

**TUGAS AKHIR**

**STUDI KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI  
PADA PELAT TEMBAGA DENGAN  
VARIASI TEBAL PELAT**



**OLEH :**

**JANNIFER WHINSLY PALINGGI  
220212148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS KONFEKSI  
PADA PELAT TEMBAGA DENGAN  
VARIASI TEBAL PELAT**

Nama : Jannifer Whinsly Palinggi

No. Stambuk : 220212148

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dr. Ir. Petrus Sampelawang, M.T.**  
**NIDN. 0929066701**

**Ir. Nofrianto Pasae, S.T.,M.T.**  
**NIDN. 0912119002**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Kristen Indonesia Toraja

**Dr. Ir. Sallolo Suluh, S.T., M.T.**  
**NIDN. 0920038103**

## ABSTRAK

**Jannifer Whinsly Palinggi.** Studi Karakteristik Perpindahan Panas Pada Pelat Tembaga dengan Variasi Tebal Pelat. Dibimbing oleh: **Dr. Ir. Petrus Sampelawang, M.T.** dan **Ir. Nofrianto Pasae, S.T., M.T.**

Seiring dengan berkembangnya zaman yang semakin pesat, pemilihan bahan atau material logam yang biasa dipergunakan sebagai bahan industri menjadi fenomena di dalam proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koefisien perpindahan panas konveksi ( $h$ ) dan jumlah kalor konveksi ( $Q_{konv}$ ) akibat variasi tebal pelat.

Penelitian dilakukan secara eksperimen didalam saluran segi empat yang berdimensi panjang 1500 mm, lebar 200 mm dan tinggi 200 mm, dalam penelitian ini spesimen uji yang digunakan adalah pelat tembaga dengan dimensi panjang 100 mm, lebar 100 mm, parameter yang divariasikan adalah tebal pelat 6 mm, 8 mm dan 10 mm, dengan kecepatan angin 2,88 m/s, 2,67 m/s dan 3,05 m/s, dan tegangan heater konstan 200 volt.

Dari penelitian perpindahan panas pada pelat tembaga maka diperoleh koefisien perpindahan panas konveksi ( $h$ ) maksimum sebesar  $10,57 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  terjadi pada tebal pelat 10 mm dengan kecepatan fluida 3,05 m/s, dan jumlah kalor konveksi ( $Q_{konv}$ ) maksimum sebesar 15,39 Watt terjadi pada tebal pelat 6 mm dengan kecepatan fluida 3,05 m/s.

**Kata Kunci:** Kecepatan aliran, pelat tembaga, perpindahan panas, saluran segi empat, tebal pelat.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur hanya bagi Tuhan Yesus Yang Maha Kuasa, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul : “Studi Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Pada Pelat Tembaga Dengan Variasi Tebal Pelat”.

Selama mengikuti pendidikan strata satu (S1) Teknik Mesin sampai pada proses menyelesaikan tugas akhir, berbagai pihak telah memberikan fasilitas, membantu, membina, dan membimbing penulis, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada setiap pihak yang terlibat dalam penelitian serta penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Petrus Sampelawang, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Nofrianto Pasae, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, saran, pemikiran serta motivasi yang diberikan kepada kami selama melakukan konsultasi.
3. Ibu Dr. Ir. Sallolo Suluh S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.
4. Bapak Dr. Ir. Frans Robert Bethony, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.
5. Segenap Dosen dan Staf Universitas Kristen Indonesia Toraja yang telah banyak memberikan ilmu dan motivasi kepada penulis.

6. Orang tua yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan doa, motivasi, serta finansial selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Kristen Indonesia Toraja.
7. Kepada seluruh teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

Semoga kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak terus diberikan berkat dan kesehatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan. Meskipun demikian, penulis berharap pembaca dapat menemukan manfaat di dalamnya.

Rantepao, Agustus 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>NOMENKLATUR .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Definisi Perpindahan panas.....	5
2.2. Perpindahan Panas Konduksi.....	7
2.3. Perpindahan Panas Konveksi.....	11
2.4. Aliran Laminar dan Aliran Turbulen .....	14
2.5. Konduktivitas Termal .....	17
2.6. Tembaga.....	18
2.7. Klasifikasi Alat Penukar Kalor .....	21

2.8. Konsep Dasar Perhitungan.....	24
2.9. Jurnal Rujukan .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.2. Alat dan Bahan.....	30
3.3. Metode Penelitian .....	33
3.4. Prosedur Penelitian .....	33
3.5. Layout Penelitian .....	35
3.6. Flowchart Penelitian .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1. Data Penelitian.....	38
4.2. Analisis Data.....	42
4.3. Grafik dan Pembahasan .....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konduktivitas Termal Pada Bahan 0°C.....	17
Tabel 2.2 Karakteristik Tembaga.....	19
Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data pada kecepatan angin 3,05 m/s.....	39
Table 4.2 hasil pengambilan data pada kecepatan angin 2,88 m/s.....	40
Table 4.3 hasil pengambilan data pada kecepatan angin 2,67 m/s.....	41
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan pada kecepatan angin 3,05 m/s.....	47
Tabel 4.5 Hasil perhitungan pada kecepatan angin 2,88 m/s.....	47
Table 4.6 Hasil perhitungan pada kecepatan angin 2,67 m/s.....	48
Tabel L.1 Jadwal Penelitian.....	55
Tabel L.2 Sifat Fisik Fluida (udara).....	56
Tabel L.3 Data temperatur tebal 10 mm dengan kecepatan angin 3,05 m/s.....	57
Tabel L.4 Data temperatur tebal 8 mm dengan kecepatan angin 3,05 m/s.....	58
Tabel L.5 Data temperatur tebal 6 mm dengan kecepatan angin 3,05 m/s.....	59
Tabel L. 6 Data temperatur tebal 10 mm dengan kecepatan angin 2,88 m/s.....	60
Tabel L.7 Data temperatur tebal 8 mm dengan kecepatan angin 2,88 m/s.....	61
Tabel L.8 Data temperatur tebal 6 mm dengan kecepatan angin 2,88 m/s.....	62
Tabel L.9 Data temperatur tebal 10 mm dengan kecepatan angin 2,67 m/s.....	63
Tabel L.10 Data temperatur tebal 8 mm dengan kecepatan angin 2,67 m/s.....	64
Tabel L.11 Data temperatur tebal 6 mm dengan kecepatan angin 2,67 m/s.....	65
Tabel L.12 Data angin pada kecepatan 3,05 m/s.....	66
Tabel L.13 Data angin pada kecepatan 2,88 m/s.....	67
Tabel L.14 Data angin pada kecepatan 2,67 m/s.....	6



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Steady State dan Transient .....	8
Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konduksi .....	9
Gambar 2.3 Perpindahan Panas 1D Melalui Dinding Komposit .....	10
Gambar 2.4 Plat Tak Berhingga Mengalami pendinginan permukaan .....	11
Gambar 2.5 Konveksi Cairan.....	14
Gambar 2.6 Tembaga (Cu).....	19
Gambar 3.1 Thermocouple Datalogger.....	30
Gambar 3.2 Anemometer Datalogger .....	31
Gambar 3.3 Heater .....	31
Gambar 3.4 Voltage Regulator .....	32
Gambar 3.5 Blower .....	32
Gambar 3.6 Pengatur Tegangan Blower (dimer) .....	33
Gambar 3.7 Layout penelitian laju perpindahan panas pada pelat tembaga .....	35
Gambar 3.8 Tebal pelat specimen uji 10mm, 8mm, dan 6mm .....	36
Gambar 3.9 Diagram alur penelitian.....	37
Gambar L.1 Layout penelitian laju perpindahan panas pada pelat tembaga.....	69
Gambar L.2 Posisi specimen uji diatas <i>Heater</i> .....	70
Gambar L.3 Spesimen uji tebal 6mm.....	71
Gambar L.4 Spesimen uji tebal 8mm.....	71
Gambar L.5 Spesimen uji tebal 10mm.....	71
Gambar L.6 Dimensi pelat uji 6mm.....	72
Gambar L.7 Dimensi pelat uji 8mm.....	73

Gambar L.8 Dimensi pelat uji 10mm.....	74
Gambar L.9 Dokumentasi pengambilan data.....	75
Gambar L.10 Dokumentasi pengambilan data.....	75
Gambar L.11 Dokumentasi pengambilan data.....	76

## NOMENKLATUR

<b>SIMBOL</b>	<b>BESARAN</b>	<b>SATUAN</b>
$A$	Luas penampang pelat	$(m^2)$
$p$	Panjang pelat	(m)
$l$	Lebar pelat	(m)
$C, m, n$	Konstanta empiric	
$C_p$	Kapasitas panas spesifik fluida	$(J/kg \cdot C)$
$h$	Koefisien perpindahan panas	$(W/m^2 \cdot ^\circ C)$
$K$	Konduktivitas termal	$(W/m \cdot ^\circ C)$
$L$	Panjang karakteristik	(m)
$Nu$	Bilangan Nusselt	
$\rho$	Densitas fluida	$(kg/m^3)$
$Pr$	Bilangan Prandlt	
$Q$	Jumlah kalor	Watt
$Re$	Bilangan Reynolds	
$\bar{T}$	Temperatur rata-rata fluida	$(^\circ C)$
$T_f$	Temperatur fluida	$(^\circ C)$
$T_s$	Temperatur permukaan fluida	$(^\circ C)$
$V$	Kecepatan aliran fluida	$(m/s)$
$\nu$	Viskositas kinematic fluida	$(m^2/s)$
$\Delta T$	Perbedaan temperature	$^\circ C$

$\Delta X$	Perbedaan jarak	m/det
$\mu$	Viskositas dinamik fluida	kg/m