

## PENGUJIAN MESIN PENDINGIN MINUMAN *PORTABLE* MENGUNAKAN *PORT USB* DAN ADAPTOR SEBAGAI DAYA INPUT

Muhammad Faizal Syukrillah<sup>1</sup>, Rahmat Iman Mainil<sup>2</sup>, Azridjal Aziz<sup>3</sup>  
Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
<sup>1</sup>mhd.faizal.syuk@gmail.com, <sup>2</sup>rahmat.iman@gmail.com, <sup>3</sup>azridjal.aziz@gmail.com

### ABSTRACT

*Thermoelectric is one of the cooling technology alternatives other than vapor compression systems. Thermoelectric is used as a cooling media in a portable beverage cooler. This study aims to measure temperature of portable beverage cooler using thermoelectric module with cooling load and without cooling load. The temperature observed were hot side temperature (heatsink), cold side temperature (the inner wall), cooling chamber temperature, ambient temperature, outside wall temperature and water temperature. Experiments had been carried out using an adapter and USB as primary power for 30 minutes. The results reveal that the use of an adapter in the voltage of 12 V provides better cooling. This could be seen after 30 minutes the lowest temperature cooling chamber without cooling load is 9,7 °C, with a cooling load beverage cans of 250 ml is 18,7 °C, with a cooling load milk box of 250 ml is 18,4 °C, and with a cooling load isotonic drink of 140 ml is 14,8 °C.*

**Keywords** : *Thermoelectric, Portable Beverage Cooler, Peltier Effect, Cooling Load*

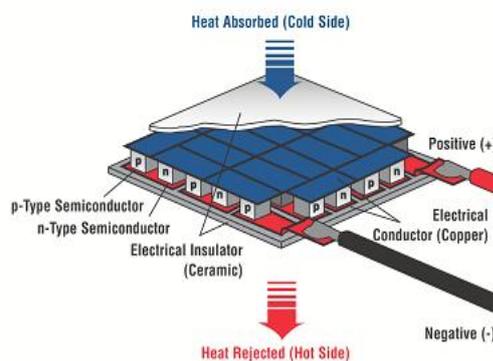
### 1. Pendahuluan

Berdasarkan tuntutan kebutuhan akan suatu alat pendingin, maka dibuat alat pendingin minuman *portable* dengan menggunakan modul termoelektrik. Sistem ini termasuk sistem yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan di bidang penyimpanan dan pendingin juga pemanas makanan dan minuman. Kelebihan sistem pendingin termoelektrik adalah tidak berisik, mudah perawatan, ramah lingkungan dan tidak memerlukan banyak komponen tambahan. Dengan teknologi ini dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan kebisingan kompresor [1].

Termoelektrik merupakan alat yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik) atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Modul termoelektrik terdiri dari susunan material semikonduktor (biasanya Bismuth Telluride) yang menggunakan tiga prinsip termodinamika yang dikenal sebagai efek Seebeck, Peltier dan Thomson. Konstruksinya terdiri dari pasangan material semikonduktor tipe-P dan tipe-N yang membentuk termokopel dengan bentuk seperti *sandwich* antara dua wafer keramik tipis [2].

Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek *peltier* adalah ketika elemen *peltier* dialiri arus listrik DC pada pasangan sel semikonduktor tipe P (yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe N yang mempunyai tingkat energi yang lebih tinggi) maka akan mengakibatkan salah satu sisi elemen *peltier* menjadi dingin (proses penyerapan kalor) dan sisi satunya lagi menjadi panas (proses pelepasan kalor ke lingkungan) seperti pada Gambar 1. Pada penelitian ini termoelektrik yang digunakan tipe

TEC1-12706 berukuran 40 mm x 40 mm x 3,8 mm dengan daya 12 Volt dan arus maksimal 6 Ampere.



Gambar 1. Diagram Skematik Sebuah Modul TEC [3]

Penelitian yang dilakukan oleh Bizzy, dkk [4] modul termoelektrik digunakan untuk pendingin minuman kaleng 330 ml. Pada penelitian tersebut digunakan rangkaian seri dengan capaian temperatur 6 °C dan 9 °C dengan rangkaian paralel untuk pendinginan selama 120 menit. Nino dkk [5] menggunakan dua modul termoelektrik untuk menjaga temperatur vaksin yang disimpan dalam wadah berbahan PVC. Temperatur vaksin dapat dijaga pada temperatur 3-8 °C selama 45 menit. Temperatur wadah vaksin mampu mencapai 0 °C setelah pengujian selama 150 menit.

Penelitian yang dilakukan oleh Aziz dkk [6] menggunakan variasi jumlah modul TEC yang digunakan dan variasi pengoperasian *fan*. Pada penelitian tersebut penggunaan 3 modul TEC dengan *fan* dan blok aluminium memberikan pendinginan yang lebih baik setelah digunakan selama 150 menit, dengan

temperatur kotak minuman mencapai 14,3 °C tanpa beban pendingin dan 16,4 °C dengan beban pendingin 1 liter air. Penelitian yang dilakukan oleh Riffat dan Xiaoli Ma [7] telah mereview potensi penggunaan modul TEC, bahan dasar TEC, pemodelan dan aplikasinya untuk kebutuhan pendinginan skala kecil. Ronggui Yang dkk [8] telah meneliti aplikasi modul termoelektrik untuk peralatan kecil, mini refrigerator, penggunaan *heatsink*, aplikasi *hotspot cooling* dan kinerja modul TEC yang terintegrasi dengan penukar kalor.

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kinerja pendingin minuman *portable* dengan menggunakan modul termoelektrik menggunakan *port* USB dan adaptor sebagai daya inputnya.

## 2. Metode

Pada penelitian ini pendingin minuman *portable* yang telah dibuat menggunakan satu buah modul TEC, menggunakan *heatsink* dan *fan cooler*. *Heatsink* berfungsi sebagai pelepas panas dari modul termoelektrik. Penelitian dilakukan secara ekperimental untuk mengetahui temperatur pendinginan yang dapat dicapai dengan memvariasikan penggunaan beban pendinginan dan variasi tegangan listrik DC 5V dari USB dan 12 V dari adaptor .

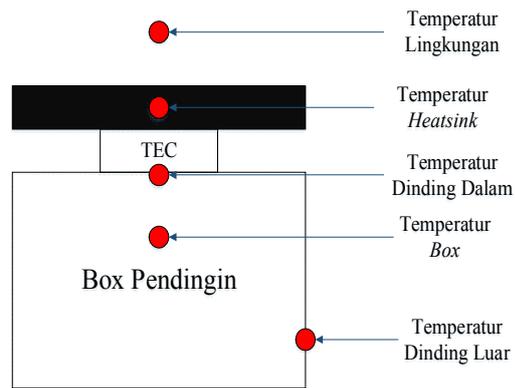
### 2.1 Persiapan Peralatan

Sebelum dilakukan pengujian terhadap pendingin minuman *portable*, terlebih dahulu persiapkan peralatan yang akan digunakan yaitu antara lain :

1. Termokopel untuk mengukur temperatur sisi panas (*heatsink*), temperatur sisi dingin (dinding dalam), temperatur ruang pendingin, temperatur lingkungan, temperatur dinding luar dan temperatur air.
2. Termometer digital 4 *channel* tipe K yang digunakan sebagai pembaca temperatur dari termokopel.
3. Laptop yang digunakan untuk memberi daya ke modul termoelektrik dari *port* USB.
4. Adaptor yang digunakan untuk memberi daya ke modul termoelektrik.
5. *Stopwatch* yang digunakan untuk mengukur waktu selama pengujian.

### 2.2 Pengujian Pendingin Minuman *Portable*

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja pendingin minuman *portable* dengan menggunakan modul termoelektrik menggunakan *port* USB dan adaptor sebagai daya inputnya yang akan dilihat perubahan temperatur di dalam ruang pendingin, pada *heatsink*, pada dinding luar, dinding dalam ruang pendingin dan pada lingkungan. Pengambilan data temperatur dilakukan dengan menggunakan termokopel dengan data per 5 menit. Peletakan sensor pada pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Titik Pengambilan Data  
Pengujian pendingin minuman *portable* dengan menggunakan USB sebagai daya inputnya dapat dilihat pada Gambar 3.



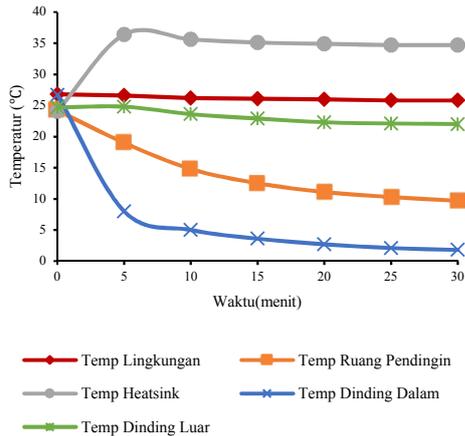
Gambar 3. Pengujian Menggunakan USB

## 3. Hasil

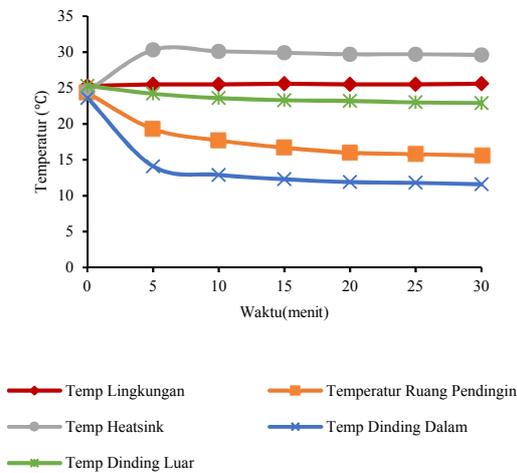
### 3.1 Hasil Uji Kinerja Alat

Untuk mengetahui kinerja alat pendingin minuman *portable* ini maka dilakukan pengujian di laboratorium. Setelah alat terinstal semua, maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur termometer digital 4 *channel* tipe K . Pengukuran dilakukan dengan memasang termokopel pada setiap titik pengukuran yang akan diukur, yaitu termokopel diletakan pada ruang pendingin untuk mengetahui temperatur ruang pendingin, pada *heatsink* untuk mengetahui temperatur sisi panas elemen *peltier* setelah di *mounting* dengan *heatsink*, pada dinding luar untuk mengukur perubahan temperatur dinding bagian luar dari alat pendingin minuman *portable* ini, dan pada dinding dalam untuk mengukur perubahan temperatur dinding bagian dalam.

Daya yang dialirkan ke modul termoelektrik dengan menggunakan adaptor 12 V 3,75 A dan dengan menggunakan *port* USB 5 V 1 A. Pada Gambar 4 berikut dapat dilihat perubahan temperatur menggunakan adaptor. Sedangkan pada Gambar 5 adalah grafik perubahan temperatur dengan menggunakan USB.

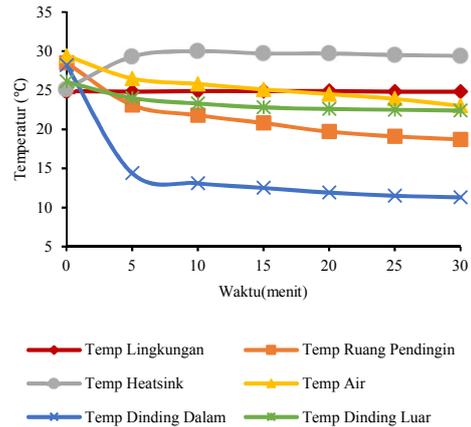


Gambar 4. Perubahan Temperatur Tanpa Beban Pendingin dengan Menggunakan Adaptor

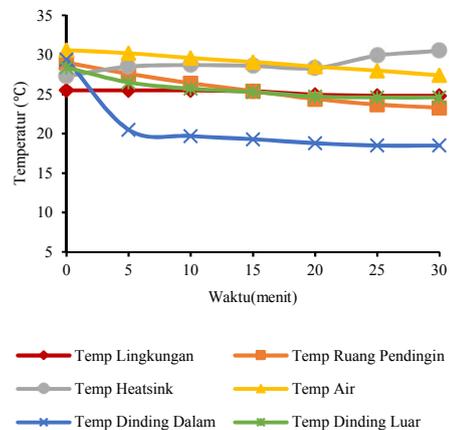


Gambar 5. Perubahan Temperatur Tanpa Beban Pendingin dengan Menggunakan USB

Gambar 4 dan Gambar 5 penurunan temperatur tanpa beban pendingin dengan menggunakan *input* daya yang berbeda. Perubahan temperatur pada ruang pendingin terus turun hingga ke menit 30 terutama pada menit awal, sehingga *fan* bekerja membuang panas ke lingkungan melalui *heatsink* meningkat yang mengakibatkan temperatur *heatsink* mulai naik pada menit ke-5 dan cenderung stabil pada menit ke-10 hingga menit ke-30. Pengujian pertama dilakukan tanpa menggunakan beban pendingin, dapat dilihat pada Gambar 4 dengan menggunakan adaptor sebagai daya utama untuk modul termoelektrik, temperatur yang dapat dicapai dalam waktu 30 menit adalah 9,7 °C. Sedangkan dengan menggunakan USB sebagai daya utama modul termoelektrik dapat dilihat pada Gambar 5, temperatur yang mampu dicapai dalam waktu 30 menit adalah 15,6 °C.



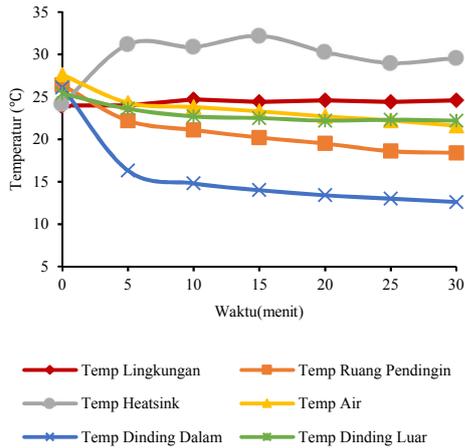
Gambar 6. Perubahan Temperatur Beban Pendingin Minuman Kaleng 250 ml dengan Menggunakan Adaptor



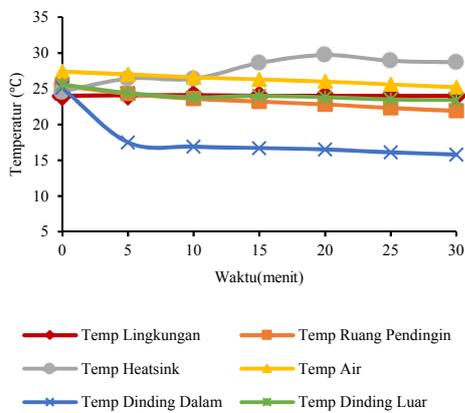
Gambar 7. Perubahan Temperatur Beban Pendingin Minuman Kaleng 250 ml dengan Menggunakan USB

Pengujian kemampuan alat pendingin minuman *portable* dengan memberikan beban minuman kaleng 250 ml. Pengujian dilakukan selama 30 menit dengan menggunakan adaptor dan usb sebagai daya utama mesin pendingin minuman *portable*. Dapat dilihat pada grafik Gambar 6 dan Gambar 7, temperatur air dalam minuman kaleng cenderung turun selama 30 menit pengujian. Dengan menggunakan adaptor, temperatur air dapat mencapai 23 °C dari temperatur awal 29 °C. Sedangkan dengan menggunakan USB, temperatur air dapat mencapai 27,4 °C dari temperatur awal 30,6 °C.

Pengujian berikutnya yaitu dengan menggunakan beban pendingin susu kotak 250 ml. Pengujian dilakukan variasi daya dengan menggunakan adaptor dan USB. Pada pengujian dengan menggunakan beban pendingin susu kotak 250 ml dengan menggunakan adaptor 12 V 3,75 A dan dengan menggunakan *port* USB 5 V 1 A dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Perubahan Temperatur Beban Pendingin Susu Kotak 250 ml dengan Menggunakan Adaptor

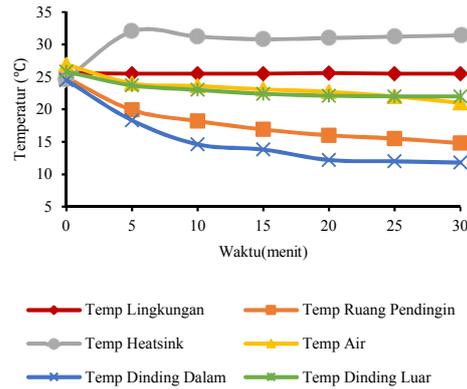


Gambar 9. Perubahan Temperatur Beban Pendingin Susu Kotak 250 ml dengan Menggunakan USB

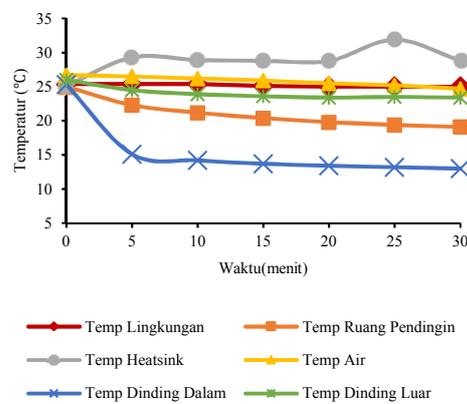
Pada Gambar 8 pengujian menggunakan adaptor sebagai daya utama, temperatur air selama 30 menit pengujian mencapai 21,6 °C dari temperatur awal 27,6 °C. Sedangkan, dengan menggunakan USB pada Gambar 9 temperatur air selama 30 menit pengujian mencapai 24,7 °C dari temperatur awal 26,7 °C.

Pada pengujian dengan menggunakan beban pendingin minuman 140 ml dengan menggunakan adaptor 12 V 3,75 A dan dengan menggunakan port USB 5 V 1 A dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Pengujian terakhir yaitu dengan menggunakan beban pendingin minuman 140 ml menggunakan daya dari adaptor dan USB. Dengan menggunakan adaptor sebagai daya utama, temperatur air minuman 140 ml mencapai 21 °C dari temperatur awal 26,9 °C. Sedangkan, dengan menggunakan USB temperatur air minuman 140 ml hanya mencapai 24 °C dari temperatur awal 26,7 °C.



Gambar 10. Perubahan Temperatur Beban Pendingin Minuman Isotonik 140 ml dengan Menggunakan Adaptor



Gambar 11. Perubahan Temperatur Beban Pendingin Minuman Isotonik 140 ml dengan Menggunakan USB

Kemampuan adaptor sebagai daya utama pendingin minuman *portable* sangat bagus karena mampu menurunkan temperatur ruang pendingin mencapai 9,7 °C tanpa beban pendingin dan mampu mencapai 14,8 °C dengan beban pendingin 140 ml. Sedangkan, penggunaan USB masih belum optimal karena hanya mampu menurunkan temperatur ruang pendingin mencapai 15,6 °C tanpa beban pendingin dan mampu mencapai 19,1 °C dengan beban pendingin 140 ml. Penyebabnya adalah kekurangan daya dan kebocoran - kebocoran panas dari sambungan-sambungan dinding kotak pendingin yang tidak diantisipasi dalam model perhitungan energi [9].

#### 4. Simpulan

Dari hasil pengujian pengukuran temperatur pada mesin pendingin minuman *portable* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Temperatur terendah yang mampu dicapai oleh mesin pendingin minuman *portable* yaitu dengan menggunakan adaptor tegangan sebesar 12 V.
2. Dengan menggunakan adaptor, temperatur ruang pendingin tanpa beban pendingin terendah adalah sebesar 9,7 °C. Sedangkan menggunakan beban

pendingin, temperatur ruang pendingin terendah adalah 14,8 °C dengan beban pendingin 140 ml.

3. Dengan menggunakan USB, temperatur ruang pendingin terendah adalah 15,6 °C. Sedangkan menggunakan beban pendingin, temperatur ruang pendingin terendah adalah 19,1 °C dengan beban pendingin minuman isotonik 140 ml.
4. Semakin kecil volume beban pendingin, maka temperatur ruang pendingin mesin pendingin minuman *portable* semakin rendah.

#### Daftar Pustaka

- [1] Kusumah, Ika. 2014. Penggunaan Elemen Termoelektrik Sebagai Pengkondisi Ruang Pada Alat. Tugas Akhir. Program Studi Diploma III PNJ.
- [2] Amrullah. 2014. Uji Eksperimental Kinerja Termoelektrik pada Pendingin Dispenser Air Minum. Tesis. Program Studi Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.
- [3] <http://www.lairdtech.com> (Diakses 5 Januari 2016).
- [4] Bizzy, Irwin dan Rury Apriansyah, 2013, Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Minuman Kaleng dengan Termoelektrik Bersumber dari Arus DC Kendaraan dalam Rangkaian Seri dan Paralel, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM XII), Bandar Lampung, 23 - 24 Oktober.
- [5] Nino, Marleni Margreth, Ishak Sartana Limbong dan Ben Vasco Tarigan, 2014, Pengaruh Penambahan Elemen Peltier terhadap Kemampuan Menjaga Temperatur Penyimpanan Vaksin dengan Berbahan Dasar Polivinil Klorida (PVC), Lontar Jurnal Teknik Mesin Undara, Vol. 1 no.2 2014, pp 40-46.
- [6] Aziz, Adridjal, Joko Subroto, dan Villager Silpana.2015.Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman. Jurnal Teknik Mesin, pp 32-38
- [7] S.B. Riffat dan Xiaoli Ma, 2004, Improving the Coefficient of Performance of Thermoelectric Cooling Systems: A Review,, International Journal of Energy Research, Vol. 28, pp 753-768.
- [8] Yang, Ronggui, Gang Chen, A. Ravi Kumar, G. Jeffrey Snyder dan JeanPierre Fleurial, 2005, Transient Cooling of Thermoelectric Coolers and Its Applications for Microdevices, Energy

Conversion and Management, Vo. 46, pp 1407-1421.

- [9] Riyanto, Hendi dan Sigit Yoewono.2010. Kaji Penerapan Efek Peltier Untuk Alat Kecil-Ringan Pendingin Minuman. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9. ISBN : 978-602-97742-0-7