

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH JUMLAH PEMBEBANAN MINUMAN KALENG TERHADAP PENDINGINAN COOLER BOX BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER



DISUSUN OLEH:

NAMA : ARNOLDUS DELLO STRADA

NIM : 1811028

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH JUMLAH PEMBEBANAN MINUMAN KALENG TERHADAP PENDINGINAN COOLER BOX BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER



DISUSUN OLEH:

NAMA : ARNOLDUS DELLO STRADA

NIM : 1811028

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH JUMLAH PEMBEBANAN MINUMAN
KALENG TERHADAP PENDINGINAN COOLER BOX
BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER



DISUSUN OLEH:

NAMA : ARNOLDUS DELLO STRADA
NIM : 1811028

Malang, 26 Juli 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing

Sibut, ST. MT.
NIP. Y. 1030300379



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Arnoldus Dello Strada
NIM : 1811028
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH JUMLAH PEMBEBANAN
MINUMAN KALENG TERHADAP PENDINGINAN
COOLER BOX BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER

Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Selasa
Tanggal : 26 Juli 2022
Dengan Nilai : 82,8 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

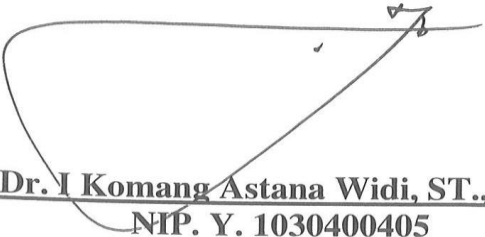

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Sekretaris



Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji 1


Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Penguji 2


Bagus Setyo W, ST., M.MT.
NIP. P. 1032100599

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arnoldus Dello Strada

NIM : 1811028

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul "ANALISA PENGARUH JUMLAH PEMBEBANAN MINUMAN KALENG TERHADAP PENDINGINAN COOLER BOX BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER" adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 26 Juli 2022



Arnoldus Dello Strada
NIM. 1811028

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Arnoldus Dello Strada
NIM : 1811028
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Jumlah Pembebanan Minuman Kaleng Terhadap Pendinginan Cooler Box Berbasis Thermoelectric Cooler
Dosen Pembimbing : Sibut, ST. MT.

| No. | Materi Bimbingan | Waktu Bimbingan | Paraf Dosen Pembimbing |
|-----|----------------------------|-----------------|--|
| 1 | Pengajuan Judul Skripsi | 9 Maret 2022 |  |
| 2 | Bimbingan Proposal Skripsi | 6 April 2022 | |
| 3 | Daftar Seminar Proposal | 19 Mei 2022 | |
| 4 | Seminar Proposal | 19 Mei 2022 | |
| 5 | Revisi Judul Skripsi | 23 Mei 2022 | |
| 6 | Mulai Penelitian | 6 Juni 2022 | |
| 7 | Pengujian Alat | 1 Juli 2022 | |
| 8 | Daftar Seminar Hasil | 15 Juli 2022 | |
| 9 | Seminar Hasil | 15 Juli 2022 | |
| 10 | Daftar Ujian Skripsi | 21 Juli 2022 | |
| 11 | Konsultasi Skripsi Bab I-V | 23 Juli 2022 | |
| 12 | Ujian Skripsi | 26 Juli 2022 | |
| 13 | Konsultasi Revisi Skripsi | 28 Juli 2022 | |

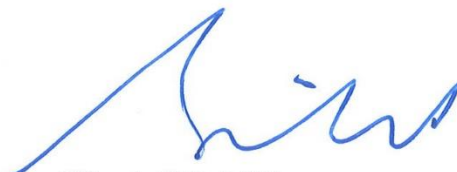
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Arnoldus Dello Strada
NIM : 1811028
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Jumlah Pembebanan Minuman Kaleng Terhadap Pendinginan Cooler Box Berbasis Thermoelectric Cooler
Dosen Pembimbing : Sibut, ST. MT.

Tanggal Pengajuan Skripsi : 9 Maret 2022
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 26 Juli 2022
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 82,8 (A)

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing



Sibut, ST. MT.
NIP. Y. 1030300379

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berakat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas dukungan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

- 1) Bapak Prof. Eng. Ir. Abraham Lomi MSEE. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- 2) Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST. MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
- 3) Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
- 4) Bapak Sibut, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi yang selalu memberikan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- 5) Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. Selaku dosen wali.
- 6) Kedua orang tua penulisan yang senantiasa mendo'akan, mendukung dan memberi motivasi.
- 7) Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis dapatkan, oleh karena itu dengan rendah hati penulis mohon maaf atas segala kekurangannya.

Malang, 26 Juli 2022

Penulis

ANALISA PENGARUH JUMLAH PEMBEBANAN MINUMAN KALENG TERHADAP PENDINGINAN TERHADAP COOLER BOX BERBASIS THERMOELECTRIC COOLER

Arnoldus Dello Strada

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: delloarnoldus10@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap teknologi semakin berkembang pesat salah satunya yaitu alat pendingin seperti kulkas yang mempunyai fungsi untuk mendinginkan serta menyegarkan makanan dan minuman. Maka dikembangkanlah Cooler box dengan memanfaatkan thermoelectric sebagai media pendingin, dengan desain yang kecil dan ringan sehingga mudah di bawa kemana-mana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja pendinginan pada cooler box berbasis thermoelectric saat mendinginkan minuman kaleng dengan variasi jumlah 2,3,4 buah minuman kaleng 310ml dengan mencatat penurunan suhu dalam cooler box setiap 20 menit selama 2 jam. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai penurunan suhu terendah didalam cooler box berada di 13,7°C saat tidak diberikan beban pendinginan, 16,2°C pada jumlah variasi beban 2 dan 3 buah minuman, lalu 18,7°C pada jumlah variasi beban 4 buah minuman. Dan nilai efisiensi pendinginannya 1,98% saat tanpa beban, 1,67% pada variasi 2 buah beban pendingin, 1,57% pada variasi 3 buah beban pendingin, 1,33% pada variasi 4 buah beban pendingin. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya jumlah beban didinginkan dan adanya faktor suhu lingkungan mempengaruhi pendinginan dari cooler box berbasis thermoelectric.

Kata Kunci: *Cooler Box, Thermoelectric Cooler, TEC.*

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE AMOUNT OF LOADING OF CAN BEVERAGES TO COOLER BOX BASED ON THERMOELECTRIC COOLER

Arnoldus Dello Strada

Mechanical Engineering Study Program S-1 Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology

Email: delloarnoldus10@gmail.com

ABSTRACT

The need for technology is growing rapidly, one of which is a cooling device such as a refrigerator which has a function to cool and refresh food and beverages. Then the Cooler box was developed by utilizing thermoelectric as a cooling medium, with a small and lightweight design so that it is easy to carry everywhere. This study aims to determine the cooling performance of a thermoelectric-based cooler box when cooling canned drinks with variations in the number of 2,3,4 310 ml cans by recording a decrease in temperature in the cooler box every 20 minutes for 2 hours. The results showed that the lowest temperature drop value in the cooler box was at 13.7°C when no cooling load was given, 16.2°C at the number of variations in the load of 2 and 3 drinks, then 18.7°C at the number of variations in the load of 4 drinks. And the value of cooling efficiency is 1.98% at no load, 1.67% in variations of 2 cooling loads, 1.57% at variations of 3 cooling loads, 1.33% in variations of 4 cooling loads. This shows that the large amount of load is cooled and the environmental temperature factor affects the cooling of the thermoelectric-based cooler box.

Keywords: Cooler Box, Thermoelectric Cooler, TEC.

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI | iv |
| LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI | v |
| LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| ABSTRAK | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GRAFIK | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Penelitian Terdahulu..... | 4 |
| 2.2. Perpindahan Panas | 5 |
| 2.2.1. Perpindahan Panas Konduksi..... | 5 |
| 2.2.2. Perpindahan Panas Konveksi | 5 |
| 2.2.3. Koefisien Pemindahan Panas Menyeluruh | 6 |
| 2.3. Sejarah <i>Thermoelectric</i> | 7 |
| 2.4. <i>Thermoelectric Cooler</i> | 8 |
| 2.5. Prinsip kerja <i>Thermoelectric</i> | 8 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.5.1. | Parameter Perhitungan | 9 |
| 2.6. | Parameter Penggunaan Elemen <i>Thermoelectric</i> | 10 |
| 2.7. | Sistem Pendingin Termoelektrik | 11 |
| 2.8. | Termoelektrik Bertingkat | 13 |
| 2.9. | Aplikasi Thermoelectric Secara umum | 14 |
| 2.10. | Sistem Pendingin Termoelektrik | 18 |
| 2.11. | Kipas Arus Searah (<i>DC Fan</i>)..... | 21 |
| 2.12. | <i>Thermostat</i> | 22 |
| 2.13. | Sensor Suhu | 26 |
| 2.14. | Bahan Isolator <i>Cooler box</i> | 26 |
| 2.15. | <i>Switching Power supply</i> | 29 |
| 2.16. | Plat Aluminium | 31 |
| 2.17. | <i>Thermal Paste</i> | 32 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 34 |
| 3.1. | Diagram Alir..... | 34 |
| 3.2. | Studi Literatur..... | 35 |
| 3.3. | Persiapan Alat..... | 36 |
| 3.3.1. | Alat..... | 36 |
| 3.3.2. | Bahan..... | 39 |
| 3.4. | Proses Perancangan <i>Cooler box</i> | 43 |
| 3.4.1. | Perancangan Wadah | 43 |
| 3.4.2. | Perakitan Komponen <i>Cooler box</i> | 43 |
| 3.4.3. | Rangkaian Kelistrikan..... | 45 |
| 3.5. | Pengujian Alat | 46 |
| 3.6. | Pengambilan Data..... | 48 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN..... | | 49 |
| 4.1. | Pengujian <i>Cool Box</i> | 49 |
| 4.1.1. | Hasil Pengujian Tanpa Beban Pendinginan | 49 |
| 4.1.2. | Hasil Pengujian Dengan Beban 2 buah minuman 310ml | 50 |
| 4.1.3. | Hasil Pengujian Dengan Beban 3 Buah Minuman 310ml | 50 |
| 4.1.4. | Hasil Pengujian Dengan Beban 4 buah minuman 310ml | 51 |
| 4.2. | Analisa Data | 51 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| 4.3. | Pembahasan | 55 |
| 4.3.1. | Pengujian Tanpa Beban Pendinginan..... | 55 |
| 4.3.2. | Hasil Pengujian Dengan Beban 2 buah minuman 310ml | 55 |
| 4.3.3. | Hasil Pengujian Dengan Beban 3 Buah Minuman 310ml | 56 |
| 4.3.4. | Hasil Pengujian Dengan Beban 4 buah minuman 310ml | 57 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 60 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 60 |
| 5.2. | Saran | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 61 |
| LAMPIRAN..... | | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Perpindahan panas konveksi pada plat..... | 6 |
| Gambar 2. 2 Perpindahan Kalor Menyeluruh | 6 |
| Gambar 2. 3 <i>Modul Thermoelectric</i> | 8 |
| Gambar 2. 4 Prinsip Kerja <i>Thermoelectric</i> | 9 |
| Gambar 2. 5 Profil temperatur modul TEC..... | 11 |
| Gambar 2. 6 Susunan dasar sistem pendingan termoelektrik | 12 |
| Gambar 2. 7 Tipe susunan sistem termoelektrik..... | 12 |
| Gambar 2. 8 Modul sistem bertingkat..... | 13 |
| Gambar 2. 9 Jenis-jenis modul termoelektrik bertingkat..... | 14 |
| Gambar 2. 10 Termoelektrik pendingin komponen sistem komputer..... | 15 |
| Gambar 2. 11Desain alat <i>vaccine carrier</i> | 16 |
| Gambar 2. 12 Desain <i>Blood Carrier</i> | 17 |
| Gambar 2. 13 <i>Cooler box</i> konvensional..... | 17 |
| Gambar 2. 14 <i>Thermal cooler bag</i> | 18 |
| Gambar 2. 15 <i>Heat sink Fan</i> | 19 |
| Gambar 2. 16 Skema <i>heat pipe</i> | 20 |
| Gambar 2. 17 <i>Water block</i> | 21 |
| Gambar 2. 18 Dc Fan | 22 |
| Gambar 2. 19 <i>Thermostat</i> | 23 |
| Gambar 2. 20 Kontruksi <i>Bi-metal Switch</i> | 24 |
| Gambar 2. 21 <i>Thermostat digital</i> | 25 |
| Gambar 2. 22 Sensor-sensor suhu..... | 26 |
| Gambar 2. 23 <i>Styrofaom Box</i> | 27 |
| Gambar 2. 24 <i>Polyurethane foam</i> | 27 |
| Gambar 2. 25 <i>Vacuum insulation panel</i> | 28 |
| Gambar 2. 26 Catu Daya..... | 29 |
| Gambar 2. 27 Aneka jenis <i>power supply</i> | 30 |
| Gambar 2. 28 Pengaplikasian <i>Thermal paste</i> pada alat elektronik | 32 |
| Gambar 2. 29 <i>Thermal paste</i> | 33 |

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 30 Pemasangan Heatsink dan fan pada <i>cooler box</i> | 45 |
| Gambar 2. 31 Rangkaian kelistrikan pada <i>cooler box</i> | 46 |
| Gambar 2. 32 Pengujian <i>Cooler box</i> | 47 |
| Gambar 3. 1 Tang Kombinasi | 36 |
| Gambar 3. 2 Terminal blok | 37 |
| Gambar 3. 3 Lakban kabel | 37 |
| Gambar 3. 4 Kabel 12 V | 38 |
| Gambar 3. 5 Obeng | 38 |
| Gambar 3. 6 Thermoelectric | 39 |
| Gambar 3. 7 Thermal Paste | 39 |
| Gambar 3. 8 <i>Power Supply Switching</i> | 40 |
| Gambar 3. 9 Thermostat | 41 |
| Gambar 3. 10 Plat Aluminium | 41 |
| Gambar 3. 11 Aluminium foil | 42 |
| Gambar 3. 12 Desain <i>Cooler Box</i> | 43 |
| Gambar 3. 13 Pemasangan plat 1,5 dan 16mm | 44 |
| Gambar 3. 14 Skema perakitan Komponen <i>Cooler Box</i> | 44 |
| Gambar 3. 15 Rangkaian kelistrikan <i>cooler box</i> | 46 |
| Gambar 3. 16 Skema Penelitian | 46 |
| Gambar 3. 17 Skema penelitian dengan variasi beban | 48 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Tanpa Beban | 49 |
| Tabel 4. 2 Pengujian dengan 2 buah beban 310ml..... | 50 |
| Tabel 4. 3 Pengujian dengan 3 buah beban 310ml..... | 50 |
| Tabel 4. 4 Pengujian dengan 4 buah beban 310ml..... | 51 |

DAFTAR GRAFIK

| | |
|--|----|
| Grafik 4. 1 Hasil pengujian tanpa beban..... | 55 |
| Grafik 4. 2 Pengujian Dengan Variasi Beban 620ml..... | 55 |
| Grafik 4. 3 Pengujian Dengan Variasi Beban 930ml..... | 56 |
| Grafik 4. 4 Pengujian Dengan Variasi Beban 1240ml..... | 57 |
| Grafik 4. 5 Perbandingan Suhu Dengan Beban Pendinginan | 58 |
| Grafik 4. 6 Perbandingan efisiensi Pendinginan Dengan Variasi Beban..... | 59 |