

PEMANFAATAN PELTIER UNTUK COOLER BOX MINI

H.Munnik^[1], D.Yohannes^[2], Y.Bekti^[3]

Munnik.haryanti@gmail.com, dewantoyohanes@gmail.com,

yuliantibekti@gmail.com

Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

ABSTRAK

Mesin pendingin sudah menjadi kebutuhan sehari-hari, utamanya untuk menjaga bahan makanan (ikan, sayur dll) agar tetap terlihat segar. Perkembangan mesin-mesin pendingin yang ada pun semakin pesat sesuai kebutuhan, ada yang menggunakan gas hingga semi konduktor. Saat ini salah satu semi konduktor yang digunakan adalah termoelektrik, karena pada dua sisinya dapat menyebabkan efek panas dan dingin (efek peltier). Pemanfaatan peltier ini dapat membuat pendingin yang ramah lingkungan dan fleksible untuk dibawa kemana-mana. Rancangan cooling box ini mempunyai suhu terendah $6,5^{\circ}\text{C}$ selang waktu 15 menit tanpa media apapun. Uji coba dengan menggunakan air kemasan 300ml dapat mencapai suhu $9,5^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 30 menit di dalam cooling box.

Kata kunci : termoelektrik, cooling box, peltier.

BAB 1 PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan manusia semakin dipermudah dengan adanya peralatan menunjang, khususnya untuk kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah mesin pendingin. Mesin pendingin ini dewasa ini, semakin banyak dimanfaatkan sesuai dengan kemajuan teknologi dan taraf hidup. Umumnya penggunaan dari mesin pendingin ini adalah menyimpan bahan makanan dan minuman supaya tetap terjaga kesegarannya. Selain itu, tempat pemotongan hewan, ekspor bahan-bahan laut (ikan, udang dll) menggunakan mesin pendingin dengan ukuran yang cukup besar. Bahkan di industry makanan, kendaraan-kendaraan angkut (truk, mobil box) sudah dilengkapi dengan pendingin.

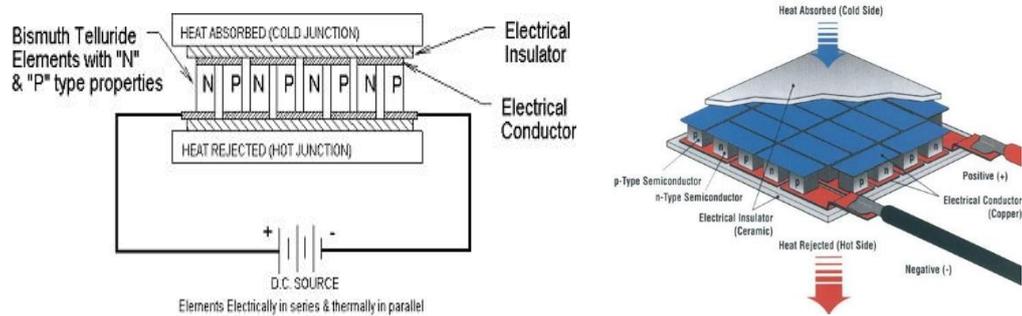
Agar terjadi proses pendinginan diperlukan suatu bahan *refrigerant* yang diproses oleh evaporator sebagai penyerap panas dan kondensor sebagai pembuang panas. Namun hal tersebut membutuhkan ruang dan tempat yang besar, serta daya listrik besar sebagai sumber tenaga. Selain itu bahan pendingin yang biasa disebut refrigerant, mempunyai efek yang kurang baik terhadap lingkungan apabila terlepas di udara bebas. Menurut penelitian Molina dan Rowland, mengenai refrigerant cair CFC dan HCF (Hidro Chloro Fluoro Carbon) memiliki zat-zat yang bersifat merusak lapisan ozon [1], sebagai gantinya disarankan HFC sebagai gantinya. Tetapi pada protocol Kyoto, 11 Desember 1997, refrigeran HFC termasuk zat yang dilarang peredarannya karena menyebabkan pemanasan global.

Salah satu pemecahan permasalahan bahan pendingin, diperlukan inovasi yang dapat mengatasi atau meminimalisasi dampak kurang baik tersebut, yaitu dengan menggunakan sebuah komponen elektronika yaitu Peltier. Peltier adalah semikonduktor Thermo-Elektrik, yang dibungkus oleh keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride. Sebuah Peltier terdiri dari komponen tipe P dan N, yang memiliki dua sisi dengan suhu yang berbeda jika di catu tegangan 12-15V dc dengan arus 5 – 7 Amper. Pada saat ini, peltier cukup populer digunakan untuk mendinginkan prosesor. Berdasarkan prinsip kerja dan bahan peltier tersebut, memiliki efek ramah lingkungan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

A. Thermoelektrik

Thermoelektrik adalah semikonduktor yang di bungkus keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride. Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek peltier, yaitu ketika arus DC dialirkan ke elemen peltier yang terdiri dari beberapa pasang sel semikonduktor tipe p (semikonduktor yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe n (semikonduktor dengan tingkat energi yang lebih tinggi), akan mengakibatkan salah satu sisi elemen peltier menjadi dingin (kalor diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (kalor dilepaskan). Hal yang menyebabkan sisi dingin elemen peltier menjadi dingin adalah mengalirnya elektron dari tingkat energi yang lebih rendah pada semikonduktor tipe p ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu semikonduktor tipe n.



(a) Modul Thermoelektrik

(b) Aliran Peltier

Gambar 2.1 Modul dan Aliran Peltier

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 (a) dan (b), penyerapan kalor dari lingkungan terjadi pada sisi dingin kemudian dibuang pada sisi panas dari modul peltier. Dengan demikian nilai kalor yang dilepaskan pada sisi panas sama dengan nilai kalor yang diserap ditambah dengan daya yang diberikan ke modul.

B. Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor adalah peristiwa terjadinya aliran kalor pada suatu zat akibat dari adanya perbedaan suhu. Proses perpindahan kalor terjadi dalam 3 cara, yaitu secara konduksi, konveksi dan radiasi. Perpindahan kalor yang terjadi pada kotak pendingin adalah dengan cara konduksi dan konveksi. Perpindahan kalor secara konduksi terjadi pada dinding ruang pendingin, sedangkan perpindahan kalor secara konveksi terjadi pada permukaan sirip (*heatsink*) dengan udara bebas. Proses perpindahan kalor secara konduksi atau hantaran pada suatu benda adalah proses perpindahan kalor tanpa diikuti oleh perpindahan molekul dari benda tersebut. Proses perpindahan kalor konduksi dapat juga dikatakan sebagai transfer energi dari sebuah benda yang memiliki energi yang lebih besar menuju ke benda lain yang memiliki energi yang lebih kecil. Persamaan yang digunakan untuk mengukur besarnya kalor yang dipindahkan dikenal dengan Hukum Fourier, yaitu :

$$q = -k \cdot A \frac{T_2 - T_1}{\Delta x} = k \cdot A \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = \frac{\Delta T}{R_t} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dan untuk mencari material padat digunakan:

$$R_t = \frac{\Delta x}{k \cdot A} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- q = laju aliran kalor (watt)
- k = konduktivitas thermal (W/m.C)
- A = luas permukaan tegak lurus laju aliran kalor (m^2)
- Δx = tebal benda (m)
- T_1 = temperatur permukaan 1 (C)
- T_2 = temperatur permukaan 2 (C)
- Rt = tahanan termal (C/W)

C. Daya

Daya atau Tenaga adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dinyatakan dalam satuan Nm/s, watt, atau HP. Daya dapat juga didefinisikan sebagai usaha atau energi yang dilakukan per satuan waktu. Untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = IV \dots\dots\dots (2.3)$$

$$P = W/T \dots\dots\dots (2.4)$$

$$Q = I/T \dots\dots\dots (2.5)$$

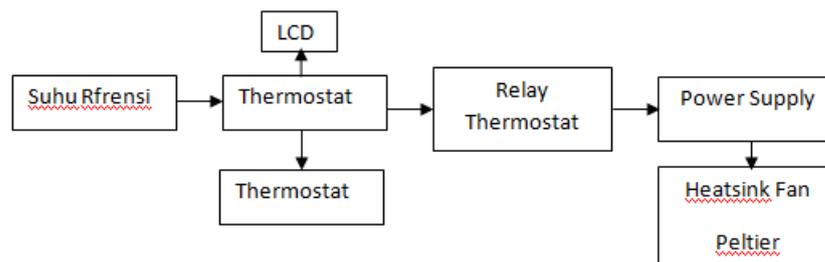
Dimana :

- P = Daya (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Kuat Arus (Ampere)
- Q = Muatan Listrik (coloumb)
- T = Waktu (detik)

- W = Energi (Joule)

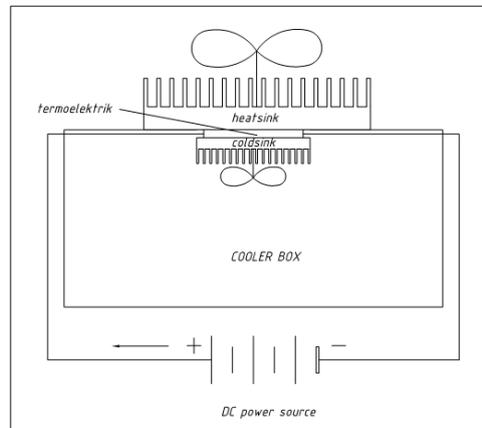
BAB 3 METODE

Perancangan kotak pendingin ini dilakukan dengan mempertimbangkan sifat material, kemudahan dalam mencari komponen komponen yang dibutuhkan serta kelayakan dalam proses produksi. Gambar dibawah ini merupakan blok rancangan alat yang akan di buat.



Gambar 3.1 Blok Rancangan Alat

Pada gambar 3.1 diatas, suhu referensi awal di dalam box pendingin menjadi masukan, kemudian thermostat sebagai on-of dalam system untuk mendinginkan suhu di dalam box pendingin (cooling box) hingga suhu yang di inginkan. Gambar 3.2 di bawah ini merupakan skema desain cooling box yang di buat.



Gambar 3.2 Skema Desain

Setelah perancangan alat selesai, maka langkah berikutnya adalah merealisasikan rancangan tersebut. Alat yang akan dibuat adalah 1 (satu) buah kotak pendingin dan 1 buah rangkaian sistem pendingin. keseluruhan komponen pada 3.1 dirangkai sedemikian rupa sesuai dengan diagram yang telah dibuat. Gambar 3.3 berikut adalah hasil *cooler box* yang telah selesai dibuat.



Gambar 3.3 Cooling Box Mini

Sebagai sumber daya dari kotak pendingin digunakan *power supply* yang memiliki output tegangan yaitu 12-15 VDC dan output arus max 15 Ampere sesuai dengan spesifikasi 2 buah termoelektrik yang dirangkai seri.

BAB 4 PENGUJIAN

Hasil penelitian kotak pendingin ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan dalam membaca dan menganalisa. Secara berurutan, data hasil penelitian

untuk kotak pendingin tanpa dan dengan beban botol berisi 300 ml air, 600 ml air dan 900 ml air.

Table 4.1 Pengujian Cooling Box tanpa beban

No	Waktu t (Menit)	Suhu Ruang Cooler Box (°C)
1	0	28.4
2	5	14.6
3	10	8.7
4	15	6.5
5	20	5.3
6	25	4.5
7	30	4.4

Table diatas menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan suhu dalam cooling box dari suhu 28⁰C adalah sekitar 30 menit dengan suhu yang dihasilkan 4.4⁰C.

Table 4.2 Pengujian Cooling Box dengan beban 1 buah air mineral 300 ml

Waktu t (Menit)	Suhu Ruang Cooler Box (°C)
0	27.1
5	12.7
10	10.7
15	10
20	9.6
25	9.5
30	9.2

Table 4.2 diatas menunjukan suhu 9.2⁰C untuk mendinginkan 2 buah air mineral 300 ml dengan waktu yang sama yakni 30 menit

Table 4.3 Pengujian Cooling Box dengan beban 2 buah air mineral 300 ml

Waktu t (Menit)	Suhu Ruang Cooler Box (°C)
0	27.5
5	17.1
10	14.4
15	13.2
20	12.6
25	12.1
30	11.7

Table 4.3 diatas menunjukan suhu 11.7⁰C untuk mendinginkan 2 buah air mineral 300 ml dengan waktu yang sama yakni 30 menit

Table 4.4 Pengujian Cooling Box dengan beban 3 buah air mineral 300ml

Waktu t (Menit)	Suhu Ruang Cooler Box (°C)
0	24.1
5	15.5
10	13.9
15	13.5
20	13
25	12.8
30	12.7

Table 4.4 diatas menunjukkan suhu 12.7⁰C untuk mendinginkan 3 buah air mineral 300 ml dengan waktu yang sama yakni 30 menit. Dibutuhkan waktu lebih banyak lagi, jika suhu yang diharapkan dibawah 5⁰C.

BAB 5 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian-pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Suhu terendah kotak pendingin tanpa beban yang dapat diturunkan selama 15 menit adalah 6,5⁰C dengan penggunaan energy sebesar 2,8 Wh.
2. Nilai temperatur suhu ruang kotak pendingin terendah dari waktu ke waktu dengan beban air 300 ml selama 30 menit yaitu 9,5⁰C dan membutuhkan lebih dari 30 menit untuk mendinginkan 3 buah air mineral 300 ml hingga ke suhu dibawah 5⁰C.
3. Penggunaan energi dalam sistem yang dibutuhkan untuk mendinginkan suhu kotak pendingin dengan beban botol berisi 300 ml air yaitu 65,3mW/min.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Molina, M. J., & Rowland, F. S. (1974). Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature*, 249(5460), 810-812.
- [2] Apolo ST, Meng. Muh.Yusuf Yunus, ST,MT “Rancang Bangun Mesin
- [3] Haryanti, Munnik, and Bektu Yulianti. "Cooling System Design Based on Thermoelectric Using Fan Motor on-off Control." *2018 5th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*. IEEE, 2018.
- [4] Amrullah, “Rancang Bangun Coolerbox berbasis thermoelektrik dengan variasi heatsink”, Jurnal Teknologi Terpadu April 2021
- [5] Azidjal Aziz,”Aplikasi Modul Pendingin thermoelektrik sebagai media pendingin minuman”. Research gate April 2015

