STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERBASIS TERMOELEKTRIK DENGAN VARIASI DIAMETER KIPAS PENYALUR UDARA

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

MUHAMMAD FADJAR HADIANSYAH
NIM D1131181014

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fadjar Hadiansyah

NIM : D1131181014

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul **"STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERBASIS TERMOELEKTRIK DENGAN VARIASI DIAMETER KIPAS PENYALUR UDARA"** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademi dan hukum di kemudian hari apabila pernyataaan yang dibuat tidak benar.

Pontianak, 2 Juli 2025



Muhammad Fadjar Hadiansyah

D1131181014

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website:http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

"STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERBASIS TERMOELEKTRIK DENGAN VARIASI DIAMETER KIPAS PENYALUR UDARA"

Program Studi Sarjana Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Muhammad Fadjar Hadiansyah
D1131181014

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 2 Juli 2025 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Ketua,

Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T., IPM.
NIP 198206032014041001

Penguji Utama,

Ir. Gita Suryani Lubis, S.T., M.T.
NIP 199009232019032021

Sekretaris,

Joko Jumiyanto, S.T., M.Eng.
NIPPPK 199112062024211025

Penguji Pendamping,

Ir. Muhammad Ivanto, S.T., M.T.
NIPPPK 199010212023211014

Pontianak, 2 Juli 2025
Dekan

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP 196712231992031002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website:http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERBASIS TERMOELEKTRIK DENGAN VARIASI DIAMETER KIPAS PENYALUR UDARA"** yang ditulis oleh Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama	: Muhammad Fadjar Hadiansyah
NIM	: D1131181014
Jurusan	: Teknik Mesin
Program Studi	: Teknik Mesin
Kelompok Keahlian	: Konversi Energi

Demikian ini menerangkan bahwa Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 2 Juli 2025

Dosen Pembimbing Utama,	Dosen Pembimbing Pendamping,
Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T. IPM	Joko Jumiyanto, S.T., M.Eng.
NIP 198206032014041001	NIPPPK 199112062024211025

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, serta atas dukungan, semangat, motivasi, dan do'a dari orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena hanya atas izin rahmat dan ridho-Nya, maka skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.
2. Kepada kedua orang tua dan saudara saya, Bapak Alm. Irwan Daryadi dan Ibu Nurfaimah serta abang Muhammad Fachrurrozi dan adik Muhammad Tauifiiqulhakim yang telah memberikan dukungan serta do'a yang tiada henti-hentinya untuk kesuksesan saya.
3. Pembimbing Akademik, Dosen pembimbing dan Dosen penguji yang telah memberikan arahan, panduan, dan masukan berharga dalam proses penulisan skripsi ini.
4. Teman-teman Angkatan 2018 yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap bahwa skripsi dapat memberikan manfaat pengetahuan yang berarti. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi pijakan untuk penelitian lebih lanjut dan memberikan inspirasi bagi pembaca yang tertarik dalam bidang yang sama.

PRAKATA

Dengan segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena hanya atas izin rahmat, dan ridho-Nya sehingga diberikan kemudahan serta kelancaran kepada penulis dalam menjalankan proses penelitian dari awal hingga akhir dengan baik. Oleh karna itu, penulis dapat menyelesainkan skripsi ini yang judul **"STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERBASIS TERMOELEKTRIK DENGAN VARIASI DIAMETER KIPAS PENYALUR UDARA".**

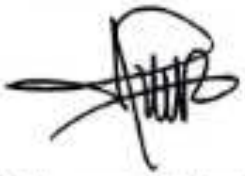
Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus dipatuhi dalam menyelesaikan Pendidikan S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Pada kesempatan kali ini, penulis hendaknya menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini bisa diselesaikan. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada:

1. Bapak Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Ir. Gita Suryani Lubis, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tanjungpura sekaligus selaku Dosen Penguji Utama
4. Bapak Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T., IPM. Selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Bapak Joko Jumiyanto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Bapak Ir. Muhammad Ivanto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Pendamping.
7. Dosen-dosen dan seluruh civitas akademik Universitas Tanjungpura yang telah mambimbing, mengajari, memotivasi dan berbagi ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama menempuh pendidikan perkuliahan di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
8. Teman-teman angkatan 2018 Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Dalam penyusunan skripsi ini pastinya masih banyak terdapat kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya khususnya mahasiswa Program Studi Teknik Mesin.

Pontianak, 2 Juli 2025
Penulis,



Muhammad Fadjar Hadiansyah
D1131181014

ABSTRAK

Sistem pendingin ruangan berbasis termoelektrik dengan variasi diameter kipas penyalur udara digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendinginkan ruangan yang telah ditentukan, yang terbuat dari multipleks dengan ukuran 30 cm × 30 cm × 30 cm. Pengaruh diameter kipas terhadap temperatur di dalam ruangan yang didinginkan serta energi listrik yang dikonsumsi oleh sistem pendingin diamati dalam penelitian ini. Kipas dengan diameter 6 cm menghasilkan temperatur terendah di dalam ruangan yang didinginkan, yaitu sebesar 27,7°C, dengan konsumsi energi listrik sistem pendingin sebesar 55,008 Watt. Kipas berdiameter 9 cm menghasilkan temperatur yang sama sebesar 27,7°C, namun dengan konsumsi energi yang lebih tinggi yaitu 56,8339 Watt. Sementara itu, kipas berdiameter 12 cm menghasilkan temperatur yang lebih tinggi sebesar 28,5°C, dengan konsumsi energi listrik sebesar 59,0245 Watt. Nilai COP tertinggi sebesar 0,1687 didapatkan menggunakan kipas penyalur udara diameter 12 cm yang menunjukkan bahwa variasi diameter kipas penyalur udara mempengaruhi kinerja sistem pendingin berbasis termoelektrik secara signifikan.

Kata kunci: Pendingin ruangan, Termoelektrik, Kipas dc, Coefficient of Performance (COP)

ABSTRACT

A thermoelectric-based room cooling system with variations in the diameter of the air-distributing fan was employed in this study to determine the system's capability to cool a designated space constructed from plywood with dimensions of 30 cm × 30 cm × 30 cm. The influence of fan diameter on the resulting temperature inside the cooled space and the electrical energy consumed by the cooling system was observed in this research. A fan with a diameter of 6 cm produced the lowest temperature inside the cooled space, reaching 27.7°C, with the cooling system consuming 55.008 Watts of electrical energy. A 9 cm fan resulted in the same temperature of 27.7°C but with a higher energy consumption of 56.8339 Watts. Meanwhile, a 12 cm fan produced a higher temperature of 28.5°C, with the system consuming 59.0245 Watts of electrical energy. The highest COP value of 0,1687 was obtained using a 12 cm diameter air-distributing fan, indicating that variations in fan diameter significantly affect the performance of the thermoelectric cooling system.

***Keywords**: Room cooling, Thermoelectric, DC fan, Coefficient of Performance (COP)*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
PRAKATA ..... **v**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Masalah 2
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Penelitian Terdahulu 4
2.2 Pendingin Ruangan (Air Conditioner/AC) 8
2.4 Catu Daya (Power Supply) 9
2.5 Kipas (Fan) DC 12 V 10
2.6 Heatsink 10
2.7 Termoelektrik 11
2.7.1 Generator Termoelektrik (TEG) 12
2.7.2 Pendingin Termoelektrik (TEC) 12
2.8 Efek Termoelektrik 13
2.8.1 Efek Seebeck 14
2.8.2 Efek Peltier 14
2.9 *Coefficient of Performance* (COP) 14
2.10 Sistem Pendingin Termoelektrik 15

2.11 Perpindahan Panas Konveksi 16
2.12 Kinerja Termoelektrik 20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 22
3.3 Spesifikasi Komponen Alat 25
3.3.1 Modul Termoelektrik 25
3.3.2 Kipas Penyalur Udara 26
3.4 Metode Penelitian 26
3.5 Data Penelitian 27
3.6 Prosedur Penelitian 28
3.7 Skema Rancangan Alat 29
3.8 Desain Eksperimen 30
3.9 Analisis Hasil 31
3.10 Diagram Alir 32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 34
4.1 Hasil Pembuatan Alat Eksperimen 34
4.2 Hasil dan Perhitungan 37
4.3 Analisa dan Pembahasan 52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 55
5.1 Kesimpulan 55
5.2 Saran 55
DAFTAR RUJUKAN
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Air Conditioner* 9
Gambar 2. 2 *Power Supply* 10
Gambar 2. 3 Kipas DC 12V 10
Gambar 2. 4 Heatsink 11
Gambar 2. 5 Termoelektrik 11
Gambar 2. 6 Generator Termoelektrik 12
Gambar 2. 7 Pendingin Termoelektrik 13
Gambar 2. 8 Prinsip Kerja termoelektrik 14
Gambar 2. 9 Nilai COP dari setiap unit 15
Gambar 2. 10 Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik 16
Gambar 3. 1 Tempat Penelitian 21
Gambar 3. 2 Skema rancangan alat 29
Gambar 3. 3 Desain rangkaian eksperimen alat 30
Gambar 3. 4 Desain alat 30
Gambar 3. 5 Komponen alat 31
Gambar 3. 6 Diagram alir penelitian 32
Gambar 4. 1 Alat yang telah selesai dikerjakan 34
Gambar 4. 2 Ruangan yang didinginkan 35
Gambar 4. 3 *Coldbox* 35
Gambar 4. 4 Sistem pendingin termoelektrik 36
Gambar 4. 5 Peralatan penelitian 37
Gambar 4. 6 Grafik COP Diameter kipas 6 cm 52
Gambar 4. 7 Grafik COP Diameter kipas 9 cm 53
Gambar 4. 8 Grafik COP Diameter kipas 12 cm 53

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal penelitian 21
Tabel 3. 2 Alat dan bahan 22
Tabel 3. 3 Spesifikasi termoelektrik 25
Tabel 3. 4 Spesifikasi kipas penyalur udara 26
Tabel 3. 5 Tabel pengambilan data 27
Tabel 4. 1 Data pengujian dengan diameter kipas 6 cm 38
Tabel 4. 2 Data pengujian pada diameter kipas 9 cm 39
Tabel 4. 3 Data pengujian pada diameter kipas 12 cm 40
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan nilai COP diameter kipas 6 cm 44
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan nilai COP diameter kipas 9 cm 48
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan nilai COP diameter kipas 12 cm 52

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada dunia industri banyak digunakan sebuah sistem pendingin skala besar seperti *air conditioner*, *chiller*, dan *frezzer* untuk kebutuhan pendingin ruangan maupun untuk penyimpanan bahan makanan. Pada sistem refrigerasi pada air conditioner yang banyak digunakan adalah sistem refrigerasi kompresi uap. Pada sistem refrigerasi kompresi uap menggunakan peralatan mekanikal berupa mesin kompresor yang dapat menghasilkan energi panas. Energi panas pada sistem refrigerasi kompresi uap diperoleh melalui kompresor pada saat melakukan proses kompresi bahan pendingin (refrigeran)[1].

Sistem kompresi uap adalah sistem yang sangat umum digunakan pada mesin-mesin pendingin. Hal tersebut dikarenakan performa dan efisiensi dari sistem kompresi uap yang lebih tinggi ketimbang sistem pendingin lainnya. Namun sistem ini membutuhkan refrigeran sebagai media penyerapan dan pelepasan kalor dari produk maupun ruangan. Ketika refrigeran keluar dari sistem, ia akan berkontribusi besar pada penipisan lapisan ozon dan pemanasan global[2]. Upaya untuk mengatasi penggunaan refrigeran yang dapat merusak lapisan ozon adalah dengan menggunakan bahan kimia lain yang tidak merugikan atau mengaplikasikan metode lain yang tidak menggunakan bahan kimia[3].

Mesin pendingin yang berpotensi untuk menggantikan mesin pendingin berbasis kompresi uap adalah sistem pendingin berbasis termoelektrik. Sistem pendingin termoelektrik tidak membutuhkan freon (refrigeran) dan kompresor seperti pada sistem pendingin AC atau refrigerator. Sehingga sistem pendingin ini ramah terhadap lingkungan serta hemat energi[4]. TEC adalah singkatan dari "*Thermo-Electric Cooler*", sebuah komponen pendingin *solid-state* elektrik yang bekerja sebagai "pemompaan panas" dalam melakukan proses pendinginan. TEC memindahkan panas melalui kedua sisinya. TEC mengabsorpsi panas melalui salah-satu sisinya dan memancarkan panas melalui satu sisi lainnya. Pada bagian sisi TEC yang mengabsorpsi panas terjadi efek pendinginan, inilah yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan pendinginan[5].

Dalam penelitian ini yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERBASIS TERMOLEKTRIK DENGAN VARIASI DIAMETER KIPAS PENYALUR UDARA” penelitian menggunakan multiplek sebagai ruangan yang akan didinginkan dan modul pendingin termoleketrik dengan tipe TEC-12706 dilakukan untuk mengkaji besar performansi dan efisiensi daya yang mampu dihasilkan melihat aplikasi dari termoelektrik yang dapat dimanfaatkan layaknya pompa kalor, dengan penelitian ini diharapkan pendingin termoelektrik sebagai alternatif yang lebih efisien menggantikan peran pendingin konvensional dengan teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi ukuran diameter kipas penyalur udara terhadap suhu ruangan yang didinginkan oleh mesin pendingin dengan sistem pendingin 1 buah modul termoelektrik?
2. Bagaimana cara menganalisis COP kinerja sistem pendingin ruangan berbasis termoelektrik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai peneliti adalah:

1. Mendapatkan perbandingan dari pengaruh variasi ukuran diameter kipas penyalur udara terhadap suhu ruangan yang didinginkan oleh mesin pendingin dengan sistem pendingin 1 buah modul termolektrik.
2. Menganalisis COP dari sebuah sistem pendingin ruangan berbasis termolektrik

1.4 Batasan Masalah

Untuk mencapai hasil yang diinginkan, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Alat yang akan dibuat merupakan sebuah prototype.
2. Tidak menghitung biaya perakitan.

3. Modul termoelektrik yang digunakan hanya satu buah dan bertipe TEC-12706.
4. Ruang pendingin berbentuk sebuah box yang terbuat dari multiplek dengan ukuran 30cm x 30cm x 30cm.
5. Pengambilan data selama 90 menit. Pengambilan data dilakukan setiap 3 menit sekali.
6. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali, dengan variasi diameter kipas penyalur udara yang telah ditentukan yaitu 6 cm, 9 cm dan 12 cm.
7. Analisis yang dihitung adalah nilai COP yang dihasilkan oleh sistem pendingin.

1.5 Sistematika Penulisan

Proposal skripsi ini akan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, permasalahan yang akan dibahas, tujuan, pembatasan dari masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini, pendingin ruangan , termoelektrik, prinsip dasar termoelektrik, sistem pendingin termoelektrik, kipas dan kinerja termoelektrik

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, prosedur pengujian, diagram alir (*flow chart*) penelitian dan jadwal penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil pembuatan alat eksperimen, hasil pengambilan data, hasil perhitungan, hasil analisa dan pembahasan dilakukan berdasarkan referensi dari buku dan kenyataan teknis di lapangan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya.