

# PERFORMANSI ALAT PENDINGIN MAKANAN PORTABLE DENGAN MEMANFAATKAN EFEK PERBEDAAN SUHU THERMO ELECTRIC COOLER (TEC1-12706)

<sup>1\*</sup>Septya Agung Purnama, <sup>2</sup>Muhammad Fakhrurozi, <sup>3</sup>Kadaryono, <sup>4</sup>Askan

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum, Jombang, Jawa Timur, Indonesia

<sup>1</sup>septyapurnama@gmail.com, <sup>2</sup>rozilibra65@gmail.com, <sup>3</sup>yonokadaryono11@gmail.com, <sup>4</sup>askanzamzam@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
<p><b>Article history:</b></p> <p>Received Mei 9<sup>th</sup>, 2025 Revised Mei 13<sup>th</sup>, 2025 Accepted Juny 13<sup>th</sup>, 2025</p> <hr/> <p><b>Keyword:</b></p> <p>food cooling thermoelectric heat transfer Portable</p>	<p>Food cooling devices are essential appliances widely needed by the public, particularly in tropical regions such as Indonesia. Various types of cooling equipment are commonly used to preserve food and beverages, maintaining their freshness and extending shelf life. To date, most refrigeration systems rely on chemical refrigerants, which have adverse environmental impacts, including ozone layer depletion. In this study, a portable food cooling system is designed and experimentally evaluated by utilizing the temperature differential effect of a Thermoelectric Cooler (TEC1-12706) module, which operates based on the Peltier effect. The cooling chamber was constructed using a combination of aluminum, Styrofoam, and plywood as its wall materials. The maximum cooling temperature achieved without load after 60 minutes of operation was 9.2 °C, starting from an ambient temperature of 27.5 °C. Under load conditions, the lowest temperature attained was 14.5 °C for a 200-gram packaged sausage load and 15.7 °C for a 1000-gram load. The heat transfer rate through the cooling box, with composite wall materials consisting of aluminum, Styrofoam, and plywood, was calculated to be 43.846 W, while the average convective heat transfer rate was 107.07 W/m<sup>2</sup>.</p> <p style="text-align: right;"><i>Copyright © 2025 Jurnal Capstone. All rights reserved.</i></p>
<p><b>Corresponding Author:</b> Septya Agung Purnama TeknikMesin, Universitas Darul Ulum Jalan Gus Dur No. 29 A Jombang, Jawa Timur, Indonesia. Email: septyapurnama@gmail.com</p>	

*Abstrak*— Alat pendingin makanan merupakan salah satu jenis alat yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, terutama pada daerah yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia. Berbagai peralatan pendingin sering digunakan oleh masyarakat. Salah satu fungsinya adalah sebagai media penyimpanan makanan dan minuman agar lebih tahan lama dan tetap segar. Hingga saat ini sebagian besar mesin pendingin menggunakan zat kimia refrigeran sebagai pendingin. Zat kimia tersebut memiliki dampak buruk terhadap lingkungan yang dapat merusak lapisan ozon. Dalam perencanaan alat pendingin makanan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu Thermo Electric Cooler (TEC1-12706) ini, penelitian yang dilakukan merupakan eksperimen menggunakan modul elemen peltier sebagai penghasil suhu dingin. Penelitian ini merancang kotak pendingin dengan bahan alumunium, Styrofoam dan plywood sebagai dindingnya. Suhu maksimal yang dapat dicapai dalam waktu 60 menit pengujian adalah sebesar 9,2 °C tanpa beban dari suhu awal sebesar 27,5 °C. Sedangkan suhu terendah yang dapat dicapai dengan variabel beban 200 gram adalah sebesar 14,5 °C dan dengan variabel beban 1000 gram suhu terendahnya sebesar 15,7 °C dengan beban berbahan sosis kemasan. Serta laju perpindahan panas yang terjadi pada kotak pendingin dengan bahan komposisi lapisan dinding berupa alumunium, Styrofoam dan plywood adalah sebesar 43,846 W sedangkan konveksi rata-ratanya adalah sebesar 107,07 W/m<sup>2</sup>.K

## I. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis, mempunyai kondisi udara dengan temperatur dan kelembaban yang cukup tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan masyarakat senang untuk mengonsumsi minuman dan makanan yang menyegarkan. Sekarang ini sistem pendingin memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, baik mesin pendingin yang berskala besar untuk industri - industri maupun untuk keperluan rumah tangga. Teknologi pendingin ini dibutuhkan untuk penyimpanan bahan makanan, distribusi makanan, distribusi obat dan proses kimia yang memerlukan pendinginan.

Di era sekarang kebutuhan akan mesin pendingin merupakan suatu kebutuhan bagi kehidupan manusia. Dahulu mesin pendingin seperti kulkas (refrigerator) merupakan suatu barang mewah yang hanya bisa dimiliki oleh orang kalangan tertentu saja. Akan tetapi, pada saat ini kulkas (refrigerator) merupakan suatu barang yang sudah tidak asing lagi bagi semua kalangan. Kebutuhan akan alat pendingin tidak pernah lepas dari kehidupan manusia, manusia butuh alat pendingin untuk menyimpan berbagai benda seperti bahan masakan (sayur, telur, bumbu masakan, daging, dan lain sebagainya), makanan, minuman dan obat - obatan. Berdasarkan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia nomor 5 tahun 2015, tentang pedoman cara ritel pangan yang baik pada bab V penanganan pangan, menjelaskan bahwa saran penyimpanan pangan segar, pangan yang disiapkan untuk diproses lebih lanjut, pangan mentah kering dan pangan siap saji, seperti daging, buah, sayur yang dikeringkan, biji - bijian dan hasil olahannya, lemak, minyak, serta pangan kaleng disarankan disimpan pada suhu 4°C atau kurang.

Akan tetapi perlu diketahui bahwa didalam kulkas (refrigerator) terdapat komponen utama yang tidak ramah lingkungan karena dapat menyebabkan pemanasan global. Berdasarkan Asosiasi Penyalur Refrigerant Ramah Lingkungan jumlah pemakaian refrigerant dalam kulkas selalu mengalami kenaikan dengan prediksi 3.226,82 ton tahun 2010 menjadi 4.819 ton pada tahun 2015, naik 49,8 %. (Maulana, 2010)

Sistem pendingin yang umum dipakai sekarang menggunakan sistem kompresor dan gas freon dalam siklus kerjanya. Freon merupakan salah satu syntetic refrigerant atau pendingin buatan yang memiliki nilai Global Warming Potential (GWP) yang sangat tinggi, yaitu 510 kali dibandingkan CO<sub>2</sub>. Jika terurai ke udara bahan ini dapat merusak struktur lapisan ozon (O<sub>3</sub>). Selain Global Warming Potential (GWP) yang tinggi, syntetic refrigerant juga memiliki Atmosphere Life Time (ALT) 15, artinya gas syntetic refrigerant akan bertahan di atmosfer selama 15 tahun sebelum terurai. Semakin menipisnya lapisan ozon di atmosfer bumi menyebabkan semakin meningkatnya suhu di bumi. Selain itu kulkas (refrigerator) konvensional juga memerlukan daya listrik yang tinggi sehingga kurang ekonomis. (PERTAMINA, 2013)

Berdasarkan pentingnya alat pendingin maka diperlukan alternatif alat pendingin makanan yang ramah lingkungan, ekonomis dan praktis yang dapat dibawa kemana - mana, misalnya ketika piknik, dalam perjalanan atau jika bekerja dalam ruangan yang tidak ada kulkas (refrigerator). Maka penulis mencoba untuk membuat perencanaan alat pendingin makanan dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada modul peltier atau Thermo Electric Cooler (TEC1-12706) yang ramah lingkungan, ekonomis dan praktis.

Sesuai uraian diatas, maka penulis tertarik untuk mempelajari dan melakukan perancangan alat pendingin portable.

## II. Metode Penelitian

### A. Obyek Penelitian

Obyek dari penelitian ini adalah alat pendingin makanan portable dengan memanfaatkan efek Thermo Electric Cooler (TEC) seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Alat Pendingin Makanan Portable

## B. Bahan dan alat

Dalam penelitian alat pendingin makanan portable dengan memanfaatkan efek Thermo Electric Cooler (TEC) membutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

### B.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Modul Peltier

Modul peltier digunakan sebagai alat pompa kalor solid (solid-state heat pump) yang bekerja menurut efek peltier yang kerjanya membutuhkan arus listrik searah (DC) mengalir dalam pendingin termoelektrik yang menyebabkan kalor berpindah dari satu sisi pendingin termoelektrik ke sisi lainnya, sehingga terbentuk sisi dingin dan panas. Modul peltier dengan model TEC1-12706 memiliki tegangan kerja DC 0V – 15,2V, daya max 91,2 Watt, dimensi 40 mm x 40 mm x 4 mm dengan berat 25 gr.

#### 2. Heatsink

Heatsink digunakan terbuat dari bahan aluminium sebagai media untuk memperluas transfer panas suatu komponen yang membutuhkan pendinginan. Heatsink yang digunakan adalah jenis heatsink aluminium dengan ukuran 20 mm x 20 mm x 6 mm

#### 3. Fan

Fan digunakan untuk menghembuskan udara kearah heatsink sehingga mempercepat proses pendinginan sisi panas peltier. Pada penelitian ini menggunakan fan dengan ukuran 120 mm x 120 mm x 40 mm, konektor 2 Pin, Voltase 12 V DC dengan berat 8g/pcs.

#### 4. Pengatur Suhu Otomatis

Pengatur Suhu Otomatis yang digunakan adalah pengatur suhu jenis digital untuk mengatur suhu yang ditetapkan dengan cara menyalakan dan mematikan peralatan listrik yang beroperasi secara otomatis. Pada penelitian ini menggunakan pengatur suhu dengan model W1209, ukuran 48 x 40 mm dan temperature range -50 °C s/d 110 °C.

#### 5. Power Supply / adaptor

Power Supply digunakan untuk mengubah arus listrik bolak balik / Alternating Current (AC) menjadi arus searah / Direct Current (DC) menyuplai tegangan listrik ke komponen yang membutuhkan arus searah. Pada penelitian ini menggunakan Power Supply / adaptor dengan tipe Power Supply Switching 12V 5A, sumber tegangan input 110-240 V AC, tegangan output 12V DC, daya maksimal 5A (60W) dan dimensi 14,5 cm x 10 cm x 5,5 cm

#### 6. Kotak Pendingin

Pada pembuatan alat pendingin makanan portable dengan memanfaatkan efek Thermo Electric Cooler (TEC) ini menggunakan kotak Pendingin dengan kombinasi bahan aluminium, styrofoam dan plywood.

### B.2. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah alat potong, alat penyambung dan alat ukur. Selain itu digunakan pula alat-alat yang digunakan untuk mendapatkan data pengujian yaitu stopwatch dan termogun

### C. Prosedur Penelitian

Penelitian akan dilakukan secara eksperimen dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan dan alat yang akan digunakan untuk membuat alat pendingin.
2. Melakukan perakitan komponen – komponen dalam sistem Thermo Electric Cooler (TEC).
3. Menguji hasil rakitan alat pendingin sebelum dipasang pada kotak pendingin, untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya alat pendingin yang telah dibuat.
4. Membuat kotak pendingin sesuai rancangan yang telah disiapkan.
5. Memasang alat pendingin yang telah dibuat sebelumnya pada kotak pendingin.
6. Melakukan pengujian terhadap alat pendingin makanan tersebut sesuai dengan untuk memperoleh data.
7. Mengolah dan menganalisa data menggunakan teori-teori yang ada.

### D. Prosedur Pengujian

Guna mendapatkan data yang diperlukan untuk dapat melakukan analisa maka akan dilakukan tiga model pengujian. Hal ini bertujuan untuk dapat menjawab perumusan masalah yang telah di uraikan pada bab pertama.

1. Pengujian suhu maksimal didalam kotak pendingin yang dapat dicapai alat pendingin tanpa beban. Pada pengujian ini diberi batasan waktu selama 60 menit dan suhu dicatat setiap 5 menit sekali serta alat pengatur suhu dimatikan sehingga alat terus bekerja tanpa jeda selama pengujian berlangsung.
2. Pengujian pengaruh variasi beban terhadap suhu pada alat pendingin makanan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu *Thermo Electric Cooler (TEC)*. Pada pengujian ini diberi batasan waktu selama 60 menit dan suhu dicatat setiap 5 menit sekali serta alat pengatur suhu dimatikan sehingga alat terus bekerja tanpa jeda selama pengujian berlangsung. Alat pendingin makanan akan diberi beban pendingin bervariasi mulai dari 200 gram, 400 gram, 600, gram, 800 gram dan 1000 gram. Apabila alat pendingin masih mampu mencapai suhu yang ditetapkan ketika diberi beban 1000 gram maka akan dilakukan penambahan beban hingga alat pendingin diketahui beban maksimal yang dapat diletakan didalam kotak pendingin.
3. Pengujian perpindahan panas pada kotak pendingin dengan susunan bahan aluminium, styrofoam dan *plywood* pada alat pendingin makanan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu *Thermo Electric Cooler (TEC)*. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur suhu lapisan bagian dalam dan lapisan bagian luar kotak pendingin, tebal tiap bahan lapisan kotak pendingin serta memasukan nilai konduktifitas bahan ke persamaan (Cengel, 2003 : 133) :

$$q_x = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,4}}{(1/h_A) + (L_A/k_A A) + (L_B/k_B A) + (L_C/k_C A) + (1/h_4 A)} \quad (1)$$

Keterangan :

$q_x$  : Laju perpindahan panas (w)

$K$  : Konduktifitas thermal bahan (w/m°C)

$A$  : Luas penampang (m<sup>2</sup>)

$L$  : Tebal bahan (m)

$T$  : Temperatur (°C)

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Capaian Suhu

Pada penelitian perencanaan alat pendingin makanan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu *Thermo Electric Cooler (TEC1-12706)* ini digunakan elemen peltier TEC1-127061-12706 dengan tegangan yang dibutuhkan 12 volt dan kuat arus 6 ampere. Elemen peltier ini digunakan sebagai alat pembangkit suhu

dingin dengan cara memberi proses pendinginan pada sisi permukaan panas elemen peltier sehingga pada sisi permukaan dingin elemen peltier akan menjadi semakin dingin.

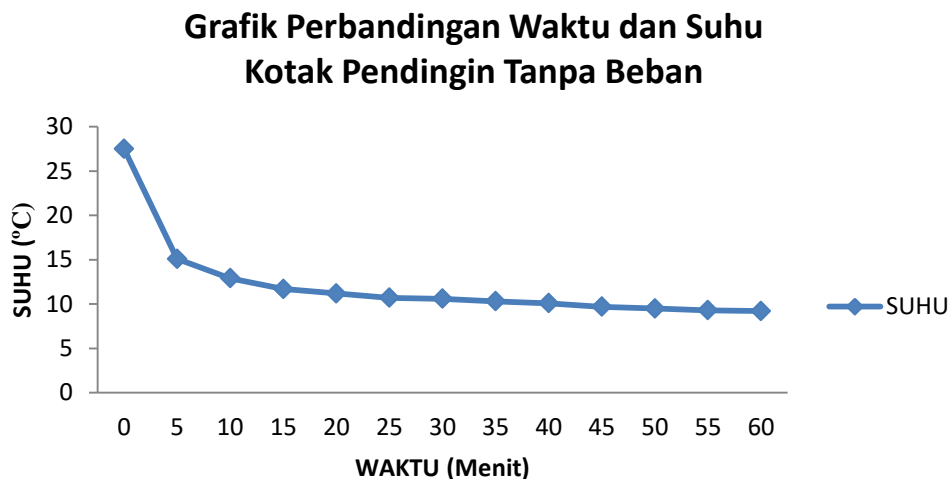
Pengaturan suhu dilakukan dengan menggunakan thermostat digital yang dihubungkan dengan kipas pendingin yang diletakan pada heatsink pada sisi permukaan panas elemen peltier. Penyetelan suhu yang diinginkan dilakukan dengan cara menekan tombol “SET”, “-” dan “+” pada thermostat. Langkah-langkah pengaturan suhu ini dapat dilihat pada bab III untuk petunjuk penggunaan alat pendingin makanan *portable* dengan memanfaatkan efek *Thermo Electric Cooler (TEC1-12706)*.

Dari ketiga percobaan yang telah dilakukan didapatkan data-data hasil pengujian yang menunjukkan perubahan suhu pada kotak pendingin yang menghasilkan perubahan yang cukup cepat pada menit-menit awal ketika alat pendingin makanan *portable* dengan memanfaatkan efek *Thermo Electric Cooler (TEC1-12706)* ini dinyalakan.

Dari pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa penurunan suhu yang terjadi pada alat pendingin ini mengalami penurunan suhu yang kurang baik ketika waktu berada pada pertengahan hingga menit-menit terakhir pengujian yang ditandai dari data hasil pengujian menunjukkan perubahan perbedaan suhu yang tidak terpaut jauh dari suhu yang didapat pada menit-menit sebelumnya.

Pada pengujian dengan menggunakan variasi beban hasil yang didapat tidak terlalu baik yang ditunjukan dengan perubahan suhu serta suhu terendah yang dapat dicapai ketika kotak pendingin tersebut diberi beban pendinginan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan semakin berat beban pendinginan yang diletakan didalam kotak pendingin maka suhu terendah yang dapat dicapai juga mengalami peningkatan.

Untuk memastikan dan memperbandingkan hasil pengujian yang telah dilakukan, berikut ini adalah grafik-grafik dari data hasil pengujian yang telah dilakukan sebagai gambaran pada analisa dan pembahasan pada perencanaan alat pendingin makanan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu *thermo electric cooler (TEC1-12706)*. :

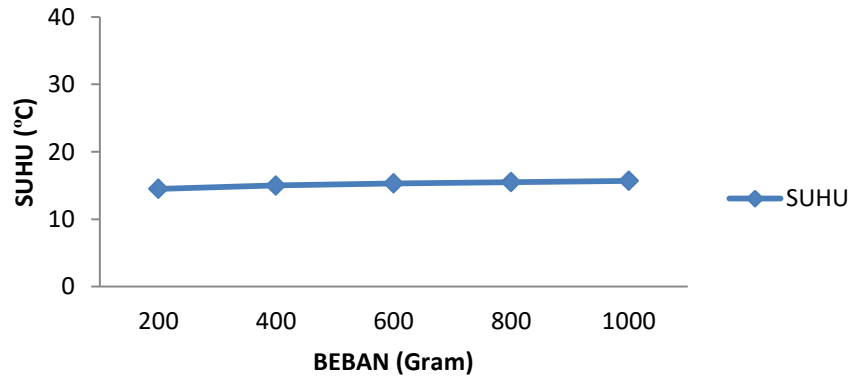


Gambar 2. Grafik perbandingan waktu dan suhu kotak pendingin tanpa beban

Pada grafik perbandingan waktu dan suhu kotak pendingin tanpa beban tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu yang terjadi didalam kotak pendingin mengalami penurunan suhu yang signifikan pada saat alat pendingin dinyalakan hingga menit ke 5 pengujian. Karena dari suhu awal didalam kotak pendingin pada menit ke 0 tercatat pada suhu 27,5 °C setelah 5 menit mengalami penurunan menjadi 15,1 °C. Hal ini membuktikan bahwa pada 5 menit awal elemen peltier dapat menurunkan suhu dengan cepat karena pada pengujian 5 menit awal diperoleh perbandingan suhu sebesar 12,4 °C.

Pada menit ke 5 hingga menit ke 10 suhu didalam kotak pendingin berubah menjadi 12,9 °C hal ini berarti perbandingan suhu yang terjadi adalah 2,2 °C. Kemudian pada pengujian, suhu dicatat setiap 5 menit sekali terjadi perbedaan suhu yang tidak jauh berbeda pada selang waktu 5 menit setelah menit ke 10. Hingga pada akhir pengujian yang dibatasi 60 menit waktu pengujian didapat suhu terendah yang dapat diperoleh didalam kotak pendingin tanpa beban adalah sebesar 9,2 °C tepat pada menit ke 60.

**Grafik Perbandingan Suhu dan Beban**



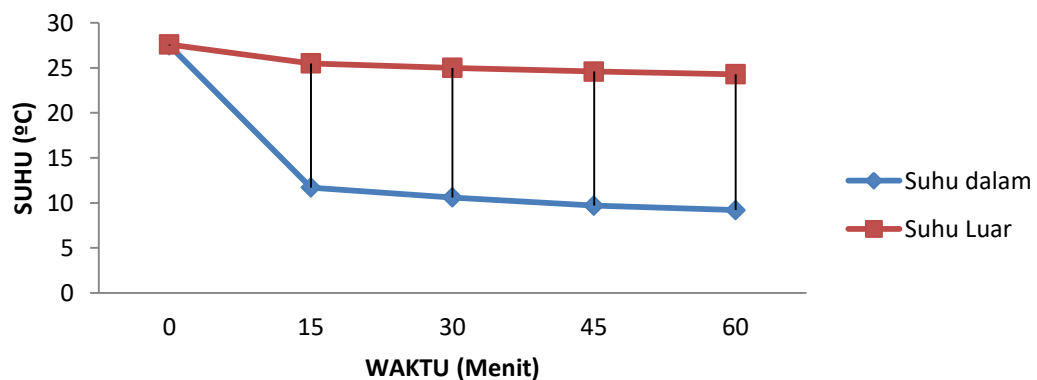
Gambar 3. Grafik perbandingan suhu dan beban pada kotak pendingin

Pada grafik perbandingan suhu dan beban pada kotak pendingin diatas, suhu terendah yang dapat diperoleh alat pendingin dengan beban 200 gram pada menit ke 60 adalah sebesar 14,5 °C. Kemudian dengan beban 400 gram dengan waktu 60 menit suhu terendah yang dapat dicapai adalah sebesar 15,0 °C. Kemudian dengan beban 600 gram pada menit ke 60 suhu yang dapat dicapai adalah sebesar 15,3 °C. Lalu dengan beban 800 gram pada menit ke 60 suhu yang dapat dicapai adalah sebesar 15,5 °C. Kemudian pada pengujian terakhir dengan beban 1000 gram pada menit ke 60 suhu yang dapat dicapai adalah sebesar 15,7.

Dari hasil percobaan dengan memberi kotak pendingin beban tersebut dan dilakukan penambahan jumlah beban serta diberi batas waktu pengujian selama 60 menit dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan 200 gram beban ke dalam kotak pendingin maka rata-rata perubahan suhu terendah yang dapat dicapai oleh alat pendingin sebesar 0,24 °C. Sehingga semakin berat beban yang diletakan dalam kotak pendingin maka proses pendinginan juga akan semakin kurang optimal.

Pada percobaan ini bahan makanan yang digunakan sebagai beban pada kotak pendingin adalah sosis kemasan siap konsumsi, dengan bahan beban yang berbeda tidak menutup kemungkinan suhu yang dapat dicapai juga akan berbeda. Ukuran kotak pendingin yang dibuat serta lama waktu beroperasinya alat pendingin juga akan sangat berpengaruh terhadap suhu didalam kotak pendingin. Ukuran kotak pendingin yang semakin besar akan berpengaruh pada kemampuan alat pendingin tersebut untuk mendinginkan ruangan dalam kotak pendingin, semakin besar kotak pendingin yang digunakan maka suhu yang dapat dicapai didalam kotak pendingin akan lebih tinggi. Pada ukuran kotak pendingin yang semakin kecil maka suhu yang dapat dicapai oleh alat pendingin akan semakin rendah dengan waktu penurunan suhu yang singkat.

**Grafik Perbandingan waktu dengan Suhu Dalam dan Suhu Luar Kotak Pendingin**



Gambar 4. Grafik perbandingan suhu dalam dan luar pada kotak pendingin

Pada grafik perbandingan suhu dalam dan luar pada kotak pendingin diatas menunjukkan perbedaan suhu pada lapisan permukaan dalam dan lapisan permukaan luar kotak pendingin. Dari hasil pengukuran didapat pada menit ke 0 suhu lapisan permukaan dalam yaitu sebesar 27,5 °C dan suhu lapisan permukaan luar sebesar 27,6 °C, jadi perbedaan suhu awal sebelum alat dinyalakan terdapat perbedaan suhu sebesar 0,1 °C.

Pada waktu dilakukan pengujian 15 menit pertama perubahan suhu yang terjadi didalam kotak pendingin menjadi 11,7 °C dan suhu luar kotak pendingin sebesar 25,5 °C, perbedaan suhu yang terjadi antara suhu dalam dengan suhu luar kotak pendingin pada menit ke 15 adalah 13,8 °C.

Pada menit ke 30 suhu didalam kotak pendingin sebesar 10,6 °C sedangkan suhu di lapisan permukaan luar kotak pendingin sebesar 25,0 °C, perbedaan suhu yang terjadi antara suhu dalam dengan suhu luar kotak pendingin pada menit ke 30 adalah 14,4 °C.

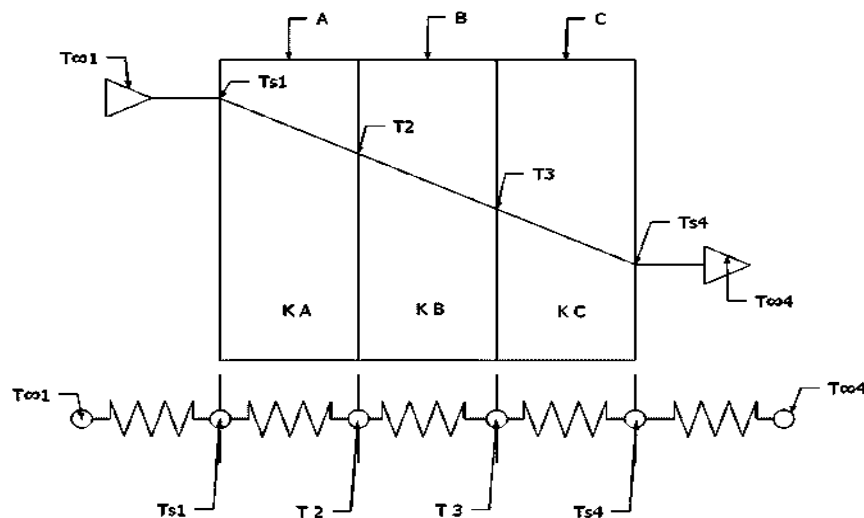
Pada menit ke 45 suhu didalam kotak pendingin sebesar 9,7 °C sedangkan suhu di lapisan permukaan luar kotak pendingin sebesar 24,6 °C, perbedaan suhu yang terjadi antara suhu dalam dengan suhu luar kotak pendingin pada menit ke 45 adalah 14,9 °C.

Pada akhir pengujian yaitu menit ke 60 suhu didalam kotak pendingin sebesar 9,2 °C sedangkan suhu di lapisan permukaan luar kotak pendingin sebesar 24,3 °C, perbedaan suhu yang terjadi antara suhu dalam dengan suhu luar kotak pendingin pada menit ke 60 adalah 15,1 °C.

Dari analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin rendah suhu didalam kotak pendingin maka suhu permukaan luar kotak pendingin juga akan mengalami perubahan suhu menjadi lebih dingin. Hal ini disebabkan oleh perambatan suhu pada lapisan kotak pendingin, dari lapisan bagian dalam menuju lapisan luar kotak pendingin. Kotak pendingin yang digunakan pada percobaan ini terbuat dari tiga lapisan bahan, lapisan bagian dalam berbahan aluminium dengan ketebalan 0,5 mm, lapisan kedua berbahan Styrofoam dengan ketebalan 2 cm dan lapisan ketiga yang terletak pada bagian luar kotak pendingin berbahan triplek (*plywood*) dengan ketebalan 3 mm.

**B. Laju Perpindahan Panas**

Untuk mengetahui perambatan suhu yang terjadi pada kotak pendingin, dihitung dengan rumus laju perpindahan panas pada dinding lapisan (persamaan 1) dan mengikuti skema seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Skema Lapisan Dinding

Dimana:

A : Bahan alumunium dengan Konduktifitas thermal bahan (KA) 220 W/m. °C

B : Styrofoam dengan Konduktifitas thermal bahan (KB) 0,038 W/m. °C

C : Plywood dengan Konduktifitas thermal bahan (KC) 0,013 W/m. °C

A 1 (sisi samping) : 2,45 m x 2,95 m = 7,23 m<sup>2</sup>

A 2 (sisi atas bawah) : 2,45 m x 2,1 m = 5,14 m<sup>2</sup>

LA : 0,005 m  
LB : 0,2 m  
LC : 0,03 m  
 $T_{\infty,1}$  : 9,2 °C  
 $T_{\infty,4}$  : 24,3 °C

Bila diasumsikan bahwa tahanan dari lapisan perekat diabaikan dan suhu udara bebas *steady state*, maka perpindahan panas yang terjadi pada dinding sisi samping kiri dan kanan kotak pendingin adalah sebesar 25,25 W. dan perpindahan panas yang terjadi pada dinding sisi atas dan bawah kotak pendingin adalah sebesar 18,596 W. Laju perpindahan panas yang terjadi pada seluruh lapisan dinding kotak pendingin adalah sebesar 43,846 W.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada alat pendingin makanan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu Thermo Electric Cooler (TEC1-12706), dengan ukuran kotak pendingin panjang : 21 cm, lebar 24,5 cm dan tinggi 30 cm yang sudah dilakukan pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Suhu maksimal yang dapat dicapai dalam waktu 60 menit pengujian adalah sebesar 9,2 °C tanpa beban dari suhu awal sebesar 27,5 °C.
2. Suhu terendah yang dapat dicapai dengan variabel beban 200 gram adalah sebesar 14,5 °C dan dengan variabel beban 1000 gram suhu terendahnya sebesar 15,7 °C dengan beban berbahan sosis kemasan.
3. Laju perpindahan panas yang terjadi pada kotak pendingin dengan bahan komposisi lapisan dinding berupa aluminium, Styrofoam dan plywood adalah sebesar 43,846 W

#### V. Daftar Pustaka

- [1] Cengel and Boles, "Thermodynamics an Engineering Approach", 7 Edition, Mc Graw Hill, New York, 2011.
- [2] Frank P. Incropera dan David P. De Witt., "Fundamentals of Heat Transfer", Mc Graw Hill, New York, 1981.
- [3] Frima Gandi, "Perancangan Sistem Pendingin Air Menggunakan Elemen Peltier Berbasis Mikrokontroler Atmega8535", Jurnal Fisika Unand, vol. 5, ISSN 2302-8491, 2016.
- [4] Holman, J. P. (Jack Philip)., "Heat-Transmission", 10th ed, Mcgraw-Hill series in mechanical engineering, 2010.
- [5] Maulana, agus, "Penggunaan BPO (Bahan Perusak Ozon) di Provinsi Jakarta dari Sektor Refrigerator", APRAL, Jakarta, 2010.
- [6] Nurhadi Budi Santosa, "Mengenal THERMO-ELECTRIC (PELTIER), Widyaiswara PPPPTK BOE Malang, 2015.
- [7] Peraturan kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No 5 tahun 2015 tentang Pedoman Cara Ritel Pangan Yang Baik di Pasar Tradisional, 2015.
- [8] PERTAMINA, Musicool, <http://www.pertamina.com>, 2013.
- [9] Rahmat Imam Mainil, Arizal Aziz dan Afdha Khurniawan, "Penggunaan Modul Thermoelectric sebagai Elemen Pendingin Box Cooler" Seminar nasional rekayasa dan aplikasi teknik-XIV, 2015.
- [10] Rawat, M. K., Neogi, S, 20, "A Review On Development of Thermoelectric Refrigeration and Air Conditioning System" : A Novel Potential Green Refrigeration and Air Conditioning Technology. Internaional Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, vol 3 issue 3, (361-367), 2013.
- [11] Rijwan Wahyu, Chalilulloh Rangkuti, "Pengaruh Beban Pendingin Minuman Kaleng Terhadap Suhu Kotak Pendingin Berbasis Termoelektrik dengan Menggunakan Listrik Dari Akumulator", Seminar Nasioanal Pakar ke 1, ISSN (P) : 2615 – 2584, 2018.

