



Penerapan Aplikasi Termodinamika pada Lemari Es dalam Kehidupan Sehari-Hari

Application of Thermodynamics Applications in Refrigerators in Daily Life

Annisa Aulia Putri^{1*}, Awan Azsari², Indry Syahfitri Ritonga³, Intan Septia Sari Lubis⁴, Miftahul Faiz Nasution⁵

¹⁻⁵Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

***Corresponding Author: E-mail: annisa0705221013@uinsu.ac.id**

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 15 Jan, 2025

Revised: 09 Mar, 2025

Accepted: 14 Mar, 2025

Kata Kunci:

Termodinamika, Hukum Pertama Termodinamika, Hukum Kedua Termodinamika, Lemari Es, Siklus Refrigerasi, Efisiensi Energi, Koefisien Kinerja (COP), Refrigeran, Kompresor, Kondensor, Evaporator, Sistem Pendingin Rumah Tangga

Keywords:

Thermodynamics, First Law of Thermodynamics, Second Law of Thermodynamics, Refrigerator, Refrigeration Cycle, Energy Efficiency, Coefficient of Performance (COP), Refrigerant, Compressor, Condenser, Evaporator, Household Cooling System

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penerapan konsep termodinamika pada lemari es dalam kehidupan sehari-hari, khususnya prinsip-prinsip hukum termodinamika pertama dan kedua. Melalui metode deskriptif kualitatif, penelitian ini mengkaji bagaimana energi panas dipindahkan dan diubah dalam sistem pendingin lemari es untuk menjaga suhu tetap rendah. Siklus refrigerasi yang melibatkan kompresor, kondensor, evaporator, dan komponen lainnya dianalisis untuk memahami efisiensi energi dan dampaknya terhadap konsumsi listrik rumah tangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prinsip dasar termodinamika memainkan peran penting dalam desain dan kinerja lemari es, termasuk pengoptimalan efisiensi melalui penggunaan refrigeran modern dan desain heat exchanger. Studi ini memberikan wawasan tentang pengaruh teknologi pendingin terhadap kehidupan sehari-hari dan peluang untuk meningkatkan efisiensi energi.

ABSTRACT

This study discusses the application of thermodynamic concepts to refrigerators in everyday life, especially the principles of the first and second laws of thermodynamics. Through qualitative descriptive methods, this study examines how heat energy is transferred and converted in the refrigerator cooling system to maintain low temperatures. The refrigeration cycle involving the compressor, condenser, evaporator, and other components is analyzed to understand energy efficiency and its impact on household electricity consumption. The results show that the basic principles of thermodynamics play an important role in the design and performance of refrigerators, including optimizing efficiency through the use of modern refrigerants and heat exchanger designs. This study provides insight into the impact of cooling technology on everyday life and opportunities to improve energy efficiency.

DOI: 10.56338/jks.v8i3.6883

PENDAHULUAN

Termodinamika berasal dari kata *thermos* yang berarti panas dan *dynamics* yang artinya perubahan. Jadi termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari tentang penyimpanan (*storage*), pengubahan (*transformation*) dan pemindahan (*transfer*) energi terutama energi panas (Hamid, 2007).

Termodinamika adalah Salah satu teori utama fisika, termodinamika berhubungan dengan hubungan energi suatu sistem. Termodinamika dapat didefinisikan sebagai studi tentang angka fisika tertentu dan penjelasan tentang bagaimana zat berperilaku ketika dipanaskan. Ketika menganalisis sistem yang terlibat dalam transfer energi, termodinamika memainkan sejumlah peran penting. Konsep dasar termodinamika dilaksanakan pada mesin-mesin yang dapat membantu dan mempermudah pekerjaan manusia.

Mesin yang bekerja sesuai dengan rumus Clausius (Hukum kedua Termodinamika) adalah mesin pendingin (*refrigerator*). Dalam prakteknya, mesin pendingin memakai energi listrik untuk memindahkan kalor dari benda yang diinginkan ke udara luar yang suhunya lebih tinggi.

Hukum kedua termodinamika terkait dengan entropi. Tidak ada bunyi untuk hukum kedua termodinamika yang ada hanyalah pernyataan kenyataan eksperimental yang dikeluarkan oleh kelvin-planck dan clausius. Pernyataan clausius: tidak mungkin suatu sistem apapun bekerja sedemikian rupa sehingga hasil satu-satunya adalah perpindahan energi sebagai panas dari sistem dengan temperatur tertentu ke sistem dengan temperatur yang lebih tinggi. Pernyataan kelvin planck: tidak mungkin suatu sistem beroperasi dalam siklus termodinamika dan memberikan sejumlah netto kerja sekeliling sambil menerima energi panas dari satu reservoir termal. (sumber *Fundamentals of engineering thermodynamics* (Moran J., Shapiro N.M. - 6th ed. - 2007 – Wiley B). "total entropi dari suatu sistem termodinamika terisolasi cenderung untuk meningkat seiring dengan meningkatnya waktu, mendekati nilai maksimumnya hal ini disebut dengan prinsip kenaikan entropi" merupakan korolari dari kedua pernyataan diatas (analisis Hukum kedua termodinamika untuk proses dengan menggunakan sifat entropi).

METODE

Metode penelitian yang digunakan jurnal ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber termasuk jurnal ilmiah, buku, dan artikel terkait penerapan aplikasi termodinamika hukum kedua pada lemari es di kehidupan sehari-hari. Penelitian ini mencoba untuk memahami konsep-konsep termodinamika kedua pada lemari es dalam kehidupan sehari-hari.

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dalam menganalisis data. Penelitian ini akan mengumpulkan data dari berbagai sumber dan melakukan analisis kritis untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang penerapan aplikasi termodinamika hukum kedua pada lemari es dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan penelitian ini memahami prinsip termodinamika yang mendasari prinsip kerja lemari es dan bagaimana energi berpindah dalam sistem serta menilai efisiensi energi dari berbagai model lemari es dan dampaknya terhadap konsumsi listrik di rumah tangga.

HASIL DAN DISKUSI

Prinsip dasar termodinamika

Termodinamika Hukum Pertama

Hukum pertama dalam termodinamika menyatakan perubahan energi dalam sistem sama dengan jumlah energi yang masuk dan keluar. Rumusnya adalah :

$$\Delta U = Q - W$$

dimana :

- ΔU = Perubahan energy internal sistem.
- Q = Energi yang ditambahkan ke sistem (panas yang diterima).
- W = Kerja yang dilakukan oleh sistem.

Dalam konteks lemari es, Q adalah panas yang diambil dari dalam lemari es, dan W adalah kerja yang dilakukan oleh kompresor.

Hukum kedua termodinamika

Hukum kedua menjelaskan arah spontan proses termodinamika dan efisiensi mesin. Salah satu formulasi pentingnya adalah:

$$\Delta S \geq 0$$

dimana:

- ΔS = perubahan entropi sistem.

Entropi harus selalu meningkat dalam proses alami, termasuk dalam siklus pendinginan lemari es, di mana panas berpindah dari suhu rendah (dalam lemari es) ke suhu tinggi (lingkungan).

Siklus Refrigerasi (Koefisien Kinerja)

Koefisien kinerja (COP) dari sistem pendinginan atau lemari es didefinisikan sebagai rasio antara panas yang diambil dari ruang pendingin (Q_{in}) dan kerja yang dilakukan (W):

$$COP = \frac{Q_{in}}{W}$$

dimana:

- Q_{in} = Panas yang diambil dari lemari es
- W = Kerja yang dilakukan oleh kompresor

Rumus Energi dan Efisiensi

Energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan lemari es dapat dihitung menggunakan rumus daya:

$$P = \frac{E}{t}$$

dimana:

- P = Daya (watt)
- E = Energi yang digunakan (joule)
- T = waktu (detik)

Prinsip kerja kulkas pada hukum termodinamika

Prinsip kerja kulkas didasarkan pada prinsip-prinsip termodinamika yang mengatur transfer panas dari daerah yang lebih dingin ke daerah yang lebih panas. Kulkas beroperasi berdasarkan siklus termodinamika yang melibatkan perubahan tekanan, suhu, dan wujud fisik zat di dalamnya. Prinsip-prinsip hukum termodinamika, terutama hukum kedua termodinamika, menjelaskan bahwa panas alami mengalir dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin. Mesin kulkas menggunakan energi untuk memaksa aliran panas berlawanan, yaitu dari ruang dalam kulkas (yang diinginkan tetap dingin) ke ruang luar (yang lebih hangat). Proses ini melibatkan beberapa komponen utama, termasuk kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator.

Siklus refrigerasi pada kulkas dimulai dengan kompresi. Di dalam kompresor, gas refrigeran dikompresi, meningkatkan tekanan dan suhunya. Gas panas ini kemudian melewati kondensor, di mana panas dilepaskan ke udara di sekitarnya. Selama proses ini, gas berubah menjadi cair. Cairan refrigeran yang telah mendingin ini melewati katup ekspansi, di mana tekanannya turun secara tiba-tiba dan cairan berubah menjadi gas. Proses ini menyebabkan penurunan suhu dalam evaporator, yang terletak di dalam kulkas. Udara dalam kulkas mengalir melalui evaporator dan mendingin. Sementara udara dalam kulkas mendingin, panas dari ruang

Dalam kulkas diambil oleh refrigeran. Prinsip hukum termodinamika menentukan bahwa meskipun ruang dalam kulkas menjadi lebih dingin, energi dari listrik diperlukan untuk menjaga siklus

ini berjalan. Pada akhirnya, proses ini memungkinkan pendinginan di dalam kulkas.

Komponen komponen pada Kulkas

Kompresor

Kompresor merupakan bagian terpenting di dalam kulkas. Apabila di analogikan dengan tubuh manusia, kompresor sama dengan jantung yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh begitu juga dengan kompresor. Kompresor berfungsi memompa bahan pendingin keseluruhan bagian kulkas.

Kondensor

Kondensor adalah alat penukar kalor untuk mengubah wujud gas bahan pendingin pada suhu dan tekanan tinggi menjadi wujud cair. Jenis kondensor yang banyak digunakan pada teknologi kulkas saat ini adalah kondensor dengan pendingin udara. Yang digunakan pada sistem refrigrasi kulkas kecil maupun 12 sedang. kondensor seperti ini memiliki bentuk yang sederhana dan tidak memerlukan perawatan khusus .saat lemari es bekerja kondensor akan terasa hangat bila dipegang.

Filter

Filter (saringan) berguna menyaring kotoran yang mungkin terbawa aliran bahan pendingin yang keluar setelah melakukan sirkulasi agar tidak masuk kedalam kompresor dan pipa kapiler. Selain itu, bahan pendingin yang akan disalurkan pada proses berikutnya lebih bersih sehingga dapat menyerap kalor lebih maksimal.

Evaporator

Evaporator berfungsi menyerap panas dari benda yang di masukkan kedalam kulkas, kemudian evaporator menguapkan bahan pendingin untuk melawan panas dan mendinginkannya. Sesuai fungsinya evaporator adalah alat penguap bahan pendingin agar efektif dalam menyerap panas dan menguapkan bahan pendingin, evaporator di buat dari bahan logam anti karat, yaitu tembaga dan almunium.

Heater

Hampir keseluruhan kulkas nofrost dan sebagian kecil kulkas defrost dilengkapi dengan pemanas (heater). Pemanas berfungsi mencairkan bunga es yang terdapat di evaporator. selain itu pemanas dapat mencegah terjadinya penimbunan bunga es pada bagian rak es dan rak penyimpanan buah di bawah rak es.

Thermostat

Thermostat memiliki banyak sebutan antara lain temperatur kontrol dan cool control. Apapun sebutannya, thermostat berfungsi mengatur kerja kompresor secara otomatis berdasarkan batasan suhu pada setiap bagian kulkas. Bisa dikatakan, thermostat adalah saklar otomatis berdasarkan pengaturan suhu. Jika suhu evaporator sesuai dengan pengatur suhu thermostat, secara otomatis thermostat akan memutuskan listrik ke kompresor.

Fan motor

Fan motor atau kipas angin berguna untuk menghembuskan angin. pada kulkas ada dua jenis fan:

Fan motor evaporator

Berfungsi menghembuskan udara dingin dari evaporator keseluruhan bagian rak (rak es, sayur, dan buah).

Fan motor kondensor

Kipas angin ini diletakkan pada bagian bawah kulkas yang memiliki kondensor yang berukuran kecil yang berfungsi mengisap atau mendorong udara melalui kondensor dan kompresor. selain itu berfungsi mendinginkan kompresor.

Overload motor protector

Adalah komponen pengaman yang letaknya menyatu dengan terminal kompresor. Cara kerjanya serupa dengan sekering yang dapat menyambung dan memutus arus listrik. Alat ini dapat melindungi komponen kelistrikan dari kerusakan arus akibat arus yang dihasilkan kompresor melebihi arus acuan normal.

Bahan pendingin

Refrigerant adalah zat yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair, ataupun sebaliknya. Jenis bahan pendingin sangat beragam. Setiap jenis bahan pendingin memiliki karakteristik yang berbeda.

Pengaruh Termodinamika dalam Sistem Pendingin Rumah Tangga

Termodinamika berperan penting dalam desain dan kinerja sistem pendingin rumah tangga seperti lemari es dan pendingin ruangan. Prinsip dasar yang mendasari adalah siklus refrigerasi, yang mengubah energi termal menjadi kerja untuk memindahkan panas dari ruang dengan suhu lebih rendah ke ruang dengan suhu lebih tinggi. Siklus refrigerasi didasarkan pada hukum-hukum termodinamika, terutama Hukum pertama termodinamika dan Hukum kedua termodinamika. Sistem pendingin rumah tangga sering menggunakan siklus kompresi uap yang melibatkan proses berikut yaitu:

- a. Kompresi Adiabatik: Gas refrigeran dikompresi, meningkatkan tekanannya dan menaikkan suhunya.
- b. Kondensasi Isobarik: Refrigeran panas melepas panas ke lingkungan melalui kondensor, berubah menjadi cairan bertekanan tinggi.
- c. Ekspansi Isentalpik: Cairan melewati katup ekspansi, tekanan dan suhu menurun drastis.
- d. Penguapan Isobarik: Cairan refrigeran menyerap panas dari dalam ruang pendingin, menyebabkan perubahan fasa menjadi gas.

Setiap langkah ini dipandu oleh hukum termodinamika dan dirancang untuk memaksimalkan efisiensi energi. Termodinamika membantu merancang sistem yang lebih efisien dalam penggunaan energi. Sebagai contoh: Penggunaan refrigeran yang lebih efektif: Refrigeran modern seperti HFC dan HFO dirancang untuk memaksimalkan penyerapan panas dalam jumlah kecil refrigeran. Desain heat exchanger: Desain modern memanfaatkan perpindahan panas yang optimal untuk mengurangi kehilangan energi. Koefisien Kinerja (COP), yang berasal dari prinsip termodinamika, digunakan untuk mengukur efisiensi sistem pendingin. COP yang lebih tinggi menunjukkan efisiensi yang lebih baik

KESIMPULAN

. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa prinsip dasar termodinamika memainkan peran penting dalam desain dan kinerja lemari es, termasuk pengoptimalan efisiensi melalui penggunaan refrigeran modern dan desain heat exchanger. Studi ini memberikan wawasan tentang pengaruh teknologi pendingin terhadap kehidupan sehari-hari dan peluang untuk meningkatkan efisiensi energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasmi, "Kalor dan Termodinamika," Diktat Kuliah Termodin., pp. 1–51, 2018.
- Y. Susanto, "Penerapan konsep termodinamika pada mesin pendingin (kulkas)," Tek. Ind. Univ. Negeri Singaperbangsa Karawang, pp. 1–22, 2016.
- R. C. Siagian, L. Alfari, A. Nurahman, and E. P. Sumarto, "Termodinamika Lubang Hitam: Hukum Pertama Dan Kedua Serta Persamaan Entropi," J. Kumparan Fis., vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.33369/jkf.6.1.1-10.
- I. Faozan, "Analisis Perbandingan Evaporator Kulkas Dengan Menggunakan Refrigeran R-22 dan R-134a," Tek. Mesin, vol. 04, no. 3, pp. 99–105, 2015.

- Dita Apriliyani, Hapyla Dharen, Binntang Akalla Junjuran, and Muhammad Aswaeni Muldea, "Analisis Bahan Material Komponen Dan Pemanfaatan Hukum Termodinamika Dalam Desain Kulkas Yang Ramah Lingkungan," J. Arjuna Publ. Ilmu Pendidikan, Bhs. dan Mat., vol. 2, no. 1, pp. 184–201, 2023, doi: 10.61132/arjuna.v2i1.487.
- Sudirman Lubis, Munawar Alfansyur Siregar, Wawan Septiawan Damanik, "Uji Eksperimental Kemampuan Lemari Pembeku Terhadap Beban Pendingin Menggunakan Energi Matahari " J. Media Mesin, Vol. 23 No. 1, pp. 52-57
- Yaspin Yolanda, " Pengembangan Modul Ajar Fisika Termodinamika Berbasis Kontekstual" J. Jendela Pendidikan. Volume 01 No. 03, pp. 80-95, 2021