

PENGUJIAN MESIN PENDINGIN MINUMAN *PORTABLE* KAPASITAS 4,7 LITER DENGAN MODUL TERMOELEKTRIK MENGGUNAKAN ALUMINIUM DAN TANPA ALUMINIUM

Renhard Niptro G¹, Rahmat Iman Mainil², Azridjal Aziz³
Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
¹gultomrenhard@gmail.com, ²rahmat.iman@gmail.com, ³azridjal@yahoo.com

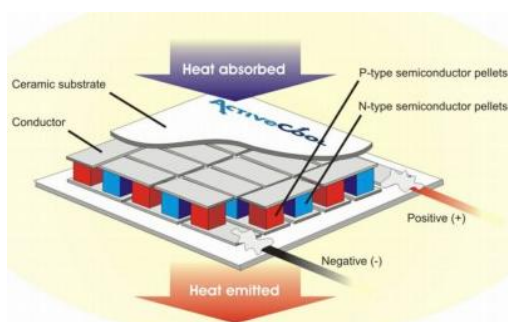
ABSTRACT

Thermoelectric cooling is a heat pump equipment based works on peltier effect. When electric current was applied, the heat absorption occurs at the junction of the two metals and heatloss in another connection. The Benefits of using thermoelectrics could be applied via a portable beverage cooler. Therefore, the portable beverage cooler test using 1 peltier element TEC1-12706 type with capacity of cooler box is 4,7 liter. Cooler box dimensions are length 24,7 cm, width 18,5 cm and height 18,5 cm. The data capture in this study are cooling chamber temperature, heat sink temperature, ambient temperature, the temperature of the inner wall and outer wall. The results show that steady temperature conditions are using of aluminum without cooling load 21°C after 45 minutes and a load of six beverage cans (1980 ml) 27,8°C after 50 minutes. Whereas a portable beverage cooler isn't using of aluminum without cooling load 24,6°C after 50 minutes and a load of six beverage cans (1980 ml) 27,7°C after 35 minutes. A portable beverage cooler is using aluminum has a better performance than a portable beverage cooler isn't using aluminum. The greater cooling load then be longer performance of steady temperature. Whereas not the use of aluminum inversely.

Keywords: Thermoelectric, Cooling Loads, Steady, Aluminium

1. Pendahuluan

Pendingin termoelektrik atau disebut juga pendingin *peltier* adalah komponen listrik semi-konduktor yang berfungsi sebagai pompa kalor. Dengan menggunakan arus tegangan rendah (DC) sebagai sumber untuk modul pendingin termoelektrik, yang menyebabkan panas akan berpindah melalui modul dari satu sisi ke sisi lain sehingga terbentuk sisi panas dan sisi dingin (Gambar 1) [1].



Gambar 1. Diagram Skematik Sebuah Modul Termoelektrik dengan Proses Penyerapan dan Pelepasan Kalor oleh Elemen *Peltier* [2]

Onoroh Francis, dkk telah melakukan evaluasi kinerja kulkas termoelektrik menggunakan simulasi Matlab dengan mempertahankan temperatur hingga 4°C dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa COP merupakan kriteria kinerja untuk efisiensi maksimum dari perbedaan temperatur agar seminimum mungkin [3].

Umboh, dkk melakukan perancangan alat pendingin *portable* yang menyatakan bahwa suhu minimum yang dapat dicapai sistem pendingin bergantung pada beban yang diberikan, dimana saat beban kosong, air bermassa 100 gr, 200 gr, dan 500 gr temperatur minimum yang mampu dicapai yaitu 19°C, 22°C, 23°C, dan 23°C selama 60 menit [4].

Pengujian modul termoelektrik sebagai pendingin minuman telah dilakukan oleh Akmal, 2014. Pada penelitian tersebut menganalisis performansi *thermoelectric cooling box portable* menggunakan elemen *peltier* dengan susunan *cascade* yang menyatakan bahwa adanya beberapa parameter yang mempengaruhi pendinginan yaitu jumlah *cascade* yang aktif dan besarnya input daya yang digunakan. Dimana 1 *cascade* aktif dicapai 26,38°C, 2 *cascade* aktif dicapai 23,44°C, 3 *cascade* aktif dicapai 19,77°C. Pada input daya 50,5 Watt, 72,72 Watt dan 113,64 Watt yaitu mencapai temperatur pendinginan 19,98°C, 19,77°C, dan 18,52°C selama 120 menit [5].

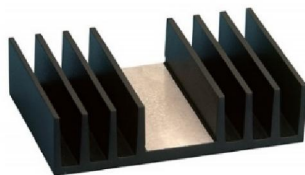
Selain itu Muhidin, 2015, dengan menambahkan fitur *green cool-hot box* pada sekuter listrik tipe Super E-Bike Model ES-009 berbasis termoelektrik yang menyatakan bahwa pendinginan mampu dicapai menggunakan *power supply* 12V 5A dan daya 60 Watt dengan 1 elemen *peltier* tanpa beban, beban 240 ml, beban 480, beban 720 ml dan beban 960 ml masing-masing 14,5°C, 15,2°C, 17,1°C, 20,5°C dan 20,6°C selama 60 menit. Sedangkan pendinginan yang mampu dicapai menggunakan baterai tanpa beban, beban 240 ml, beban 480, beban 720 ml dan beban 960 ml masing-

masing yaitu 13,8°C, 15,5°C, 17,5°C, 18,9°C dan 19,3°C selama 60 menit [6].

Pengujian ini dilakukan menggunakan *box* aluminium dan tanpa *box* aluminium dengan 1 elemen *peltier* aktif. Variasi beban yang dilakukan yaitu tanpa beban pendingin dan beban maksimum (1980 ml) berupa 6 minuman kaleng.

1.2 Heatsink

Heatsink (Gambar 2) adalah logam dengan desain khusus yang terbuat dari aluminium atau tembaga (bisa merupakan kombinasi kedua material tersebut). *Heatsink* umumnya digunakan untuk meningkatkan transfer panas dengan cara memperluas permukaan konveksi. Semakin besar luas permukaan semakin besar perpindahan panas konveksi karena bidang sentuh semakin besar. *Heatsink* sangat mempengaruhi kinerja dari sistem termoelektrik. Semakin baik *heatsink* melepaskan kalor maka semakin baik kinerja dari sistem termoelektrik tersebut.[7]



Gambar 2. *Heatsink* [8]

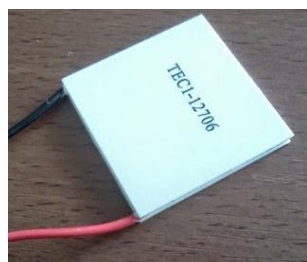
2. Metode

Dalam pengujian pendingin minuman *portable* kapasitas 4,7 liter *box* pendingin yang digunakan memiliki panjang 24,7 cm, lebar 18,5 cm dan tinggi 18,5 cm (Gambar 3).



Gambar 3. *Cooling Box Portable*

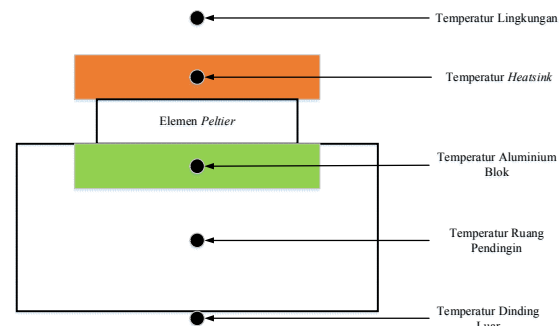
Modul termoelektrik yang digunakan TEC1-12706 (Gambar 4) dengan dimensi 40 mm x 40 mm x 3,9 mm. $I_{\max}$ 6,4 A, $V_{\max}$ 14,4V, $R = 1,98$ ohm sebanyak 3 buah, fan tipe B/E dengan ukuran 90 mm x 90 mm x 25 mm [9], dengan arus yang digunakan adalah arus DC yaitu dengan kapasitas 12 volt, dan 0,15 Ampere.



Gambar 4. Termoelektrik Tipe TEC1-12706 [10]

1.2 Metode Pengambilan Data

Pengujian yang dilakukan pada pendingin minuman *portable* kapasitas 4,7 liter. Pengambilan data berupa temperatur pada berbagai titik seperti Gambar 5 temperatur dicatat dengan interval 5 menit hingga temperatur ruang pendingin *steady*.



Gambar 5. Titik Pengambilan Temperatur

Pengujian pertama dilakukan pengukuran temperatur lingkungan, temperatur *heatsink*, temperatur aluminium blok, temperatur ruangan pendingin dan temperatur dinding luar pada kondisi tidak diaktifkan dengan menggunakan *box* aluminium.

Pengujian kedua pendingin minuman *portable* diaktifkan tanpa beban pendingin (Gambar 6a). Kemudian dilakukan pengukuran temperatur lingkungan, temperatur *heatsink*, temperatur aluminium blok, temperatur ruangan pendingin dan temperatur dinding luar pada kondisi diaktifkan sebagai pendingin.



(a) (b)
Gambar 6. Tanpa Beban Pendingin dan Beban Maksimum (1980 ml)

Pada Pengujian ketiga dilakukan pemberian beban pendingin maksimum (Gambar 6b), berupa minuman kaleng sebanyak 6 buah (1980 ml). Kemudian dilakukan pengukuran temperatur lingkungan, temperatur *heatsink*, temperatur aluminium blok, temperatur ruangan pendingin dan temperatur dinding luar pada kondisi diaktifkan sebagai pendingin.

Pengujian keempat dilakukan tanpa *box* aluminium dengan menggunakan pendingin maksimum (1980 ml) dan tanpa beban pendingin.

Data yang dihasilkan dari pengujian, disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian

dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai COP dan dianalisa.

3. Hasil dan Pembahasan

Peformansi pendingin minuman *portable* dipengaruhi beberapa parameter berdasarkan dari prinsip termoelektrik. Nilai koefisien *seebeck* (α) diperoleh dari persamaan 1 sebesar 0,050774V/K.

$$\alpha = \frac{V_m}{T_h} \quad (1)$$

Dimana: α = *seebeck* (V/K)
 V_m = Tegangan Maksimum (V)
 T_h = Temperatur Heatsink (°C)

Nilai konduktivitas termal modul elemen *peltier* (K_t) dapat dihitung dari persamaan 2 sebesar 0,1391 W/K.

$$K_t = \frac{V_m \cdot I_m \cdot (T_h - \Delta T)}{2T_h \cdot \Delta T} \quad (2)$$

Dimana: K_t = Konduktivitas Termal Modul Elemen *Peltier* (W/K)
 I_m = Arus Maksimum (A)
 ΔT = Perbedaan Temperatur (°C)

Persamaan 3 dan 4 adalah perhitungan kalor yang diserap (Q_c) dan kalor yang dilepas ke lingkungan (Q_h).

$$Q_c = \alpha \cdot I \cdot T_c - \frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot R - K_t \cdot (T_h - T_c) \quad (3)$$

$$Q_h = \alpha \cdot I \cdot T_h + \frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot R - K_t \cdot (T_h - T_c) \quad (4)$$

Dimana: Q_c = Jumlah Kalor yang Diserap (Watt)
 Q_h = Jumlah Kalor yang Dilepas Kelingkungan(Watt)
 R = Tahanan Termal Termoelektrik (Ω)

Sedangkan untuk menghitung nilai *Coefficient of Performance* (COP) dapat diperoleh dari persamaan 5.

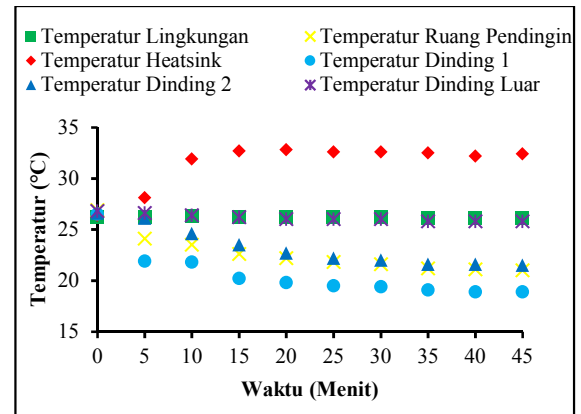
$$COP = \frac{Q_c}{P_m} = \frac{Q_c}{Q_h - Q_c} \quad (5)$$

Dimana: COP = *Coefficient of Performance*
 P_{in} = Daya (Watt)

3.1 Pengujian Menggunakan Box Aluminium

1. Pengujian Tanpa Beban Pendingin

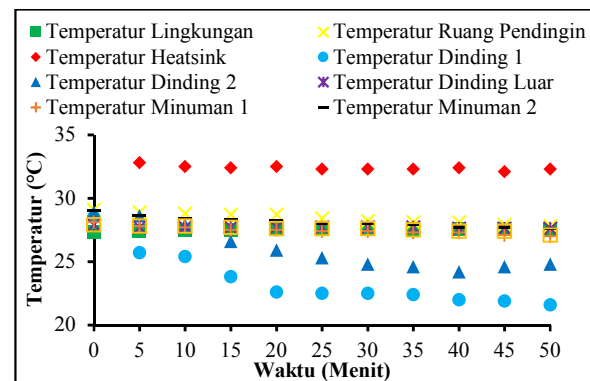
Gambar 7 hasil pengujian 1 elemen *peltier* aktif tanpa beban pendingin menggunakan *box* aluminium. Temperatur ruang pendingin yang mampu dicapai hingga temperatur ruang pendingin *steady* adalah 21°C selama 45 menit. Temperatur pada *heatsink* 32,4°C, temperatur dinding 1 (aluminium blok) 18,9°C, temperatur dinding 2 (isolasi) 21,5°C, temperatur dinding luar 25,8°C dan rata-rata temperatur lingkungan 26,2°C.



Gambar 7. Temperatur 1 Elemen *Peltier* Aktif tanpa Beban Menggunakan *Box* Aluminium

2. Pengujian Menggunakan Beban Pendingin 6 Minuman Kaleng (1980 ml)

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian 1 elemen *peltier* menggunakan beban pendingin 6 minuman kaleng (1980 ml). Temperatur ruang pendingin yang mampu dicapai hingga temperatur ruang pendingin *steady* adalah 27,8°C selama 50 menit. Temperatur pada *heatsink* 32,3°C, temperatur dinding 1 (aluminium blok) 21,6°C, temperatur dinding 2 (isolasi) 24,8°C, temperatur dinding luar 27,6°C dan rata-rata temperatur lingkungan 27,5°C sedangkan temperatur minuman 1 adalah 27°C, temperatur minuman 2 adalah 27,6°C dan temperatur minuman 3 adalah 27,1°C.

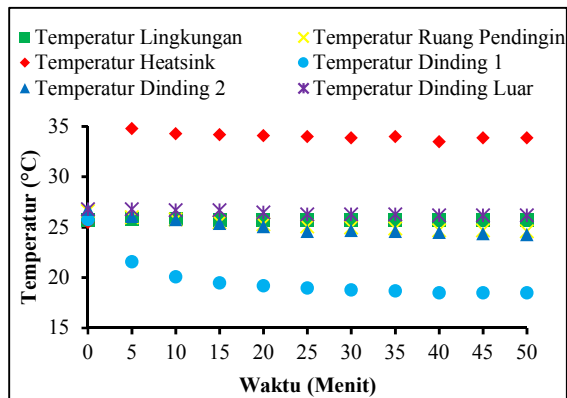


Gambar 8. Temperatur 1 Elemen *Peltier* Aktif dengan Beban 6 Minuman Kaleng (1980 ml) Menggunakan *Box* Aluminium

3.2 Pengujian Tanpa Menggunakan Box Aluminium

1. Pengujian Tanpa Beban Pendingin

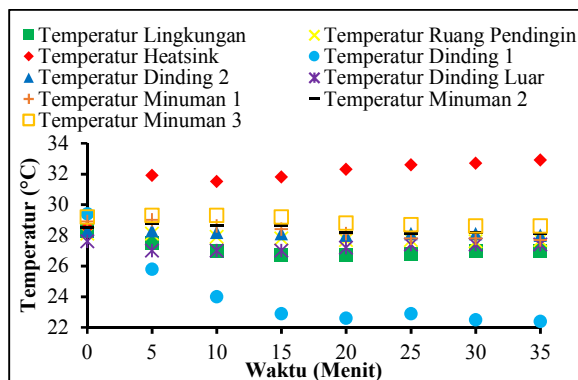
Hasil pengujian proses pendinginan tanpa *box* aluminium menggunakan 1 elemen *peltier* tanpa beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 9. Temperatur ruang pendingin yang mampu dicapai hingga temperatur ruang pendingin *steady* adalah 24,6°C selama 50 menit. Temperatur pada *heatsink* 33,9°C, temperatur dinding 1 (aluminium blok) 18,5°C, temperatur dinding 2 (isolasi) 24,3°C, temperatur dinding luar 26,2°C dan rata-rata temperatur lingkungan 25,7°C.



Gambar 9. Temperatur 1 Elemen *Peltier* Aktif tanpa Beban dan tanpa Box Aluminium

2. Pengujian Menggunakan Beban Maksimum 6 Minuman Kaleng (1980 ml)

Gambar 10 merupakan hasil pengujian 1 elemen *peltier* tanpa *box* aluminium menggunakan beban maksimum 6 minuman kaleng (1980 ml). Temperatur ruang pendingin yang mampu dicapai hingga temperatur ruang pendingin *steady* adalah 27,7°C selama 35 menit. Dimana temperatur pada *heatsink* 32,9°C, temperatur dinding 1 (aluminium blok) 22,4°C, temperatur dinding 2 (isolasi) 28°C, temperatur dinding luar 27,4°C dan rata-rata temperatur lingkungan 27,1°C sedangkan temperatur minuman 1 adalah 27,7°C, temperatur minuman 2 adalah 28,1°C dan temperatur minuman 3 adalah 28,6°C.



Gambar 10. Temperatur 1 Elemen *Peltier* Aktif dengan Beban Maksimum (1980 ml) tanpa Box Aluminium

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan:

1. Pendingin minuman *portable* menggunakan aluminium memiliki kinerja yang lebih baik daripada pendingin minuman *portable* tanpa menggunakan aluminium.
2. Pendingin minuman *portable* menggunakan aluminium dengan beban 6 minuman kaleng (1980ml) mencapai temperatur *steady* 27,8°C

setelah 50 menit. Sedangkan pendingin minuman *portable* tanpa menggunakan aluminium dengan beban 6 minuman kaleng (1980 ml) mencapai temperatur *steady* 27,7°C setelah 35 menit.

3. Semakin besar beban pendingin maka semakin lama capaian temperatur *steady*nya. Sedangkan tanpa menggunakan aluminium berbanding terbalik.

Daftar Pustaka

- [1] Godfrey, s., "An Introduction to Thermoelectric Cooler" Electronics Cooling, Vol.2, No.3. Pp.30-33, 1996.
- [2] <http://www.activecool.com/technotes/thermoelectric.html> (Diakses 10 Juni 2016)
- [3] Francis, Onoroh, Chukuneke Jeremiah Lekwuwa, dan Itoje Harrison John. *Performance Evaluation of a Thermoelectric Refrigerator*. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 2, Issue 7, January 2013, ISSN: 2277-3754 ISO 9001:2008.
- [4] Umboh, R, Wuwung, J.O, Allo, Kendek .E, dan Narasiang, B.S. Perancangan Alat Pendinginan *Portable* Menggunakan Elemen *Peltier*. Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115.
- [5] Akmal M. 2014. Analisis Performansi *Thermoelectric Cooling Box Portable* Menggunakan Elemen *Peltier* Dengan Susuna *Cascade*. Skripsi. Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Riau.
- [6] Muhidin, Muhammad Amuh. 2015. Penambahan Fitur *Green Cool-Hot Box* Pada Sekuter listrik Tipe Super E-Bike Model ES-009 Berbasis Termoelektrik. Skripsi. Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Riau.
- [7] https://id.wikipedia.org/wiki/Pendinginan_komputer (Diakses 15 Juni 2016)
- [8] <http://www.conradheatsinks.com/products/> (Diakses 22 Juni 2016)
- [9] <http://www.hebeiltd.com.cn> (Diakses 25 Maret 2016)
- [10] <http://catatan-teknik.blogspot.co.id/> (Diakses 18 Juni 2016)