

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pendinginan terus mengalami kemajuan yang signifikan seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem pendingin yang efisien dan ramah lingkungan. Sistem pendingin konvensional yang menggunakan *refrigerant* sintetis dan kompresor mekanik telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, terutama terkait dengan penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Hal ini mendorong para peneliti untuk mengembangkan teknologi pendingin alternatif yang lebih berkelanjutan, salah satunya adalah sistem pendingin termoelektrik berbasis efek Peltier.

Sistem pendingin *Termoelektrik Cooler* (TEC) memberikan beberapa keunggulan dibandingkan sistem konvensional, antara lain tidak menggunakan *refrigerant* berbahaya, tidak memiliki bagian yang bergerak sehingga operasinya tidak menimbulkan kebisingan, serta memiliki ukuran yang kompak. Keunggulan-keunggulan ini membuat *Termoelektrik Cooler* (TEC) sangat potensial untuk diaplikasikan pada berbagai perangkat pendingin portabel, termasuk *coolbox*. *Coolbox* berbasis termoelektrik telah banyak digunakan untuk penyimpanan makanan, minuman, serta produk-produk medis yang memerlukan kondisi suhu stabil.

Namun demikian, implementasi teknologi termoelektrik masih menghadapi beberapa kendala teknis. Kapasitas pendinginan dan efisiensi energi sistem ini masih relatif rendah jika dibandingkan dengan sistem pendingin konvensional. Salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kinerja sistem pendingin termoelektrik adalah konfigurasi penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC). Variasi dalam penyusunan modul dapat mempengaruhi distribusi panas, laju perpindahan kalor, dan secara keseluruhan mempengaruhi efisiensi sistem pendingin.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji berbagai aspek sistem pendingin *Termoelektrik Cooler* (TEC). Menurut Munawir, dkk (2020) menunjukkan bahwa konfigurasi *multi-stage Termoelektrik Cooler* (TEC) mampu mencapai temperatur pendinginan yang lebih rendah ($10,4^{\circ}\text{C}$) dibandingkan konfigurasi *single-stage* ($16,2^{\circ}\text{C}$). Selain itu, nilai *Coefficient of Performance* (COP) pada sistem *multi-stage* juga lebih tinggi sebesar 54,5%. Temuan ini mengindikasikan bahwa konfigurasi modul memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja sistem pendingin.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Mirmanto, dkk (2022) mengungkapkan bahwa posisi penempatan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) juga memberikan dampak yang cukup besar terhadap efisiensi sistem. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penempatan modul pada sisi vertikal dinding *coolbox* menghasilkan *Coefficient of Performance* (COP) tertinggi dibandingkan dengan posisi-posisi lainnya. Temuan-temuan ini semakin memperkuat pentingnya kajian mendalam mengenai pengaruh konfigurasi modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) terhadap kinerja sistem pendingin.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian eksperimental mengenai pengaruh berbagai konfigurasi penyusunan modul termoelektrik terhadap kinerja sistem pendingin *coolbox*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pendingin yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta memberikan rekomendasi mengenai konfigurasi optimal untuk aplikasi *coolbox* termoelektrik. Oleh karena itu, penelitian ini diberi judul " Studi Eksperimen Bentuk Penyusunan *Termoelektrik Cooler* Terhadap Kinerja Yang di Hasilkan pada *Coolbox* ".

1.2 Identifikasi Masalah

Dilihat dari latar belakang yang ada pada sub bab sebelumnya, maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

- a. Sistem pendingin konvensional menggunakan *refrigerant* sintetis yang berdampak negatif terhadap lingkungan (penipisan ozon dan pemanasan global).
- b. Sistem pendingin *Termoelektrik Cooler* (TEC) memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan, tidak bising, dan kompak, tetapi kapasitas pendinginan dan efisiensi energinya masih rendah dibandingkan sistem konvensional.
- c. Konfigurasi penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) memengaruhi distribusi panas, laju perpindahan kalor, dan efisiensi sistem pendingin.
- d. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi *multi-stage* dan penempatan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) (misalnya di sisi vertikal) dapat meningkatkan kinerja pendinginan, tetapi belum ada kajian komprehensif mengenai bentuk penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) yang optimal untuk *coolbox*.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada pengujian pengaruh **bentuk penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC)** terhadap kinerja sistem pendingin *coolbox*. Variasi konfigurasi yang diteliti meliputi susunan *single-stage*, *multi-stage*, serta penempatan modul secara vertikal dan horizontal pada dinding *coolbox*. Parameter utama yang diukur adalah **temperatur pendinginan ($^{\circ}\text{C}$)**, ***Coefficient of Performance* (COP)**, dan **waktu pencapaian suhu stabil**. Eksperimen dilakukan pada sebuah *coolbox* dengan dimensi dan material tertentu, sementara faktor eksternal seperti suhu ruangan dan tegangan listrik *input* dijaga konstan untuk meminimalkan gangguan variabel lain. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi produksi atau analisis daur hidup (*life cycle assessment*) sistem pendingin *Termoelektrik Cooler* (TEC), melainkan berfokus pada optimasi kinerja termal berdasarkan konfigurasi modul.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah, rumusan masalah penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh bentuk penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) terhadap temperatur pendinginan yang dihasilkan pada *coolbox*?
- b. Bagaimana pengaruh bentuk penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) terhadap nilai *Coefficient of Performance* (COP) sistem pendingin?
- c. Konfigurasi penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) seperti apa yang menghasilkan kinerja terbaik untuk aplikasi *coolbox*?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menganalisis pengaruh berbagai bentuk penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) terhadap kinerja sistem pendingin *coolbox*.
- b. Menentukan konfigurasi penyusunan modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) yang optimal berdasarkan parameter temperatur pendinginan dan *Coefficient of Performance* (COP).
- c. Memberikan rekomendasi desain *coolbox* termoelektrik yang baik untuk sistem pendingin *coolbox*.

1.6 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Teoritis

Memberikan pemahaman lebih mendalam tentang pengaruh konfigurasi modul *Termoelektrik Cooler* (TEC) terhadap kinerja sistem pendingin. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait pengembangan pendingin *Termoelektrik Cooler* (TEC).

b. Manfaat Praktis

Memberikan solusi desain *coolbox Termoelektrik Cooler (TEC)* yang lebih efisien untuk penyimpanan makanan, minuman, atau produk medis. Mendukung penggunaan teknologi ramah lingkungan sebagai alternatif sistem pendingin konvensional.

