



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# **RANCANG BANGUN REKAYASA PROTOTIPE *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER***

**SUB JUDUL:**

## **PENENTUAN SPESIFIKASI DAN KAPASITAS KOMPONEN PENDUKUNG PROTOTIPE *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER***

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Diploma III Program Studi Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

**Ikhsan Setiawan  
NIM. 1802311001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2021**



## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### PENENTUAN SPESIFIKASI DAN KAPASITAS KOMPONEN PENDUKUNG PROTOTYPE *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER*

Oleh:

IkhsanSetiawan

NIM. 1802311001

Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 24 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Hamdi, S.T., M.kom. NIP. 195810301988031001	Ketua		07-09-2021
2	Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons) NIP. 196301161993031001	Anggota		07-09-2021
3	Dr.Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. NIP. 198901312019031009	Anggota		08-09-2021

Depok, 9 September 2021

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.  
NIP. 197707142008121005

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ikhsan Setiawan  
NIM : 1802311001  
Program Studi : D III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir ini telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 24 Agustus 2021



Ikhsan Setiawan  
NIM. 1802311001

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## PENENTUAN SPESIFIKASI DAN KAPASITAS KOMPONEN PENDUKUNG PROTOTIPE *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER*

Ikhsan Setiawan<sup>1)</sup>, Hamdi<sup>2)</sup>, Haolia Rahman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: ikhsan.setiawan.tm18@mhs.w.pnj.ac.id

### ABSTRAK

*Heat exchanger* yang telah dirancang dan dibangun adalah tipe *shell and tube*. Rancang bangun alat tersebut sebagai media pembelajaran mahasiswa DIII Teknik Mesin mata kuliah perpindahan panas. Bahan dasar dari alat tersebut adalah akrilik, bertujuan agar alat yang dihasilkan dapat dilihat serta mudah untuk dipahami dan dipelajari. Agar alat yang dihasilkan beroperasi dengan baik dan lancar maka dibutuhkan penentuan perencanaan spesifikasi dan kapasitas terhadap komponen pendukung. Setelah melakukan perhitungan pada perancangan dapat ditentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung sebagai berikut: Tangki HF<sub>1</sub> 14 liter, Tangki CF 14 liter, Tangki HF<sub>2</sub> 8,76 liter, Head pompa CF dan HF 3 m, *Heater* 350 W sebanyak 2 buah, dan *Thermostat* berkekuatan 2200 W dengan rentang pengukuran suhu -50°C s/d 110°C. Nilai LMTD pada keadaan steady state (tunak) sebesar 21,37 °C. Laju perpindahan panas yang terjadi sebesar 54305,5846 W.

Kata kunci: *Heat exchanger*, *Shell and Tube*, Spesifikasi dan Kapasitas.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**ABSTRACT**

*The heat exchanger that has been designed and built is a shell and tube type. The design of the tool is used as a learning media for students of DIII Mechanical Engineering in the heat transfer course. The basic ingredients of these tools are acrylic, aiming to make the resulting tool visible and easy to reach and learn. In order for the resulting tool to operate properly and smoothly, it is necessary to plan specifications and capacities of the supporting components. After calculating the design, the specifications and capacities of the supporting components can be determined as follows: 14 liter HF1 tank, 14 liter CF tank, 8.76 liter HF2 tank, 3 m CF and HF head pump, 2 350 W heaters, and a powerful thermostat 2200 W with a temperature measurement range of -50 °C to 110 °C. The Log mean temperature difference value at steady state is 21.37 °C. The rate of heat transfer that occurs is 54305,5846 W.*

*Key words: Heat exchanger, Shell and Tube, Specifications and Capacity.*





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanhu wata'ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik.

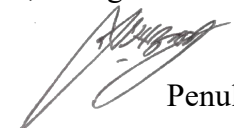
Tugas Akhir dengan judul **“PENENTUAN SPESIFIKASI DAN KAPASITAS KOMPONEN PENDUKUNG PROTOTYPE SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER”** ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dari Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan laporan ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada.

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat-Nya dan kesehatan rohani serta jasmani sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Orang tua saya yang selalu memberi dukungan moril maupun materiil yang tak terhitung jumlahnya.
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Drs. Alhamdi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Hamdi, S.T., M.kom. selaku dosen pembimbing utama Tugas Akhir selama pelaksanaan Tugas Akhir.
6. Bapak Haolia Rahman, M.T., PhD. selaku dosen pembimbing pendamping selama pelaksanaan Tugas Akhir.

Meskipun penulis telah mencurahkan segala kemampuan untuk kesempurnaan pada laporan ini, namun pastinya masih terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini sangat diharapkan.

Depok, 24 Agustus 2021

  
Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	1
1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	1
1.3 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	2
1.4 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	2
1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	3
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Definisi Pompa .....	4
2.1.1 Klasifikasi Pompa .....	4
2.2 Proses Penentuan Pompa .....	7
2.2.1 Volume <i>Shell and Tube</i> .....	7
2.2.2 Head Total Pompa .....	7
2.2.3 Kerugian Head .....	8
2.2.4 Daya Hidrolis .....	11
2.3 Proses Penentuan <i>Heater</i> .....	12
2.4 Proses Penentuan <i>Thermostat</i> .....	13
2.5 Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference (LMTD)</i> .....	13
2.6 Perhitungan Laju Perpindahan Panas .....	14
<b>BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir .....</b>	<b>19</b>
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	19
3.2 Penjelasan Langkah Kerja .....	20
3.3 Metode Pemecahan Masalah .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Data–data Perhitungan Kebutuhan Komponen Pendukung .....	22
4.1.1 Menghitung Volume <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> .....	22
4.1.2 Menghitung Volume Tangki .....	26
4.1.3 Perhitungan Kapasitas Pompa .....	27
4.1.4 Perhitungan Kebutuhan Daya <i>Heater</i> .....	33
4.1.5 Perhitungan <i>Thermostat</i> .....	34
4.2 Hasil Percobaan .....	34
4.2.1 Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference (LMTD)</i> .....	34
4.2.2 Perhitungan Laju Perpindahan Panas .....	35
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan .....	41

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....		42
LAMPIRAN.....		43



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Kekasaran.....	9
Tabel 2. 2 Koefisien Kerugian Belokan dan Aksesoris Lainnya .....	10
Tabel 2. 3 Koefisien Kerugian Pengecilan Penampang.....	11
Tabel 2. 4 Tabel Faktor Koreksi Bilangan Nusselt.....	18





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pompa Reciprocating .....	5
Gambar 2. 2 Pompa Aksial .....	6
Gambar 2. 3 Pompa Sentrifugal .....	6
Gambar 2. 4 Susunan <i>Tube In-line</i> .....	15
Gambar 2. 5 Susunan <i>Tube Staggered</i> .....	15
Gambar 2. 6 Bilangan Nusselt .....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	19
Gambar 4. 1 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> .....	22
Gambar 4. 2 Skema Instalasi Pompa Air <i>Heat Exchanger</i> .....	27





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tabel Nilai Konduktivitas Termal Dari Beberapa Bahan .....	43
Lampiran 2 : Tabel Sifat Air Jenuh.....	44





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

*Heat exchanger* adalah suatu alat yang biasa digunakan pada proses industri, media transportasi, pembangkit tenaga, maupun dalam bidang pendidikan. Untuk memahami berbagai jenis *heat transfer* (perpindahan panas), diperlukan teori dan juga praktikum yang dimana diperlukan alat peraga dalam penerapan yang diberikan.

Untuk maksud tersebut, maka penulis merancang suatu prototipe *heat exchanger* tipe *shell and tube* menggunakan bahan dasar akrilik guna dijadikan sebagai alat peraga yang dibentuk setengah lingkaran bertujuan agar aliran didalam *shell and tube* dapat dilihat dengan jelas.

Dalam proses perancangan *shell and tube heat exchanger* sangat diperlukan penentuan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung agar pada alat dapat beroperasi dengan baik.

### 1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir “Penentuan Spesifikasi dan Kapasitas Komponen Pendukung Prototipe *Shell and Tube Heat Exchanger*” diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kebutuhan serta menentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung yang sesuai pada prototipe *shell and tube heat exchanger*.
2. Mengetahui besarnya panas yang mampu dipindahkan oleh prototipe *shell and tube heat exchanger*.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### 1.3 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

Manfaat dari penulisan Tugas akhir “Penentuan Spesifikasi dan Kapasitas Prototipe *Shell and Tube Heat Exchanger*” adalah untuk menentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung yang dibutuhkan agar prototipe *shell and tube heat exchanger* yang dirancang dapat beroperasi dengan baik.

### 1.4 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut.

1. Mengobservasi kebutuhan komponen pendukung dari prototipe *shell and tube heat exchanger*.
2. Mencari sumber dan jurnal ilmiah yang berhubungan dengan penentuan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung prototipe *shell and tube heat exchanger*.
3. Mempersiapkan data ukuran dari hasil desain yang dibutuhkan untuk menentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung prototipe *shell and tube heat exchanger*.
4. Melakukan perhitungan kebutuhan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung prototipe *shell and tube heat exchanger*.
5. Menentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung prototipe *shell and tube heat exchanger*.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## 1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistematika Penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang pemilihan topik penelitian, tujuan, manfaat, metode penulisan dan sistematika pembahasan.

### BAB II : STUDI PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang landasan teori terkait penelitian tugas akhir yang digunakan sebagai referensi penentuan spesifikasi dan kapasitas Prototipe *shell and tube heat exchanger*.

### BAB III : METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini menguraikan langkah yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir yang digambarkan melalui diagram alir dan metode pemecahan masalah penelitian

### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan proses dan hasil penelitian yang dibutuhkan untuk menentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung dari prototipe *shell and tube heat exchanger*.

### BAB V : KESIMPULAN

Bab ini menguraikan kesimpulan dari seluruh hasil pembahasan laporan Tugas Akhir yang dibuat. Isi kesimpulan disertakan juga dengan saran yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dapat ditentukan spesifikasi dan kapasitas komponen pendukung prototipe *shell and tube heat exchanger* sebagai berikut: tangki HF<sub>1</sub> 14 liter, tangki CF 14 liter, tangki HF<sub>2</sub> 8,76 liter, head pompa CF<sub>1</sub> dan HF<sub>1</sub> 3 m, *heater* 350 W sebanyak 2 buah, dan *thermostat* berkekuatan 2200 W dengan rentang pengukuran suhu -50 °C s/d 110 °C.
2. Nilai LMTD pada keadaan *steady state* (tunak) sebesar 21,37 °C dan laju perpindahan panas yang terjadi pada prototipe *shell and tube heat exchanger* sebesar 54305,5846 W.

### 5.2 Saran

Saran dari penulisan tugas akhir ini adalah selalu melakukan perawatan terhadap komponen pendukung dengan memastikan tidak ada air yang tergenang pada tangki serta mengeringkan pompa dan heater setelah pemakaian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cengel, Yunus A. 2003. "Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition". Singapura: Mc.Graw-Hill Book.
- [2] P. M. Gerhart, A. L. Gerhart, and J. I. Hochstein. 2016. "Fundamentals of Fluid Mechanics". 8th Edition.
- [3] Sularso. Haruo Tahara. 1983. "Pompa dan Kompresor". Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [4] Qadri Munzir. 2017. "Analisa Pemilihan Pompa Untuk *Shell and Tube Heat exchanger* Skala Laboratorium". Jakarta: University Muhammadiyah Jakarta.
- [5] Witoko, J. P. 2018. "Perhitungan Kebutuhan Daya Heater Pada Kolam Pemanas Heat Pipe". Bukittinggi: Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir-BATAN.
- [6] Artikel Teknologi. 2011. "Macam-macam Pompa", <https://artikel-teknologi.com/pompa-2-macam-macam-pompa/>, (21 Agustus 2021).

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tabel Nilai Konduktivitas Termal Dari Beberapa Bahan

Thermal conductivities of some materials at room conditions	
Material	Thermal conductivity, W/m · K
Diamond	2300
Silver	429
Copper	401
Gold	317
Aluminium	237
Iron	80.2
Mercury (ℓ)	8.54
Glass	1.4
Brick	0.72
Water (ℓ)	0.613
Human skin	0.37
Wood (oak)	0.17
Helium (g)	0.152
Soft rubber	0.13
Glass fiber	0.043
Air (g)	0.026
Urethane, rigid foam	0.026

Lampiran 2 : Tabel Sifat Air Jenuh

**TABLE A-9**  
Properties of saturated water

Temp. T, °C	Saturation Pressure P <sub>sat</sub> , kPa	Density ρ, kg/m <sup>3</sup>		Enthalpy of Vaporization h <sub>fg</sub> , kJ/kg	Specific Heat c <sub>p</sub> , J/kg·K		Thermal Conductivity k, W/m·K		Dynamic Viscosity μ, kg/m·s		Prandtl Number Pr		Volume Expansion Coefficient β, 1/K
		Liquid	Vapor		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2501	4217	1854	0.561	0.0171	1.792 × 10 <sup>-3</sup>	0.922 × 10 <sup>-6</sup>	13.5	1.00	-0.068 × 10 <sup>-3</sup>
5	0.8721	999.9	0.0068	2490	4205	1857	0.571	0.0173	1.519 × 10 <sup>-3</sup>	0.934 × 10 <sup>-6</sup>	11.2	1.00	0.015 × 10 <sup>-2</sup>
10	1.2276	999.7	0.0094	2478	4194	1862	0.580	0.0176	1.307 × 10 <sup>-3</sup>	0.946 × 10 <sup>-6</sup>	9.45	1.00	0.733 × 10 <sup>-3</sup>
15	1.7051	999.1	0.0128	2466	4185	1863	0.589	0.0179	1.138 × 10 <sup>-3</sup>	0.959 × 10 <sup>-6</sup>	8.09	1.00	0.138 × 10 <sup>-2</sup>
20	2.339	998.0	0.0173	2454	4182	1867	0.598	0.0182	1.002 × 10 <sup>-3</sup>	0.973 × 10 <sup>-6</sup>	7.01	1.00	0.195 × 10 <sup>-3</sup>
25	3.169	997.0	0.0231	2442	4180	1870	0.607	0.0186	0.891 × 10 <sup>-3</sup>	0.987 × 10 <sup>-6</sup>	6.14	1.00	0.247 × 10 <sup>-3</sup>
30	4.246	996.0	0.0304	2431	4178	1875	0.615	0.0189	0.798 × 10 <sup>-3</sup>	1.001 × 10 <sup>-6</sup>	5.42	1.00	0.294 × 10 <sup>-3</sup>
35	5.628	994.0	0.0397	2419	4178	1880	0.623	0.0192	0.720 × 10 <sup>-3</sup>	1.016 × 10 <sup>-6</sup>	4.83	1.00	0.337 × 10 <sup>-3</sup>
40	7.384	992.1	0.0512	2407	4179	1885	0.631	0.0196	0.653 × 10 <sup>-3</sup>	1.031 × 10 <sup>-6</sup>	4.32	1.00	0.377 × 10 <sup>-3</sup>
45	9.593	990.1	0.0655	2395	4180	1892	0.637	0.0200	0.596 × 10 <sup>-3</sup>	1.046 × 10 <sup>-6</sup>	3.91	1.00	0.415 × 10 <sup>-3</sup>
50	12.35	988.1	0.0831	2383	4181	1900	0.644	0.0204	0.547 × 10 <sup>-3</sup>	1.062 × 10 <sup>-6</sup>	3.55	1.00	0.451 × 10 <sup>-3</sup>
55	15.76	985.2	0.1045	2371	4183	1908	0.649	0.0208	0.504 × 10 <sup>-3</sup>	1.077 × 10 <sup>-6</sup>	3.25	1.00	0.484 × 10 <sup>-3</sup>
60	19.94	983.3	0.1304	2359	4185	1916	0.654	0.0212	0.467 × 10 <sup>-3</sup>	1.093 × 10 <sup>-6</sup>	2.99	1.00	0.517 × 10 <sup>-3</sup>
65	25.03	980.4	0.1614	2346	4187	1926	0.659	0.0216	0.433 × 10 <sup>-3</sup>	1.110 × 10 <sup>-6</sup>	2.75	1.00	0.548 × 10 <sup>-3</sup>
70	31.19	977.5	0.1983	2334	4190	1936	0.663	0.0221	0.404 × 10 <sup>-3</sup>	1.126 × 10 <sup>-6</sup>	2.55	1.00	0.578 × 10 <sup>-3</sup>
75	38.58	974.7	0.2421	2321	4193	1948	0.667	0.0225	0.378 × 10 <sup>-3</sup>	1.142 × 10 <sup>-6</sup>	2.38	1.00	0.607 × 10 <sup>-3</sup>
80	47.39	971.8	0.2935	2309	4197	1962	0.670	0.0230	0.355 × 10 <sup>-3</sup>	1.159 × 10 <sup>-6</sup>	2.22	1.00	0.653 × 10 <sup>-3</sup>
85	57.83	968.1	0.3536	2296	4201	1977	0.673	0.0235	0.333 × 10 <sup>-3</sup>	1.176 × 10 <sup>-6</sup>	2.08	1.00	0.670 × 10 <sup>-3</sup>
90	70.14	965.3	0.4235	2283	4206	1993	0.675	0.0240	0.315 × 10 <sup>-3</sup>	1.193 × 10 <sup>-6</sup>	1.96	1.00	0.702 × 10 <sup>-3</sup>
95	84.55	961.5	0.5045	2270	4212	2010	0.677	0.0246	0.297 × 10 <sup>-3</sup>	1.210 × 10 <sup>-6</sup>	1.85	1.00	0.716 × 10 <sup>-3</sup>
100	101.33	957.9	0.5978	2257	4217	2029	0.679	0.0251	0.282 × 10 <sup>-3</sup>	1.227 × 10 <sup>-6</sup>	1.75	1.00	0.750 × 10 <sup>-3</sup>
110	143.27	950.6	0.8263	2230	4229	2071	0.682	0.0262	0.255 × 10 <sup>-3</sup>	1.261 × 10 <sup>-6</sup>	1.58	1.00	0.798 × 10 <sup>-3</sup>
120	198.53	943.4	1.121	2203	4244	2120	0.683	0.0275	0.232 × 10 <sup>-3</sup>	1.296 × 10 <sup>-6</sup>	1.44	1.00	0.858 × 10 <sup>-3</sup>
130	270.1	934.6	1.496	2174	4263	2177	0.684	0.0288	0.213 × 10 <sup>-3</sup>	1.330 × 10 <sup>-6</sup>	1.33	1.01	0.913 × 10 <sup>-3</sup>
140	361.3	921.7	1.965	2145	4286	2244	0.683	0.0301	0.197 × 10 <sup>-3</sup>	1.365 × 10 <sup>-6</sup>	1.24	1.02	0.970 × 10 <sup>-3</sup>
150	475.8	916.6	2.546	2114	4311	2314	0.682	0.0316	0.183 × 10 <sup>-3</sup>	1.399 × 10 <sup>-6</sup>	1.16	1.02	1.025 × 10 <sup>-3</sup>
160	617.8	907.4	3.256	2083	4340	2420	0.680	0.0331	0.170 × 10 <sup>-3</sup>	1.434 × 10 <sup>-6</sup>	1.09	1.05	1.145 × 10 <sup>-3</sup>
170	791.7	897.7	4.119	2050	4370	2490	0.677	0.0347	0.160 × 10 <sup>-3</sup>	1.468 × 10 <sup>-6</sup>	1.03	1.05	1.178 × 10 <sup>-3</sup>
180	1,002.1	887.3	5.153	2015	4410	2590	0.673	0.0364	0.150 × 10 <sup>-3</sup>	1.502 × 10 <sup>-6</sup>	0.983	1.07	1.210 × 10 <sup>-3</sup>
190	1,254.4	876.4	6.388	1979	4460	2710	0.669	0.0382	0.142 × 10 <sup>-3</sup>	1.537 × 10 <sup>-6</sup>	0.947	1.09	1.280 × 10 <sup>-3</sup>
200	1,553.8	864.3	7.852	1941	4500	2840	0.663	0.0401	0.134 × 10 <sup>-3</sup>	1.571 × 10 <sup>-6</sup>	0.910	1.11	1.350 × 10 <sup>-3</sup>
220	2,318	840.3	11.60	1859	4610	3110	0.650	0.0442	0.122 × 10 <sup>-3</sup>	1.641 × 10 <sup>-6</sup>	0.865	1.15	1.520 × 10 <sup>-3</sup>
240	3,344	813.7	16.73	1767	4760	3520	0.632	0.0487	0.111 × 10 <sup>-3</sup>	1.712 × 10 <sup>-6</sup>	0.836	1.24	1.720 × 10 <sup>-3</sup>
260	4,688	783.7	23.69	1663	4970	4070	0.609	0.0540	0.102 × 10 <sup>-3</sup>	1.788 × 10 <sup>-6</sup>	0.832	1.35	2.000 × 10 <sup>-3</sup>
280	6,412	750.8	33.15	1544	5280	4835	0.581	0.0605	0.094 × 10 <sup>-3</sup>	1.870 × 10 <sup>-6</sup>	0.854	1.49	2.380 × 10 <sup>-3</sup>
300	8,581	713.8	46.15	1405	5750	5980	0.548	0.0695	0.086 × 10 <sup>-3</sup>	1.965 × 10 <sup>-6</sup>	0.902	1.69	2.950 × 10 <sup>-3</sup>
320	11,274	667.1	64.57	1239	6540	7900	0.509	0.0836	0.078 × 10 <sup>-3</sup>	2.084 × 10 <sup>-6</sup>	1.00	1.97	
340	14,586	610.5	92.62	1028	8240	11,870	0.469	0.110	0.070 × 10 <sup>-3</sup>	2.255 × 10 <sup>-6</sup>	1.23	2.43	
360	18,651	528.3	144.0	720	14,690	25,800	0.427	0.178	0.060 × 10 <sup>-3</sup>	2.571 × 10 <sup>-6</sup>	2.06	3.73	
374.14	22,090	317.0	317.0	0	—	—	—	—	0.043 × 10 <sup>-3</sup>	4.313 × 10 <sup>-6</sup>			

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta