION, AIR CONDITIONING AND HEAT PUMPS (Fifth Edition). McGraw-Hill. www.LearnEngineering.in
- Irama, R. (2018). ANALISA UNJUK KEJA MODIFIKASI DISPENSER MENJADI AIR CONDITIONING (AC) PORTABEL YANG MENGGUNAKAN FREON R-134A BERDASARKAN PADA VARIASI PUTARAN KIPAS PADA EVAPORATOR TERHADAP SUHU PENDINGINAN RUANGAN. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Saksono, P. (2013). ANALISA SIKLUS IDEAL DAN AKTUAL PADA MOBILE AIR CONDITIONING DENGAN MENGGUNAKAN R-134a DAN HIDROKARBON MC-134: Vol. TRANSMISI.
- Stoecker, W. F., & Jones, J. W. (1987). REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING Second Edition. McGraw-Hill, Inc.
- Sukariyanto. (2019). PENGARUH VARIASI PUTARAN KIPAS KONDENSOR TERHADAP UNJUK KERJA SISTEM PENDINGIN (AIR CONDITIONER) YANG MENGGUNAKAN R-410a TUGAS AKHIR.
- Suprianto, H. (2018). PENGARUH PENGGUNAAN REFRIGERAN R-22 DAN R-32 TERHADAP KINERJA AIR CONDISIONER.
- Syafutra, M. A., & Saragih, A. (2019). PENGARUH PANJANG DAN DIAMETER PIPA KAPILER TERHADAP UNJUK KERJA SISTEM REFRIGERASI DENGAN FAST COOLING (Vol. 11, Issue 133). Perhentian Marpoyan.
- Wisely Ziliwu, B., Preston Siahaan, J., Kapal Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, P., Wan Amir No, J., Pangkalan Sesai, K., & Dumai Barat, K. (2020). PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN PADA SISTEM REFRIGERASI AIR BLAST FREEZER (CALCULATION OF THE COOLING LOAD IN THE AIR BLAST FREEZER). *Jurnal Teknologi Terapan* |, 6(2).