

**KAJI EKSPERIMENTAL KINERJA PERPINDAHAN PANAS
PADA SIRIP SILINDER PEJAL BERBAHAN BESI,
TEMBAGA, KUNINGAN, ALUMINIUM, DAN
STAINLESS STEEL**



S K R I P S I

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata 1 Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti**

Oleh:

SURO WARDOYO

2202220124

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**



SKRIPSI

**KAJI EKSPERIMENTAL KINERJA PERPINDAHAN PANAS
PADA SIRIP SILINDER PEJAL BERBAHAN BESI,
TEMBAGA, KUNINGAN, ALUMINIUM, DAN
STAINLESS STEEL**

Disusun Oleh:

SURO WARDOYO

2202220124

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui,

Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing I

Heriyanto Rusmaryadi, ST.PG.Dip MT.

Heriyanto Rusmaryadi, ST.PG.Dip MT.

Pembimbing II

Martin Luther King, ST. MT.

Disahkan Oleh:

Dekan FT Universitas Tridinanti



Dr. Ani Firda, ST. MT.



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: SURO WARDOYO 2202220124.docx
File name: SURO_WARDOYO_2202220124.docx
File size: 2.58M
Page count: 68
Word count: 9,531
Character count: 63,872
Submission date: 22-Jul-2026 04:31PM (UTC+0700)
Submission ID: 3001699399

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpindahan panas merupakan proses utama dalam sistem konversi energi termal, khususnya pada peralatan yang memerlukan pembuangan panas untuk menjaga kinerja dan efisiensi sistem. Ketidakmampuan suatu sistem dalam membuang panas secara efektif dapat menyebabkan penurunan efisiensi energi dan gangguan operasional. Oleh karena itu, peningkatan kinerja perpindahan panas menjadi aspek penting dalam perancangan sistem konversi energi (Incropera et al., 2017).

Salah satu metode yang banyak diterapkan untuk meningkatkan laju perpindahan panas adalah dengan menanamkan sirip pada permukaan perpindahan panas. Keberadaan sirip bertujuan untuk memperluas area kontak antara permukaan padat dan fluida di sekitarnya, sehingga proses pelepasan panas dapat berlangsung lebih optimal. Panas dari material padat kemudian ditransfer ke fluida melalui mekanisme konduksi di dalam sirip dan konveksi pada permukaannya. Oleh karena itu, penggunaan sirip sangat umum dijumpai pada sistem pendinginan pasif, seperti *heatsink* pada cpu dan radiator mobil, yang memiliki peran penting dalam menjaga kinerja sistem konversi energi panas (Cengel & Ghajar, 2020).

Sifat termal material secara signifikan memengaruhi kinerja perpindahan panas sirip, terutama dalam menyalurkan panas dari pangkal menuju ujung sirip sebelum dibuang ke lingkungan. Perbedaan nilai konduktivitas termal pada

1 1

SURO WARDOYO 2202220124.docx

 Laporan/Makalah Tugas mahasiswa SDN Telkom University

Document Details

Submission ID**trn:oid::1:3615437525****Submission Date****Jul 22, 2026, 4:30 PM GMT+7****Download Date****Jul 22, 2026, 4:33 PM GMT+7****File Name****SURO_WARDOYO_2202220124.docx****File Size****2.6 MB****68 Pages****9,531 Words****63,872 Characters**

17% Overall Similarity

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

Filtered from the Report

- Bibliography
-

Top Sources

- 16%  Internet sources
 - 5%  Publications
 - 8%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 16% Internet sources
- 5% Publications
- 8% 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	repository.usd.ac.id	2%
2	Internet	repository.its.ac.id	2%
3	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%
4	Internet	123dok.com	<1%
5	Internet	text-id.123dok.com	<1%
6	Internet	repository.unib.ac.id	<1%
7	Internet	docplayer.info	<1%
8	Internet	ejournal.uigm.ac.id	<1%
9	Internet	meilinar.blogspot.com	<1%
10	Student papers	Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	<1%
11	Student papers	Universitas Sumatera Utara	<1%

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah Ini:

Nama : Suro Wardoyo

NIM : 2202220124

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Kaji Eksperimental Kinerja Perpindahan Panas Pada Sirip Silinder Pejal Berbahan Besi, Tembaga, Kuningan, Aluminium, Dan Stainless Steel”** adalah benar merupakan karya saya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda sitasi 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



Suro Wardoyo

NIM. 2202220124

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah Ini:

Nama : Suro Wardoyo

NIM : 2202220124

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul:

“Kaji Eksperimental Kinerja Perpindahan Panas Pada Sirip Silinder Pejal Berbahan Besi, Tembaga, Kuningan, Aluminium, Dan Stainless Steel”

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.

Suro Wardoyo

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 : Suro Wardoyo
NIM : 2202220124
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/ Skripsi

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

**“Kaji Eksperimental Kinerja Perpindahan Panas Pada Sirip Silinder Pejal
Berbahan Besi, Tembaga, Kuningan, Aluminium, Dan Stainless Steel”**

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,



Suro Wardoyo

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*“Jangan pedulikan mereka yang menertawakanmu, fokuslah pada tujuan,
karena bukan mereka yang berhak menilaimu”*

(Penulis)

*“Kesalahan yang paling besar bukanlah kegagalan, tetapi berhenti dan
menyerah sebelum merasakan keberhasilan”*

(Cristiano Ronaldo)

“Hidup yang berharga adalah hidup yang bermanfaat bagi orang lain”

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

*Untuk diri saya sendiri yang telah melewati masa perkuliahan yang cukup
menantang dan kedua orang tua saya yang terus bekerja tanpa lelah dan
memberi dukungan untuk anak-anaknya, tidak lupa untuk teman teman teknik
mesin angkatan 22 seperjuangan saya yang telah saya anggap sebagai saudara,
tanpa bantuan mereka mungkin tidak mudah melewati ini semua.*

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 Eksperimental Kinerja Perpindahan Panas Pada Sirip Silinder Pejal Berbahan Besi, Tembaga, Kuningan, Aluminium, dan Stainless steel”** Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibuk Dr. Ani Firda, ST. MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing I Sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, yang telah banyak membantu memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Martin Luther King, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing II Sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti, yang telah banyak membantu memberikan saran dan membimbing dalam penyusunan skripsi ini.

5. Seluruh Staf Dosen pengajar di lingkungan Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti, yang telah memberikan ilmu yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kedua Orang tua saya yang dengan sepenuh hati telah memberikan dukungan baik secara moral dan materil.
7. Serta Teman-teman seperjuangan saya yang telah memberikan dukungan dan semangat hingga menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik mesin dan konversi energi.

Palembang, 23 Juli 2026

Penulis



Suro Wardoyo

NPM.2202220124

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
1.6 Definisi Operasional	5
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Konsep Dasar Perpindahan Panas (<i>heat transfer</i>)	9
2.1.1 Perpindahan Panas Konduksi (<i>Conduction</i>).....	10
2.1.2 Perpindahan Panas Konveksi (<i>Convection</i>)	11
2.2 Sirip(<i>Fin</i>)	12
2.2.1 Pengertian Sirip (<i>Fin</i>).....	12
2.2.2 Distribusi Temperatur Sirip	14

2.2.3 Sirip Silinder Pejal (<i>Solid Cylinder Fin</i> atau <i>Pin Fin</i>)	16
2.2.4 Laju Perpindahan Panas Pada Sirip Silinder Pejal	17
2.2.5 Laju Perpindahan Panas Sirip dengan panjang koreksi	19
2.2.6 Efisiensi Sirip	22
2.2.7 Efektivitas Sirip	22
2.3 Karakteristik Material Bahan Sirip	23
2.3.1 Konduktivitas Termal Material Bahan Sirip	24
2.4 Penelitian Terdahulu	25
2.5 Kerangka Berpikir	27
2.6 Hipotesis	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Diagram Alir	31
3.2 Jenis Penelitian	32
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.4 Variabel Penelitian	33
3.5 Alat dan Bahan	34
3.5.1 Alat Yang Digunakan	34
3.5.2 Bahan Yang Digunakan	38
3.6 Skema Alat Uji	38
3.7 Prosedur Pengujian	40
3.7.1 Tahap Keselamatan Kerja	41
3.7.2 Tahap pengujian	41
3.8 Metode Analisis Data	43
3.9 Metode Pengumpulan Data Hasil Pengujian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Data Hasil Pengujian Distribusi Temperatur	46
4.2 Perhitungan Laju Perpindahan Panas, Efisiensi, dan Efektivitas	47
4.2.1 Perhitungan pada Sirip Tembaga	49
4.2.2 Perhitungan pada Sirip Aluminium	50
4.2.3 Perhitungan pada Sirip Kuningan	52
4.2.4 Perhitungan pada Sirip Besi	53

4.2.5 Perhitungan pada Sirip Stainless steel.....	54
4.3 Perbandingan Laju Perpindahan panas antar Material uji	55
4.4 Perbandingan Efisiensi Sirip antar Material uji.....	57
4.5 Perbandingan Efektivitas Sirip antar Material uji.....	60
4.6 Analisis Pertimbangan Pemilihan Material	62
4.7 Analisis pengaplikasian sirip berdasarkan temperatur.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Perpindahan panas konduksi, konveksi, radiasi	10
Gambar 2. 2 Perpindahan panas konduksi, sumber:fedranugroho.wordpress.com	10
Gambar 2. 3 Perpindahan panas konveksi sumber : shutterstock.com.....	12
Gambar 2. 4 Jenis-jenis sirip, sumber: heat transfer book holman.....	13
Gambar 2. 5 profil geometri silinder	17
Gambar 2. 6 Kondisi ideal dan aktual sirip sumber : heat transfer book Cengel ..	18
Gambar 2. 7 Kerangka Berpikir	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	31
Gambar 3. 2 Alat uji pemanas sirip	34
Gambar 3. 3 Elemen pemanas dekho 40 watt	34
Gambar 3. 4 Termokopel tipe K.....	35
Gambar 3. 5 Selector 6 Posisi	35
Gambar 3. 6 Data Logger TM-902C	36
Gambar 3. 7 Stopwatch	36
Gambar 3. 8 Dimmer 200 watt	37
Gambar 3. 9 Termometer Digital	37
Gambar 3. 10 Watt Meter P06S-20	37
Gambar 3. 11 Skema sistem pengukuran temperatur	38
Gambar 3. 12 Skema sistem kelistrikan	39
Gambar 3. 13 Skema Alat Uji	40
Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Temperatur	47
Gambar 4. 2 Grafik Laju Perpindahan panas aktual dan ideal	57
Gambar 4. 3 Grafik Efisiensi Sirip	59
Gambar 4. 4 Grafik Efektivitas Sirip.....	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Konduktivitas Termal Bahan.....	24
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 3. 1 Pelaksanaan Pengujian	33
Tabel 3. 2 pengumpulan data sirip tembaga.....	45
Tabel 3. 3 pengumpulan data sirip aluminium	45
Tabel 3. 4 pengumpulan data sirip kuningan.....	45
Tabel 3. 5 pengumpulan data sirip besi.....	45
Tabel 3. 6 pengumpulan data sirip stainless steel.....	45
Tabel 4. 1 Hasil Rata-rata distribusi temperatur.....	46
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan temperatur rata-rata permukaan.....	48
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan Koefisien karakteristik aliran panas dan Koefisien konveksi efektif.....	49
Tabel 4. 4 Data Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Aktual dan Ideal	56
Tabel 4. 5 Data Hasil Perhitungan Efisiensi Sirip.....	58
Tabel 4. 6 Data Hasil Perhitungan Efektivitas Sirip.....	60

ABSTRAK

Sirip (*fin*) merupakan permukaan yang diperluas untuk meningkatkan laju perpindahan panas melalui penambahan luas permukaan. Kinerja sirip dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya konduktivitas termal material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi material terhadap distribusi temperatur, laju perpindahan panas aktual, efisiensi dan efektivitas sirip silinder pejal, serta menentukan material yang memiliki performa termal terbaik. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan lima jenis material, yaitu tembaga, aluminium, kuningan, besi, dan stainless steel dengan diameter 10 mm dan panjang 400 mm. Pengujian dilakukan pada kondisi konveksi alami dengan daya pemanas 20 Watt. Pengukuran temperatur dilakukan menggunakan enam termokopel tipe K yang dipasang sepanjang sirip dengan jarak antar titik pengukuran 80 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material dengan konduktivitas termal yang lebih tinggi menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata, laju perpindahan panas yang lebih besar, efisiensi, efektivitas sirip yang lebih tinggi. Nilai efisiensi sirip yang diperoleh berturut-turut adalah tembaga sebesar 37,91%, aluminium 29,08%, kuningan 22,58%, besi 14,75%, dan stainless steel 6,5%. Tembaga menunjukkan performa termal terbaik, sedangkan stainless steel memiliki performa terendah. Dengan demikian, konduktivitas termal material terbukti berpengaruh terhadap distribusi temperatur, laju perpindahan panas aktual, efisiensi, dan efektivitas sirip silinder pejal.

Kata Kunci : Sirip Silinder Pejal, Konduktivitas termal, Distribusi temperatur, Laju perpindahan panas, Efisiensi, dan Efektivitas Sirip

ABSTRACT

A fin is an extended surface designed to enhance the rate of heat transfer by increasing the surface area. Fin performance is influenced by various factors, one of which is the material's thermal conductivity. This study aims to analyze the effect of material variations on temperature distribution, actual heat transfer rate, efficiency, and effectiveness of solid cylindrical fins, as well as to determine which material offers the best thermal performance. The research was conducted experimentally using five types of materials—copper, aluminum, brass, iron, and stainless steel—each with a diameter of 10 mm and a length of 400 mm. Testing was performed under natural convection conditions with a heating power of 20 Watts. Temperature measurements were taken using six Type-K thermocouples installed along the fin at 80 mm intervals. The results indicate that materials with higher thermal conductivity yield more uniform temperature distribution, higher heat transfer rates, and greater fin efficiency and effectiveness. The obtained fin efficiency values were 37.91% for copper, 29.08% for aluminum, 22.58% for brass, 14.75% for iron, and 6.5% for stainless steel. Copper demonstrated the best thermal performance, while stainless steel showed the lowest. Thus, the material's thermal conductivity is proven to influence the temperature distribution, actual heat transfer rate, efficiency, and effectiveness of solid cylindrical fins.

Keywords: Solid cylindrical fin, Thermal conductivity, Temperature distribution, Heat transfer rate, Fin efficiency, Fin effectiveness

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpindahan panas merupakan proses utama dalam sistem konversi energi termal, khususnya pada peralatan yang memerlukan pembuangan panas untuk menjaga kinerja dan efisiensi sistem. Ketidakmampuan suatu sistem dalam membuang panas secara efektif dapat menyebabkan penurunan efisiensi energi dan gangguan operasional. Oleh karena itu, peningkatan kinerja perpindahan panas menjadi aspek penting dalam perancangan sistem konversi energi (Incropera et al., 2017).

Salah satu metode yang banyak diterapkan untuk meningkatkan laju perpindahan panas adalah dengan menambahkan sirip pada permukaan perpindahan panas. Keberadaan sirip bertujuan untuk memperluas area kontak antara permukaan padat dan fluida di sekitarnya, sehingga proses pelepasan panas dapat berlangsung lebih optimal. Panas dari material padat kemudian ditransfer ke fluida melalui mekanisme konduksi di dalam sirip dan konveksi pada permukaannya. Oleh karena itu, penggunaan sirip sangat umum dijumpai pada sistem pendinginan pasif, seperti *heatsink* pada cpu dan radiator mobil, yang memiliki peran penting dalam menjaga kinerja sistem konversi energi panas (Çengel & Ghajar, 2020).

Sifat termal material secara signifikan memengaruhi kinerja perpindahan panas sirip, terutama dalam menyalurkan panas dari pangkal menuju ujung sirip sebelum dibuang ke lingkungan. Perbedaan nilai konduktivitas termal pada

material teknik seperti tembaga, aluminium, kuningan, besi, dan stainless steel secara langsung menyebabkan performa pelepasan panasnya bervariasi. Berdasarkan literatur, tembaga sangat efektif untuk kebutuhan disipasi panas skala besar karena konduktivitas termalnya yang superior, sedangkan aluminium memberikan solusi termal yang optimal dengan keunggulan massa yang ringan dan nilai ekonomis yang tinggi. Untuk kuningan, kapasitas penghantaran panasnya berada di level moderat, sementara besi dan stainless steel tercatat memiliki kemampuan konduksi termal yang paling rendah (Holman, 2010).

Investigasi terhadap performa termal sirip umumnya berfokus pada pengaruh desain geometri, konfigurasi pemasangan, karakteristik aliran, hingga penggunaan nanofluida. Namun, belum banyak riset eksperimental yang menguji dan membandingkan langsung kinerja sirip silinder pejal menggunakan lima jenis logam berbeda (tembaga, aluminium, kuningan, besi, dan stainless steel) di bawah kondisi operasi dan dimensi yang sama. Keterbatasan ini melandasi pentingnya penyediaan data empiris mengenai laju perpindahan panas, distribusi temperatur, efisiensi, dan efektivitas sirip guna memperkuat keandalan validasi pada pemodelan numerik maupun simulasi termal di masa mendatang.

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian sirip berfokus pada pengaruh geometri sirip, konfigurasi susunan sirip, variasi laju aliran fluida, penggunaan nanofluid, maupun simulasi numerik menggunakan metode CFD. Penelitian oleh Elisa et al. (2022) dan Ivananda et al. (2023) membandingkan performa material pada sistem penukar kalor dan simulasi perpindahan panas, sedangkan Selviyanty dan Abu (2024) meninjau pengaruh

jumlah serta jarak sirip. Namun demikian, penelitian eksperimental yang secara langsung membandingkan lima material logam komersial yaitu tembaga, aluminium, kuningan, besi, dan stainless steel pada geometri sirip silinder pejal yang identik serta kondisi operasi yang sama masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah penelitian tersebut melalui pengujian eksperimental yang terkontrol sehingga diperoleh data empiris mengenai distribusi temperatur, laju perpindahan panas, efisiensi, dan efektivitas sirip pada masing-masing material.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara eksperimental kinerja perpindahan panas pada sirip berbahan besi, tembaga, aluminium dan stainless steel. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan laju perpindahan panas, efisiensi serta efektivitas sirip dari masing-masing material, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam pemilihan material sirip yang optimal untuk meningkatkan kinerja sistem konversi energi termal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar pengaruh perbedaan konduktivitas termal material terhadap distribusi temperatur sepanjang sirip silinder pejal?
2. Seberapa besar pengaruh konduktivitas termal material terhadap laju perpindahan panas aktual dan peningkatan efisiensi sirip silinder pejal?
3. Bagaimana pengaruh variasi material terhadap efektivitas sirip?

4. Material manakah yang memberikan performa perpindahan panas terbaik berdasarkan distribusi temperatur, laju perpindahan panas aktual, efisiensi, dan efektivitas sirip?

1.3 Batasan Masalah

1. Dimensi sirip dibuat sama untuk semua material, berbentuk silinder berdiameter 10 mm dan panjang 400 mm.
2. Perpindahan panas dianalisis sebagai konduksi dan konveksi alami ke udara sekitar.
3. Kondisi pengujian dianggap tunak (*steady state*) apabila perubahan temperatur (ΔT) $\leq 0,5^\circ\text{C}$ dalam waktu 5 menit
4. Radiasi panas diabaikan.
5. Pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan laboratorium yang relatif konstan dengan suhu ruangan berkisar 29°C .
6. Daya pemanas konstan 20 watt selama proses pengujian.

1.4 Tujuan

1. Menentukan laju perpindahan panas pada sirip berbahan besi, tembaga, kuningan, aluminium dan stainless steel secara eksperimental.
2. Membandingkan efisiensi perpindahan panas sirip berdasarkan variasi material.
3. Menentukan efektivitas sirip pada masing-masing material.
4. Menentukan material sirip yang memiliki performa perpindahan panas terbaik berdasarkan perbandingan distribusi temperatur, laju perpindahan panas aktual, efisiensi, dan efektivitas sirip dari hasil pengujian eksperimental.

1.5 Manfaat

1. Menghasilkan data kuantitatif laju perpindahan panas, efisiensi, serta efektivitas sirip dari lima variasi logam (besi, kuningan, tembaga, aluminium dan stainless steel) yang diuji di bawah parameter operasi yang identik.
2. Menyajikan acuan dan panduan dalam menentukan material sirip yang paling efektif berdasarkan performa termal dan efisiensinya untuk diintegrasikan pada sistem konversi energi maupun perangkat pendingin.
3. Memberikan kontribusi informatif yang aplikatif bagi sektor industri dan praktisi teknik dalam mengoptimalkan pemilihan material komponen pelepas panas, seperti *heatsink*, radiator, serta sistem manufaktur termal lainnya.
4. Memberikan rekomendasi material sirip yang paling efektif dan ekonomis untuk aplikasi heat sink, radiator, serta sistem pendingin pasif pada industri manufaktur dan elektronik skala kecil hingga menengah.

1.6 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian eksperimental ini, maka diberikan definisi operasional sebagai berikut:

1. Kaji Eksperimental: Metode pengujian yang dilakukan secara langsung di laboratorium dengan memberikan perlakuan panas (*heating*) pada benda uji untuk mendapatkan data temperatur, lalu membandingkan hasilnya dengan perhitungan teoritis.
2. Sirip Silinder Pejal (*Cylindrical Pin Fin*): Batang logam berbentuk silinder padat tanpa rongga dengan diameter konstan 10 mm dan panjang efektif 400

mm, yang berfungsi sebagai permukaan diperluas (*extended surface*) untuk mempercepat pelepasan panas ke lingkungan.

3. Kinerja Perpindahan Panas: Kemampuan sirip logam dalam mengalirkan panas dari sumber panas (*base*) ke sepanjang batang sirip dan melepaskannya ke udara bebas, yang diukur melalui parameter distribusi temperatur, laju perpindahan panas konveksi aktual, efisiensi sirip dan efektivitas sirip.
4. Distribusi Temperatur (T): Variasi penurunan suhu yang terjadi di sepanjang permukaan batang sirip dari pangkal hingga ke ujung, yang diukur secara berkala menggunakan 6 titik sensor termokopel tipe K dengan jarak masing-masing 80 mm.
5. Daya Pemanas (*Base Heater Power*): Besarnya energi listrik yang disuplai oleh elemen pemanas (*heater*) pada pangkal sirip, yang dijaga konstan pada nilai 20 Watt menggunakan dimmer.
6. Kondisi Aliran Mantap (*Steady State*): Keadaan di mana suhu pada setiap titik pengukuran di sepanjang batang sirip telah konstan atau tidak lagi mengalami perubahan yang signifikan terhadap waktu (fluktuasi $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 5 menit).
7. Konveksi Alami (*Natural Convection*): Mekanisme pelepasan panas dari permukaan sirip ke udara sekitar laboratorium tanpa bantuan kipas (*fan*) atau blower, di mana pergerakan fluida (udara) murni terjadi akibat perbedaan massa jenis udara karena efek pemanasan.
8. Koefisien Konveksi (h): Koefisien konveksi adalah konstanta yang menunjukkan kemampuan perpindahan panas dari permukaan sirip ke udara

sekitar melalui konveksi alami. Nilai koefisien konveksi (h) dihitung menggunakan hukum pendinginan Newton untuk seluruh pengujian.

9. Laju Perpindahan Panas Aktual: Laju perpindahan panas aktual merupakan jumlah energi panas yang dilepaskan sirip ke lingkungan berdasarkan distribusi temperatur hasil pengujian dan dihitung menggunakan persamaan sirip silinder pejal.
10. Kalibrasi Alat Ukur: Kalibrasi termokopel dilakukan dengan cara diverifikasi pembacaannya pada titik referensi suhu ruang (29°C), suhu air mendidih ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dan suhu air es (0°C).

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian mengenai pentingnya perpindahan panas pada sirip silinder pejal, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan landasan teori yang mencakup konsep dasar perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi, teori sirip silinder pejal beserta persamaan laju perpindahan panas, efisiensi sirip, dan efektivitas sirip, karakteristik konduktivitas termal material bahan sirip, serta kajian penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan jenis penelitian eksperimental yang digunakan, waktu dan tempat pelaksanaan, variabel penelitian, spesifikasi alat dan bahan, skema alat uji, prosedur pengujian, serta metode analisis dan pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan data hasil pengujian eksperimental berupa distribusi temperatur, laju perpindahan panas, efisiensi, dan efektivitas sirip dari lima material (besi, tembaga, kuningan, aluminium, dan stainless steel), disertai analisis perbandingan performa antar material berdasarkan nilai konduktivitas termalnya.

BAB V KESIMPULAN

Memuat kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiban, M. (2025). Pengaruh Modifikasi Geometri dan Dimensi terhadap Efektivitas Sirip *Pin-Fin*. *Jurnal Teknik Termal dan Fluida*, 14(1), 45–52.
- Anakottapary, F., et al. (2025). Peningkatan Performa Termal Sistem Pendingin Menggunakan Aplikasi *Nanofluid*. *Jurnal Rekayasa Energi dan Konversi*, 12(2), 88–95.
- Buchori, Luqman. (2004). Buku Ajar Perpindahan Panas Bagian I. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Cengel, Y. A. (2002). *Heat transfer: A practical approach* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2014). *Heat and Mass Transfer (in SI Units)*. McGraw-Hill Education-Europe, London.
- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2020). *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Elisa, E., Wiratmaja, I. G., & Vidiantara, A. P. (2022). Analisis simulasi pengaruh variasi jarak dan material sirip kondensor AC split terhadap laju perpindahan panas. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 297–304.
- Filsafah, M., Hidayat, T., & Ramadhan, A. (2024). Analisis distribusi temperatur pada material logam dengan variasi konduktivitas termal. *METALIK: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik*, 3(1), 10–18.
- Holman, J. P. (2010). *Heat Transfer* (10th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (1996). *Fundamentals of heat and mass transfer* (Vol. 6, p. 116). New York: Wiley.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2017). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Istanto, T., Juwana, W. E., & Huda, M. (2009). Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas Dan Faktor Gesekan Dari Sirip-Sirip Pin Silinder Susunan Segaris Dalam Saluran Segiempat. *Mekanika*, 7(2).
- Ivananda, R., Nugroho, G., & Kurniawan, A. (2023). Analisis pengaruh variasi material terhadap performa perpindahan panas heat exchanger menggunakan simulasi CFD. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(1), 44–52.

- Koestoer & Raldi Artono. 2002. Perpindahan Kalor untuk Mahasiswa Teknik. Jakarta: Salemba Teknika.
- Kreith, Frank. 1991. Perpindahan Panas. Alih bahasa Prijono, Arko Jakarta: PT Erlangga
- Prabowo, a. D. (2025). Analisis numerik pengaruh koefisien konveksi terhadap laju perpindahan panas pada batang silinder besi pejal. *Integra stem journal*, 1(2), 50-55.
- Prianggono, Danial, & Prima. (2022). Rancang Bangun dan Pengujian Alat Ukur Konduktivitas Termal untuk Alat Bantu Praktikum Jurusan Teknik Mesin Universitas Tanjungpura. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 3(1), 27–31.
- Prihartono, J., & Irhamsyah, R. (2022). Analisis konduktivitas termal pada material logam (tembaga, aluminium dan besi). *Presisi*, 24(2), 49-54.
- Rogers, G. F. C., & Mayhew, Y. R. (1992). *Engineering Thermodynamics: Work and Heat Transfer* (4th ed.). Longman.
- Selviyanty, R., & Abu, M. (2024). Pengaruh variasi material dan konfigurasi sirip terhadap performa perpindahan panas heat exchanger. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(2), 4550–4560.
- Setiawan, A. (2022). Analisis konduktivitas termal material stainless steel 304 pada proses perlakuan panas. *JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)*, 6(2), 85–92.
- Wahyono, W., & Rochani, I. (2019). Pembuatan alat uji perpindahan panas secara radiasi. *Eksergi*, 15(2), 50-59.
- Wijiati, L., & Widodo, B. U. K. (2019). *Studi eksperimen perpindahan panas konveksi paksa pada berkas pin fin berpenampang circular dengan susunan aligned* (Doctoral dissertation, Sepuluh Nopember Institute of Technology).
- Wuryanti, S., & Iriani, P. (2018). Investigasi Experimental Konduktivitas Panas pada Berbagai Logam. *JlIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 2(1), 1-7.
- Zulkifli, & Hamdani. (2024). Pengujian Eksperimental Karakteristik Konveksi Dominan pada Finned Heat Exchanger. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(1)