

# **LAPORAN TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS PERPINDAHAN PANAS HEAT EXCHANGER JENIS SHELL & TUBE**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Tugas Akhir Pada  
Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin**

**Disusun Oleh :  
MOHAMAD ARIF SAEFULOH  
2018250096**



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

Telah diperiksa dan diterima dengan baik oleh Dosen pembimbing Tugas Akhir , untuk melengkapi dan memenuhi sebagian dari syarat – syarat guna mengikuti ujian tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.

Nama : Mohamad Arif Saefuloh

Nim : 2018250096

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PERPINDAHAN PANAS HEAT EXCHANGER  
JENIS SHELL AND TUBE

Jakarta, 1 Desember 2022

Pebimbing



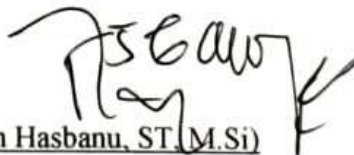
(Yefri Chan.ST.MT)

Penulis



(Mohamad Arif Saefuloh)

Ketua Jurusan Teknik Mesin



(Husen Hasbanu, ST.(M.Si)

## LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Mohamad Arif Saefuloh

Nim : 2018250096


Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Universitas Darma Persada

Telah disidangkan pada tanggal, 16 Agustus 2022 Dihadapan panitia siding serta para dosen penguji dan dinyatakan lulus sebagai sarjana Teknik Mesin Program Sastra Satu (S1)

Menyetujui

Dosen Penguji I



Husen Asbana .ST.M.SI

Dosen Penguji II



Dr. Rolan Siregar .ST.MT

Dosen Penguji III



Dr. Erwin .ST.MT

## LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohamad Arif Saefuloh

NIM : 2018250096

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan dari buku – buku referensi lain yang terkait dan relevan dengan materi laporan Tugas Akhir. Judul dan isi dari laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Agustus 2022

  
  
(Mohamad Arif Saefuloh)

## ABSTRAK

Efektifitas penukar kalor ialah perbandingan jumlah panas yang di pindahkan dengan jumlah panas maksimal yang dapat dipindahkan. Perpindahan panas maksimum mungkin terjadi bila salah satu fluida mengalami perbedaan suhu terbesar beda suhu maksimum yang terdapat dalam heat exchanger tersebut, yaitu selisih antara suhu masuk fluida panas dan fluida dingin. Fluida yang mungkin mengalami perbedaan suhu maksimum ini ialah fluida yang mempunyai nilai kapasitas panas ( $m \cdot cp$ ) minimum. Alat praktikum pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efektivitas aliran fluida double pipe. Pada percobaan pertama dengan suhu udara panas dan dingin  $60^\circ \text{C}$  pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $3 \text{ m/s}$ . percobaan kedua pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $5 \text{ m/s}$ . Dan percobaan ketiga pada pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $7 \text{ m/s}$ . Pada percobaan Kedua dengan suhu udara panas dan dingin  $50^\circ \text{C}$  pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $3 \text{ m/s}$ . percobaan kedua pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $5 \text{ m/s}$ . Dan percobaan ketiga pada pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $7 \text{ m/s}$ . Pada percobaan ketiga dengan suhu udara panas dan dingin  $40^\circ \text{C}$  dan suhu udara dingin  $40^\circ \text{C}$  pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $3 \text{ m/s}$ . percobaan kedua pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $5 \text{ m/s}$ . Dan percobaan ketiga pada pada Masa udara panas  $7 \text{ m/s}$  dan masa udara dingin  $7 \text{ m/s}$ .

**Kata kunci :** Perpindahan panas, *Heat Exchanger*, Fluida, efektivitas aliran fluida, Penukar kalor

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka melengkapi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Teknik Mesin Universitas Darma Persada.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, tidak mungkin akan terwujud tanpa bantuan dan dorongan serta semangat dari berbagai pihak baik di awal penyusunan hingga akhir dari tersusunnya skripsi ini. Oleh karena itu pada kesempatan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Keluarga tercinta yang selalu mendoakan, dukungan dan semangat sehingga lancar dalam mengerjakan penulisan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Tri Mardjoko, S.E.,M.A sebagai Rektor Universitas Darma Persada.
4. Bapak Dr. Ade Supriatna, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Darma Persada.
5. Bapak Husen Asbanu, S.T.,M.Si. selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada.
6. Bapak Dr. Ir. Asy'ari, SE, SKom.I,MSc, MM, Mag, Sebagai Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Darma Persada
7. Bapak Yefri Chan ST.MT selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan kepada penulis.
8. Rekan-rekan sesama mahasiswa Universitas Darma Persada yang memberikan semangat untuk mengerjakan laporan Tugas Akhir.
9. Kepada semua Pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu satu persatu atas bantuannya selama ini dalam penulisan Tugas Akhir.



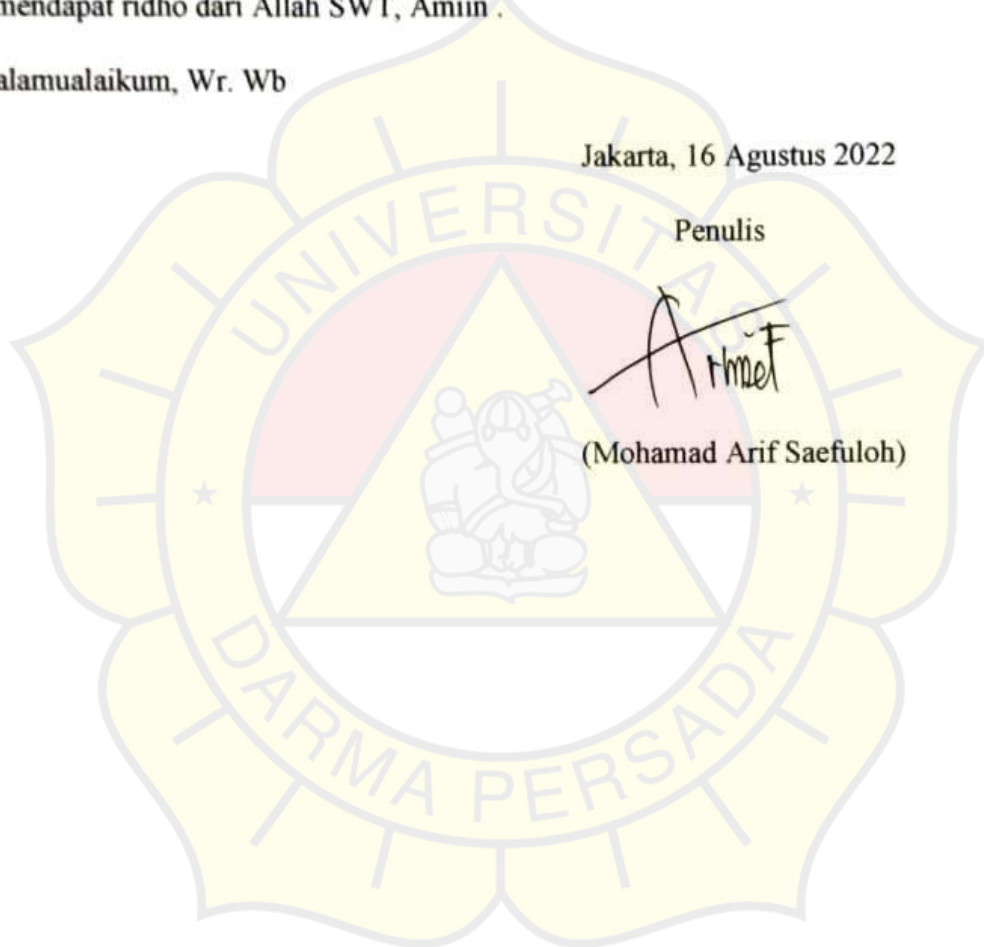
Memang tidak ada hasil yang paling sempurna akan tetapi pasti selalu ada hasil yang lebih baik. Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini memiliki keterbatasan. Walau demikian penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengatasi persampahan. Akhir kata penulis berdoa semoga kita semua dalam lindungan, petunjuk serta mendapat ridho dari Allah SWT, Amiin .

Wassalamualaikum, Wr. Wb

Jakarta, 16 Agustus 2022

Penulis

  
(Mohamad Arif Saefuloh)



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABLE.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah .....	2
1.3 Tujuan dan manfaat .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi penelitian.....	3
1.6 Sistematika penulisan .....	5
BAB II LANDASAN TEORI .....	6
2.1 <i>Heat Exchanger</i> .....	6
2.2 Perpindahan panas .....	7
2.3 Alat penukar kalor .....	7
2.4 Macam-macam penukar kalor .....	7
2.4.1 <i>Concentric Tube Heat Exchanger (Double Pipe)</i> .....	7
2.4.2 <i>Plate Type Heat Exchanger</i> .....	9
2.4.3 <i>Jacketed Vessel White Coil and stiller</i> .....	10
2.4.4 Alat penukar kalor tipe <i>Shell and Tube</i> .....	11
2.4.5 <i>Heat exchanger</i> Berdasarkan Arah Aliran. ....	13



2.5	Perpindahan panas Konduksi .....	16
2.5.1	Perpindahan panas secara konveksi .....	16
2.5.2	Perpindahan panas secara radiasi .....	17
2.6	Bilangan <i>Reynold</i> .....	18
2.7	Performa <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i> .....	19
2.8	Beda Temperatur Rata – Rata Logaritma (LMTD).....	20
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....		21
3.1	Diagram alir penelitian.....	21
3.2	Fluida yang digunakan dalam penelitian.....	22
3.2.1	Fluida Dingin .....	22
3.2.2	Fluida Panas ( <i>Heater</i> ) .....	22
3.2.3	Alat yang digunakan dalam penelitian.....	22
3.3	Prosedur Penelitian.....	22
3.4	Bahan yang digunakan dalam pembuatan <i>heat exchanger</i> .....	23
3.5	Bahan Material yang digunakan dalam Pembuatan Heat Exchanger.....	25
3.5.1	Pipa stainless 2 inch Besi Baja & 8 inch.....	25
3.5.2	Elbow 2 inch .....	26
3.6	Alat yang digunakan dalam pembuatan <i>Heat Exchanger</i> .....	26
3.6.1	Mesin Las TIG ( <i>argon</i> ) .....	26
3.6.2	Blower 2 inch .....	27
3.6.3	Kabel elektroda .....	27
3.6.4	Mesin grinda tangan.....	28
3.6.5	Mesin <i>Cutting</i> (Grinda potong).....	28
3.6.6	Mesin Bor Tangan.....	29
3.6.7	Intrumentasi .....	29
3.6.8	Termokopel .....	29
3.6.9	Anemometer Mini UT363.....	30
3.7	Tempat Pengujian dan Pengambilan data.....	30

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Pengambilan Data.....	31
4.2 Hasil Pengambilan data pada alat <i>Heat exchanger</i> .....	31
4.3 Contoh perhitungan perpindahan panas hasil berlawanan arah .....	34
4.3.1 Mencari Temperatur Fluida ( $T_f$ °C) dengan kecepatan udara 7 m/s.....	34
4.3.3 Mencari Laju aliran panas, dingin (kg/s) .....	35
4.3.4 Mencari nilai panas spesifik fluida panas, dingin (kJ/kg • °C).....	35
4.3.5 Mencari nilai kapasitas panas fluida panas , dingin (kJ/s • °C) .....	35
4.3.5 Mencari nilai Q aktual laju perpindahan panas aktual (kW) .....	36
4.4 Grafik Q aktual panas dan Q aktual dingin- .....	36
4.4.1 Grafik Q aktual panas dan Q aktual dingin dengan kecepatan udara 7 dan 3 m/s berlawanan arah.....	36
4.5 Grafik Q aktual panas dan Q aktual dingin dengan kecepatan udara 7 dan 3 m/s satu/searah .....	37
4.6 Contoh perhitungan mencari perhitungan nilai laju perpindahan panas, dingin maximal .....	38
4.6.1 Mencari perhitungan nilai laju perpindahan panas, dingin maximal ....	38
4.6.2 Mencari perhitungan efektivitas alat penukar kalor.....	38
4.7 Grafik perhitungan efektivitas alat penukar kalor panas dan dingin dengan berlawanan arah.....	40
4.8 Grafik perhitungan efektivitas alat penukar kalor panas dan dingin dengan berlawanan arah.....	41
BAB V.....	42
KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 rencana pengujian alat penukar panas (sumber : cindikia) .....	4
Gambar 2.1 Pola aliran <i>double pipe heat exchanger</i> (Sumber : <a href="http://www.real-world-physics-problems.com/heat-exchanger.html">http://www.real-world-physics-problems.com/heat-exchanger.html</a> ).....	8
Gambar 2.2 Aliran double pipe heat exchanger (Sumber : <a href="http://www.real-world-physics-problems.com/heat-exchanger.html">http://www.real-world-physics-problems.com/heat-exchanger.html</a> ) .....	8
Gambar 2.3 Double pipe heat exchanger aliran cocurrent dan counter current.....	9
Gambar 2.4 <i>Plate type heat exchanger</i> dengan aliran <i>counter current</i> .....	10
Gambar 2.5 <i>Jacketed Vessel With Coil And Stirrer</i> .....	10
Gambar 2.6 <i>Heat exchanger tipe shell and tube</i> Sumber : Bizzy, 2013 .....	11
Gambar 2.7 Bentuk susunan tabung Sumber : Incropera.....	12
Gambar 2.8 Pola aliran searah ( <i>parallel flow</i> ) .....	13
Gambar 2.9 Pola Aliran berlawanan ( <i>counter flow</i> ). .....	14
Gambar 2.10 Pola aliran silang ( <i>cross flow</i> ) (Sumber : Cindikia) .....	15
Gambar 2.11 Standar TEMA berdasarkan tipe bagian alat penukar kalor Sumber : Bizzy, 2013. ....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3.2 Rancangan mesin <i>Heat exchanger shell and tube</i> .....	22
Gambar 3.3 Pipa stainless steel 304 2 dan 8 inch (sumber : <a href="http://www.steelshethaitu.com">www.steelshethaitu.com</a> ) .....	26
Gambar 3.4 Pipa Elbow stainless 304 2 Inch (sumber : <a href="http://Alderon.co.id">Alderon.co.id</a> ) .....	26
Gambar 3.5 Mesin Las TIG ( <i>argon</i> ) (sumber: <a href="https://shopee.co.id/Mesin-Las-TIG-ARGON-RHINO-160-A-900-Watt-i">https://shopee.co.id/Mesin-Las-TIG-ARGON-RHINO-160-A-900-Watt-i</a> ).....	27
Gambar 3.6 Blower 2 inchi (sumbe: <a href="https://www.google.com/imgres?imgurl">https://www.google.com/imgres?imgurl</a> ).....	27
Gambar 3.7 Kabel Elektroda (sumber : <a href="http://Metalkabel.com">Metalkabel.com</a> ) .....	27
Gambar 3.8 Mesin Gerinda Tangan ( sumber : <a href="http://eprints.polsri.ac.id">http://eprints.polsri.ac.id</a> ) .....	28
Gambar 3.9 Gerinda Potong (sumber : <a href="http://Teknikmandiri.net">Teknikmandiri.net</a> ) .....	28
Gambar 3.10 Mesin Bor Tangan ( sumber : <a href="http://eprints.polsri.ac.id">http://eprints.polsri.ac.id</a> ).....	29
Gambar 3.11 Termokopel TM-903 A .....	30
Gambar 3.12 Anemometer Mini UT 363 (sumber : <a href="http://Pengelasan.net">Pengelasan.net</a> ) .....	30

Gambar 4.1 Grafik Q aktual panas dan Q aktual dingin dengan kecepatan udara 7 dan 3 m/s .....	36
Gambar 4.2 Grafik Q aktual panas dan Q aktual dingin dengan kecepatan udara 7 dan 3 m/s .....	37
Gambar 4.3 Grafik efektifitas alat penukar kalor panas dan dingin dengan berlawanan arah .....	40
Gambar 4.4 Grafik efektifitas alat penukar kalor panas dan dingin dengan satu arah.....	41



## DAFTAR TABLE

Table 3.1 Komposisi Kimia baja Stanless AISI 304.....	25
Table 3.2 Sifat mekanik baja stainless AISI 304 .....	25
Table 4.1 Data Hasil pada fluida panas untuk menghitung perpindahan Panas hasil untuk berlawanan arah .....	33
Table 4.2 Data Hasil pada fluida dingin untuk menghitung perpindahan Dingin hasil untuk berlawanan arah.....	33
Table 4.3 Perhitungan nilai laju perpindahan panas maximal .....	33
Table 4.4 Perhitungan efektivitas alat penukar kalor fluida Dingin .....	33
Table 0.1 pengambilan data heat <i>exchanger shell and tube</i> berlawanan arah .....	46
Table 0.2 pengambilan data heat exchanger shell and tube tipe satu arah.....	49

