

**RANCANG BANGUN SISTEM COLING LOAD PADA
SISTEM REFRIGERASI**



TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**Ari Pranata
2002220033**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2025

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM COLING LOAD PADA
SISTEM REFRIGERASI

Oleh :

Ari Pranata
2002220033

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Heriyanto Rusmaryadi, MT

Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing I,

Ir. Togar PO Sianipar, MT
Dosen Pembimbing II,

Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ahi Firda, ST., MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ari Pranata
NIP : 2002220033
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **"Rancang Bangun Sistem Coling Load Pada Sistem Refrigerasi"** 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, Juli 2025
Yang membuat pernyataan



Ari Pranata
NIM. 2002220033

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 : Ari Pranata
NIM : 2002220033
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 Noneksklusif (*non eksklusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RANCANG BANGUN SISTEM COLING LOAD PADA
SISTEM REFRIGERASI**

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, Juli 2025
Yang menyatakan,



Ari Pranata

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ari Pranata
NIP : 2002220033
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul : **“Rancang Bangun Sistem Coling Load Pada Sistem Refrigerasi”** 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, Juli 2025
Mahasiswa

Martin Luther King, ST., MT



Ari Pranata

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: 1 1
Assignment title: 24S-B2-Informatik 2 -- No Repository 004
Submission title: ARI PRANATA
File name: BAB-1-5-ARI-PRANATA.docx
File size: 602.71K
Page count: 31
Word count: 4,360
Character count: 28,674
Submission date: 07-Aug-2025 05:35AM (UTC+0200)
Submission ID: 2726317958

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

ET 915.02 merupakan bagian dari sistem pelatihan HSI untuk teknologi pendinginan dan pendingin udara. Jika dikombinasikan dengan unit dasar ET 915, model operasional sistem pendinginan dengan tahap pendinginan dan pembekuan akan dihasilkan. Model tersebut dipasang ke unit dasar, diamankan menggunakan pengencang, dan dihubungkan dengan selang refrigeran untuk menjadi rangkaian pendinginan yang lengkap.

Dalam kombinasi pendinginan dan pembekuan, evaporator sebaiknya dihubungkan secara paralel. Untuk meningkatkan kapasitas pendinginan, evaporator dioperasikan dengan dihubungkan secara seri. Di sini, tingkat tekanan yang berbeda dalam evaporator dapat digunakan untuk memperoleh rentang suhu yang berbeda untuk pendinginan atau pembekuan.

ET 915.02 mencakup dua ruang pendingin terpisah dengan elemen evaporator dan ekspansi. Evaporator dapat dioperasikan secara opsional dengan dihubungkan secara seri atau paralel. Dua kipas di ruang pendingin mendukung tercapainya distribusi suhu yang merata. Dengan pemanas, beban pendinginan juga dapat disimulasikan.

Salah satu ruang pendingin dapat dioperasikan secara opsional dengan katup ekspansi atau tabung kapiler sebagai elemen ekspansi. Berbagai mode operasi diatur melalui katup solenoida. Pengontrol tekanan penguapan memungkinkan

1 1

ARI PRANATA

 24S-B2-Informatik 2 -- No Repository 004 24S-B2-Informatik 2 (Moodle PP) FH Kärnten Gemeinnützige Gesellschaft mbH

Document Details

Submission ID**trn:oid::1:3309464680****Submission Date****Aug 7, 2025, 5:34 AM GMT+2****Download Date****Aug 7, 2025, 5:35 AM GMT+2****File Name****BAB-1-5-ARI-PRANATA.docx****File Size****602.7 KB****31 Pages****4,360 Words****28,674 Characters**

10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 8%  Internet sources
 - 3%  Publications
 - 3%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 8% Internet sources
- 3% Publications
- 3% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.its.ac.id	<1%
2	Internet	docplayer.info	<1%
3	Internet	adoc.pub	<1%
4	Publication	Arrad Ghani Safitra, Lohdy Diana, Rifatus Sholihah. "PENGARUH TURBULATOR PA...	<1%
5	Student papers	Universitas Pendidikan Ganesha	<1%
6	Student papers	Institut Teknologi Nasional Malang	<1%
7	Publication	N Iskandar, Sulardjaka, Munadi, R Y Hanasta, D F Fitriyana, M Dzulfikar. "The Eff...	<1%
8	Internet	jurnal.untad.ac.id	<1%
9	Student papers	Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang	<1%
10	Student papers	Sultan Agung Islamic University	<1%
11	Internet	ilmuakuntansi.web.id	<1%

➤ **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 Almh Ibu dan Bapak yang Kucinta
- ❖ Saudara, Kakak dan Adik Ku 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 **“Rancang Bangun Sistem Coling Load Pada Sistem Refrigerasi”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridianti. 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 Tridianti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.
4. Bapak Martin Luther King, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.

5. Bapak Ir. Togar Pastai Olan Sianipar, MT. Selaku Dosen Pembimbing I
6. Bapak. Heriyanto Rusmaryadi, 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, Juli 2025

Penulis,

Ari Pranata

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
ABSTRAK	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Rumusan Masalah.....	3
1. 3. Batasan Masalah	3
1. 4. Tujuan penelitian	4
1. 5. Manfaat penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2. 1. Pengertian Sistem Refrigerasi	8
2. 2. Jenis-jenis Sistem Refrigerasi	9
2.2.1. Berdasarkan Prinsip Kerja	9
2.2.2. Berdasarkan Jenis Refrigeran.	9

2.2.3. Berdasarkan Aplikasi.	10
2. 3. Keuntungan dan Kerugian Sistem Refrigerasi	10
2.3.1. Keuntungan Sistem Refrigerasi.	10
2.3.2. Kerugian Sistem Refrigerasi.....	11
2. 4. Prinsip Kerja Sistem Refrigerasi	12
2. 4. 1. Siklus Kompresi Uap.....	12
2. 4. 2. Siklus Berulang.	13
2.5. Komponen-komponen Utama.	13
2.6. Parameter Perhitungan dalam Sistem Refrigerasi.	15

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Diagram alir penelitian	17
3. 2. Studi literatur.....	18
3. 3. Studi lapangan	18
3. 4. Desain penelitian.	18
3. 5. Bahan dan alat.	19
3. 5. 1. Bahan yang digunakan.....	19
3. 5. 2. Alat yang digunakan.....	20
3. 6. Prosedur Pembuatan alat	20
3. 7. Prosedur pengujian alat.....	21
3. 8. Analisa Data.....	22
3. 8. Waktu dan Tempat Penelitian	22

BAB IV. PEMBAHASAN DAN ANALISA

4. 1. Proses pembuatan pipa	23
-----------------------------------	----

4. 2. Proses penyambungan pipa.....	24
4. 3. Proses pemasangan katup.....	25
4. 4. Perhitungan dasar dalam sisitem perpipaan.	26
4. 5. Pembahasan.....	28
4. 6. Analisa.	30

BAB V. KESIMPULAN

5. 1. Kesimpulan	31
5. 2. Saran	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman :
2. 1. Digram Siklus Refrigerasi.....	13
3. 1. Diagram Alir Penelitian	17
3. 2. Rancang Bangun Aparator Sistem Coling Load	18

DAFTAR TABEL

Tabel :

Halaman :

2. 1. Konduktivitas Termal Berbagai Bahan.....	11
3. 1. Jadwal kegiatan.....	23

ABSTRAK

Tujuan perancangan alat ini adalah mengukur efisiensi dan efektivitas sistem refrigerasi dalam melakukan pendinginan dan pembekuan. Memahami proses termodinamika yang terjadi dalam setiap komponen sistem (kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator). Menilai dampak penggunaan refrigeran terhadap lingkungan dan mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan. Mengembangkan model sistem yang optimal untuk meningkatkan efisiensi energi dan kinerja pendinginan/pembekuan. Membangun dan menguji prototipe sistem refrigerasi untuk memverifikasi teori dan model yang telah dikembangkan. Memberikan rekomendasi praktis untuk implementasi sistem refrigerasi di industri makanan dan minuman.

Analisis sistem perpipaan melibatkan evaluasi berbagai aspek yang mempengaruhi kinerja, efisiensi, dan keandalan sistem. Berikut adalah beberapa area kunci yang perlu dianalisis dalam sistem perpipaan. analisis kinerja aliran kecepatan aliran fluida dalam pipa harus sesuai dengan spesifikasi untuk mencegah kerusakan pada pipa dan komponen lainnya. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan erosi, sedangkan kecepatan yang terlalu rendah dapat menyebabkan endapan. Menghitung kehilangan tekanan dalam sistem perpipaan sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik. Kehilangan tekanan dapat disebabkan oleh gesekan dalam pipa, sambungan, dan katup. Memilih material pipa yang tepat sangat penting untuk menghindari korosi dan meningkatkan umur pakai. Analisis harus mempertimbangkan daya tahan material harus tahan terhadap tekanan dan suhu operasi. Mengoptimalkan desain sistem untuk meminimalkan energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan fluida penggunaan katup dan dampaknya terhadap aliran dan tekanan. Pemilihan katup yang tepat dapat mengurangi kehilangan energi.

Analisis sistem perpipaan mencakup banyak aspek yang saling terkait, mulai dari kinerja aliran, tekanan, pemilihan material, pemeliharaan, hingga efisiensi energi. Dengan melakukan analisis yang komprehensif, kita dapat meningkatkan kinerja sistem perpipaan, mengurangi biaya operasional, dan memperpanjang umur sistem.

Kata Kunci : Pipa, Avaporatpr, Kompresor

ABSTRACT

The purpose of designing this tool is to measure the efficiency and effectiveness of the refrigeration system in cooling and freezing. Understand the thermodynamic processes that occur in each system component (compressor, condenser, expansion valve, and evaporator). Assess the impact of refrigerant use on the environment and find more environmentally friendly alternatives. Develop an optimal system model to improve energy efficiency and cooling/freezing performance. Build and test a prototype refrigeration system to verify the theories and models that have been developed. Provide practical recommendations for the implementation of refrigeration systems in the food and beverage industry.

Piping system analysis involves evaluating various aspects that affect the performance, efficiency, and reliability of the system. Here are some key areas that need to be analyzed in a piping system. flow performance analysis the velocity of fluid flow in the pipe must be within specifications to prevent damage to the pipe and other components. Too high a velocity can cause erosion, while too low a velocity can cause deposits. Calculating pressure loss in a piping system is essential to ensure the system is functioning properly. Pressure loss can be caused by friction in the pipe, joints, and valves. Selecting the right pipe material is essential to avoid corrosion and increase service life. The analysis should consider the durability of the material must withstand the operating pressure and temperature. Optimizing the system design to minimize the energy required to move the fluid the use of valves and their impact on flow and pressure. Selecting the right valve can reduce energy losses.

Piping system analysis covers many interrelated aspects, from flow performance, pressure, material selection, maintenance, to energy efficiency. By conducting a comprehensive analysis, we can improve piping system performance, reduce operating costs, and extend system life.

Keywords: Pipe, Evaporator, Compressor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

ET 915.02 merupakan bagian dari sistem pelatihan HSI untuk teknologi pendinginan dan pendingin udara. Jika dikombinasikan dengan unit dasar ET 915, model operasional sistem pendinginan dengan tahap pendinginan dan pembekuan akan dihasilkan. Model tersebut dipasang ke unit dasar, diamankan menggunakan pengencang, dan dihubungkan dengan selang refrigeran untuk menjadi rangkaian pendinginan yang lengkap.

Dalam kombinasi pendinginan dan pembekuan, evaporator sebaiknya dihubungkan secara paralel. Untuk meningkatkan kapasitas pendinginan, evaporator dioperasikan dengan dihubungkan secara seri. Di sini, tingkat tekanan yang berbeda dalam evaporator dapat digunakan untuk memperoleh rentang suhu yang berbeda untuk pendinginan atau pembekuan.

ET 915.02 mencakup dua ruang pendingin terpisah dengan elemen evaporator dan ekspansi. Evaporator dapat dioperasikan secara opsional dengan dihubungkan secara seri atau paralel. Dua kipas di ruang pendingin mendukung tercapainya distribusi suhu yang merata. Dengan pemanas, beban pendinginan juga dapat disimulasikan.

Salah satu ruang pendingin dapat dioperasikan secara opsional dengan katup ekspansi atau tabung kapiler sebagai elemen ekspansi. Berbagai mode operasi diatur melalui katup solenoida. Pengontrol tekanan penguapan

memungkinkan penyesuaian independen tingkat suhu di ruang atas secara paralel. Semua komponen tersusun dengan jelas pada panel.

Pengoperasian masing-masing komponen sistem, di sini kontrol suhu, kipas, pemanas, kompresor, dan katup solenoida, dilakukan melalui perangkat lunak. Perangkat lunak ini menawarkan opsi untuk mensimulasikan kesalahan. Suhu dan tekanan dalam sistem direkam oleh sensor dan ditampilkan secara dinamis dalam perangkat lunak. Efek perubahan parameter dapat dilacak secara daring dalam diagram log p-h.

Dasar-dasar dan komponen individual direpresentasikan dalam perangkat lunak pendidikan untuk ET 915.02. Penilaian kinerja memeriksa kemajuan pembelajaran. Dengan bantuan sistem penulisan, latihan lebih lanjut dan penilaian kinerja dapat dibuat.

1. Desain dan pengoperasian sistem refrigerasi dengan dua evaporator
2. Koneksi seri dan paralel dua evaporator
3. Pengenalan dengan elemen ekspansi yang berbeda
 - operasi dengan tabung kapiler
 - operasi dengan katup ekspansi
4. Perilaku pengoperasian di bawah beban
5. Siklus refrigerasi dalam diagram log p-h
6. Efek tekanan penguapan
7. Simulasi kesalahan

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat digunakan untuk sistem refrigerasi dengan tahap pendinginan dan pembekuan:

1. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi energi pada sistem refrigerasi yang mencakup tahap pendinginan dan pembekuan?
2. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem refrigerasi dalam mencapai suhu yang diinginkan untuk pendinginan dan pembekuan?
3. Bagaimana suhu lingkungan mempengaruhi efektivitas sistem refrigerasi dalam menjaga suhu yang stabil selama proses pendinginan dan pembekuan?
4. Apa dampak pemilihan jenis refrigeran terhadap performa dan dampak lingkungan dari sistem refrigerasi?
5. Bagaimana cara mendeteksi dan mengatasi kebocoran refrigeran dalam sistem refrigerasi yang dapat mempengaruhi proses pendinginan dan pembekuan?

1.3. Batasan Masalah

Dalam merancang dan menganalisis sistem refrigerasi dengan tahap pendinginan dan pembekuan, penting untuk menetapkan batasan masalah agar fokus dan efektivitas analisis tetap terjaga. Berikut adalah beberapa batasan yang dapat diterapkan:

1. Hanya menggunakan jenis refrigeran tertentu (misalnya, R-134a, R-410A).
2. Mengasumsikan kondisi lingkungan tetap (suhu dan kelembapan).

3. Menentukan kapasitas pendinginan dan pembekuan tertentu (misalnya, 500 liter). Menggunakan komponen standar (kompresor, kondensor, evaporator) tanpa modifikasi.
4. Mengasumsikan siklus kerja sistem beroperasi secara kontinu. Mengabaikan kehilangan energi selama proses.
5. Mengasumsikan waktu operasi tetap untuk setiap tahap (pendinginan dan pembekuan).

1.4. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian mengenai sistem refrigerasi yang mencakup tahap pendinginan dan pembekuan, tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengukur efisiensi dan efektivitas sistem refrigerasi dalam melakukan pendinginan dan pembekuan.
2. Memahami proses termodinamika yang terjadi dalam setiap komponen sistem (kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator).
3. Menilai dampak penggunaan refrigeran terhadap lingkungan dan mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan.
4. Mengembangkan model sistem yang optimal untuk meningkatkan efisiensi energi dan kinerja pendinginan/pembekuan.
5. Membangun dan menguji prototipe sistem refrigerasi untuk memverifikasi teori dan model yang telah dikembangkan.
6. Memberikan rekomendasi praktis untuk implementasi sistem refrigerasi di industri makanan dan minuman.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat utama dari penelitian ini:

1. Memberikan data yang diperlukan untuk peningkatan desain dan operasional sistem.
2. Menyediakan dasar ilmiah untuk perbaikan sistem dan pemilihan refrigeran yang lebih baik.
3. Membantu dalam pengembangan sistem yang sesuai dengan regulasi lingkungan dan berkelanjutan.
4. Mengurangi biaya operasional dan meningkatkan daya saing produk yang menggunakan sistem tersebut.
5. Memberikan bukti empiris mengenai kinerja sistem dalam kondisi nyata.
6. Membantu industri dalam meningkatkan proses pendinginan dan pembekuan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Fang, Y., et al. (2020). *Refrigeration and Air Conditioning Technology*. Wiley.
- Hwang, Y. (2021). *Evaporator Design and Performance*. Journal of Refrigeration Science.
- Kreith, F., & Bohn, M. S. (2017). *Principles of Heat Transfer*. Cengage Learning.
- Kumar, R., & Singh, A. (2022). *Modeling and Optimization of Refrigeration Systems*. Energy Reports.
- Mohan, S., & Kumar, V. (2020). *Expansion Devices in Refrigeration Systems*. International Journal of Refrigeration.
- Pérez, L., et al. (2020). *Environmental Impact of Refrigerants*. Environmental Science & Technology.
- Ratti, C. (2019). *Food Refrigeration and Freezing*. Food Science and Technology.
- Thulasi, P. (2019). *Condensing Units in Refrigeration Systems*. Journal of Thermal Science.
- UNEP. (2016). *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*.
- Zhang, Y., et al. (2021). *Recent Advances in Refrigeration Technologies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.