

Uji kinerja cooler box thermoelectric menggunakan pipa kalor tipe U

I Made Yoga Sutrawan ^{1*}, Adi Winarta ², Achmad Wibolo³

¹ Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

² Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

³ Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

*Corresponding Author: yoga.sutrawanco.if@gmail.com

Abstrak: Cooler Box merupakan salah satu kebutuhan bagi manusia. Dalam kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan alat pendingin seperti lemari es atau kulkas untuk menyimpan makanan, sayuran, buah, daging dan sebagainya. Sistem umum yang digunakan saat ini menggunakan zat refrigerant atau Freon/CFC (Chlor Fouro Carbon) yang kurang baik bagi lingkungan dan biayanya juga sangat mahal. Untuk memenuhi kebutuhan akan lemari pendingin yang murah dan ramah lingkungan maka diperlukan adanya sebuah pendingin yang alternatif. Salah satu pendingin alternatif yang telah banyak digunakan saat ini adalah dengan mempergunakan thermoelektrik. Thermoelectric cooler (TEC) adalah salah satu perkembangan system pendingin yang berbasis termoelektrik. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa data temperatur, arus, tegangan, dan watt supply power ke thermoelectric dan fan. Kemudian dari data yang didapatkan tersebut diolah untuk mendapatkan nilai COP dari masing-masing variasi arus, nilai COP yang didapatkan yaitu nilai COP tertinggi yaitu variasi arus 4 ampere yaitu 0,083, variasi arus 5 ampere dengan nilai 0,577, variasi arus 6 ampere yaitu 0,042, dan dengan nilai COP variasi arus 7 ampere 0.031.

Kata Kunci: Thermoelectric, cooler box, heat pipe

Abstract: Cooler Box is a necessity for humans. In everyday life, humans need cooling devices such as refrigerators or refrigerators to store food, vegetables, fruit, meat and so on. Common systems used today use refrigerants or Freon/CFC (Chlor Fouro Carbon) which are not good for the environment and are also very expensive. To meet the need for cheap and environmentally friendly refrigerators, alternative coolers are needed. One alternative cooling that is widely used today is to use thermoelectric. Thermoelectric cooler (TEC) is one of the developments of a thermoelectric-based cooling system. The results of this study are data on temperature, current, voltage, and watts of power supply to the thermoelectric and fan. Then from the data obtained, it is processed to obtain the COP value for each current variation, the COP value obtained is the highest COP value, namely the current variation of 4 amperes 0.083, the current variation of 5 amperes 0.577, the current 6 ampere variation 0.042, and with a COP value of 7 amperes variation current 0.031.

Keywords: Thermoelectric, cooler box, heat pipe

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan

Cooler Box merupakan salah satu kebutuhan bagi manusia[1]. Dalam kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan alat pendingin seperti lemari es atau kulkas untuk menyimpan makanan, sayuran, buah, daging dan sebagainya[2]. Dalam bidang yang lain, seperti dunia kedokteran misalnya, alat pendingin digunakan sebagai penyimpanan darah dan obat-obatan atau vaksin tertentu[3]. Sistem pendingin umum yang digunakan saat ini adalah kompresi uap yang menggunakan zat refrigerant atau Freon/CFC yang mengandung unsur flour dan chlorin yang kurang bersahabat bagi lingkungan[4]. Sistem pendingin alternatif lainnya juga sudah mulai banyak digunakan saat ini adalah thermoelektrik.

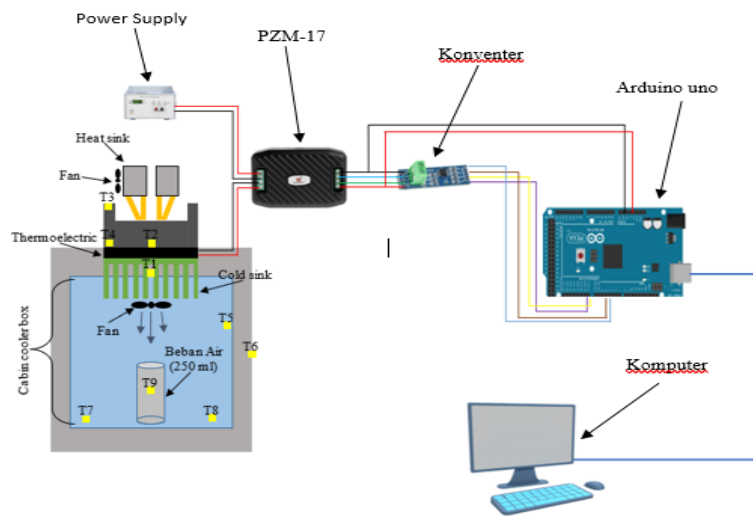
Thermoelectric cooler (TEC) adalah salah satu aplikasi system pendingin yang berbasis thermoelektrik. Prinsip kerjanya didasarkan dari efek peltier yang ditemukan oleh ilmuwan perancis yang bernama Jean Charles Athanase Peltier pada tahun 1834[5]. Efek peltier merupakan salah satu dari tiga efek yang terdapat di modul thermoelektrik, dua lainnya dikenal sebagai efek seeback dan efek Thomson[6]. Thermoelektrik menggunakan suplai

daya DC sehingga dapat dicatu daya menggunakan baterai atau bahkan suplai listrik dari solar cell[7]. Sistem monitoring konsumsi energy DC tidak sebanyak sistem monitoring energy listrik AC. Sistem monitoring energy DC juga tidak banyak yang langsung memiliki kemampuan data akuisisi. Jikapun ada harganya sangat mahal dan biasanya dijual satu paket dengan sistem tertentu seperti PLTS.

Penggunaan Arduino Mega sebagai board mikrokontroler yang berbasis Atmega2560 sangat banyak dan mulai digunakan pada berbagai aplikasi. Arduino Mega bersifat open source dan memiliki bahasa pemrograman sendiri yang berupa bahasa C++[8]. Salah satu aplikasi arduino adalah untuk melakukan proses data akuisisi. Yaitu pencatatan data secara otomatis dan digital[9]. Seperti kita ketahui jika melakukan pencatatan data secara manual berpotensi terjadi kesalahan dalam melakukannya. Pencatatan data oleh operator secara manual sangat tidak efisien dan membuang waktu kerja yang efektif[10].

Metode

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian cooler box thermoelectric. pengujian yang dimaksud, untuk mengetahui pengaruh variasi arus pada thermoelectric terhadap nilai COP dan melakukan perbandingan nilai COP dengan variasi arus 4, 5, 6, 7 ampere . Penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari persiapan alat, proses pengambilan data, pengolahan data, analisa dari data yang di peroleh dimana langkah-langkah tersebut sangat menjang dalam perolehan data yang baik dan akurat.



Gambar 1. Skematik kinerja heat pipe dengan thermoelektrik

Uji eksperimental digambarkan pada Gambar 3.1. Terdiri dari cooler box, termoelektrik, fan, power supply, Arduino, Konverter, dan PZEM-17. Proses perancangan alat dimulai dengan pencarian barang-barang yang dibutuhkan yaitu cooler box polyurethane, termoelectric, heatsink, dan fan. Setelah itu, barang-barang tersebut dirangkai hingga menjadi cooler box yang siap untuk diuji.

Penempatan alat ukur

- T1 = Cold Sink
- T2 = Thermoelectric
- T4 = Heat pipe 2
- T5 = Dinding cabin dalam
- T6 = Dinding luar (ambient)
- T7 = Cabin 1
- T8 = Cabin 2
- T9 = Beban pendinginan (Air)

Spesifikasi Thermoelektrik TEC1-12710

- Model : TEC1-12710
- Tegangan rata-rata (V) : 17,2 V
- Arus maksimal (I) : 10,1 A
- Tahanan : 1,32 Ohms
- Perbedaan temperatur maksimal : 79°C.
- Temperatur kerja (T) : -30 °C sampai 50 °C.
- Dimensi : 2 lapisan dingin 40 x 40 mm, sisi: 40 x 40 mm Tinggi : 6.4 mm

Hasil dan Pembahasan

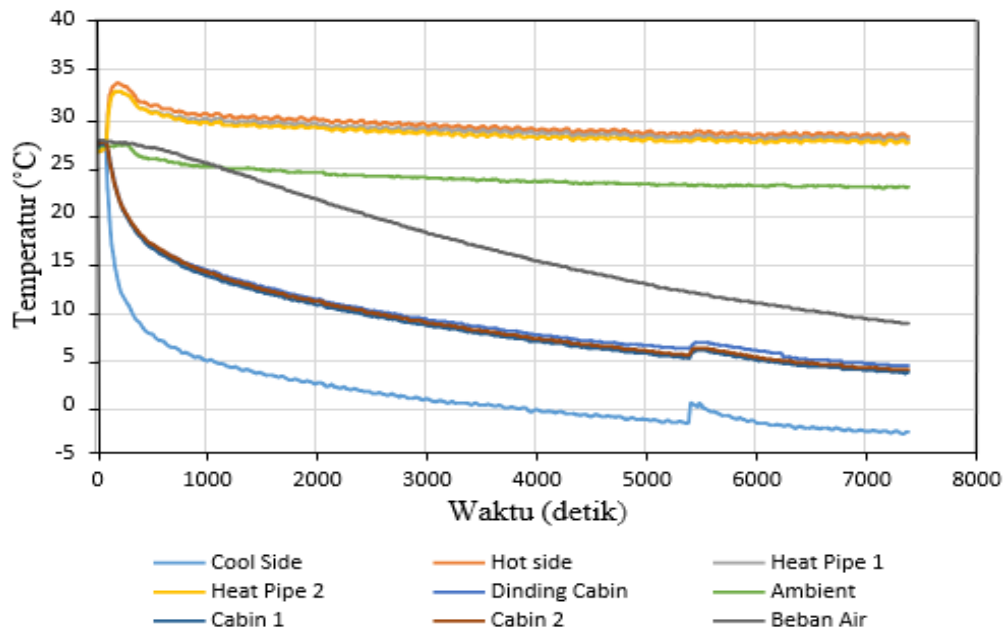
Data yang sudah tercatat dalam komputer kemudian akan diolah di Microsoft Excel dan dijadikan grafik sehingga memudahkan pembacaan data. Data-data yang diolah berupa waktu, suhu coolside dan hotside termoelektrik, cold sink, suhu dalam kabin cool box , suhu dinding luar dan dalam cool box, dan suhu ambient.



Gambar 2 Proses pengambilan data

Sedangkan pada Gambar 4 ditampilkan variasi temperatur refrigeran masuk evaporator. Dari kedua gambar tersebut diperoleh kedua temperatur menurun cukup drastis pada tahap pulling down dari awal.

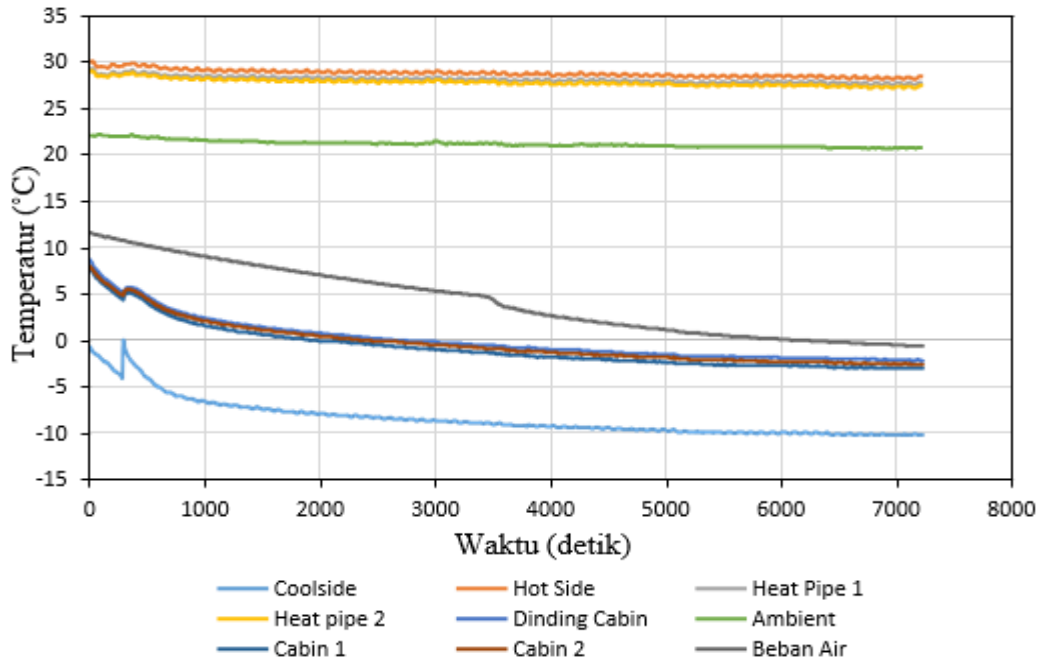
Berikut merupakan Grafik hasil uji variasi arus 4 ampere yang ditunjukkan pada Gambar 4.2



Gambar 3 Grafik variasi arus 4 ampere

Dari Gambar 4.2 diatas dapat dilihat kondisi penurunan suhu yang terjadi secara bertahap pada kondisi temperatur ambient (lingkungan) yang konstan dari mulai awal start hingga selama ± 2 jam. Dari kondisi awal temperatur dalam Cabin 25°C . Dengan pemberian variasi arus 4 ampere thermoelectric mampu mencapai temperatur cabin hingga $3,5^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam, dan mampu mendinginkan beban (air) hingga $8,3^{\circ}\text{C}$

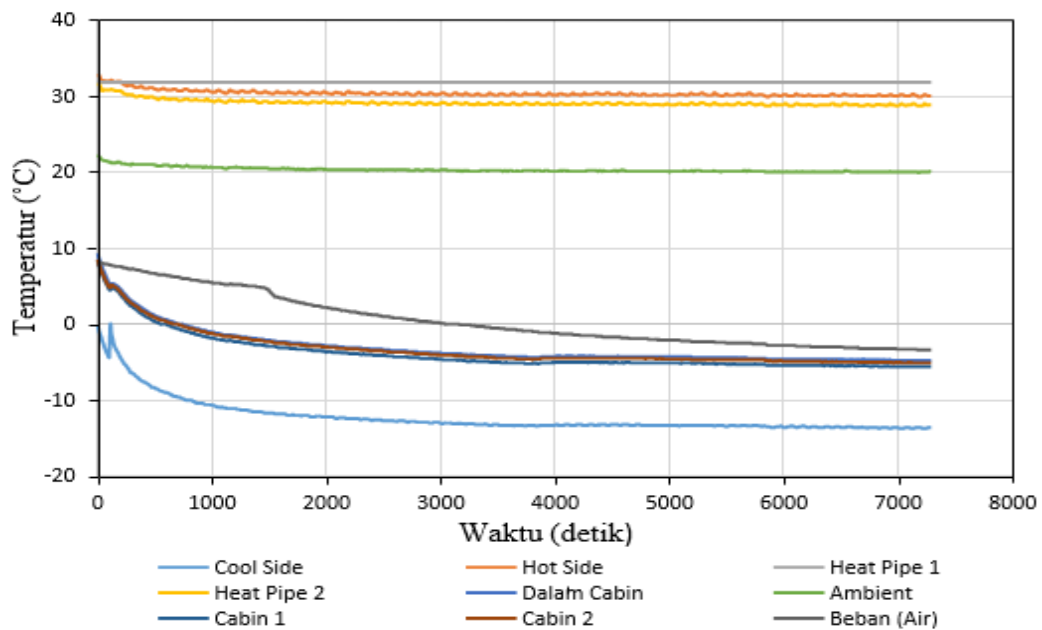
Berikutnya merupakan Grafik hasil uji variasi arus 5 ampere yang ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4 Grafik variasi arus 5 ampere

Dari Gambar 4.3 diatas dapat dilihat kondisi penurunan suhu yang terjadi secara bertahap pada kondisi temperatur ambient (lingkungan) yang konstan dari mulai awal start hingga selama ± 2 jam. Dari kondisi awal temperatur dalam Cabin $7,9^{\circ}\text{C}$. Dengan pemberian variasi arus 5 ampere thermoelectric mampu mencapai temperatur cabin hingga $-2,9^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam, dan mampu mendinginkan beban (air) hingga $-0,5^{\circ}\text{C}$

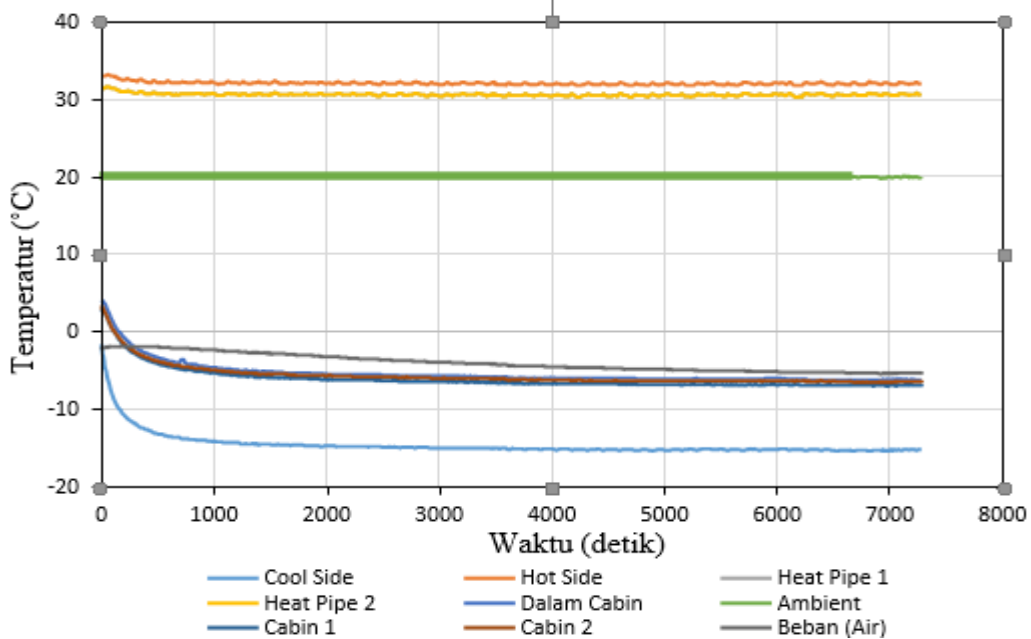
Berikut merupakan Grafik hasil uji variasi arus 6 ampere yang ditunjukkan pada Gambar 4.4



Gambar 5 Grafik variasi arus 6 ampere

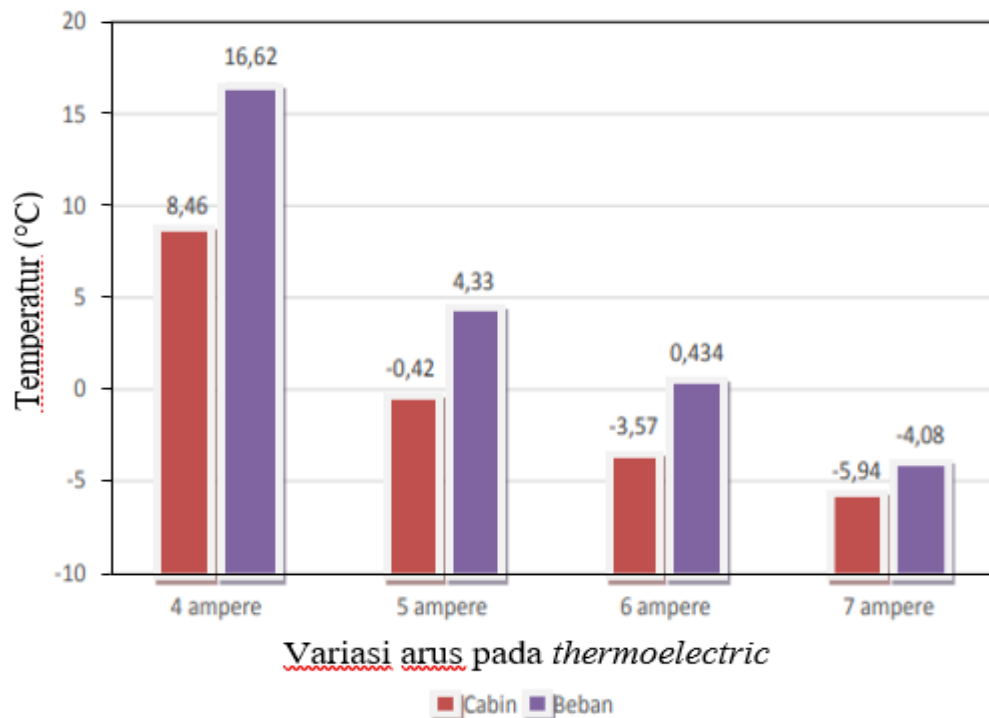
Dari Gambar 4.4 diatas dapat dilihat kondisi penurunan suhu yang terjadi secara bertahap pada kondisi temperatur ambient (lingkungan) yang konstan dari mulai awal start hingga selama ± 2 jam. Dari kondisi awal temperatur dalam Cabin 8,4 ° C. Dengan pemberian variasi arus 6 ampere thermoelectric mampu mencapai temperatur cabin hingga -5,6 ° C selama ± 2 jam, dan mampu mendinginkan beban (air) hingga -3,4 ° C

Berikut merupakan grafik hasil uji variasi arus 7 ampere yang ditunjukkan pada gambar 4.5



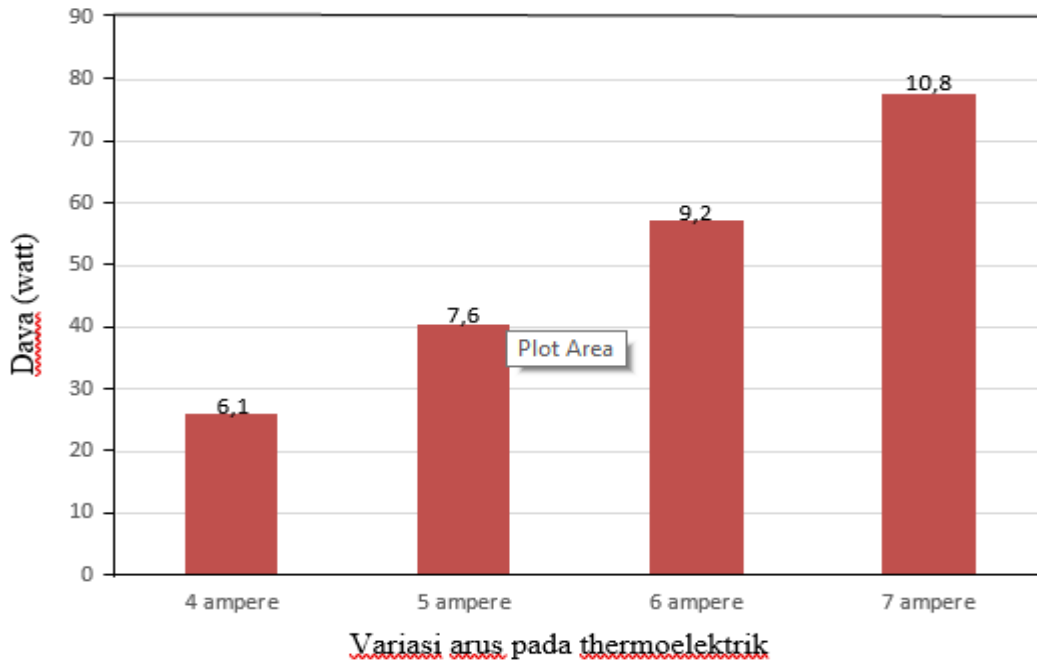
Gambar 6 Grafik variasi arus 7 ampere

Dari Gambar 4.5 diatas dapat dilihat kondisi penurunan suhu yang terjadi secara bertahap pada kondisi temperatur ambient (lingkungan) yang konstan dari mulai awal start hingga selama ± 2 jam. Dari kondisi awal temperatur dalam Cabin 2,7° C. Dengan pemberian variasi arus 7 ampere thermoelectric mampu mencapai temperatur cabin hingga -7° C selama ± 2 jam, dan mampu mendinginkan beban (air) hingga -5,4° C.



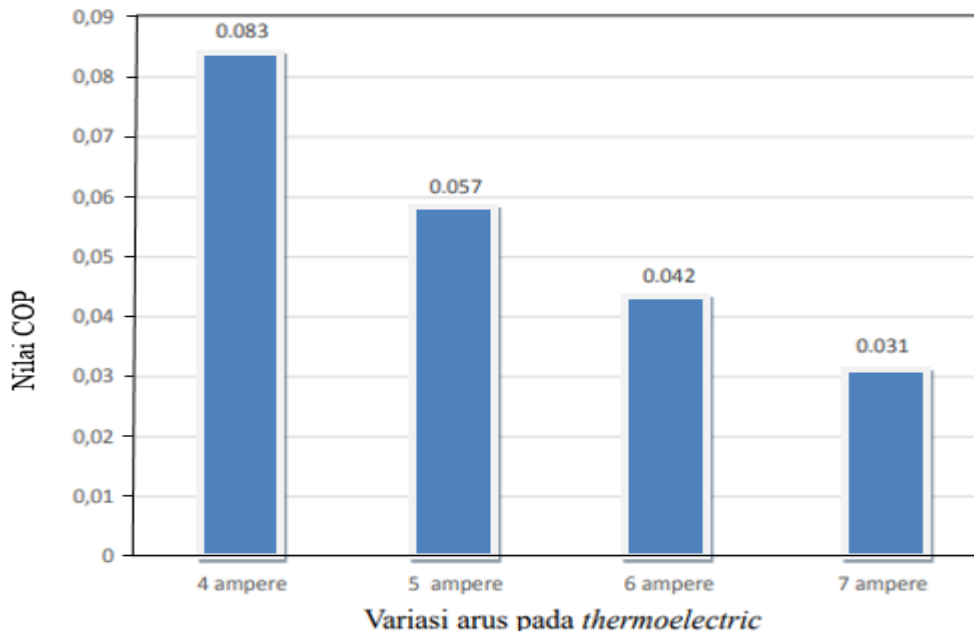
Gambar 7 Perbandingan temperature dengan cabin

Gambar 4.7 menunjukkan grafik perbandingan rata-rata temperatur dalam cabin dengan beban selang waktu ± 2 jam, temperatur paling tinggi pada variasi arus 4 ampere yaitu dengan perbandingan $8,46^{\circ}\text{C}$ pada cabin dan pada beban $16,64^{\circ}\text{C}$, variasi arus 5 ampere dengan perbandingan temperatur $-0,42^{\circ}\text{C}$ pada cabin dan pada beban $4,33^{\circ}\text{C}$, variasi arus 6 ampere dengan perbandingan temperatur $-3,57^{\circ}\text{C}$ pada cabin dan $0,434^{\circ}\text{C}$ pada beban, dengan temperatur paling rendah yaitu variasi arus 7 ampere dengan perbandingan pada cabin $-5,94^{\circ}\text{C}$ dan mampu mendinginkan beban hingga $-4,08^{\circ}\text{C}$



Gambar 8 Grafik perbandingan daya input pada thermoelectric

Gambar 4.8 diatas menunjukkan grafik daya input (watt) pada thermoelektrik yang didapatkan dari nilai rata-rata tegangan (volt) dikalikan dengan nilai rata-rata arus (ampere) pada thermoelektrik. Dari proses tersebut didapatkan nilai tegangan input pada thermoelektrik yaitu variasi arus 4 ampere, yaitu 6.1 volt, 5 ampere 7,6 volt, 6 ampere 9,2 volt dan untuk 7 ampere 10,8 volt.



Gambar 8 Perbandingan nilai COP pada thermoelectric

Gambar 4.9 menunjukkan grafik perbandingan nilai COP dari setiap variasi arus pada thermoelectric. Dengan nilai COP tertinggi yaitu variasi 4 ampere dengan nilai 0,083, variasi 5 ampere dengan nilai 0,057, variasi arus 6 ampere dengan nilai 0,042 dan variasi arus 7 ampere dengan nilai COP terendah yaitu 0,031. Nilai COP pada grafik diatas didapatkan dengan rumus :

$$\text{COP Thermoelektrik} = \frac{Q_c}{P}$$

Keterangan:

Q_c = Kapasitas Pendingin (W)

P = Daya Thermoelektrik (W)

Simpulan

Dari semua data yang telah dikumpulkan maka dapat disimpulkan berdasarkan rumusan masalah dan tujuan sebagai berikut:

- Ukuran dari cooler box yaitu panjangnya 20 cm dan lebarnya mencapai 21 cm. Bahan yang digunakan dari pembuatan cooler box tersebut terbuat dari gabus (fuu), dan ketebalannya yaitu 5 cm
- Nilai COP thermoelectric yang didapat dari pengolahan data hasil pengujian cooler box dengan variasi arus ke thermoelectric yaitu, nilai COP tertinggi yaitu variasi arus 4 ampere yaitu 0,083, variasi arus 5 ampere dengan nilai 0,0579, variasi arus 6 ampere yaitu 0,042, dan dengan nilai COP terendah yaitu variasi arus 7 ampere 0.031. Jadi artinya semakin tinggi nilai variasi arus, maka nilai COP yang dihasilkan akan semakin kecil.
- Dari setiap variasi arus memiliki nilai rata-rata temperatur cabin dengan beban yang berbeda dengan perbandingan, variasi arus 4 ampere dengan temperatur paling tinggi yaitu pada cabin 8.46° C dan temperatur beban 16.62° C, variasi arus 5 ampere temperatur cabin -0.42° C dan temperatur beban 4.33° C, variasi arus 6 ampere temperatur dalam cabin -3.5° C dan temperatur beban 0.43° C, dan variasi arus 7 ampere dengan temperatur paling rendah yaitu pada cabin -5.94° C dan temperatur beban -4.08° C. Semakin tinggi variasi arus yang diberikan ke thermoelectric maka temperatur yang mampu dihasilkan akan semakin rendah, yang artinya semakin baik juga kinerja pendinginan yang mampu dihasilkan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan, bimbingan, arahan dan dukungan dari Bapak dosen pembimbing 1 dan ibu dosen pembimbing 2 sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik. Juga teman sejawat yang telah memberikan masukan serta dukungan dan juga seluruh dosen dan staf akademik yang telah membantu memberikan fasilitas dan ilmunya dalam penyelesaian penelitian ini.

Referensi

- [1] Wang, J.C. 2011. L-type heat pipes application in electronic cooling system. *International Journal of Thermal Sciences*. 50 (6): 97-105.
- [2] Zaenuri. 2019. *Perancangan Saluran Udara untuk Sistem Pendinginan dan Simulasi Menggunakan Aplikasi CFD*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang-Jawa Tengah.
- [3] Putra, N dan Nata, S.W. 2014. *Teknologi Pipa Kalor Teori, Desain dan Aplikasi*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [4] Nurhalimah. 2018. *Aplikasi Pulsating Heat Pipe Pada Sistem Manajemen Termal Motor Listrik*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- [5] Iskandar, S.F., Mainil, I.R dan Azridjal Aziz. 2015. Karakteristik Cooler Box dengan Fluida Kerja Aseton, Filling Ratio 60% pada posisi Horizontal, Kemiringan 45° dan Vertikal. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 14 (1): 28-33.
- [6] H.Alief.M, Didik.A, Inawati. 2013. Sistem Pendingin. *Analisa Kondisi Tempat Penyimpanan Menggunakan Thermoelektrik*. 25 (5): 7-17.
- [7] Bhatt, A. 2018. *Experimental performance of a thermoelectric cooler box with thermoelectric position*. *International Journal of Refrigeration*. 11 (1): 1-21.
- [8] Gieras.J.F. 2017. *Electrical Machines. Fundamentals of Electromechanical Energy Conversion*. 25 (6): 212-213.
- [9] Reay, D., Kew, P., McGlen, R. 2013. *Heat pipes: Theory, design and applications*: Butterworth-

Heinemann.

- [10] Sahdev.K.S. 2018. *Electrical Machines*. Cambridge University Press. New York-USA.