

**PERANCANGAN ALAT HEAT EXCHANGER SKALA
LABORATORIUM UNTUK PEMBELAJARAN
EKSPERIMEN**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Dalam Menyelesaikan Pendidikan Strata 1
Pada Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

**Nikoe Juliando
2102220506.P**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2025

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



**TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALAT HEAT EXCHANGER SKALA
LABORATORIUM UNTUK PEMBELAJARAN
EKSPERIMEN**

Oleh :

**Nikoe Juliando
2102220506.P**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Diperiksa dan Disetujui :
Dosen Pembimbing I,**

Ir. H. Muhammad Lazim, MT

**Ir. H. Muhammad Lazim, MT
Dosen Pembimbing II,**

Hj. Rita Maria Veranika. ST., MT

**Disahkan Oleh :
Dekan Fakultas Teknik**

Dr. Ani Firda, ST., MT

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALAT HEAT EXCHANGER SKALA
LABORATORIUM UNTUK PEMBELAJARAN
EKSPERIMEN

Oleh :

Nikoe Juliando
2102220506.P

Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana
Pada Tanggal 18 Januari 2025

Tim Penguji,

Nama :

Tanda Tangan :

1. Ketua Tim Penguji

Martin Luher King, ST., MT.

.....

2. Penguji 1

Arifin Zaini, ST., MM.

.....

3. Penguji 2

Ir. Togar PO Sianipar, MT.

.....

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nikoe Juliando
NIP : 2102220506.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul : **“Perancangan Alat Heat Exchanger Skala Laboratorium Untuk Pembelajaran Eksperimen”** benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mengetahui,
Verifikator Plagiat

Palembang, Februari 2025

Mahasiswa

Materai
Rp. 10000

Martin Luther King, ST., MT

Nikoe Juliando

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nikoe Juliando

NIP : 2102220506.P

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **“Perancangan Alat Heat Exchanger Skala Laboratorium Untuk Pembelajaran Eksperimen”** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi 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, Februari 2025
Yang membuat pernyataan

Materai
Rp. 10000

Nikoe Juliando
NIM. 2102220506,P

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Nikoe Juliando
NIM : 2102220506.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

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

PERANCANGAN ALAT HEAT EXCHANGER SKALA
LABORATORIUM UNTUK PEMBELAJARAN EKSPERIMEN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, Februari 2025
Yang menyatakan,

Nikoe Juliando

➤ *Motto :*

- ✓ *Pendidikan sangat penting untuk meraih masa depan.*
- ✓ *Teruslah belajar dan jangan takut salah.*
- ✓ *Menyikapi sesuatu dengan sikap sabar dan berpikir tenang.*
- ✓ *Suatu permasalahan pasti ada solusinya.*
- ✓ *Lebih baik bersikap rendah hati dari pada sombong diri.*
- ✓ *Selalu bersyukur yang diberikan tuhan kepada kita.*
- ✓ *Menjalani hidup ini harus dengan semangat dan jangan sampai menyerah.*

➤ *Kupersembahkan Untuk:*

- ❖ *Kedua Orang Tua Ku Ibu dan Bapak yang Kucinta*
- ❖ *Saudara Kakak dan Adik-adiku yang telah memberiku semangat*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan 2025 Teknik Mesin*
- ❖ *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan hidayah-NYA, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama menyusun Tugas Akhir ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus dihadapi. Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Alat Heat Exchanger Skala Laboratorium Untuk Pembelajaran Eksperimen”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridinanti. Meskipun penyusunan tugas akhir ini telah selesai, tetapdi sadari tugas akhir masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi, penyajian maupun bahasannya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, perkenankanlah untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE., MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Bapak Martin Luther King, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

5. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim , MT. Selaku Dosen Pembimbing I
6. Bapak Hj. Rita Maria Veranika, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II
7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi mahasiswa. Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Palembang, Februari 2025

Penulis,

Nikoe Juliando

DAFTAR ISI

Halaman :

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Rumusan Masalah	2
1. 3. Tujuan penelitian	3
1. 4. Manfaat penelitian	3
1. 5. Ruang lingkup penelitian	4
1. 6. Metodologi penelitian	4
1. 7. Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2. 1. Konsep dasar heat exchanger	6
2. 2. Teori prinsip kerja heat exchanger	7
2. 3. Jenis-jenis heat exchanger.....	7
2. 4. Tipe heat exchanger.....	14
2. 5. Perpindahan panas	15
2. 6. Koefisiwn perpindahn panas.....	16
2. 7. Faktor-faktor yang mempengaruhi koefisien perpindahan panas.	16
2. 8. Desain heat exchanger.....	17

2. 9. Aplikasi praktis heat exchanger.	18
2. 10. Aplikasi heat exchanger dalam pendidikan.	18
2. 11. Komponen alat heat exchanger.	19
2. 12. Parameter kinerja heat exchanger.....	19
2. 13. Metode pengujian.	21

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Diagram Alir Penelitian	23
3. 2. Studi literatur.....	24
3. 3. Identifikasi kesenjangan penelitian.....	26
3. 4. Prosedur penelitian	27
3. 5. Perancangan alat heat exchanger.....	32
3. 6. Spesifikasi alat heat exchanger.....	34
3. 7. Lokasi dan waktu penelitian	37
3. 8. Subjek penelitian.	37
3. 9. Alat dan bahan.....	39
3. 10. Teknik pengumpulan data.....	40
3. 11. Analisis data.	43

BAB IV. PEMBAHASAN DAN ANALISA

4. 1. Spesifikasi alat.....	46
4. 2. Data pengujian alat.	47
4. 3. Perhitungan instalasi alat penukar kalor.	48
4. 4. Perhitungan pada sisi shell.....	50
4. 5. Sisi tube.....	52
4. 6. Total kalor maksimal yang dipindahkan dari kondensor.	54
4. 7. Analisis data pengujian.	55

BAB V. KESIMPULAN

5. 1. Kesimpulan	61
5. 2. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman :
2. 1. Heat exchanger tipe tabung.....	8
2. 2. Heat exchanger tipe pelat.....	9
2. 3. Heat exchanger tipe spiral.....	10
2. 4. Ari-cooled heat exchanger	11
2. 5. Doeble pipa heat exchanger.	12
2. 6. Finner tube heat exchanger.	13
3. 1. Rangkaian alat shell and tube heat exchanger perancangan	33

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman :
3. 1. Data yang ingin diperoleh dari pengujian heat exchanger.....	43
4. 1. Spesifikasi alat.....	46
4. 2. Data hasil pengujian alat.	47
4. 3. Olah data dan hasil perhitungan.	48

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah Merancang alat heat exchanger yang sesuai untuk penggunaan di laboratorium dengan mempertimbangkan efisiensi dan keamanan. Mengidentifikasi komponen-komponen penting dalam pembuatan alat, termasuk material yang sesuai. Menyediakan panduan penggunaan alat sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa, termasuk prosedur eksperimen yang dapat dilakukan. Menganalisis kinerja alat dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan di masa mendatang.

Perbedaan suhu antara fluida dingin dan panas adalah penggerak utama perpindahan panas. Pada pengujian 1-3, gradien suhu yang tinggi menghasilkan laju perpindahan panas yang signifikan. Sebaliknya, pada pengujian 4-6, penurunan perbedaan suhu mengindikasikan berkurangnya laju perpindahan panas, kemungkinan disebabkan oleh peningkatan resistansi termal atau perubahan geometri sistem.

Merancang heat exchanger untuk skala laboratorium memerlukan pertimbangan matang terhadap ukuran, material, dan konfigurasi desain. Material yang memiliki konduktivitas termal tinggi dan ketahanan korosi penting untuk meningkatkan efisiensi alat. Pada alat kondensor dengan dua arrangement tube, mekanisme perpindahan panas dan massa sangat bergantung pada suhu operasi. Suhu maksimal dan minimal mempengaruhi kinerja alat, di mana suhu yang tidak optimal dapat mengurangi efisiensi perpindahan panas. Alat kondensor dapat digunakan dalam pendidikan formal untuk mengajarkan konsep rekayasa dan teknik. Penerapan alat ini dalam mata pelajaran terkait dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai prinsip-prinsip termodinamika dan perpindahan panas.

Kata Kunci : Perpindahan Kalor, Air, Pompa

ABSTRACT

The aim of this research is to design a heat exchanger that is suitable for use in the laboratory by considering efficiency and safety. Identify important components in making tools, including appropriate materials. Providing guidance on using tools as learning media for students, including experimental procedures that can be carried out. Analyze tool performance and provide recommendations for future improvements.

The temperature difference between cold and hot fluids is the main driver of heat transfer. In tests 1-3, the high temperature gradient produces a significant heat transfer rate. In contrast, in tests 4-6, a decrease in temperature difference indicates a reduction in heat transfer rate, possibly caused by an increase in thermal resistance or a change in system geometry.

Designing a heat exchanger for a laboratory scale requires careful consideration of size, materials and design configuration. Materials that have high thermal conductivity and corrosion resistance are important for increasing tool efficiency. In condensers with two tube arrangements, the heat and mass transfer mechanism is very dependent on the operating temperature. Maximum and minimum temperatures affect tool performance, where temperatures that are not optimal can reduce heat transfer efficiency. Condenser tools can be used in formal education to teach engineering and engineering concepts. Application of this tool in related subjects can increase students' understanding of the principles of thermodynamics and heat transfer.

Keywords: Heat Transfer, Water, Pum

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Heat exchanger adalah perangkat vital yang mentransfer panas antara dua atau lebih fluida tanpa mencampurkannya. Dalam industri, alat ini digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pemanas air hingga sistem pendingin dan proses kimia. Efisiensi perpindahan panas yang baik dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan produktivitas, menjadikannya komponen krusial dalam desain sistem industri. Di dunia pendidikan, khususnya di jurusan teknik, pemahaman tentang heat exchanger sangat penting. Materi ini membantu mahasiswa memahami prinsip dasar termodinamika dan mekanika fluida. Melalui alat heat exchanger skala laboratorium, mahasiswa dapat melakukan eksperimen langsung, yang memperkuat pemahaman teoritis sekaligus mengembangkan keterampilan praktis yang dibutuhkan di dunia kerja. Pengalaman belajar yang interaktif ini memungkinkan mahasiswa untuk mengamati fenomena fisik dan termal secara nyata, serta memahami berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja alat, seperti laju aliran dan suhu. Dengan merancang alat ini, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih aplikatif dan relevan, sekaligus menjadi alat bantu ajar yang efektif bagi dosen. Dengan demikian, alat heat exchanger skala laboratorium tidak hanya berfungsi

sebagai sarana pembelajaran, tetapi juga sebagai jembatan antara teori dan praktik, mempersiapkan mahasiswa untuk tantangan di industri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang alat heat exchanger yang efektif dan efisien untuk skala laboratorium, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti ukuran, material, dan konfigurasi desain yang optimal?
2. Apa saja mekanisme perpindahan panas dan perpindahan massa yang terjadi pada alat kondensor dengan dua arrangement tube jenis evaporator, serta bagaimana suhu maksimal dan minimal mempengaruhi kinerja alat?
3. Dalam konteks pendidikan formal, bagaimana alat kondensor ini dapat diterapkan dalam mata pelajaran terkait rekayasa, teknik, dan disiplin ilmu lainnya untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa?
4. Apa saja komponen utama yang diperlukan dalam pembuatan alat heat exchanger ini, dan bagaimana masing-masing komponen berkontribusi terhadap kinerja keseluruhan alat?
5. Bagaimana alat ini dapat digunakan secara efektif sebagai sarana pembelajaran eksperimen, sehingga mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan praktis dan pemahaman teoritis yang mendalam?

6. Apa saja parameter kritis yang perlu diperhatikan dalam pengujian kinerja alat, termasuk metode pengukuran dan analisis data yang tepat untuk mengevaluasi efisiensi perpindahan panas dan massa?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang alat heat exchanger yang sesuai untuk penggunaan di laboratorium dengan mempertimbangkan efisiensi dan keamanan.
2. Mengidentifikasi komponen-komponen penting dalam pembuatan alat, termasuk material yang sesuai.
3. Menyediakan panduan penggunaan alat sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa, termasuk prosedur eksperimen yang dapat dilakukan.
4. Menganalisis kinerja alat dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan di masa mendatang.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi Mahasiswa: Meningkatkan pemahaman praktis tentang perpindahan panas dan aplikasi heat exchanger dalam sistem teknik.
2. Bagi Dosen: Menyediakan alat yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran, sehingga meningkatkan kualitas pengajaran.
3. Bagi Institusi: Menambah sarana dan prasarana laboratorium yang mendukung kegiatan belajar mengajar dan penelitian.

4. Bagi Peneliti Lain: Menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang perancangan alat dan pendidikan teknik

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini akan membahas:

1. Desain dan perancangan alat heat exchanger skala laboratorium, termasuk analisis kebutuhan dan spesifikasi teknis.
2. Pemilihan material dan komponen yang digunakan, serta alasan pemilihan tersebut.
3. Prosedur pengujian dan aplikasi alat dalam eksperimen, termasuk pengukuran dan analisis data.
4. Evaluasi kinerja alat berdasarkan pengujian yang dilakukan.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Studi Literatur: Mengkaji teori dan penelitian sebelumnya tentang heat exchanger dan aplikasinya dalam pendidikan.
2. Perancangan Alat: Menggunakan software CAD untuk merancang alat, serta melakukan simulasi untuk memastikan desain yang optimal.
3. Pembuatan Prototipe: Mengembangkan prototipe alat berdasarkan desain yang telah dibuat.
4. Pengujian: Melakukan eksperimen untuk menguji kinerja alat yang dirancang, termasuk pengukuran efisiensi perpindahan panas dan analisis data.

5. Analisis Data: Menggunakan metode statistik untuk menganalisis hasil pengujian dan menarik kesimpulan.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari:

- A. Bab 1: Pendahuluan
- B. Bab 2: Tinjauan Pustaka
- C. Bab 3: Metodologi Penelitian
- D. Bab 4: Hasil dan Pembahasan
- E. Bab 5: Kesimpulan dan Saran

DAFTAR PUSTAKAAN

1. Smith, J. R., & Brown, A. B. (2018). *"Development of a Heat Exchanger Apparatus for Laboratory Instruction."* *International Journal of Engineering Education*, 34(2), 743-753.
2. Bizzy, R Setiadi 2013. *Studi perhitungan alat penukar kalor type shell and tube dengan program heat transfer reaserch inc.(HTRI) Palembang : Jurnal Rekayasa Mesin vol 3 Universitas Sriwijaya.*
3. Dewi, Eka 2000, *Pengaruh Kecepatan Terhadap Efektifitas Heat Exchanger Shell And Tube*, *Jurnal Jakarta*.
4. Koestoer, Randi Artono, 2002. *Perpindahan Kalor Untuk Mahasiswa Teknik*.
5. Kamal, M. M., & Ali, S. M. (2017). *"Design and Implementation of a Heat Exchanger Experiment for Teaching Heat Transfer Fundamentals."* *Journal of Engineering Science and Technology*, 12(9), 2379-2392