

**KAJI ULANG SISTEM TERMoeLEKTRIK
UNTUK PENDINGIN *BLOOD TRANSPORT BOX*
DENGAN KAPASITAS 8000 ML**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan (S1)

Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti

Oleh:

**ERIK IHZA MAHENDRA
2202220153**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



SKRIPSI

KAJI ULANG SISTEM TERMoeLEKTRIK
UNTUK PENDINGIN *BLOOD TRANSPORT BOX*
DENGAN KAPASITAS 8000 ML

Oleh:

ERIK IHZA MAHENDRA

2202220153

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Ketua Prodi Teknik Mesin-UTP

Dosen Pembimbing I

Hertyanto Rusmaryadi, ST. PG.DIP.,MT

Heriyanto Rusmaryadi, ST. PG.DIP.,MT

Dosen Pembimbing II

Imam Akbar, ST. MT

Disahkan Oleh:

Dekan FT-Unanti



Dr. Ani Firda, ST. MT

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah Ini:

Nama : Erik Ihza Mahendra
NIM : 2202220153
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Kaji Ulang Sistem Termoelektrik Untuk Pendingin *Blood Transport Box* Dengan Kapasitas 8000 mililiter”** adalah benar merupakan karya saya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, 28 juli 2026

Yang membuat pernyataan



Erik Ihza Mahendra
NIM. 2202220153

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Erik Ihza Mahendra

NIM : 2202220153

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul:

“Kaji Ulang Sistem Termoelektrik Untuk Pendingin *Blood Transport Box* Dengan Kapasitas 8000 mililiter“

Merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/plagiat dan telah melewati proses *plagiarism checker* yang dilakukan pihak jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Sekretaris program studi

Palembang, 28 Juli 2026
Mahasiswa



Martin Luther King, ST. MT.

Erik Ihza Mahendra



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: 1 1
Assignment title: Laporan/Makalah Tugas mahasiswa
Submission title: Erik Ihza Mahendra (2202220153).docx
File name: Erik_Ihza_Mahendra_2202220153_.docx
File size: 413.33K
Page count: 38
Word count: 4,829
Character count: 30,548
Submission date: 21-Jul-2026 07:28PM (UTC+0700)
Submission ID: 3001262278

BAB. I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pendingin telah membuka peluang penggunaan sistem termoelektrik sebagai alternatif pendingin yang efisien dan ramah lingkungan. Termoelektrik memanfaatkan efek Peltier, yaitu kemampuan elemen semikonduktor untuk menyerap panas pada satu sisi dan melepaskan panas di sisi lainnya ketika dialiri arus listrik searah, tanpa menggunakan komponen mekanis bergerak maupun refrigeran kimia yang berbahaya bagi lingkungan (Mirmanto dkk, 2019).

Dalam pelayanan kesehatan, darah merupakan komponen medis yang paling kritis dan sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015, darah lengkap wajib disimpan pada suhu 2°C hingga 6°C, sementara suhu yang diizinkan selama proses distribusi adalah 2°C hingga 10°C dengan batas waktu pengiriman maksimal 24 jam menggunakan sistem rantai dingin (Kemenkes RI, 2015, Pasal 6).

Pada kenyataannya, proses distribusi darah saat ini masih banyak mengandalkan es batu atau ice pack sebagai media pendingin. Metode ini memiliki kelemahan mendasar yaitu suhu tidak stabil akibat es yang mencair, durasi pendinginan terbatas, dan bergantung pada ketersediaan es di lapangan.

1 1

Erik Ihza Mahendra (2202220153).docx

 Laporan/Makalah Tugas mahasiswa DCA Telkom University

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3614949118

Submission Date

Jul 21, 2026, 7:27 PM GMT+7

Download Date

Jul 21, 2026, 7:31 PM GMT+7

File Name

Erik_Ihza_Mahendra_2202220153_.docx

File Size

413.3 KB

38 Pages**4,829 Words****30,548 Characters**

14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 14%  Internet sources
 - 3%  Publications
 - 4%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 14% Internet sources
- 3% Publications
- 4% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	www.univ-tridinanti.ac.id	3%
2	Internet	docplayer.info	1%
3	Internet	univ-tridinanti.ac.id	<1%
4	Internet	www.scribd.com	<1%
5	Internet	repository.upstegal.ac.id	<1%
6	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%
7	Internet	lib.unnes.ac.id	<1%
8	Internet	repository.its.ac.id	<1%
9	Internet	pt.scribd.com	<1%
10	Internet	123dok.com	<1%
11	Student papers	Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang	<1%

12	Internet	repo.bunghatta.ac.id	<1%
13	Internet	lab.tik.pnj.ac.id	<1%
14	Student papers	Fatek Untad	<1%
15	Internet	repository.ubharajaya.ac.id	<1%
16	Internet	journals.upi-yai.ac.id	<1%
17	Internet	eprints.untirta.ac.id	<1%
18	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
19	Internet	www.coursehero.com	<1%
20	Internet	id.scribd.com	<1%
21	Internet	repository.unjaya.ac.id	<1%
22	Internet	adoc.pub	<1%
23	Internet	repository.uinfasbengkulu.ac.id	<1%
24	Internet	saepulmalik27.blogspot.com	<1%
25	Internet	artikelpendidikan.id	<1%

26	Internet	ppjp.ulm.ac.id	<1%
27	Internet	tep.fateta.unand.ac.id	<1%
28	Publication	Hartalina Mufidah, Dhika Juliana Sukmana. "Seroprevalence of Transfusion-Trans...	<1%
29	Student papers	Sriwijaya University	<1%
30	Student papers	Universitas Jember	<1%
31	Internet	geograf.id	<1%
32	Internet	nanopdf.com	<1%
33	Internet	peternakancahya.blogspot.co.id	<1%
34	Internet	www.biotifor.or.id	<1%
35	Internet	www.kesekolah.com	<1%

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
universitas Tridinanti, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erik Ihza Mahendra
NIM : 2202220153
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/ Skripsi

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak
Universitas Tridinanti hak bebas Royalti Noneekslusif (*non eksklusif royalty free
right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Kaji Ulang Sistem Pendinginan Termoelektrik Untuk Pendinginan *Blood
Transport Box* Dengan Kapasitas 8000 mililiter”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif
ini universitas tridinanti berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola
mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari
pihak manapun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, 28 Juli 2026
Yang menyatakan,



Erik Ihza Mahendra

MOTTO

- **“Kesulitan hari ini adalah kekuatan yang kubawa untuk hari esok. Setiap kegagalan dalam eksperimen bukanlah akhir, melainkan data baru menuju keberhasilan.”**
- **“Ilmu pengetahuan lahir dari rasa ingin tahu, tetapi karya besar lahir dari ketekunan yang tak pernah menyerah.”**
- **“Bukan seberapa cepat aku menyelesaikannya, tetapi seberapa besar aku belajar dan bertumbuh di sepanjang prosesnya.”**
- **“Setiap rumus yang kupelajari, setiap malam yang kuhabiskan untuk berpikir, adalah bagian dari perjalanan menuju satu tujuan: menjadi manusia yang lebih bermanfaat.”**
- **“Teknik mengajarkanku bahwa tidak ada yang instan; semua butuh perhitungan, kesabaran, dan keberanian untuk mencoba kembali.”**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Kaji Ulang Sistem Termoelektrik Untuk Pendingin *Blood Transport Box* Dengan Kapasitas 8000 mililiter”** merupakan persyaratan untuk memenuhi kurikulum pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan-kesalahan, pada kesempatan ini penulis mengharapkan kritik dan saran dalam kesempurnaan penulis untuk menyelesaikan tugas-tugas penulis yang akan datang .

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari semua pihak, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H.Edizal AE, MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST. MT,. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST. PG.Dip.,MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang dan Sebagai Pembimbing I yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.

4. Bapak Martin Luther King, ST. MT,. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
5. Bapak Imam Akbar, ST, MT,. Selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Bapak Ir. M. Amin Fauzie, MT,. Selaku Staf Pengajar Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Akhirnya semoga skripsi ini akan bermanfaat kepada mahasiswa pada umumnya dan sebagai penulis kususny.

Palembang, 6 Juli 2026 Penulis,

Erik Ihza Mahendra
NPM:2202220153

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB. I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB. II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Konsep Dasar Perpindahan Panas	6
2.2. Perpindahan Panas Konduksi	8
2.3. Perpindahan Panas Konveksi.....	11
2.4. Perpindahan Panas Radiasi.....	13
2.5. Pendingin Termoelektrik	13
2.6. Sistem Termoelektrik	15
2.7. Efek Dalam Termoelektrik	16
2.7.1. Efek Seebeck.....	16

2.7.2. Efek Peltier	17
2.7.3. Efek Thomson.....	17
2.8. Sifat Umum Darah.....	17
2.8.1. Karakteristik Darah Manusia	18
2.8.2. Karakteristik Darah Sapi.....	18
2.8.3. Kesamaan Darah Manusia dan Sapi	18
BAB. III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Diagram Alir.....	20
3.2. Tempat dan Waktu.....	21
3.3. Metode Penelitian	21
3.4. Peralatan dan Bahan	21
3.4.1. Peralatan yang Digunakan	21
3.4.2. Alat Ukur yang Digunakan	22
3.4.3. Bahan yang Digunakan.....	22
3.5. Prosedur Pengujian.....	24
BAB. IV PEMBAHASAN.....	26
4.1. Pengujian Mesin Pendingin Termoelektrik TEC1-12706	26
4.1.1. Data Hasil Pengujian Suhu Darah	27
4.1.2. Data Hasil Pengujian Suhu Ruang Box	27
4.1.3. Data Hasil Pengujian Penurunan Suhu Pada Plat Alumunium... ..	28
4.2. Data Hasil Penelitian	29
4.3. Pengolahan Data	30
4.3.1. Perhitungan Beban Kalor dari Fluida (Darah).....	30
4.3.2. Perhitungan Beban Kalor Dari Kantong Darah (PVC).....	32
4.3.3. Perhitungan Beban Total Pendinginan	33
4.4. Analisa Data	33
BAB. V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

LAMPIRAN.....	40
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar:	Halaman:
2.1. Perpindahan Panas	6
2.2. Proses Perambatan Konduksi	8
2.3. Konduksi Termal.....	11
2.4. Perpindahan Panas Konveksi	12
2.5. Sistem Pendingin Peltier	14
3.1. Diagram Alir	20
3.2. Spesifikasi Element Peltier	23
3.3. Detail Sistem Kotak Pendingin	23
3.4. Alat Uji.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel:	Halaman:
4.1. Data Hasil Pengujian Suhu Darah dan Ruang Box.....	27
4.2. Data Hasil Pengujian Suhu Plat Alumunium.....	28

DAFTAR GRAFIK

Grafik:

Halaman:

4.1. Kenaikan Suhu Darah dan Penurunan Suhu Ruang Box	27
4.2. Penurunan Suhu Plat Alumunium.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran:	Halaman:
1. Perakitan Alat.....	43
2. Hasil Pembuatan Alat.....	44
3. Proses Pendinginan Awal Darah	45
4. Proses Pengujian dan Pengambilan Data.....	46

ABSTRAK

Blood Transport Box (BTB) merupakan sarana transportasi darah yang harus mampu mempertahankan kondisi termal darah sesuai standar distribusi 2°C – 10°C sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 91 Tahun 2015. Penelitian ini merupakan kaji ulang terhadap kinerja sistem pendingin termoelektrik pada BTB berkapasitas 8000 mL yang menggunakan empat modul TEC1-12706 tersusun paralel dengan sumber daya 12 Volt DC. Metode yang digunakan meliputi studi literatur dan studi lapangan, dengan darah sapi sebanyak 8000 mL bertemperatur awal 2°C sebagai media uji untuk merepresentasikan beban termal darah manusia. Pengujian dilakukan selama 120 menit dengan pencatatan temperatur darah dan udara di dalam box setiap 20 menit. Hasil pengujian menunjukkan temperatur udara di dalam box menurun dari 28°C menjadi 10°C , sedangkan temperatur darah naik dari 2°C menjadi 8°C . Suhu plat aluminium yang berfungsi sebagai sisi dingin (coldsink) modul termoelektrik juga mengalami penurunan dari 28°C menjadi 7°C selama pengujian, dengan laju penurunan tercepat pada 15 menit pertama sebelum mendekati kondisi steady state. Beban kalor darah dihitung sebesar 21,11 W dan beban kalor kantong darah (PVC) sebesar 0,264 W, sehingga total beban kalor yang harus diatasi sistem pendingin termoelektrik adalah 21,374 W. Berdasarkan hasil tersebut, sistem pendingin termoelektrik mampu menurunkan temperatur udara di dalam BTB dan memperlambat laju kenaikan temperatur darah, dengan temperatur akhir darah tetap berada dalam rentang standar distribusi darah 2°C – 10°C . Hasil kaji ulang ini menunjukkan bahwa sistem termoelektrik dengan konfigurasi empat modul TEC1-12706 berpotensi diterapkan sebagai alternatif pendingin pada BTB untuk transportasi darah jarak dekat, meskipun peningkatan kapasitas pendinginan dan optimalisasi isolasi termal masih diperlukan untuk kinerja yang lebih optimal.

Kata kunci: *Blood Transport Box, termoelektrik, TEC1-12706, beban kalor, temperatur darah.*

ABSTRACT

The Blood Transport Box (BTB) is a blood transportation device required to maintain the thermal condition of blood within the 2°C–10°C distribution standard set by Indonesian Ministry of Health Regulation No. 91 of 2015. This study re-evaluates the performance of a thermoelectric cooling system in an 8000 mL BTB using four TEC1-12706 modules arranged in parallel and powered by a 12 Volt DC source. The methods applied were literature review and field study, using 8000 mL of bovine blood at an initial temperature of 2°C as the test medium to represent the thermal load of human blood. Testing was conducted for 120 minutes, with blood and air temperatures inside the box recorded every 20 minutes. The results showed that the air temperature inside the box decreased from 28°C to 10°C, while the blood temperature increased from 2°C to 8°C. The aluminum plate temperature, representing the cold side (coldsink) of the thermoelectric module, also decreased from 28°C to 7°C during testing, with the fastest rate of decrease occurring in the first 15 minutes before approaching a steady state. The calculated blood heat load was 21.11 W and the blood bag (PVC) heat load was 0.264 W, giving a total heat load of 21.374 W that the thermoelectric cooling system must overcome. Based on these results, the thermoelectric cooling system was able to lower the air temperature inside the BTB and slow the rate of blood temperature increase, keeping the final blood temperature within the required 2°C–10°C distribution range. These findings indicate that a thermoelectric system with four TEC1-12706 modules has potential as an alternative cooling method for short-distance blood transport, although greater cooling capacity and improved thermal insulation are still needed for optimal performance.

Keywords: Blood Transport Box, thermoelectric, TEC1-12706, heat load, blood temperature

BAB. I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pendingin telah membuka peluang penggunaan sistem termoelektrik sebagai alternatif pendingin yang efisien dan ramah lingkungan. Termoelektrik memanfaatkan efek Peltier, yaitu kemampuan elemen semikonduktor untuk menyerap panas pada satu sisi dan melepaskan panas di sisi lainnya ketika dialiri arus listrik searah, tanpa menggunakan komponen mekanis bergerak maupun refrigeran kimia yang berbahaya bagi lingkungan (Mirmanto dkk, 2019).

Dalam pelayanan kesehatan, darah merupakan komponen medis yang paling kritis dan sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015, darah lengkap wajib disimpan pada suhu 2°C hingga 6°C, sementara suhu yang diizinkan selama proses distribusi adalah 2°C hingga 10°C dengan batas waktu pengiriman maksimal 24 jam menggunakan sistem rantai dingin (Kemenkes RI, 2015, Pasal 6).

Pada kenyataannya, proses distribusi darah saat ini masih banyak mengandalkan es batu atau ice pack sebagai media pendingin. Metode ini memiliki kelemahan mendasar yaitu suhu tidak stabil akibat es yang mencair, durasi pendinginan terbatas, dan bergantung pada ketersediaan es di lapangan,

sehingga standar suhu distribusi darah sulit dipertahankan secara konsisten dan berpotensi menurunkan kualitas darah yang diterima pasien (AABB, 2018)

Permasalahan ini semakin mendesak mengingat ketersediaan darah di Indonesia masih jauh dari ideal. Data terbaru menunjukkan ketersediaan darah hanya berkisar 4 hingga 4,2 juta kantong per tahun, sementara kebutuhan ideal mencapai 5,6 juta kantong berdasarkan standar WHO, sehingga Indonesia masih kekurangan sekitar 1,4 juta kantong darah per tahun (Dewi Kinarina Kaban, 2024)

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini melakukan kaji ulang terhadap kinerja sistem pendingin termoelektrik yang diaplikasikan pada *blood transport box* berkapasitas 8000 ml menggunakan modul TEC1-12706. Sistem ini diharapkan mampu mempertahankan suhu distribusi darah pada rentang 2°C hingga 10°C secara konsisten selama proses pengiriman, sehingga menjadi solusi alternatif yang lebih efektif dan tidak bergantung pada es batu (Irwanda & Martin, 2019)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan sistem pendingin termoelektrik dalam mempertahankan suhu darah pada rentang standar distribusi 2°C–10°C selama proses simulasi transportasi berlangsung?

2. Bagaimana karakteristik penurunan suhu coldsink dan penurunan suhu udara di dalam *Blood Transport Box* selama sistem termoelektrik beroperasi?
3. Berapa besar beban kalor darah dan kantong darah (PVC) yang harus diatasi oleh sistem pendingin termoelektrik selama pengujian?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah, berikut adalah batasan masalah yang diterapkan:

1. Penelitian menggunakan *Blood Transport Box* berbasis termoelektrik dengan 4 modul TEC1-12706.
2. Produk yang digunakan berupa darah sapi dengan volume total 8000 mL yang telah didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai temperatur $\pm 2^{\circ}\text{C}$ sebelum dimasukkan ke dalam *Blood Transport Box*.
3. Pengujian dilakukan selama 2 jam
4. Media uji yang digunakan adalah darah sapi sebagai substitusi darah manusia, yang telah didinginkan sebagai suhu awal yang merepresentasikan suhu di dalam blood bank yakni $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
5. Standar acuan suhu distribusi darah yang digunakan adalah Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 91 Tahun 2015, yaitu rentang 2°C – 10°C .
6. Penelitian difokuskan pada evaluasi kinerja sistem pendingin termoelektrik dalam mempertahankan distribusi suhu di dalam box yang diterapkan pada Blood Transport Box berkapasitas 8000 mL.

7. Perhitungan dalam penelitian dibatasi pada beban pendinginan media uji (darah), kantong darah (PVC), dan total beban pendinginan berdasarkan data temperatur hasil pengujian.
8. Penelitian tidak membahas analisis COP, konsumsi daya listrik, efisiensi sistem, maupun analisis resistansi termal secara rinci.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kemampuan sistem pendingin termoelektrik dalam mempertahankan suhu darah pada rentang standar distribusi 2°C–10°C selama proses simulasi transportasi berlangsung.
2. Menganalisis karakteristik penurunan suhu udara di dalam *Blood Transport Box* dan penurunan suhu (*coldsink*) plat aluminium di dalam blood transport box selama sistem termoelektrik beroperasi.
3. Menghitung besar beban kalor darah dan kantong darah (PVC) yang harus diatasi oleh sistem pendingin termoelektrik selama pengujian.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan keilmuan di bidang teknik mesin, khususnya pada sistem pendingin termoelektrik dan aplikasinya dalam bidang transportasi medis.
2. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya terkait kajian ulang sistem termoelektrik untuk pendinginan produk berkapasitas kecil-menengah.

3. Memperkaya kajian mengenai karakteristik perpindahan panas pada sistem pendingin termoelektrik dengan media uji darah.
4. Memberikan informasi mengenai kemampuan sistem pendingin termoelektrik dalam menjaga temperatur ruang penyimpanan dan produk darah selama proses simulasi yg berdurasi 2 jam berlangsung

DAFTAR PUSTAKA

- AABB (American Association of Blood Banks). (2018). Standards for Blood Banks and Transfusion Services, 31st Edition. Bethesda, Maryland: AABB Press. ISBN: 978-1-56395-958-5.
- Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. 2015. *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications. 5th Edition. New York: McGraw-Hill Education.*
- Dewi Kinarina Kaban. (2024). Situasi yang Memicu Tingginya Kebutuhan Darah di Indonesia dan Kontribusi Bank Sinarmas untuk Atasi Kekurangan Darah. Bank Sinarmas. Diakses dari: <https://www.banksinarmas.com/id/artikel/kebutuhan-darah-di-indonesia>
- Di Salvio, F. (2010). *Thermoelectric Effects and Applications*. IEEE.
- Ecker, R.D., et al. (2021). Animal blood in translational research: How to adjust animal blood viscosity to the human standard. *Physiological Reports*, 9(10), e14880. <https://doi.org/10.14814/phy2.14880>
- Guyton, A.C., & Hall, J.E. (2006). *Textbook of Medical Physiology*, 11th Edition. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Hardwick, J. 2020. *Blood Storage and Transportation*. *Vox Sanguinis*, Vol. 115 (Supplement 1), pp. 40–44.
- Hebei I.T. (Cooling) Co., Ltd. Datasheet TEC1-12706 Thermoelectric Cooler Module. (dokumen spesifikasi pabrikan).
- Holman, J.P. (2010). *Heat Transfer*, Tenth Edition. New York: McGraw-Hill Education.
- İslamoğlu, İ., İslamoğlu, Y., Yaylacı, S., & Parmaksızoğlu, F.M. (2022). *Medical Applications of Thermoelectric Coolers. International Congress of Medicine and Health Sciences.*
- IT'IS Foundation. *Heat Capacity Database. Swiss Foundation for Research on Information Technologies in Society (IT'IS).*
- Jamiolkowski, M.A., et al. (2022). Comparison of animal and human blood for in vitro dynamic thrombogenicity testing of biomaterials. *Artificial Organs*, 46(9), 1749–1762. <https://doi.org/10.1111/aor.14366>
- Martin, A., Irwanda, F.A., & Agustina, D. (2019). Blood Carrier Box Menggunakan Elemen Peltier Sebagai Alternatif Alat Pendistribusi Darah. *Prosiding SNTTM XVIII*, 9–10 Oktober 2019, KE35, Hal. 1–7. Universitas Riau.

- Mirmanto, Syahrul, & Wirawan, M. (2021). *Teori Dasar dan Aplikasi Pendingin Termoelektrik (Pendingin Tanpa Freon)*. Mataram: Universitas Mataram.
- Onyeaju, M. C., Osarolube, E., Chukwuocha, E. O., Ekuma, C. E., & Omasheye, G. A. (2012). *Comparison of the Thermal Properties of Asbestos and Polyvinylchloride (PVC) Ceiling Sheets*. *Materials Sciences and Applications*, 3(4), 240–244. <https://doi.org/10.4236/msa.2012.34034>
- Rowe, D. M. (2006). *Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano*. CRC Press.
- Salah, W. A., & Abuhelwa, M. (2020). *Review of Thermoelectric Cooling Devices Recent Applications*. *Journal of Engineering Science and Technology*, 15(1), 456–475.
- Snyder, G. J., & Toberer, E. S. (2008). Complex Thermoelectric Materials. *Nature Materials*, 7(2), 105–114.