

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makanan dan minuman adalah satu dari kebutuhan pokok yang harus dipenuhi oleh manusia untuk melakukan kegiatan. Namun dalam penerapannya makanan dan minuman tidak bisa dibiarkan terus menerus di ruangan terbuka. dikarenakan adanya kontaminasi oleh bakteri pembusuk, apabila makanan dan minuman tidak bisa disimpan dengan baik dapat menyebabkan perubahan tekstur, aroma, dan rasa. Lemari es adalah salah satu penemuan penting yang dibuat oleh manusia, dengan menggunakan teknologi ini dapat memudahkan manusia untuk memperlambat proses pembusukan pada makanan.

Penggunaan sistem pendingin didominasi oleh tipe pendingin berkompresi uap. Menurut data dari Asosiasi Penyalur Refrigerant Ramah Lingkungan, terjadi peningkatan dalam penggunaan refrigerant dalam kulkas dengan prediksi 3.226 ton pada tahun 2010 dan mengalami kenaikan pada tahun 2015 sebanyak 49,8% menjadi 4819 ton (Maulana, 2010). Menurut Fauzan (2015) refrigerant memiliki kemampuan yang baik untuk pendinginan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan R-22 dan R-134A didapatkan bahwa temperatur pada evaporasi mencapai -5°C dan nilai COP sebesar 7,48.

Dalam penerapannya tipe pendingin dengan kompresi uap menggunakan zat *CFC*. Berdasarkan jurnal dari Etminan dkk. (2014) diperkirakan emisi yang ada di atmosfer *CFC* diperkirakan terdapat 4% dari emisi setara karbon dioksida di atmosfer dan penggunaan zat *CFC* memiliki efek samping, dikutip dari Krisnadwi (2015) apabila dalam sistemnya mengalami kebocoran berbahaya bagi lingkungan. Akibat yang dihasilkan dari lepasnya zat *CFC* adalah terjadinya perusakan ozon dan efek rumah kaca. Selain pengaruh terhadap lingkungan, gas *CFC* juga dapat berpengaruh terhadap kesehatan tubuh seperti batuk, demam, iritasi pada mata dan THT, hingga kematian (Kim, 2018). Sehingga dapat disimpulkan bahwa apabila dalam penerapan zat *CFC* ini mengalami kebocoran pada sistem maka dapat mengancam lingkungan dan kesehatan manusia.

Mengetahui dampak tersembunyi dari zat CFC ini beberapa penelitian untuk menggantikan zat CFC telah dilakukan, salah satunya adalah dengan menggunakan modul termoelektrik sebagai sistem pendingin alternatif. Seperti yang dilakukan oleh Delly dkk, (2016) tentang perancangan kotak pendingin portable dengan beban buah jeruk sebesar 150 gr. Didapatkan bahwa jumlah kalor yang diserap sebanyak 0,1524W dari total jumlah panas sebesar 3,165 W dan penurunan suhu dalam box mencapai 9°C. Kemudian Nulhakim (2017) melakukan unjuk kerja pendingin ruangan dengan menggunakan modul TEC (*Thermoelectric Cooler*) TEC1-12706 sebanyak dua buah diuji selama 30 menit dengan variasi tegangan 3-12 V dan variasi kecepatan udara 1-3m/s, didapatkan bahwa suhu terbaik yang didapat sebesar 20°C.

Lalu dengan proses pendinginan sisi panas termoelektrik dengan menggunakan air didapatkan data bahwa suhu terendah mencapai 26,48°C. (Permana, 2006). Dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sinaga (2016) dengan mendinginkan sisi panas menggunakan kipas didapatkan 13,8°C pada sisi dingin dan 42,5°C pada sisi panas. Namun perlu diperhatikan juga ΔT yang dimiliki oleh termoelektrik tersebut.

Desain dari kotak pendingin mengambil referensi dari penelitian Putra dkk, (2014) yakni dengan melakukan insulasi pada dinding kotak. Pada penelitian mereka memberikan ruangan antara dinding luar dan dalam yang kemudian diisi dengan freon diruangan antara dinding dalam dan luar. Didapatkan bahwa suhu terendah dapat mencapai -2°C dengan beban pendinginan berupa ikan 95 kg ikan, 60 kg es basah, dan 35 kg es kering selama 4445 menit.

Dinding utama menggunakan bahan jenis styrofoam yang memiliki konduktivitas termal yang rendah. Pada percobaan yang dilakukan oleh Wibowo (2008) dengan tiga perlakuan didapatkan rata – rata konduktivitas termal yang didapat sebesar 0,095 W/m°C. kemudian riset diperkuat oleh Hariady dkk (2014) yang melakukan kombinasi *Styrofoam* dengan bahan lainnya. Didapatkan kesimpulan bahwa komposisi styrofoam yang lebih banyak dari bahan lainnya memiliki konduktivitas termal rendah dengan nilai sebesar 0,598 W/m°C dibandingkan dengan komposisi styrofoam yang lebih sedikit dari bahan lainnya

yakni sebesar $0,673 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. styrofoam yang ditanam didalam beton yang diuji oleh Mahdi dkk (2019) menunjukkan bahwa volume komposisi styrofoam yang diberikan mempengaruhi nilai konduktivitas termal. Semakin besar volume yang diberikan semakin kecil nilai konduktivitas dari campuran beton, namun hal itu juga mempengaruhi kekuatan beton dalam menerima tekanan.

Dalam perancangan kotak pendingin digunakan kompartemen berbahan dasar aluminium untuk kompartemen meletakkan bahan uji. Aluminium dipilih karena memiliki konduktivitas termal yang tinggi sehingga memudahkan untuk mendinginkan ruangan kompartemen dan dinding air. Dikutip dari penelitian Kurniawati (1999) dengan perbandingan aluminium dengan beberapa jenis logam. Konduktivitas termal aluminium didapat sebesar $222,706 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ lebih besar dari jenis logam lainnya. Hal ini diperkuat oleh Suarsana dkk (2017) dengan percobaan dengan aluminium sebagai bahan utama dengan campuran Silica carbon dan Alumina partikel. Didapatkan bahwa konduktivitas termal dapat mencapai $455,111 \text{ k(W/m}^\circ\text{C)}$ dengan pengaruh dari komposisi dan perlakuan terhadap bahan utama. Campuran dari aluminium dapat meningkatkan nilai konduktivitas termal seperti yang dilakukan oleh Sheng dkk (2019) dengan bahan utama adalah Erythritol yang dibungkus dengan aluminium filler dapat menaikkan nilai konduktivitas termal menjadi $30\text{W/m}^{-1}\text{K}^{-1}$ dengan filler sebesar 42,2 vol%.

Maka inovasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan memanfaatkan sisi dingin dari termoelektrik cooler (peltier) tipe TEC1-12710 sebagai pengganti CFC untuk mendinginkan ruangan pendingin. Sisi panas yang terdapat pada peltier didinginkan oleh air secara terisolasi yang mengalami sirkulasi didalam kotak. Dilengkapi dengan kontroler untuk memudahkan dalam mengatur nilai tegangan yang masuk kedalam modul termoelektrik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan di latar belakang maka dapat dirumuskan bahwa:

1. Bagaimana cara merancang kotak pendingin yang portabel dan ramah lingkungan.

2. Bagaimana cara mengatasi masalah ruang, hilang panas, dan suplai daya yang dibutuhkan untuk kotak pendingin.
3. Bagaimana cara mengontrol dan memonitor performa pendingin.

1.3 Tujuan

Dalam perancangan alat untuk penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui desain alat kotak pendingin termoelektrik portabel.
2. Mengetahui pengaruh nilai tegangan terhadap temperatur kompartemen dan harga COP dari kotak pendingin.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Kotak pendingin dapat dimanfaatkan sebagai penyimpanan minuman.
2. Dapat diterapkan didalam *food truck* atau rumah makan karena membutuhkan ruangan yang lebih kecil.

1.5 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan dua buah peltier dengan tipe TEC1-12710 diparalel.
2. Penelitian ini hanya meneliti nilai tegangan beban modul, arus beban modul, daya beban modul, dan COP kotak pendingin.
3. Hanya dilakukan variasi nilai tegangan pada termoelektrik.
4. Air sebagai media pendingin sisi panas termoelektrik dan pengisolasi kalor.
5. Beban yang digunakan adalah air mineral.
6. Kotak pendingin menggunakan bahan *Styrofoam*.