

Temperature and Coefficient of Performance Test for Cooling Machine

A D Prayoga¹, A S Mukti¹, R F Aditama¹, R M Z H Putra¹, W A S Putra¹, R R Hidayat¹, M N Ardhan¹, M W Rosyadi¹, dan R D K Mahameru¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, 60294, Indonesia

*Corresponding e-mail: 20036010009@student.upnjatim.ac.id

Abstract. A cooling machine is a mechanism in the form of a cycle that takes energy (thermal) from a low temperature area and discharges it to a high temperature area (environment), so that the cooling load greatly influences the performance of the cooling machine. The greater the cooling load being cooled, the greater the cooling engine power will be required. Likewise, the smaller the cooling load, the smaller the cooling engine power required. The method used in this experiment is a quantitative method where we collect data and then process the data to get the Coefficient of Performance (COP) value. Based on the observations from the data collection results, it was found that in the 5th minute to the 30th minute there was a decrease in temperature, where the room temperature in the cooling machine was initially 24°C and the temperature decrease began to occur in the measurement at the 5th minute, amounting to 20.5°C, at the 10th minute it was 20.42°C, at the 15th minute it was 19.04°C, at the 20th minute it was 18.06°C, at the 25th minute it was 17.94°C, and at the 30th minute it was 17.82°C. From the actual COP data, in minutes 5 to 10 there was a decrease in temperature of 0.46%, where this percentage shows that there has not been a significant decrease in temperature, where a fairly high decrease occurred in the 15th to 20 minutes, where the percentages are consecutive. -also shows 7.95% and 5.64%. From the 25th to the 30th minute, the rate of decline began to remain constant again with a percentage of only 0.69%.

Keyword: COP, Cooling Box, Temperature.

1. Introduction

Pada perkembangan di jaman sekarang ini kemajuan teknologi berjalan dengan sangat cepat terutama pada alat elektronik, maka kulkas tersebut dikembangkan dengan dimensi ukuran yang dapat secara mudah dibawa kemana-mana (*portable*) agar kulkas mampu dibawa kemana saja dengan mudah

dan untuk memberikan inovasi bagi dunia modern sehingga penulis terinspirasi dengan pembuatan kulkas mini portable yang dapat dibawa kemana saja. Teknologi pendingin saat ini sangat mempengaruhi kehidupan dunia moderen, tidak hanya sebatas peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, tetapi juga menyentuh hal-hal penting yang menunjang kehidupan manusia.

Mesin pendingin adalah alat yang digunakan untuk menurunkan suhu suatu benda. Mesin pendingin konvensional umumnya menggunakan refrigerant, yaitu zat yang dapat mengalami perubahan fase dari cair ke gas dan sebaliknya. Proses perubahan fase ini disertai dengan penyerapan atau pelepasan kalor. Pada mesin pendingin konvensional, *refrigerant* dialirkan melalui sebuah kompresor yang berfungsi untuk menaikkan tekanan dan suhunya. *Refrigerant* yang bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi kemudian dialirkan ke kondensor. Di dalam kondensor, *refrigerant* melepaskan kalor ke lingkungan sehingga suhunya turun dan berubah fase menjadi cair. *Refrigerant* cair kemudian dialirkan ke evaporator. Di dalam evaporator, *refrigerant* menyerap kalor dari benda yang ingin didinginkan sehingga suhunya turun dan berubah fase menjadi gas. *Refrigerant* gas kemudian kembali ke kompresor dan prosesnya berulang.

Kulkas adalah salah satu fasilitas elektronik pendukung yang digunakan oleh sebagian keluarga dirumah, bahkan hingga pasar modern menggunakan fasilitas pendukung yang satu ini dikarenakan fungsinya yang sangat begitu dibutuhkan untuk menyimpan makanan atau minuman dalam kondisi suhu rendah yang terjaga dengan menurunkan suhu pada objek yang akan didinginkan, oleh karena itu kulkas sangat dibutuhkan sebagai salah satu penunjang hidup manusia untuk menyimpan makanan. Mengingat peranan mesin pendingin yang sangat penting di saat sekarang ini, maka penulis berkeinginan untuk merancang alat praktikum mesin pendingin dengan tujuan agar mahasiswa teknik mesin dapat mempelajari fenomena yang terjadi pada mesin pendingin.

2. Method

Praktikum kulkas mini dilakukan pada tanggal 4-11 Desember 2023 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Pada praktikum ini meliputi, pembuatan skema perancangan, perakitan, pengujian dan pengolahan data berdasarkan temperatur yang diperoleh.

2.1 Alat dan Bahan

Pengujian ini dapat dilakukan dengan beberapa alat dan bahan pendukung yang meliputi:



2.2 Skema Alat Uji

Skema alat uji berfungsi untuk memberikan kemudahan bagi praktikan sebagai penataan setiap tahap yang harus dilakukan sebelum pengerjaan alat aktual. Dalam sebuah rancangan atau pembuatan

Power dari PSU akan dialirkan menuju *device* sehingga kipas DC 12 V dapat bekerja untuk pengurai suhu tinggi dan menyebarkan suhu rendah. Peltier dihubungkan dengan adaptor 33Watt agar peltier mampu menghasilkan suhu rendah untuk kulkas *portable*. Suhu rendah yang dihasilkan oleh kulkas *portable* lalu diukur dengan termokopel yang dapat mem-visualkan besaran suhu menggunakan termodigital. Stopwatch digunakan sebagai penentu waktu pengambilan data selama 30 menit dengan selang waktu pengambilan data setiap 5 menit.

2.3 Langkah Kerja dan Proses Pengambilan Data

Pembuatan kulkas *portable* dapat dilalui dengan beberapa langkah kerja. pada percobaan ini, praktikan mencatat penurunan temperatur pada alat pendingin atau *thermoelectric* dengan menggunakan termokopel atau termo digital dengan tahap sebagai berikut:

- Langkah pertama, siapkan termokopel untuk mengukur suhu pada kulkas *portable*.
- Langkah kedua, letakkan kabel atau sensor suhu diatas alas penghantar alat pendingin atau dibeberapa titik yang sebisanya dapat mendeteksi suhu pada alat tersebut.
- Langkah ketiga, nyalakan kulkas *portable*.
- Langkah keempat, proses pendinginan ini dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* dalam waktu kelipatan 5 menit sampai batas akhir pada waktu 30 menit.
- Langkah kelima, catat setiap kelipatan waktu 5 menit dan foto hasil penurunan pada suhu kulkas *portable*.
- Langkah keenam, pada percobaan ini dilakukan pengujian sebanyak 5 kali percobaan dan mulai kembali dari 5 menit hingga 30 menit.

2.4 Diagram Alir

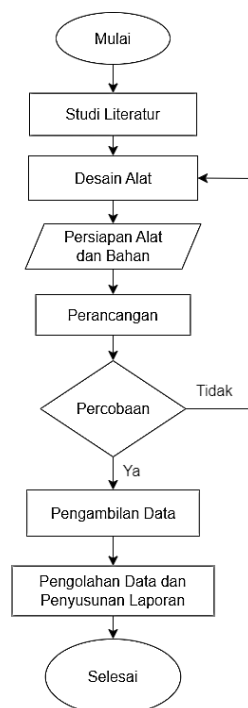


Figure 4. Diagram Alir

3. Results and Discussion

3.1 Hasil Percobaan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan pada cool box didapatkan hasil seperti berikut, dengan pengujian sebanyak lima kali percobaan dalam waktu 30 menit dengan pencatatan setiap 5 menit.

Table 1. Hasil Pengambilan Data

| Waktu (Menit) | T1 (°C) | T2 (°C) | T3 (°C) | T4 (°C) | T5 (°C) |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5 | 20,4 | 20,7 | 20,6 | 20,8 | 20,0 |
| 10 | 20,3 | 20,6 | 20,6 | 20,7 | 19,9 |
| 15 | 19,5 | 19,6 | 19,5 | 18,2 | 18,4 |
| 20 | 18,3 | 18,3 | 18,4 | 17,4 | 17,9 |
| 25 | 18,4 | 18,2 | 18,3 | 17,3 | 17,5 |
| 30 | 18,4 | 18,3 | 18,3 | 16,7 | 17,4 |

3.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang diperoleh, dilakukan pengolahan data untuk mencari rata – rata, efisiensi, dan COP temperatur setiap 5 menit dengan total waktu yang dibutuhkan selama 30 menit, yaitu pada menit ke -5, ke-10, ke-15, ke-20, ke-25, dan ke-30. Pengolahan data sebagai berikut:

Table 2. Temperatur Rata-rata

| Waktu (Menit) | T1 (°C) | T2 (°C) | T3 (°C) | T4 (°C) | T5 (°C) | Rata-Rata |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 5 | 20,4 | 20,7 | 20,6 | 20,8 | 20,0 | 20,5 |
| 10 | 20,3 | 20,6 | 20,6 | 20,7 | 19,9 | 20,42 |
| 15 | 19,5 | 19,6 | 19,5 | 18,2 | 18,4 | 19,04 |
| 20 | 18,3 | 18,3 | 18,4 | 17,4 | 17,9 | 18,06 |
| 25 | 18,4 | 18,2 | 18,3 | 17,3 | 17,5 | 17,94 |
| 30 | 18,4 | 18,3 | 18,3 | 16,7 | 17,4 | 17,82 |

Table 3. Data Hasil Perhitungan COP Maksimal

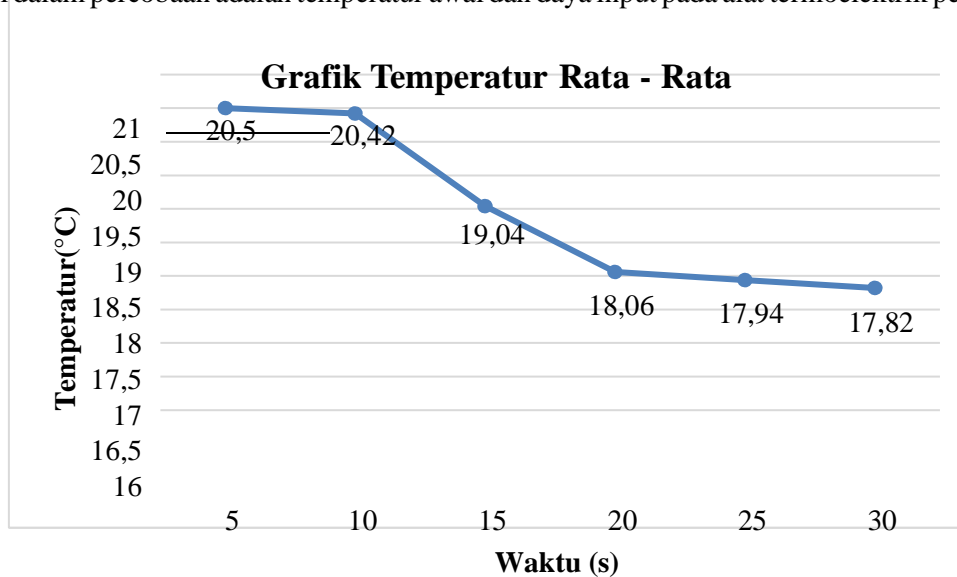
| Waktu (Menit) | T1(°C) | T2(°C) | T3(°C) | T4(°C) | T5(°C) | Rata-Rata | COP _{maks} |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------------------|
| 5 | 20,4 | 20,7 | 20,6 | 20,8 | 20 | 20,5 | 5,86 |
| 10 | 20,3 | 20,6 | 20,6 | 20,7 | 19,9 | 20,42 | 5,70 |
| 15 | 19,5 | 19,6 | 19,5 | 18,2 | 18,4 | 19,04 | 3,84 |
| 20 | 18,3 | 18,3 | 18,4 | 17,4 | 17,9 | 18,06 | 3,04 |
| 25 | 18,4 | 18,2 | 18,3 | 17,3 | 17,5 | 17,94 | 2,96 |
| 30 | 18,4 | 18,3 | 18,3 | 16,7 | 17,4 | 17,82 | 2,88 |

Table 4. Hasil Perhitungan COP Aktual

| Waktu (Menit) | m (kg) | Tc(°C) | Th(°C) | Cp (J/kg°C) | ΔT (°C) | QL (J) | P(W) | COP |
|---------------|--------|--------|--------|-------------|-----------------|--------|------|------|
| 5 | 0,0019 | 20,5 | 24 | 1000 | 3,50 | 6,65 | 33 | 0,20 |
| 10 | 0,0019 | 20,42 | 24 | 1000 | 3,58 | 6,80 | 33 | 0,21 |
| 15 | 0,0019 | 19,04 | 24 | 1000 | 4,96 | 9,42 | 33 | 0,29 |
| 20 | 0,0019 | 18,06 | 24 | 1000 | 5,94 | 11,29 | 33 | 0,34 |
| 25 | 0,0019 | 17,94 | 24 | 1000 | 6,06 | 11,51 | 33 | 0,35 |
| 30 | 0,0019 | 17,82 | 24 | 1000 | 6,18 | 11,74 | 33 | 0,36 |

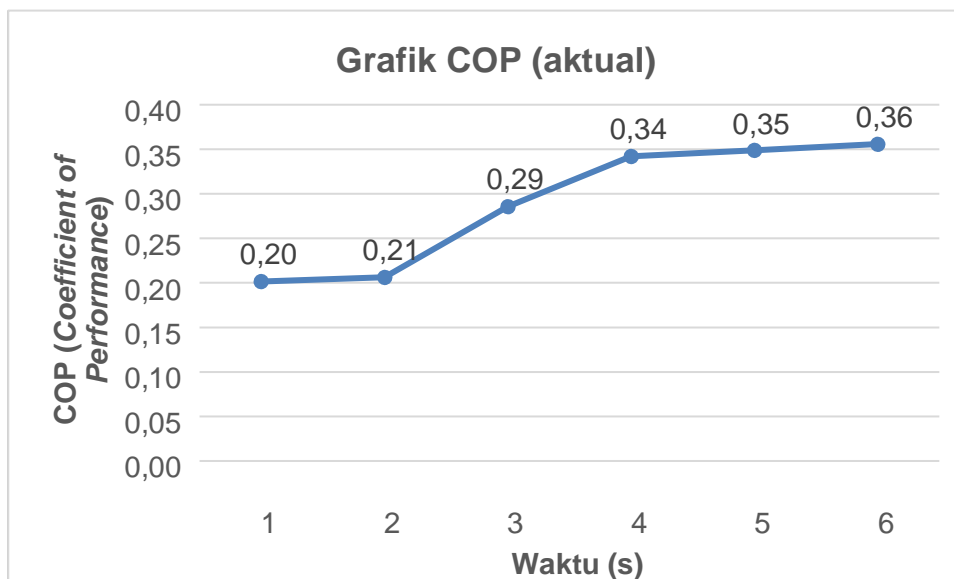
3.3 Grafik dan Pembahasan

Pada percobaan yang telah dilakukan, variable bebas yang ditentukan pada praktikum pendingin sederhana adalah waktu pengamatan selama 30 menit dengan pengambilan data setiap 5 menit. Sedangkan variable terikat pada data adalah temperatur rata-rata setiap 5 menit selama 30 menit, serta variable control dalam percobaan adalah temperatur awal dan daya input pada alat termoelektrik peltier.



Gambar 5. Grafik Penurunan temperatur

Didapatkan temperatur rata-rata pada menit ke-5 sebesar 20,5°C, pada menit ke-10 sebesar 20,42°C, pada menit ke-15 sebesar 19,04°C, pada menit ke-20 sebesar 18,06°C, pada menit ke-25 sebesar 17,94°C, dan pada menit ke-30 sebesar 17,82°C.



Gambar 6. Grafik Coefficient Of Performance Aktual

Berdasarkan perhitungan dari data COP_{aktual}, pada menit 5 sampai menit 10 terjadi penurunan temperatur sebesar 0,46% dimana persentase tersebut menunjukkan belum terjadinya penurunan suhu secara signifikan, dimana penurunan yang cukup tinggi terjadi pada menit ke-15 hingga menit ke-20 dimana persentase secara berturut-turut menunjukkan sebesar 7,95% dan 5,64%. Pada menit ke-25 sampai menit ke-30 kecepatan penurunan mulai konstan kembali dengan persentase anya sebesar 0,69%.

4. Conclusion

1. Pada pengamatan di hasil pengambilan data didapat data pada menit ke-5 hingga menit ke-30 mengalami penurunan temperatur dimana suhu ruangan pada mesin pendingin mula-mula 24°C dan penurunan suhu mulai terjadi pada pengukuran di menit ke-5 sebesar 20,5°C, pada menit ke-10 sebesar 20,42°C, pada menit ke-15 sebesar 19,04°C, pada menit ke-20 sebesar 18,06°C, pada menit ke-25 sebesar 17,94°C, dan pada menit ke-30 sebesar 17,82°C.
2. Dari data COP_{aktual}, pada menit 5 sampai menit 10 terjadi penurunan temperatur sebesar 0,46% dimana persentase tersebut menunjukkan belum terjadinya penurunan suhu secara signifikan, dimana penurunan yang cukup tinggi terjadi pada menit ke-15 hingga menit ke-20 dimana persentase secara berturut-turut menunjukkan sebesar 7,95% dan 5,64%. Pada menit ke-25 sampai menit ke-30 kecepatan penurunan mulai konstan kembali dengan persentase anya sebesar 0,69%.

References

- [1] Akbar, M., Rizal, T.A. and Syntia, R. (2021) 'Pengujiian Kinerja Pendinginan Thermo Electric Cooling (TEC) Menggunakan Heatsink Dengan Variasi Dimensi dan Jenis Material', *JURUTERA – Jurnal Umum Teknik Terapan*, 8(01), pp. 19–28. Available at: <https://doi.org/10.55377/jurutera.v8i01.3926>.
- [2] Almunir, M. (2023) 'Experimentation of Two Types of Thermoelectric Modules for Converting Thermal Energy to Electricity', *Manufaktur, Energi, Metrial Teknik*, 2, pp. 1–8.
- [3] Granet, I. and Bluestein, M. (2020) 'Gas Power Cycles', *Thermodynamics and Heat Power*, pp. 446– 495. Available at: <https://doi.org/10.1201/b17736-13>.
- [4] Mursadin, A. and Subagyo, R. (2016) 'Perpindahan Panas I Hmkk 453', *Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*, pp. 1–51.
- [5] Poetro, J.E. and Rahmat, M.B. (2012) 'Konservasi Energi Pada BTS (Base Transceiver Station) Menggunakan Sistem Pendingin Arus Searah (DC COOLAR)', *Jurnal Teknik Mesin*, (2), pp.82–98.
- [6] Purwanto, E. and Ridhuan, K. (2014) 'Pengaruh Jenis Refrigerant Dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin', *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(1) pp. 11–16. Available at: <https://doi.org/10.24127/trb.v3i1.19>.
- [7] Rafika, H., Mainil, R.I. and Aziz, A. (2017) 'Kaji Eksperimental Pembangkit Listrik Berbasis Thermoelectric Generator (Teg) Dengan Pendinginan Menggunakan Udara', *Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(1), pp. 7–11.