

**ANALISIS KINERJA *SYSTEM* PENDINGIN *PORTABLE* SEDERHANA
MENGUNAKAN MODUL PELTIER *TEC1 12706***



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA *SYSTEM* PENDINGIN *PORTABLE* SEDERHANA MENGUNAKAN MODUL PELTIER *TEC1 12706*



Disusun oleh :

Nama	: Amirul Mu'minin
NIM	: 41320120043
Program Studi	: Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Amirul Mu'minin

NIM : 41320120043

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Kinerja *System Pendingin Portble* Sederhana
Menggunakan Modul Peltier *TEC1-12706*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian pernyataan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T.
NIDN : 0323027301

()

Ketua Penguji : Henry Charles, S.T., M.T.
NIDN : 0301087304

()

Penguji 1 : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si.
NIDN : 0307078004

()

Jakarta, 2 Agustus 2025

Mengetahui,

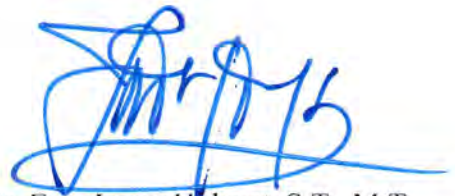
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN. 0307037002



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Amirul Mu'minin
NIM : 41320120043
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja *System Pendingin Portable* Sederhana
Menggunakan Modul Peltier *TEC1 12706*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 02 Agustus 2025



Amirul Mu'minin

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT., atas segala limpahan berkat dan karunia Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrianasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, ST,MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
5. Sakum dan Hernawati selaku kedua orang tua penulis yang telah sangat banyak memberikan dorongan semangat yang tak henti untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
6. Rekan-rekan saya di tempat kerja yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang sering menjadi rekan untuk bertukar pikiran sehingga melancarkan penelitian saya.
7. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 02 Agustus 2025



Amirul Mu'minin

ABSTRAK

Kebutuhan akan sistem pendingin *portable* yang efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan semakin meningkat seiring perkembangan teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem pendingin *portable* sederhana menggunakan modul termoelektrik *Peltier* TEC1-12706. Sistem dirancang dengan dua modul *Peltier*, heatsink aluminium, kipas DC, mikrokontroler ESP12E dengan sensor DHT11 dan DS18B20, serta box isolasi *Polyisocyanurate* (PIR) setebal 2 cm. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengukuran langsung suhu, konsumsi daya, serta perhitungan efisiensi energi melalui nilai *Coefficient of Performance* (COP). Pengujian dilakukan dalam empat kondisi, yaitu: (1) ruang tertutup tanpa beban, (2) ruang tertutup dengan beban air 330 mL, (3) ruang terbuka tanpa beban, dan (4) ruang terbuka dengan beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi ruang tertutup tanpa beban menghasilkan performa pendinginan terbaik dengan penurunan suhu dari 23,94°C menjadi 11,63°C. Konsumsi daya sistem berada pada rentang 60,72–72,63 watt, sedangkan nilai COP tertinggi sebesar 0,64 diperoleh pada pengujian ruang terbuka dengan beban. Stabilitas termal sistem terjaga cukup baik dengan deviasi suhu sekitar $\pm 5^{\circ}\text{C}$, sehingga sistem mampu mempertahankan kondisi dingin lebih konsisten. Selain itu, sistem pendingin ini berpotensi digunakan untuk penyimpanan makanan, minuman, dan obat-obatan dalam skala kecil, terutama pada kondisi dengan keterbatasan akses listrik. Penambahan isolasi termal dan manajemen panas aktif terbukti meningkatkan efisiensi pendinginan. Optimalisasi desain serta penerapan kontrol otomatis direkomendasikan untuk meningkatkan kinerja sistem pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: pendingin *portable*, efek *Peltier*, termoelektrik, efisiensi energi, TEC1-12706.

MERCU BUANA

*SIMPLE PORTABLE COOLING SYSTEM PERFORMANCE ANALYSIS USING
TEC1 12706 PELTIER MODULE*

ABSTRACT

The demand for efficient, energy-saving, and environmentally friendly portable cooling systems is increasing along with technological developments. This study aims to analyze the performance of a simple portable cooling system using a TEC1-12706 Peltier thermoelectric module. The system was designed with two Peltier modules, an aluminum heatsink, DC fans, an ESP12E microcontroller with DHT11 and DS18B20 sensors, and a 2 cm thick *Polyisocyanurate* (PIR) insulation box. The research method employed a quantitative approach with direct measurements of temperature, power consumption, and energy efficiency calculations through the *Coefficient of Performance* (COP). Tests were conducted under four conditions: (1) closed chamber without load, (2) closed chamber with a 330 mL water load, (3) open chamber without load, and (4) open chamber with load. The results showed that the closed chamber without load provided the best cooling performance with a temperature reduction from 23.94°C to 11.63°C. The system's power consumption ranged from 60.72 to 72.63 watts, while the highest COP value of 0.64 was obtained during open-chamber testing with load. The thermal stability of the system was relatively well maintained with a temperature deviation of about $\pm 5^{\circ}\text{C}$, enabling consistent cooling performance. Furthermore, this cooling system has potential applications for small-scale storage of food, beverages, and pharmaceuticals, particularly in conditions with limited electricity access. The addition of thermal insulation and active heat management proved to improve cooling efficiency. Design optimization and the implementation of automatic control are recommended to further enhance system performance in future research.

Keywords: portable cooler, Peltier effect, thermoelectric, energy efficiency, TEC1-12706.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 MANFAAT	3
1.5 BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 SEJARAH PERKEMBANGAN TERMoeLEKTRIK	8
2.3 PRINSIP KERJA TERMoeLEKTRIK	10
2.4 KINERJA MODUL TERMoeLEKTRIK	16
2.5 RUMUS PERHITUNGAN	17
2.5.1 Kalor yang Dipompa	17
2.5.2 Kalor yang Berpindah	17
2.5.3 Efek Joule Heating	18
2.5.4 Kalor yang Diserap Sisi Dingin	19
2.5.5 Kalor yang Dilepas Sisi Panas	19
2.5.6 Koefisien Seebeck	20

2.5.7	Koefisien Seebeck elemen	20
2.5.8	Konduktivitas termal	21
2.5.9	Konduktifitas termal elemen	21
2.5.10	Tahanan elektrik	22
2.5.11	Tahanan elektrik elemen	22
2.5.12	Kalor yang Diserap Sisi Dingin	22
2.5.13	Kalor yang Diserap Sisi Panas	23
2.5.14	Daya listrik	24
2.5.15	Kesetimbangan energi	24
2.5.16	<i>Coefficient of Performance (COP)</i>	25
2.6	STANDAR NASIONAL INDONESIA	25
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1	DIAGRAM ALIR	27
3.2	ALAT DAN BAHAN	28
3.3	SPESIFIKASI ALAT DAN BAHAN	28
3.3.1	Dua Buah Termoelektrik (Elemen Peltier TEC1-12706)	28
3.3.2	Satu Buah Mikrokontroler ESP12E dengan DHT11	29
3.3.3	Satu Buah <i>Heatsink</i>	30
3.3.4	Kabel <i>Jumper</i>	30
3.3.5	Dua Unit Kipas Arus Searah Ukuran 9x9 cm (DC <i>Fan</i>)	31
3.3.6	Dua Unit Kipas Arus Searah Ukuran 4x4 cm (DC <i>Fan</i>)	31
3.3.7	Satu Buah LCD 16x2	32
3.3.8	<i>Box</i> 25 x 20 x 15 cm (Tinggi x Lebar x Tebal)	32
3.3.9	Dua buah Resistor 4,7K Ohm	33
3.3.10	Satu Buah <i>Thermal Grease</i>	33
3.3.11	<i>Power Supply</i> 12V DC	34
3.3.12	Relay 5V	34
3.3.13	Amper & Voltmeter	35
3.3.14	Modul <i>Stepdown</i>	35
3.3.15	Sensor Suhu DS18B20	36
3.4	PERANCANGAN PERANGKAT KERAS	36
3.4.1	Diagram alir perancangan perangkat keras	37
3.4.2	Perakitan Model Sistem Pendingin	38

3.5	PENGUJIAN dan PENGAMBILAN DATA	39
3.5.1	Pengujian Kinerja Pendingin	39
3.5.2	Pengujian Konsumsi Daya	39
3.5.3	Analisis Efisiensi Energi	40
3.5.4	Varian Pengujian	40
3.6	PERHITUNGAN KONSUMSI DAYA dan EFISIENSI ENERGI	41
3.6.1	Dalam Ruangan Tanpa Beban Air	42
3.6.2	Dalam Ruangan Dengan Beban Air	45
3.6.3	Luar Ruangan Tanpa Beban Air	49
3.6.4	Luar Ruangan Dengan Beban Air	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1	HASIL PENGUJIAN	56
4.1.1.	Pengujian Di Dalam Ruangan Tanpa Beban Air 330ml	56
4.1.2.	Pengujian Di Dalam Ruangan Dengan Beban Air 330ml	58
4.1.3.	Pengujian Di Luar Ruangan Tanpa Beban Air 330ml	60
4.1.4.	Pengujian Di Luar Ruangan Dengan Beban Air 330ml	62
4.2	PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN	64
4.2.1	Kinerja Pendinginan	64
4.2.2	Konsumsi Daya	67
4.2.3	Efisiensi Energi	68
4.2.4	Evaluasi Sistem Pendingin TEC1 - 12706	69
BAB V	PENUTUP	71
5.1	KESIMPULAN	71
5.2	SARAN	72
	DAFTAR PUSTAKA	73
	LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Efek pada termoelektrik	9
Gambar 2.2 Komponen TEC	11
Gambar 2.3 Skema siklus kompresi uap	12
Gambar 2.4 Rangkaian pendingin TEC	12
Gambar 2.5 Arah aliran semikonduktor tipe-N	13
Gambar 2.6 Arah aliran hole semikonduktor tipe-P	14
Gambar 2.7 Rangkaian seri modul TEC tunggal	14
Gambar 2.8 Rangkaian seri-zigzag TEC tunggal	15
Gambar 2.9 Modul TEC semikonduktor ganda	15
Gambar 2.10 Rangkaian seri TEC ganda	16
Gambar 2.11 Perpindahan kalor pada termoelektrik	18
Gambar 3.1 Diagram Penelitian	27
Gambar 3.2 Modul Peltier	29
Gambar 3.3 <i>Connect DHT11 to ESP12E</i>	29
Gambar 3.4 <i>Heatsink</i>	30
Gambar 3.5 <i>Kabel Jumper</i>	30
Gambar 3.6 <i>FAN DC besar 9x9 cm</i>	31
Gambar 3.7 <i>FAN DC Kecil 4x4 cm</i>	31
Gambar 3.8 <i>Display LCD 16x2</i>	32
Gambar 3.9 <i>Box Pendingin</i>	32
Gambar 3.10 <i>Resistor 4,7K Ohm</i>	33
Gambar 3.11 <i>Thermal Grease</i>	33
Gambar 3.12 <i>Power Supply</i>	34
Gambar 3.13 <i>Relay</i>	34
Gambar 3.15 <i>Modul Stepdown</i>	35
Gambar 3.16 <i>Sensor Suhu DS18B20</i>	36
Gambar 3.17 <i>Box Tempat Pendingin Portable</i>	36
Gambar 3.18 <i>Diagram Alir Perangkat Keras</i>	37
Gambar 4.1 <i>Grafik Pengujian Suhu Dalam Ruangan Tanpa Air</i>	57
Gambar 4.5 <i>Grafik Pengujian Suhu Luar Ruangan Tanpa Air</i>	61
Gambar 4.6 <i>Grafik Pengujian Daya Listrik Luar Ruangan Tanpa Air</i>	61

Gambar 4.7 Grafik Pengujian Suhu Luar Ruangan Dengan Beban Air	63
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Konsumsi Daya Luar Ruangan Dengan Air	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Terdahulu	5
Tabel 4.1 Pengujian Dalam Ruangan Tanpa Beban Air	56
Tabel 4.2 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Beban Air	58
Tabel 4.3 Pengujian Di Luar Ruangan Tanpa Beban Air	60
Tabel 4.4 Pengujian Di Luar Ruangan Dengan Beban Air	62
Tabel 4.5 Nilai (Q_c), daya listrik (P_{in}), dan COP pada waktu 120 menit	68
Tabel 4.6 Evaluasi Sistem Pendingin	69



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. DATA HASIL UJI DI RUANG TERTUTUP TANPA AIR	75
LAMPIRAN B. PENGAMBILAN DATA MANUAL	76
LAMPIRAN C. DATA HASIL UJI DI RUANG TERTUTUP DENGAN AIR	80
LAMPIRAN D. PENGAMBILAN DATA MANUAL	81
LAMPIRAN E. DATA HASIL UJI DI RUANG TERBUKA TANPA AIR	85
LAMPIRAN F. PENGAMBILAN DATA MANUAL	86
LAMPIRAN G. DATA HASIL UJI DI RUANG TERBUKA DENGAN AIR	90
LAMPIRAN H. PENGAMBILAN DATA MANUAL	91



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
G	Faktor geometri elemen
I	Arus listrik
K	Konduktivitas termal
K_m	Konduktivitas termal elemen
N	Jumlah sambungan elemen pada termoelektrik
P_{in}	Daya listrik
$\dot{q}_c$	Kalor yang diserap pada sisi dingin
$\dot{q}_h$	Kalor yang dilepas pada sisi panas
R	Tahanan elektrik
T_c	Temperatur sisi dingin
T_h	Temperatur sisi panas
V	Tegangan listrik
Z	Figure of merit
α	Koefisien <i>Seebeck</i>
α_m	Koefisien <i>Seebeck</i> elemen
ρ	Tahanan elektrik elemen
ΔT	Beda temperatur sisi panas dan sisi dingin

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
TEC	<i>Thermoelectric Cooler</i>
IJSM	Indojaya Sukses Makmur
PIR	<i>Polyisocyanurate</i>
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
DHT11	Sensor suhu digital
ESP12E	Mikrokontroler
DC	<i>Direct Current</i>
DS18B20	Sensor suhu digital
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>

