

PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP SISTEM REFRIGERASI PADA MESIN PENDINGIN

Khairul

Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Makassar
Desa Parombean Kec. Curio Kab. Enrekang
Khairuljack96@gmail.com

ABSTRACT

Khairul, 1422041001. 2020. "The Effect of Magnetic Fields on Refrigeration Systems in Cooling Machines". Thesis. Bachelor Degree in Mechanical Engineering Education Department, Faculty of Engineering, Makassar State University. Supervised by Dr. Djuanda, S.T, M.T and Muhsin Z, S.T. M.Eng.

This research is an experimental study that aims to determine the effect of the magnetic field on the refrigeration system. The test is carried out by measuring the temperature and pressure at several points of the system to obtain the performance of the engine coolant (CoP) and also the ratio of temperatures between the standard mode of refrigeration and the refrigeration affected by the magnetic field. CoP calculation is done using a vapour compression cycle. The thermodynamic properties obtained by using Refrop software. From the test results obtained an average CoP standard mode of refrigeration is 10.33 and the inside temperature of the container is -18.107°C for 120 minutes of experiment. Meanwhile, for refrigeration that are affected by magnetic fields, the average CoP is 9.05 and the inside temperature of the container is -11.8°C for 120 minutes of experiment.

Keywords: Refrigeration Systems, Magnetic Fields, Coefficient of Performance (CoP), Temperature

ABSTRAK

Khairul, 1422041001. 2020. "Pengaruh Medan Magnet Terhadap Sistem Refrigerasi Pada Mesin Pendingin". Skripsi. Strata satu Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Dibimbing oleh Dr. Djuanda, S.T, M.T dan Muhsin Z, S.T. M.Eng.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap sistem refrigerasi pada mesin pendingin. Pengujian dilakukan dengan pengukuran temperature dan tekanan pada beberapa titik dari rangkaian mesin pendingin untuk memperoleh unjuk kerja (CoP) mesin pendingin serta perbandingan temperatur antara mesin pendingin mode standar dengan mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet. Perhitungan CoP dilakukan dengan menggunakan siklus kompresi uap. Sifat termodinamika diperoleh dengan menggunakan software Refrop. Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata CoP mesin pendingin mode standar sebesar 10,33 dan temperatur dalam wadah $-18,107^{\circ}\text{C}$ selama 120 menit pengujian. Sementara untuk mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet diperoleh rata-rata CoP sebesar 9,05 dan temperature dalam wadah $-11,8^{\circ}\text{C}$ selama 120 menit pengujian.

Kata Kunci: Sistem Refrigerasi, Medan Magnet, Unjuk Kerja (CoP), Temperatur

PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya teknologi serta kemajuan zaman pada saat ini, ternyata sistem pendinginan banyak memberikan keuntungan bagi manusia yang secara tidak sadar mungkin dapat kita rasakan selama ini. Mesin pendingin pada saat ini semakin banyak dimanfaatkan sesuai dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya taraf hidup. Penggunaan yang umum adalah untuk mengawetkan makanan. Pada suhu biasa (suhu kamar)

makanan cepat menjadi busuk karena bakteri akan berkembang cepat, sedangkan pada suhu $4,4^{\circ}\text{C}$ atau 40°F (suhu yang biasa untuk pendinginan makanan) bakteri berkembang sangat lambat sehingga makanan akan lebih tahan lama. Kegunaan lain dari mesin pendingin adalah penyejuk ruangan, pendingin minuman, untuk membuat es batu, dan lain-lai.

Mesin pendingin makanan ataupun minuman secara sederhana prinsipnya adalah satu bagian

membuang panas ke lingkungan melalui kondensor dan bagian lainnya menghasilkan suhu dingin yang digunakan untuk mendinginkan makanan ataupun minuman melalui evaporator. Kondensor digunakan untuk menyerap panas dari gas refrigerant yang telah ditekan oleh kompresor hingga bertemperatur tinggi, tekanan gas yang tinggi, dapat mengubah gas ini kembali menjadi cair.

Di era modern ini muncul berbagai penelitian tentang sistem pendinginan magnetic seperti yang dilakukan oleh sebuah kelompok di University of Amsterdam pada tahun 2002 yang mendemonstrasikan efek magnetocaloric raksasa dalam paduan MnFe (P,As) yang didasarkan pada bahan yang berlimpah. Lemari es berdasarkan efek magnetocaloric telah dibuktikan di laboratorium, menggunakan medan magnet (Pendinginan

magnetic.<https://en.wikipedia.org>). Efeknya pertama kali diamati oleh fisikawan Jerman Warburg, kemajuan besar pertama kali muncul pada akhir 1920-an ketika pendinginan melalui demagnetisasi adiabatik secara independen diusulkan oleh Peter Debye pada tahun 1926. Pada tahun 1997, bukti suhu dekat ruang pertama dari kulkas magnet ditunjukkan oleh Karl A. Gschneider, Jr di Ames Laboratory. Acara ini menarik minat para ilmuwan dan perusahaan di seluruh dunia yang mulai mengembangkan jenis baru bahan suhu ruangan dan desain kulkas magnet. Pendinginan magnetic adalah teknologi pendinginan berdasarkan efek magnetocaloric. Teknik ini digunakan untuk mencapai suhu yang sangat rendah.

Sistem Refrigerasi

Refrigerasi merupakan suatu proses penarikan kalor dari suatu

benda/ruangan ke lingkungan sehingga temperatur benda/ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Sesuai dengan konsep kekekalan energi, panas tidak dapat dimusnahkan tetapi dapat dipindahkan. Sehingga refrigerasi selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas dan perpindahan panas (Dirja, 2004).

Siklus refrigerasi memperlihatkan apa yang terjadi atas panas setelah dikeluarkan dari udara oleh refrigeran di dalam koil (evaporator). Siklus ini didasari oleh dua prinsip, yaitu:

1. Saat refrigeran cair berubah menjadi uap, maka refrigeran cair itu mengambil atau menyerap sejumlah panas.
2. Titik didih suatu cairan dapat diubah dengan jalan mengubah tekanan yang bekerja padanya. Hal ini sama artinya bahwa temperatur suatu cairan dapat ditingkatkan

dengan jalan menaikkan tekanannya, begitu juga sebaliknya.

Mesin Pendingin

Mesin pendingin adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan. Sesuai dengan hukum termodinamika kedua pernyataan Clausius, tidak mungkin untuk membuat suatu alat/ mesin yang beroperasi dengan suatu siklus tertentu dan menghasilkan efek selain dari pemindahan kalor dari suatu benda yang bertemperatur lebih rendah ke benda lain yang bertemperatur lebih tinggi (Effendy Arif, 2013). Secara garis besar komponen sistem pendingin siklus kompresi uap terdiri dari: 1. Kompresor , 2. Kondensor , 3. Evaporator, 4. Katup Ekspansi.

Coefficient of Performace (CoP)

Unjuk kerja dari sebuah mesin kalor dapat dideskripsikan sebagai

efisiensi thermal. Unjuk kerja dari mesin pendingin dan pompa kalor dapat diekspresikan oleh rasio dari penggunaan panas yang bekerja, atau dapat juga disebut dengan rasio energi atau coefficient of performance (CoP).

Unjuk kerja (CoP) dari siklus pendingin dapat diekspresikan pada sebuah sistem siklus efisiensi. Secara ketetapan matematika CoP didefinisikan sebagai rasio dari panas yang dihisap dari ruang yang didinginkan terhadap kerja yang digunakan untuk memindahkan panas tersebut. Untuk dapat menghitung CoP secara benar, maka energi yang dialirkan menuju kompresor harus diubah kedalam energi panas pada tiap unitnya. Dengan kata lain CoP secara teoritis sama dengan efek pendinginan dari panas yang dihisap pada evaporator ($Q_{\text{evaporator}}$) dibagi dengan kerja kompresi dari kompresor ($W_{\text{compression}}$).

Proses dasar terjadinya pendinginan.

Dingin merupakan hasil yang diciptakan oleh mesin pendingin terutama kulkas dan freezer. Sedangkan AC lebih ke keadaan sejuk. Proses terjadinya pendinginan yang diciptakan oleh mesin pendingin sebenarnya merupakan tiruan terjadinya dingin yang disebabkan oleh alam (Daryanto, 2016). Dan dingin sebenarnya merupakan suatu proses penguapan karena adanya panas akan menimbulkan udara dingin disekitarnya. Dingin terjadi karena adanya penguapan, dan penguapan berlangsung karena adanya panas.

Proses dingin di dalam mesin pendingin karena adanya pemindahan panas. Setiap mesin pendingin mampu menghasilkan suhu dingin dengan cara menyerap panas dari udara yang ada dalam ruang pada mesin pendingin itu sendiri. Bahan yang digunakan untuk

menghasilkan penguapan yang begitu cepat sehingga mampu menghasilkan udara dingin. Biasanya untuk keperluan ini digunakan gas Refrigeran. Gas ini dalam sistem pendinginan memiliki bentuk yang berubah-ubah, yaitu dari bentuk cairan menjadi bentuk gas (uap).

Pada kompresor, gas yang telah berubah menjadi uap tadi tekanan dan panasnya dinaikkan untuk selanjutnya uap panas yang berasal dari gas itu diturunkan atau didinginkan pada bagian kondensor sampai membentuk cairan. Kemudian sesampainya pada evaporator cairan itu diturunkan tekanannya sehingga menguap dan menyerap panas yang ada di sekitarnya. Kemudian dalam bentuk uap refrigeran tadi dihisap kembali oleh bagian kompresor dan dikeluarkan lagi seperti semula. Proses seperti ini berlangsung secara berulang.

Defenisi Medan Magnet

Pengertian medan magnet dalam ilmu Fisika adalah suatu medan yang dibentuk dengan menggerakkan muatan listrik (arus listrik) yang menyebabkan munculnya gaya di muatan listrik yang bergerak lainnya. Putaran mekanika kuantum dari satu partikel membentuk medan magnet dan putaran itu dipengaruhi oleh dirinya sendiri seperti arus listrik; inilah yang menyebabkan medan magnet dari ferromagnet “permanen”. Medan magnet juga disebut dengan medan vector yaitu berhubungan dengan titik dalam ruang yang dapat di ubah-ubah menurut waktu. Arah magnet searah dengan jarum jam atau jarum kompas. Magnet memiliki dua kutub yaitu kutub utara dan selatan. Kedua kutub tersebut saling Tarik menarik dengan simbol $-$ dan $+$. Jika $-$ bertemu dengan $-$ maka akan saling tolak menolak sama dengan $+$ jika bertemu $+$ maka akan saling tolak

manolak juga. Magnet adalah benda yang bisa Tarik menarik benda di sekitarnya. Tetapi tidak semua bisa ditarik, hanya ada benda beberapa misalnya besi, logam, dan sejenisnya. Fungsi magner paling penting adalah sebagai penunjuk arah yaitu kompas.

Pendinginan Magnetik

Pendinginan magnetic adalah teknologi pendinginan berdasarkan efek magnetocaloric. Teknik ini dapat digunakan untuk mencapai suhu yang sangat rendah, serta rentang yang digunakan dalam lemari es umum.

Perubahan suhu akan terjadi akibat dari perubahan proses adiabatik dari kekuatan medan magnetik yang mana kutub-kutub magnet pada atom akan tersusun. Nah penyusunan inilah yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan entropi yang dibahas didalam hukum kedua termodinamika maka bahan akan

menjadi panas jika logam tadi dimasukan kedalam medan magnetik. Sebaliknya jika bahan feromagnetik dikeluarkan dari medan magnet maka akan terjadi pendinginan ruangan didalam kulkas, hal inilah yang dinamakan pendingin magnet.

Jadi dapat disimpulkan cara kerja dari pendingin ini adalah proses dimasukan dan dikeluarkan bahan feromagnetik terhadap medan magnet. Jika bahan dimasukan kedalam medan maka akan terjadi pemanasan dan sebaliknya ketika dikeluarkan akan mendinginkan kulkas. Bahan feromagnetik akan menjadi panas jika berada dalam medan magnet. Energi panas tersebut akan hilang ke lingkungan jika bahan tadi di keluarkan dari medan magnet dan akan mejadi dingin. Efek tersebut yang menjadi pokok dari pengembangan kulkas oleh ilmuwan fisika pada tahun 1917 yaitu

Pierre - Ernest Weiss, Prancis dan Auguste Antoine Piccard, Swiss. Prinsip tersebut telah diuraikan oleh Peter Joseph WD. tahun 1926 dan kemudian oleh William Francis Q tahun 1927.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan melakukan pengujian langsung pada alat yang diteliti untuk memperoleh data sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya Parangtambung Makassar, Kelurahan Parangtambung, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli 2019 sampai selesai.

Dalam penelitian ini digunakan alat seperti, a. Las pipa tembaga, b. Pemotong pipa tembaga, c. Flaring tool

pipa tembaga, d. Manifold gauge, e. Gurinda tangan, f. Las listrik, g. Alat ukur temperatur dan tekanan dan bahan yang digunakan adalah a. Kompresor ac ½ hp, b. Kondensor ac, c. Pipa tembaga 1/4 inchi, d. Motor fan (kipas), e. Pipa kapiler 0.3 inchi 80 cm, f. Filter dryer 2 buah, g. Besi plat aluminium, h. Besi siku 4 x 4 cm, i. Refrigerant R-22, j. Gas las portable, k. Elektroda, l. Paku klem.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teknik yang dipergunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini yaitu terlebih dahulu melakukan perakitan mesin pendingin.
2. setelah itu melakukan pengisian refrigeran R-22 pada mesin pendingin.

3. selanjutnya memeriksa kembali bagian-bagian yang biasa terjadi kebocoran.
4. Kemudian melakukan pemasangan alat ukur tekanan dan temperatur.
5. setelah itu mulailah pengambilan data pada mesin pendingin tersebut.
6. setelah pengambilan data selesai, barulah menambahkan medan magnet pada sistem pendingin tersebut.
7. Kemudian melakukan kembali pengambilan data mesin pendingin tersebut.
8. Setelah pengambilan data selesai, menganalisa apa-apa yang menjadi tujuan dari penelitian ini

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan dengan mengumpulkan semua data yang diperoleh dari

pengukuran kemudian melakukan perhitungan untuk mengetahui unjuk kerja atau Cop (coefficient of performance) dari mesin pendingin dan perbandingan temperature wadah mesin pendingin.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian mesin pendingin, jika kita melihat grafik CoP hasil pengujian (gambar 4.19) menyatakan bahwa pada 5 menit pertama CoP dari mesin pendingin mode standar maupun yang dipengaruhi medan magnet terjadi kenaikan nilai CoP yang signifikan yaitu CoP mesin pendingin mode standar dari 17,68 menjadi 23,88 pada menit ke-5, kemudian turun secara perlahan hingga mencapai 7,5 pada menit ke-120 sedangkan CoP mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet dari 12,8 menjadi 16,6 pada menit ke-5, kemudian turun secara

perlahan hingga mencapai 7,05 pada menit ke-120. Terjadinya kenaikan CoP mesin pendingin menyebabkan adanya titik puncak pada grafik CoP, hal ini disebabkan karena adanya penurunan temperature yang signifikan pada menit ke-5 di titik 3 (masuk evaporator) sehingga CoP mesin pendingin mengalami kenaikan yang signifikan. Dari grafik CoP mesin pendingin, dapat juga kita lihat bahwa CoP mesin pendingin mode standar lebih besar dibandingkan dengan CoP mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet.

Pada tabel perbandingan CoP mesin pendingin mode standar dengan mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet (tabel 4.3) dapat kita lihat besar selisih CoP dari keduanya yaitu untuk mode standar, rata-rata besar CoP nya selama pengujian yaitu 10,33. Sedangkan untuk rata-rata CoP

mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet sebesar 9,05. Sedangkan pada grafik besar arus listrik yang digunakan saat pengujian (gambar 4.20) dapat kita lihat bahwa besar arus listrik yang digunakan selama pengujian relative sama, baik itu saat mode standar maupun saat dipengaruhi medan magnet.

Kemudian dari grafik perbandingan temperatur di dalam wadah mesin pendingin mode standar dengan mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet selama pengujian (gambar 4.21) didapatkan bahwa pada 5 menit pertama temperatur di dalam wadah mesin pendingin mode standar sebesar 25,4oC dan temperatur di dalam wadah terus menurun hingga - 18,01oC di menit ke 120. Sedangkan temperatur di dalam wadah mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet, didapatkan bahwa pada 5 menit

pertama sebesar 18,8oC dan terus menurun hingga -11,8oC pada menit ke 120. Jadi dapat disimpulkan bahwa temperatur di dalam wadah mesin pendingin mode standar lebih rendah dibandingkan dengan temperatur di dalam wadah mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh medan magnet terhadap sistem pendingin pada mesin pendingin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa ada pengaruh medan magnet terhadap sistem refrigerasi pada mesin pendingin yaitu, pada pengujian unjuk kerja mesin pendingin diperoleh rata-rata CoP mesin pendingin mode standar yaitu sebesar 10,33. Sedangkan CoP rata-rata dari mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet sebesar 9,05. Yang berarti bahwa CoP mesin

pendingin mode standar lebih besar dari mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet.

Hasil pengujian ini juga menunjukkan bahwa dalam rentang waktu 120 menit pengujian temperatur di dalam wadah mesin pendingin mode standar, dari temperatur awal 29,06oC menjadi -18,107 oC pada menit ke 120. Sedangkan pada mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet, temperatur awal sebesar 26,83oC menjadi -11,8oC pada menit ke 120 yang berarti bahwa temperatur dalam wadah mesin pendingin mode standar lebih rendah dari mesin pendingin yang dipengaruhi medan magnet.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Widiyanto, 2011. Uji performansi system refrigerasi kompresi uap pada seed storage. Tugas akhir. Universitas negeri semarang.**
- Arboleda. C. R, Communications Research, Manila: CFA, 1981.
- Arijanto, Ojo Kurdi. 2007. *Pengujian Refrigeran Hycool HCR-22*

- Pada AC Split Sebagai Penganti Freon R-22.* Semarang: Universitas.
- Daryanto, 2016. Teknik Pendingin AC, Freezer dan kulkas. Bandung. Penerbit yrama widya.
- Dirja. 2004. Dasar-Dasar Mesin Pendingin. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.**
- Dossat, R.J. 1981. Principles of Refrigeration. John Willey and Sons, New York.
- Effendi Arif. 2013. Termodinamika Teknik.
- HimsarAmbarita,2010. Penghematan Energi Pada Air Conditioning.Medan:Sustainable Energy Research Group Departemen Teknik Mesin FT-USU
- <https://www.studiobelajar.com/medan-magnet/>
- <https://rumus.co.id/medan-magnet/>
- Iwan, 2013.Komponen dan prinsip kerja mesin pendingin.**<http://theshippingnotes.blogspot.co.id/>. Diakses 10 juni 2019
- Kerlinger, 1986.Asas asas penelitian behavioral edisi ketiga, terjemahan Drs. Landung R. Simatupang.Jogyakarta.Gadja Mada University pres.
- Pendinginan magnetic.<https://en.wikipedia.org>
- SB Prasetyo, 2017. <https://repository.umy.ac.id>. diakses 15 juni 2019
- Tiffany, 2011. System pendingin kompresi uap.**<https://bagoestri.wordpress.com/2011/06/09/sistem-pendinginan-kompresi-uap/>. Diakses pada 10 juni 2019
- Whitmen, W.C. 2000. *Refrigeration and Air Conditioning Technology* (5th Edition). Thompson – Delmar Learning.
- Widodo.2009. *Prinsip Kerja Sistem Pendingin dan Mesin Ac Split*. Semarang. Universitas Negeri Semarang.