

**KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT*
PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin**

Oleh :

ERICH GILANG PRANATA

1802220009

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2023

**KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT*
PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin**

Oleh :

ERICH GILANG PRANATA

1802220009

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2023

UNIVERSITAS TRIDINANTI FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT*
PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN

Oleh :

ERICH GILANG PRANATA

1802220009

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. H. Muhammad Lazim, MT.

Diperiksa dan Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing I

Martin Luther King, ST., MT.

Dosen Pembimbing II

Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM.

Disahkan Oleh:
Dekan FT-UTP



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM

**KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT*
PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN**



Oleh :
ERICHI GILANG PRANATA
1802220009

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

Martin Luther King, ST., MT.

Pembimbing II

Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin-UTP

Ir. H. Muhammad Lazim, MT.

TUGAS AKHIR

**KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT*
PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN**

Oleh :

ERICH GILANG PRANATA

1802220009

Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sidang Sarjana

Pada Tanggal 20 Maret 2023

Tim Penguji,

Nama :

1. Ketua Tim Penguji

Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT.

2. Penguji 2

Ir. M. Iskandar Badil, MT.

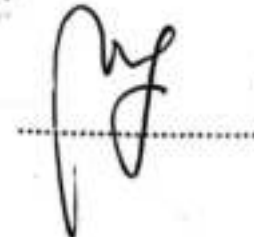
3. Penguji 3

Arifin Zaini, ST., MM.

Tanda Tangan :


.....


.....


.....

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Erich Gilang Pranata

Nim : 1802220009

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir berjudul: **KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT* PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam tugas akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari pembuktian pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya tugas akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tugas akhir dan gelar saya peroleh dari tugas akhir tersebut.

Palembang, 23 Maret 2023

Yang membuat pernyataan



Erich Gilang Pranata

Nim : 1802220009

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erich Gilang Pranata

Nim : 1802220009

Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas royalti noneklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT* PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih medikan, mengola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dan tekanan dari pihak manapun .

Palembang Tanggal 23 Maret 2023

Yang menyatakan



Erich Gilang Pranata

Nim : 1802220009

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Erich Gilang Pranata

Nim : 1802220009

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel,

KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN *HEAT EXCHANGER UNIT* PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN

Benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berlaku dari pihak program studi dan institusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh kesadaran, dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Sehingga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 31 Maret 2023
Yang Menyatakan,

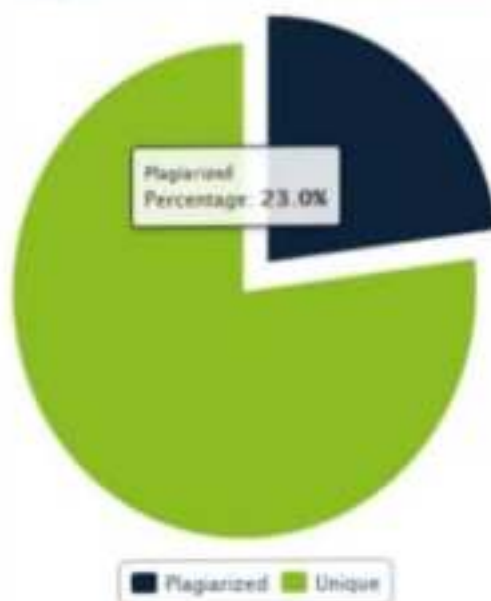


Erich Gilang Pranata
Nim : 1802220009



Plagiarism Checker X Originality Report

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Minggu, April 02, 2023
Words	1304 Plagiarized Words / Total 5735 Words
Sources	More than 75 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

❖ **MOTTO :**

"When there is a will, there is a way"

"Ketika ada keinginan, ada jalan"

-Erich Gilang Pranata-

Kupersembahkan untuk :

- *Kedua Orang tuaku Ayahanda Kusno Utoro dan Ibunda Nurhayati yang ku cinta yang selalu memberikan dukungan serta do'a tiada henti untuk kesuksesan anaknya.*
- *Kakak Bondan Gemilang Prakoso (almh) dan adek Dara Fatul Ivatus Salwa yang selalu saya sayangi.*
- *Pasanganku yang selalu menjadi penyemangat dan selalu setia menemani di masa-masa sulit.*
- *Teman – teman seperjuangan 2018 Teknik Mesin.*
- *Almamaterku.*

ABSTRAK

Alat penukar panas (*Heat Exchanger*) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah temperatur fluida atau mengubah fasa fluida dengan cara mempertukarkan panasnya dengan fluida lain. Tujuan Penulisan ini adalah menganalisis alat penukar panas dengan menggunakan metode LMTD (Log Mean Temperature Different) yaitu menghitung luas perpindahan panas dan efektivitas dan membandingkan hasil perhitungan manual arah aliran searah dan berlawanan, serta menganalisa besarnya karakteristik masing-masing jenis-jenis aliran pengujian pada alat penukar panas. Nilai dari grafik LMTD data sekarang rata-rata aliran searah = 8,370 dan data terdahulu rata-rata aliran searah = 6,473, efektivitas data sekarang rata-rata aliran searah = 0,628 dan data terdahulu rata-rata aliran searah = 0,469, LMTD data sekarang rata-rata aliran berlawanan = 8,816 dan data terdahulu rata-rata aliran berlawanan = 7,344, dan efektivitas data sekarang rata-rata aliran berlawanan = 0,671 dan data terdahulu rata-rata aliran berlawanan = 0,574. Dari selisih nilai rata-rata diatas disebabkan karena bedanya isolasi yang di pakai di saat pengujian isolasi terdahulu polyurethane foam digantikan aluminum foil dan glass wool, sehingga hasil yang didapat berbeda.

Kata kunci: LMTD dan efektivitas alat penukar panas

ABSTRACT

A heat exchanger is a device used to change the fluid temperature or change the fluid phase by exchanging heat with another fluid. The purpose of this writing is to analyze the heat exchanger using the LMTD (Log Mean Temperature Different) method, which is to calculate the heat transfer area and effectiveness and compare the results of manual calculations for direct and counter flow directions, as well as analyze the magnitude of the characteristics of each type of test flow on the device. heat exchanger. The value of the LMTD graph is that the current data average unidirectional flow = 8.370 and the previous data average unidirectional flow = 6.473, the effectiveness of the data is now the average unidirectional flow = 0.628 and the previous data average unidirectional flow = 0.469, LMTD data is now average the average counter flow = 8.816 and the previous data the average counter flow = 7.344, and the effectiveness of the current data the average counter flow = 0.671 and the previous data the average counter flow = 0.574. From the difference in the average values above, this is due to the difference in the insulation used when testing the previous insulation, polyurethane foam was replaced by aluminum foil and glass wool, so the results obtained were different.

Keywords: *LMTD and effectiveness of heat exchanger*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Karena atas ridho, rahmat, serta petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir mengenai judul **“Kaji Ulang Alat Pengujian *Heat Exchanger Unit* Pada Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin”**.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan-kesalahan baik format penulisan. Dengan ini penulis mengharapkan saran dan kritiknya yang bersifat membangun untuk Tugas akhir ini.

Pada kesempatan yang baik ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP. Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T.,M.M. Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ir. H. M. Lazim, M.T., Selaku ketua Program studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
4. Bapak Martin Luther King, ST, MT, Selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
5. Bapak Martin Luther King, ST, MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T.,M.M. Selaku Dosen Pembimbing II yang banyak mengoreksi dan memberi masukan serta saran yang membangun dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Staff Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang, Angkatan 2018 yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, dan mahasiswa program studi Teknik Mesin umumnya.

Palembang, Maret 2023
Penulis

Erich Gilang Pranata

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Perpindahan Panas	5
2.1.1. Perpindahan Panas Konduksi	6
2.1.2. Perpindahan Panas Konveksi	7

2.1.3. Perpindahan Panas Radiasi.....	9
2.2. Alat Penukar Panas (<i>Heat Exchanger</i>)	10
2.3. <i>Shell and Tube</i>	13
2.4. Log Mean Temperature Different (LMTD).....	15
2.5. Pola Aliran	16
2.5.1. Aliran Searah (<i>Paralel Flow</i>)	16
2.5.2. Aliran Berlawanan (<i>Counter Flow</i>).....	17
2.5.3. Aliran Silang (<i>Cross Flow</i>)	18
2.6. Bilangan Reynolds.....	19
2.7. Bilangan Nusselts (<i>Nusselt Number, NU</i>)	20
2.8. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (<i>U</i>)	21
2.9. Laju Perpindahan Panas Maksimal.....	22
2.10. Laju Perpindahan Panas Aktual.....	23
2.11. Efektivitas <i>Heat Exchanger</i>	23

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	24
3.2. Metode Penelitian	25
3.2.1. Metode Studi Pustaka	25
3.2.2. Metode Studi Lapangan.....	25
3.3. Perancangan Alat <i>Heat Exchanger</i>	25
3.4. Alat dan Bahan	26
3.5. Prosedur Penelitian	27

3.5.1. Prosedur Pembuatan Alat	27
3.5.2. Prosedur Pengujian Alat <i>Heat Exchanger</i>	27
3.6. Data Hasil Pengujian Alat <i>Heat Exchanger</i>	28
3.7. Tempat dan Waktu Penelitian Alat <i>Heat Exchanger</i>	29

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Aliran Searah (<i>Paralel Flow</i>)	30
4.1.1. Hasil Pengujian Aliran Searah.....	30
4.1.2. Perhitungan Parameter Alat Perpindahan Panas	30
4.1.3. Perhitungan Laju Perpindahan Panas pada Air Pipa Panas ...	31
4.1.4. Perhitungan Laju Perpindahan Panas pada Air Pipa Dingin .	31
4.1.5. Beda Temperatur Rata-Rata <i>Paralel Flow</i>	32
4.1.6. Aliran Air Pada Tube.....	32
4.1.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Tube.....	33
4.1.8. Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas pada Shell	33
4.1.9. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan	33
4.1.10. Besar Perpindahan Panas Maksimum Yang Terjadi	34
4.1.11. Besar Perpindahan Panas Aktual Yang Terjadi.....	34
4.1.12. Efektivitas Perpindahan Panas.....	34
4.2. Aliran Berlawanan (<i>Counter Flow</i>).....	35
4.2.1. Hasil Pengujian Aliran Berlawanan	35
4.2.2. Perhitungan Parameter Alat Perpindahan Panas	35
4.2.3. Perhitungan Laju Perpindahan Panas pada Air Pipa Panas...	36

4.2.4. Perhitungan Laju Perpindahan Panas pada Air Pipa Dingin .	36
4.2.5. Beda Temperatur Rata-Rata <i>Counter Flow</i>	36
4.2.6. Aliran Air Pada Tube.....	37
4.2.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Tube.....	37
4.2.8. Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas pada Shell	38
4.2.9. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan	38
4.2.10. Besar Perpindahan Panas Maksimum Yang Terjadi	39
4.2.11. Besar Perpindahan Panas Aktual Yang Terjadi.....	39
4.2.12. Efektivitas Perpindahan Panas.....	39
4.3. Data Hasil Perhitungan	40
4.4. Analisa dan Pembahasan	42

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
2.1. Perpindahan Panas Konduksi Pada Dinding	7
2.2. Perpindahan Panas Konveksi	8
2.3. Perpindahan Panas Radiasi	9
2.4. Beragam Alat Penukar Panas	11
2.5. Penukar Panas Aliran Searah (<i>Paralel Flow</i>)	16
2.6. LMTD Penukar Panas Aliran Searah (<i>Paralel Flow</i>)	16
2.7. Penukar Panas Aliran Berlawanan (<i>counter Flow</i>).....	17
2.8. LMTD Penukar Panas Aliran Berlawanan (<i>counter Flow</i>).....	17
2.9. Penukar Panas Aliran Silang (Cross Flow).....	18
2.10. <i>Tube Annulus</i>	20
3.1. Diagram Alir Penelitian	24
3.2. <i>Heat Exchanger</i>	25
3.3. <i>Heat Exchanger Paralel Flow</i> dan <i>Counter Flow</i>	26
4.1. Hasil Perhitungan LMTD, Efektivitas Data Sekarang, Data Terdahulu, Aliran Searah dan Aliran Berlawanan	42

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman:
2.1. Konduktivitas Termal Bahan Dari Berbagai Bahan pada 0 °C.....	7
3.1. Hasil Pengujian Air Panas dan Air Dingin Aliran Searah	28
3.2. Hasil Pengujian Air Panas dan Air Dingin Aliran Berlawanan	28
4.1. Hasil Pengujian Air Panas dan Air Dingin Aliran Searah	30
4.2. Hasil Pengujian Air Panas dan Air Dingin Aliran Berlawanan	35
4.3. Hasil Data Perhitungan Sekarang Air Panas, Air Dingin, Aliran searah, LMTD, dan Efektivitas.....	40
4.4. Hasil Data Perhitungan Sekarang Air Panas, Air Dingin, Aliran Berlawanan, LMTD, dan Efektivitas.....	40
4.5. Hasil Data Perhitungan Terdahulu Air Panas, Air Dingin, Aliran Searah, LMTD, dan Efektivitas	41
4.6. Hasil Data Perhitungan Terdahulu Air Panas, Air Dingin, Aliran Berlawanan, LMTD, dan Efektivitas.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alat penukar panas (*Heat Exchanger*) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah temperatur fluida atau mengubah fasa fluida dengan cara mempertukarkan panasnya dengan fluida lain. Kemampuan mempertukarkan panas sangat ditentukan oleh jenis aliran fluida dan fluida yang melewati penukar panas. Alat penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung begitu saja (Zulkifli, 2019).

Adapun menurut Robiyanyusra 2021 Alat penukar panas (*Heat Exchanger*) adalah alat yang difungsikan untuk menukarkan energi atau panas dalam bentuk suhu panas antara fluida baik cair maupun udara yang mempunyai perbedaan suhu, energi panas dapat dipindahkan melalui kontak langsung dan kontak tidak langsung.

Alat ini terdiri dari sebuah selubung silinderis di bagian luar dan sejumlah tube di bagian dalam. Sebuah *shell and tube* yang sederhana hanya terdiri sebuah silinder dibagian luar dan satu tube dibagian dalam seperti yang ada di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UTP.

Sebuah alat penukar panas jenis *Shell and tube* di Laboratorium Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin UTP telah dipergunakan sebagai sarana pengujian karakteristik perpindahan panas bagi mahasiswa sesuai dengan materi pelajaran yang diberikan dalam perkuliahan, namun kondisi saat sekarang bila untuk dipergunakan, maka harus diperbaiki dan harus di uji ulang kembali.

Heat Exchanger merupakan alat yang digunakan untuk mengubah temperatur fluida atau mengubah fasa fluida dengan cara mempertukarkan panasnya dengan fluida lain. Pada sebuah penukar panas, kemampuan mempertukarkan panas sangat ditentukan oleh jenis aliran fluida serta fluida yang melewati penukar panas. Panas dapat dipindahkan diantara kedua fluida tersebut, besarnya sangat tergantung pada kecepatan aliran fluida, arah alirannya, sifat-sifat fluida, kondisi permukaan dan luas bidang perpindahan panas serta beda temperatur diantara kedua fluida. Dengan demikian untuk menunjang kemampuan analisa mahasiswa terhadap kinerja sebuah alat penukar panas, maka dalam pelaksanaan praktikum di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan dasar yang perlu dikuasai tentang alat penukar panas yang lebih efektif dan optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui yang mana jumlah perpindahan panas terbesar dalam aliran searah (*Paralel Flow*) dengan aliran berlawanan arah (*Counter Flow*). Penelitian ini di lakukan dilaboratorium jurusan teknik mesin Universitas Tridianti, Metode yang di gunakan adalah eksperimen dengan dua perlakuan yaitu diantaranya instalasi perpindahan panas (*Paralel*

Flow), dan instalasi perpindahan panas (*Counter Flow*). Perubahan yang di amati adalah jumlah yang terbesar antara perpindahan panas aliran searah (*Paralel Flow*) dengan aliran berlawanan arah (*Counter Flow*).

Mengkaji ulang suatu alat yang ada di suatu lab konversi energi teknik mesin yang berkenaan dengan judul yang diambil, sebagai media pembelajaran untuk mahasiswa maka penulis mengambil suatu kesimpulan yang melatar belakangi untuk mengambil suatu judul penelitian ini yang berjudul **"KAJI ULANG ALAT PENGUJIAN HEAT EXCHANGER UNIT PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI TEKNIK MESIN"**.

1.2. Rumusan Masalah

Di dalam proses perpindahan panas pada alat *Heat Exchanger shell and tube* ini sangat kompleks, sehingga eksperimen ini hanya pada masalah pengaruh laju aliran fluida pendingin terhadap efektifitas penukaran panas shell and tube aliran searah dan berlawanan arah, yaitu

- a. Bagaimana pengaruh perubahan laju aliran panas yang terjadi dengan memvariasikan debit air panas dan debit air dingin terhadap efektifitas *shell and tube* aliran searah dan berlawanan.
- b. Bagaimana pengaruh perubahan laju aliran panas dan laju aliran dingin terhadap nilai LMTD.
- c. Bagaimana cara mengetahui perbandingan hasil perhitungan manual aliran searah dan berlawanan.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yaitu dengan menetapkan secara konstan Laju aliran massa fluida panas dengan temperatur air 70 °C, sedangkan laju aliran massa air pendingin dilakukan dengan tiga variasi laju aliran.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan Penulisan ini adalah menganalisis alat penukar panas dengan menggunakan metode LMTD (*Log Mean Temperature Different*).

1. Menghitung luas perpindahan panas dan efektivitas.
2. Menghitung perubahan laju aliran panas dan laju aliran dingin terhadap nilai LMTD.
3. Menunjukkan perbandingan hasil perhitungan manual arah aliran searah dan berlawanan.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan manfaatnya adalah :

1. Memberikan pengetahuan mengenai cara kerja sebuah alat penukar panas atau *Heat Exchanger* jenis *shell and tube* kepada mahasiswa
2. Mahasiswa dapat mengetahui karakteristik alat penukar panas shell and tube arah aliran searah dan berlawanan serta dapat mengetahui cara perhitungan yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cengel. Yunus A. 2002 .Heat transfer : *A proctical approach. Second edition in si unit.*
- [2]. Frank P. Incropera, David P. De Witt (2002) "*Fundamental of Heat Mass Transfer*", *Fifth Edition. Jhon Wiley & Sons, New York. 2002.*
- [3]. Husen, Ahmad, Tubagus M. Ichwan Akbar, & Nur Cholis. 2020. Analisis Pengaruh Kecepatan Aliran Fluida Dingin Terhadap Efektivitas *Shell And Tube Heat Exchanger*. *Jurnal Bina Teknik* 16(1).1-10.
- [4]. J.P. HOLMAN, "Perpindahan Kalor", Penerbit Erlangga, Edisi keenam, 1995.
- [5]. Moran, Michael J and Shapiro Howard N. 2003. "*Fundamentals of Engineering Trehmodynamics*". Edisi 4
- [6]. Poernomo, Heroe. (2013). Pembuatan Alat Monitoring Mesin Penukar Panas (*Heat Exchanger*) Untuk Menganalisis Unjuk Kerja Dan Karakteristiknya. *10(3)*, 164-174.
- [7]. Robiyanyusra, d. (2021). Analisis Efektivitas Laju Perpindahan Panas Alat Penukar Panas Tipe Double Pipe. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN)*, 2(2), 97-104.
- [8]. Sumber *Fourth Edition Principles Of Heat Transfer, Frank Kreith Mark S. Bohn.*
- [9]. Zulkifli, A. &. (2019). Kaji Eksperimental Pengaruh Baffle Pada Alat Penukar Panas Aliran Searah Dalam Upaya Optimasi Sistem Pengering. *SINTEK Jurnal*, 13(1), 8-14.