

# PENGARUH JUMLAH CASCADE DAN INPUT DAYA TERHADAP TEMPERATUR THERMOELECTRIC COOLING BOX PORTABLE

M.Akmal<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</sup>

Laboratorium Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpangbaru, Pekanbaru 28293

<sup>1</sup>miowf09@yahoo.com, <sup>2</sup>azridjal.aziz@gmail.com

## Abstract

Thermoelectric cooling is heat pump based on peltier effect. The peltier effect occurs when two metals or semi-conductors of different materials are connected and energized that there will be a difference in temperature. This research is to know distribution of temperature on coldsink, heatsink and box. The experiment measuring temperature on 4 point with variation number of active cascade and input power on thermoelectric cooling box portable. It begin with 1 cascade, 2 cascade, and 3 cascade active, then variation input power with 50,5W, 72,72W and 113,64W. The results shows more and more number of active cascade activated, and increasing input power, temperature will colder.

Keywords : Thermoelectric, Cascade, Input Power, Temperature

## 1. Pendahuluan

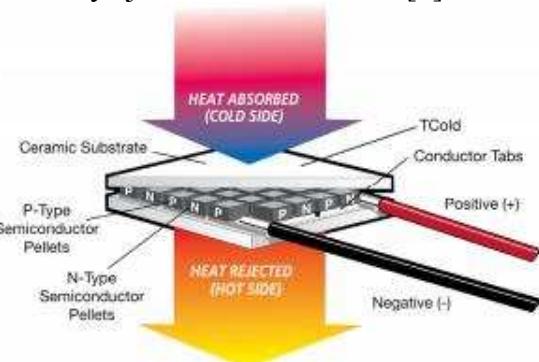
Penggunaan refrigeran terutama yang mengandung Klor (Cl) seperti Freon atau CFC, ternyata tidak ramah lingkungan. Zat-zat tadi selain dapat merusak lapisan ozon di atmosfer bumi, juga berdampak terhadap pemanasan global [1].

Pada tahun 2010, Suwit Jugsujind, Athorn Vora-ud, dan Tosawat Seetawan melakukan pengujian performansi modul pendingin dengan memvariasikan daya input. Temperatur pada sisi dingin modul pendingin menurun dari 30°C ke -4.2°C dalam jangka waktu 1 jam dan terus menurun hingga -7.4 °C untuk 24 jam dan 50°C sisi panas pada modul pendingin. Koefisien performansi juga semakin menurun sejalan dengan temperatur pada sisi dingin yang juga menurun [4].

## 2. Tinjauan Pustaka

Prinsip kerja termoelektrik adalah berdasarkan efek peltier (gambar 1), yaitu ketika arus DC dialirkan ke elemen peltier yang terdiri dari beberapa pasang

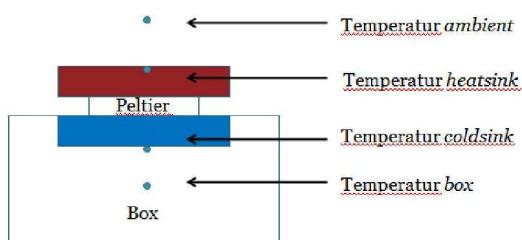
semikonduktor tipe P (yaitu semikonduktor yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe N (yaitu semikonduktor dengan tingkat energi yang lebih tinggi) akan menyebabkan salah satu sisi elemen peltier menjadi dingin (kalor diserap) dan sisi lain menjadi panas (kalor dilepas) dan sebaliknya jika arah arus dibalik [2]



Gambar 1. Prinsip Kerja Termoelektrik[3]

## 3. Metode

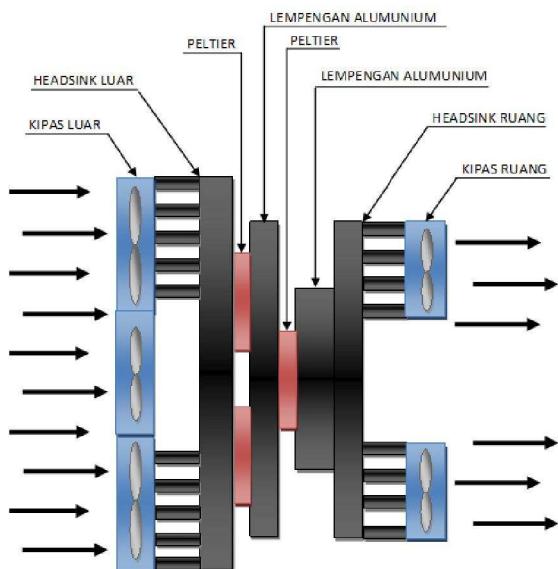
Pengujian dilakukan dengan mengukur temperatur pada *cold sink* ( $T_c$ ), *heatsink* ( $T_h$ ), *box*, dan *ambient* setiap 10 menit selama 2 jam (gambar2).



Gambar 2. Titik Pengambilan Temperatur

Temperatur kemudian dituangkan kedalam tabel dan grafik. Modul pendingin untuk 1 *cascade* dirangkai secara seri dan secara pararel untuk rangkaian ketiga *cascade*-nya.

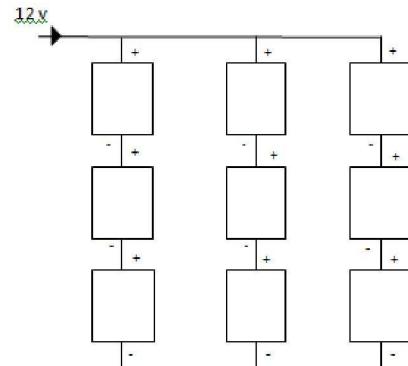
Pengujian variasi daya dilakukan menggunakan regulator DC dengan cara memvariasikan tegangan yang masuk ke modul pendingin. Dimana pengujian dilakukan dengan tegangan 10V, 12V dan 15V. Dengan tahanan yang sama maka dapat dihitung nilai arus yang mengalir kemudian dihitung nilai daya pada *thermoelectric cooling box portable*.



Gambar 3. Skema Instalasi Termoelektrik

Pada *thermoelectric cooling box portable* ini memiliki komponen utama yaitu *heatsink* dan *coldsink* 1 buah. Fan 5 buah ( 3 buah 0,23A dan 2 buah 0,15A) seperti terlihat di gambar 3. Pada *thermoelectric cooling box portable* ini bersumber daya oleh aki 2 buah yang dipararelkan dimana

bertegangan 12V dengan arus 14,4AH. Berdasarkan rangkaian modul pendingin yang disusun seri pararel ( gambar 4), maka untuk satu buah modul pendingin mengalir tegangan sebesar 4V 2,02A.



Gambar 4. Rangkaian susunan modul pendingin

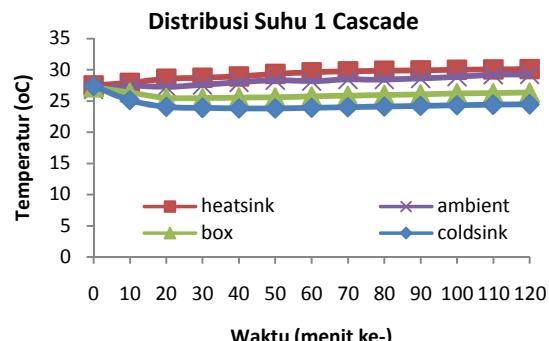
#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil

###### a. Variasi *cascade* aktif

###### - 1 cascade

Pada pengujian 1 *cascade* aktif, modul pendingin *cascade* yang aktif yaitu *cascade* ditengah. Temperatur yang dicapai setelah pendinginan selama 2 jam pada *coldsink* 24,47°C, *heatsink* 30,15°C, dan *box* 26,38°C dimana temperatur rata-rata lingkungan 28,2°C. Pada gambar 5 dapat dilihat distribusi temperatur pada 1 *cascade* aktif.

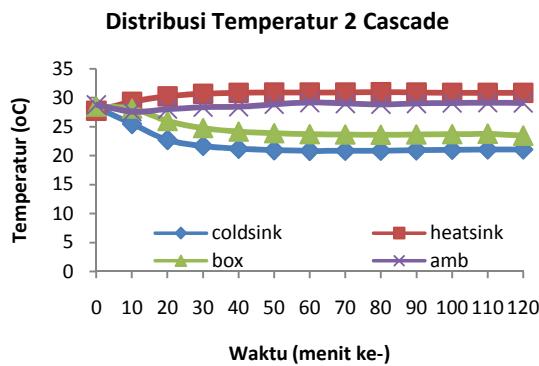


Gambar 5. Grafik distribusi temperatur 1 *cascade*

###### - 2 cascade

Pada pengujian 2 *cascade* aktif, modul pendingin *cascade* yang aktif yaitu *cascade* dikiri dan kanan. Temperatur yang

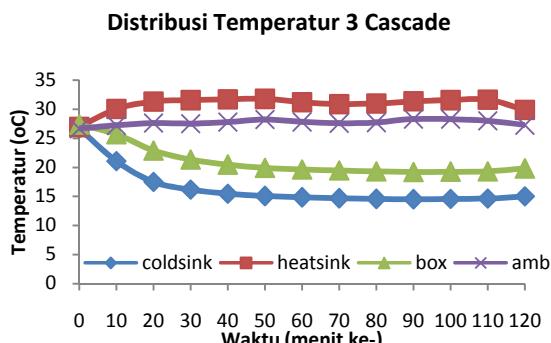
dicapai setelah pendinginan selama 2 jam pada *coldsink* 21,1°C, *heatsink* 30,89 °C, dan *box* 23,44 °C dimana temperatur rata-rata lingkungan 28,75°C. Pada gambar 6 dapat dilihat distribusi temperatur pada 2 *cascade* aktif.



Gambar 6. Grafik distribusi temperatur 2 *cascade*

#### - 3 cascade

Pada pengujian 3 *cascade* aktif, modul pendingin *cascade* yang aktif semua. Temperatur yang dicapai setelah pendinginan selama 2 jam pada *coldsink* 14,99°C, *heatsink* 29,85°C, dan *box* 18,77°C dimana temperatur rata-rata lingkungan 27,69°C. Pada gambar 7 dapat dilihat distribusi temperatur pada 3 *cascade* aktif.



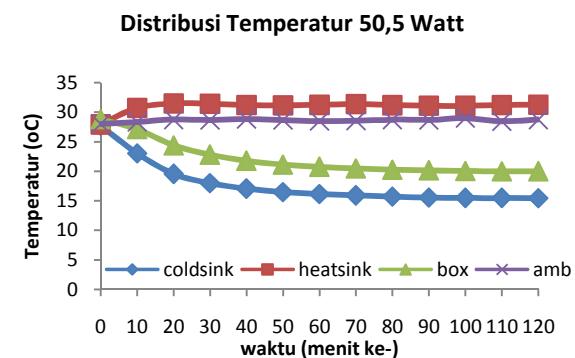
Gambar 7. Grafik distribusi temperatur 3 *cascade*

#### b. Variasi Daya

##### - Daya 50,5 W

Pada pengujian daya 50,5W (10V 5,05A), modul pendingin dirangkai seri untuk satu *cascadenya* sehingga tegangan terbagi tiga, maka untuk satu buah modul pendingin

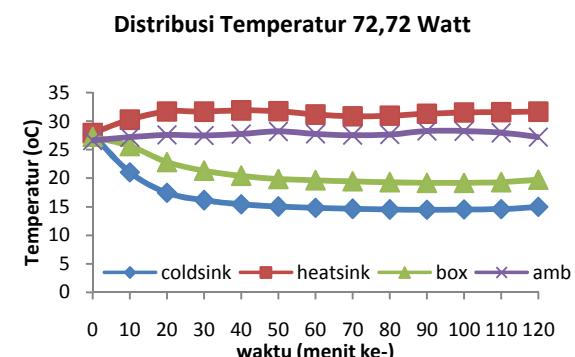
mengalir tegangan 3,33V. Dengan tahanan total 1,98 Ω maka arus yang mengalir yaitu 1,68A. Temperatur yang dicapai setelah pendinginan selama 2 jam pada *coldsink* 15,44°C, *heatsink* 31,26°C, dan *box* 19,98°C dimana temperatur rata-rata lingkungan 28,6°C. Pada gambar 8 dapat dilihat distribusi temperatur pada daya 50,5W.



Gambar 8. Grafik distribusi temperatur daya 50,5W

##### - Daya 72,72 W

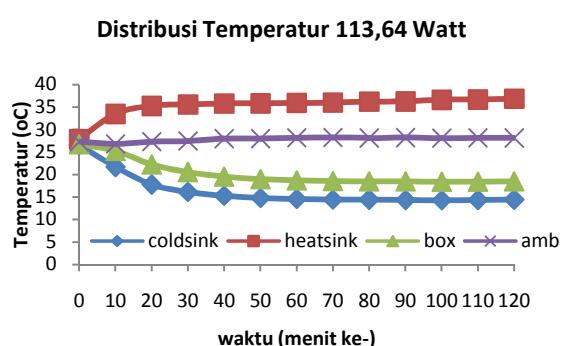
Pada pengujian daya 72,72W (12V 6,06A), untuk satu buah modul pendingin mengalir tegangan 4V. Dengan tahanan total 1,98Ω maka arus yang mengalir yaitu 2,02A. Temperatur yang dicapai setelah pendinginan selama 2 jam pada *coldsink* 15°C, *heatsink* 31,69°C, dan *box* 19,77°C dimana temperatur rata-rata lingkungan 27,68°C. Pada gambar 9 dapat dilihat distribusi temperatur input dada daya 72,72W. Pada gambar 9 dapat dilihat distribusi temperatur pada daya 72,72W.



Gambar 9. Grafik distribusi temperatur 72,72W

- Daya 113,64 W

Pada pengujian daya 113,64W (15V 7,57A), untuk satu buah modul pendingin mengalir tegangan 5V. Dengan tahanan total  $1,98\Omega$  maka arus yang mengalir yaitu 2,53A. Temperatur yang dicapai setelah pendinginan selama 2 jam pada *coldsink*  $14,4^{\circ}\text{C}$ , *heatsink*  $36,88^{\circ}\text{C}$ , dan *box*  $18,52^{\circ}\text{C}$  dimana temperatur rata-rata lingkungan  $27,87^{\circ}\text{C}$ . Pada gambar 10 dapat dilihat distribusi temperatur pada daya 113,64W.



Gambar 10. Grafik distribusi temperatur 113,64W

## 4.2 Pembahasan

Pada pengujian varisi jumlah *cascade* aktif dapat dilihat bahwa semakin banyak *cascade* yang aktif maka perbedaan temperatur sisi panas ( $T_h$ ) dengan temperatur sisi dingin ( $T_c$ ) semakin besar. Temperatur *coldsink* semakin dingin sehingga temperatur ruang *box* juga semakin dingin. Hal ini disebabkan oleh banyaknya modul pendingin yang aktif dalam mendinginkan *coldsink*.

Pada pengujian variasi input daya, dimana daya yang divariasikan menggunakan regulator DC. Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa semakin besar input daya maka perbedaan temperatur sisi panas dengan sisi dingin semakin besar. Besarnya input daya juga mempengaruhi temperatur sisi dingin pada ruang *box*,

dimana semakin besarnya input daya maka semakin dingin temperatur pada ruang *box*.

## 5. Simpulan

Semakin banyaknya jumlah *cascade* yang aktif dan semakin besar input daya, maka perbedaan temperatur pada sisi panas dan sisi dingin semakin besar, dan sisi dingin semakin dingin sehingga temperatur ruang *box* semakin dingin

## Daftar Pustaka

- [1] Peri Permana, 2010. Sistem Pendinginan Termoelektrik di Dunia Pertanian. <http://wwwicanhearsweblog.blogspot.com/Sistem-Pendinginan-Termoelektrik-di-Dunia-Pertanian-Icanhear's-Weblog.html> (Diakses pada tanggal 28 Desember 2013).
- [2] Dogar, Situmerang, Syuhada, Ahmad. 2013. Kaji sistem peralatan penyerapan kalor pada kotak penyimpan darah. Jurnal Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala Volume 1 nomor 3. ISSN : 2301-8224.
- [3] TEC Microsystems GmbH. 2014. *Thermoelectric Coolers Basics*. <http://www.tec-microsystems.com/thermoelectric-coolers-basics.html> (Diakses pada tanggal 11 Januari 2014).
- [4] Jugsujinda, Suwit, Vora-ud, Athorn, Seetawan, Tosawat. 2010. *Analyzing of Thermoelectric Refrigerator Performance*. Proc. 2<sup>nd</sup> International Science, Sosical-Science, Engineering and Energy Conference. Thailand. pp (2010):154-159.