

**ANALISIS KINERJA KONDENSOR PADA AC *SPLIT* DENGAN  
*REFRIGERANT* R-22 DAN R-32**

**SKRIPSI**

**OLEH  
INDRA RAMADHAN  
NPM 178130117**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS KINERJA KONDENSOR PADA AC *SPLIT* DENGAN  
*REFRIGERANT R-22* DAN *R-32***

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh :

**INDRA RAMADHAN**  
**178130117**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

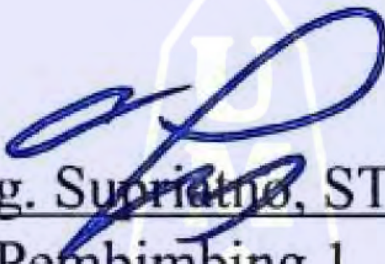
Judul Proposal : Analisa Kinerja Kondensor Pada AC *Split* Dengan  
*Refrigerant* R-22 dan R-32


Nama Mahasiswa : Indra Ramadhan

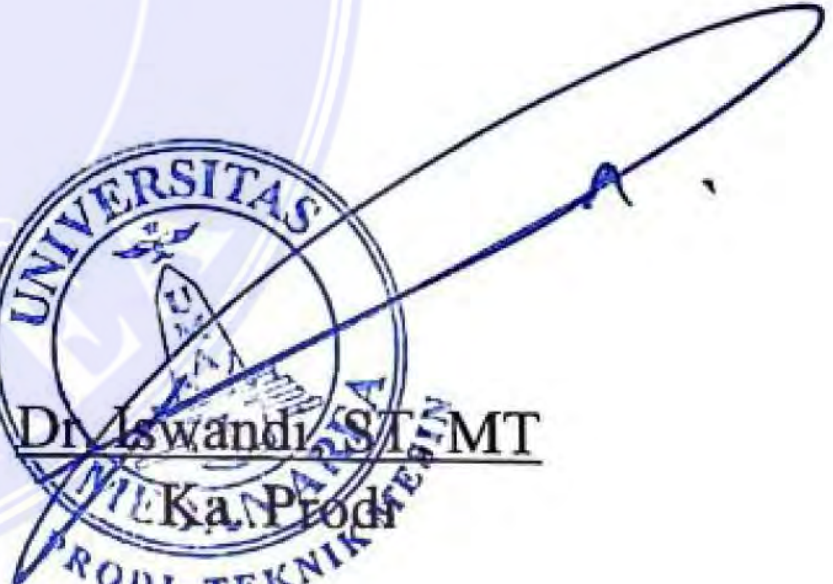
NIM : 178130117

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

  
Dr. Eng. Supriatno, ST, MT  
Pembimbing 1

  
Dr. Eng. Supriatno, ST, MT  
Dekan  
UNIVERSITAS  
MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK

  
Dr. Iswandi, ST, MT  
PRODI. TEKNIK  
UNIVERSITAS  
MEDAN AREA

Tanggal Lulus : Kamis, 21 Desember 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 04 Mei 2024



Indra Ramadhan

178130117

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

### HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indra Ramadhan  
NPM : 178130117  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

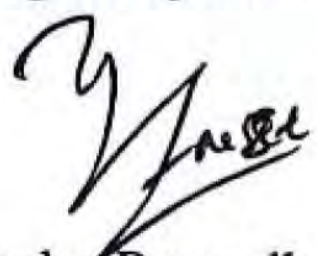
demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalty (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul : Analisis Kinerja Kondensor pada AC *Split* dengan *Refrigerant* R-32 dan R-22.

Beserta perangkat yang ada ( jika diperlukan ). Dengan Hak Bebas Royalty noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 04 Mei 2024

Yang menyatakan

  
( Indra Ramadhan )

## ABSTRAK

Air Conditioner (AC) adalah alat yang berfungsi sebagai penyejuk udara. Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah Untuk mendapatkan karakteristik kinerja kondensor AC split dengan R-32 serta mendapatkan informasi R-32 bisa untuk menggantikan R-22. Metode yang digunakan ialah pengamatan suatu variable dengan objek penelitian mesin pendingin AC Spit dengan variasi refrigerant R-22 dan R-32. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dengan menggunakan AC Split dan dengan menggunakan alat ukur Thermokopel yang akan di pasang pada titik yang telah di tentukan lalu ambil data selama 25 menit. Kemudian dimasukan kedalam tabel dan dalam bentuk grafik dan ditarik kesimpulan.

AC Split yang menggunakan refrigerant R-22 nilai Cop nya lebih tinggi dibandingkan nilai Cop R-32. Kinerja AC Split yang menggunakan refrigerant R-22 adan selang waktu 25 menit niali Cop nya 0,98 naik hingga 2,88. Sedangkan kinerja AC Split yang menggunakan refrigerant R-32 dalam waktu yang sama Copnya 1,48 turun hingga 0,44.

Kata Kunci : AC Split, refrigeran, COP



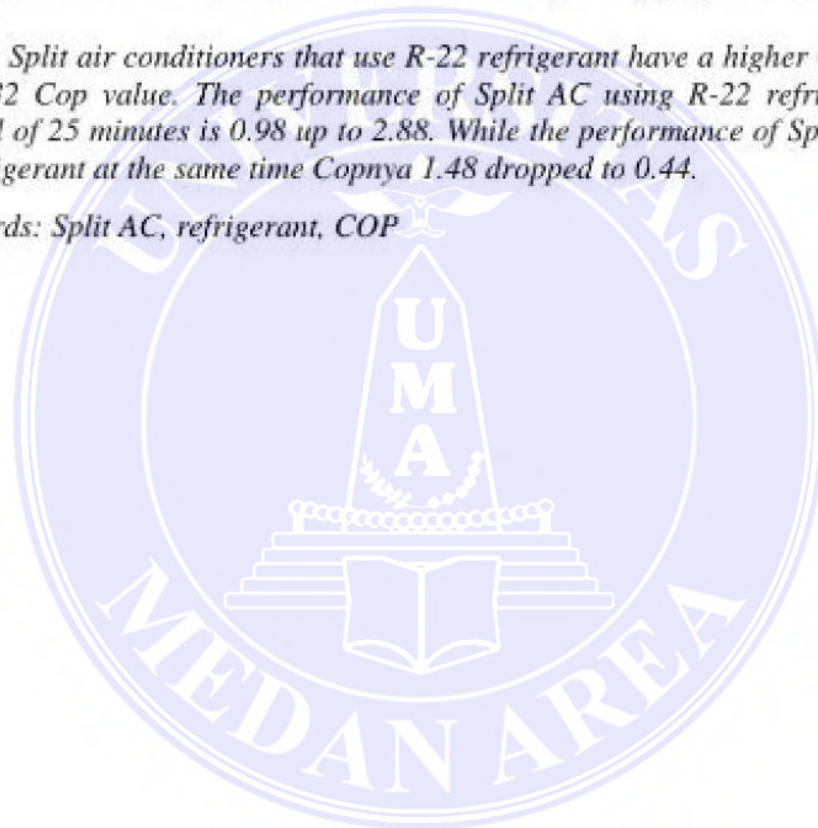
## ABSTRAK

*Air Conditioner (AC) is a device that functions as an air conditioner. The research objectives of this final project are to obtain the performance characteristics of split AC condensers with R-32 and obtain information that R-32 can replace R-22.*

*The method used is the observation of a variable with the object of research of the Split AC refrigeration machine with variations of R-22 and R-32 refrigerants. Data obtained from the results of research using Split AC and by using a Thermocouple measuring instrument that will be installed at a predetermined point then take data for 25 minutes. Then entered into the table and in the form of graphs and conclusions are drawn.*

*Split air conditioners that use R-22 refrigerant have a higher Cop value than the R-32 Cop value. The performance of Split AC using R-22 refrigerant and an interval of 25 minutes is 0.98 up to 2.88. While the performance of Split AC using R-32 refrigerant at the same time Copnya 1.48 dropped to 0.44.*

*Keywords: Split AC, refrigerant, COP*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gunung Tua Panyabungan. Pada tanggal 02 Januari 1999 dari ayah Yasir dan ibu Khodnidah Nastuion. Penulis merupakan putra ke Satu dari Tiga bersaudara.

Tahun 2017, Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Panyabungan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area

Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan ( PKL ) di PT. Perkebunan Sumatera Utara- PMKS Simpang Gambir.





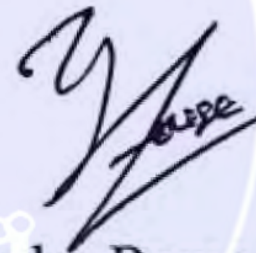
## Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah tentang AC *Split* dengan judul “ Analisis Kinerja Kondensor Pada AC *Split* Dengan Refrigerant R-22 dan R-32.”

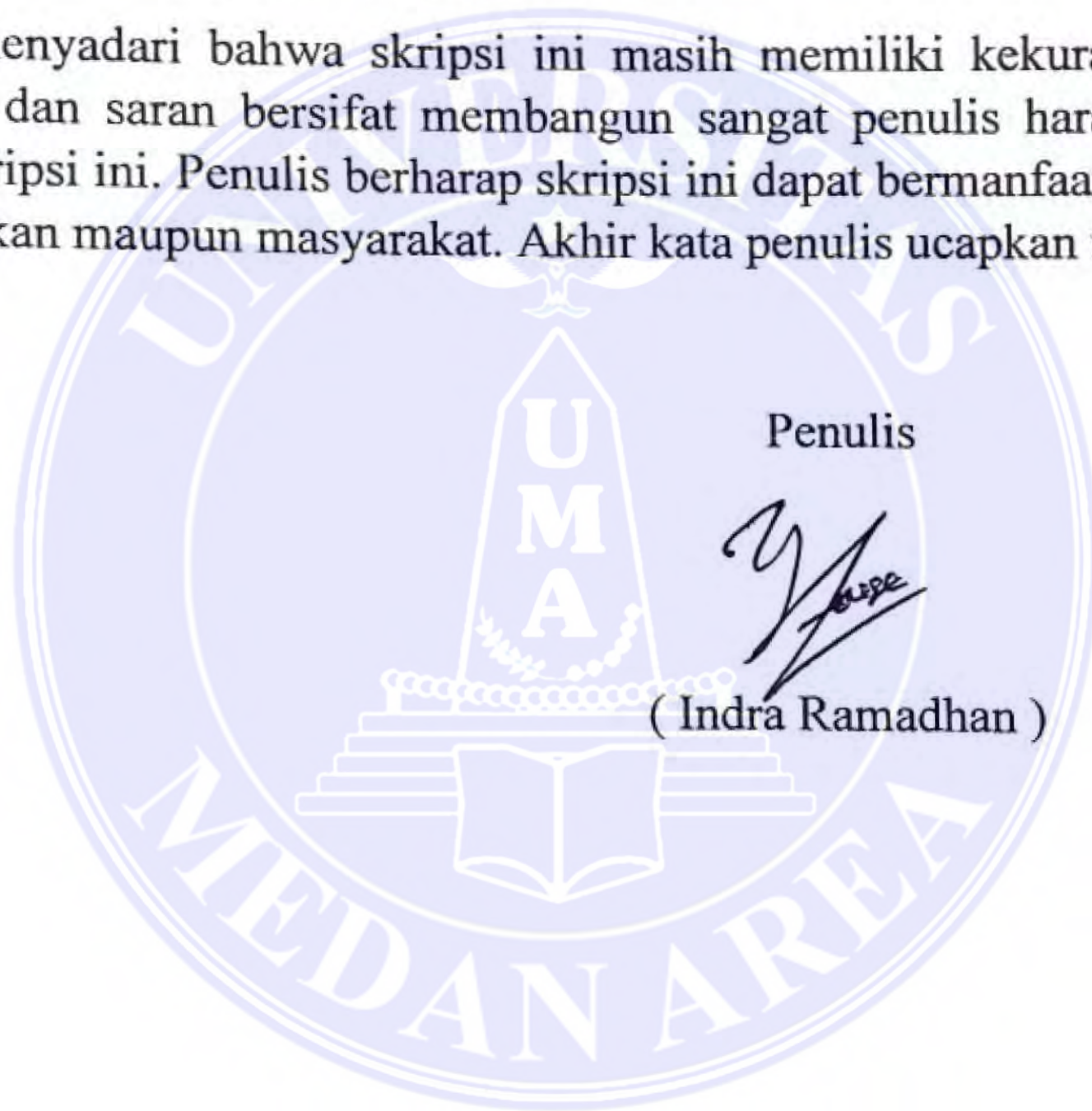
Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Eng Supriatno ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 17 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah Yasir, Ibu Khodnidah Nasution, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan teima kasih.

Penulis



( Indra Ramadhan )



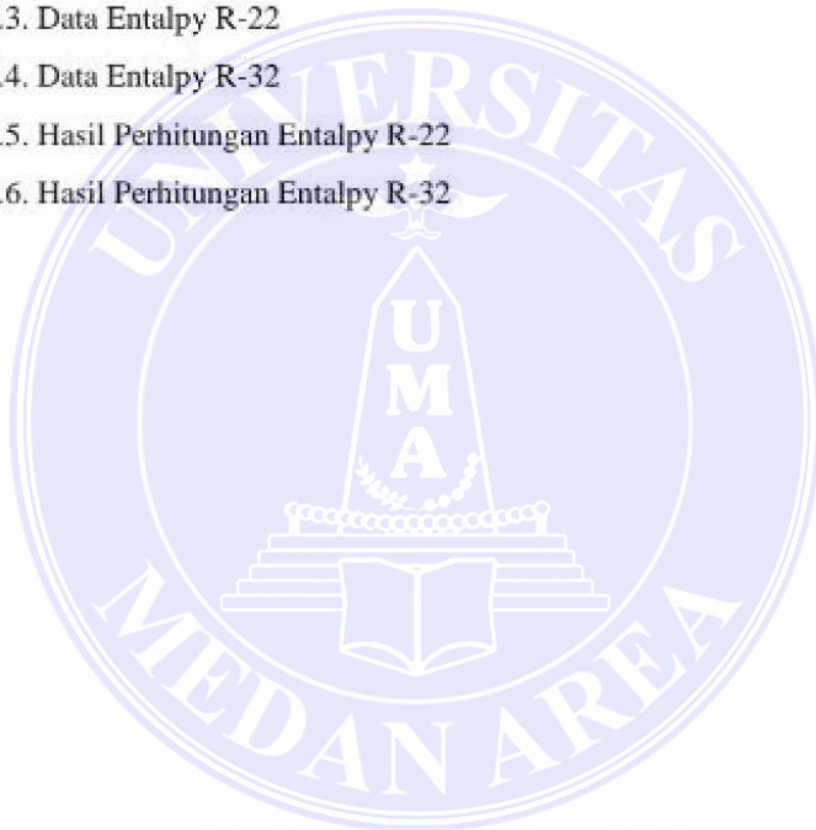
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.2 Alat Penukar Kalor.....	9
2.3 Komponen Utama AC.....	11
2.4 Proses Refrigasi.....	14
2.5 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	16
2.6 Kondensasi dan Pendingin Lanjut.....	20
2.7 Prinsip Kerja Kondensor.....	23
2.8 Siklus Kompresi Uap Aktual.....	24

2.9	<i>Refrigerant</i> .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		27
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
3.2	Bahan dan Alat .....	28
3.3	Metode Penelitian.....	29
3.4	Populasi dan Sampel.....	29
3.5	Prosedur Pengujian .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		32
4.1	Hasil.....	32
4.2	Pembahasan .....	37
4.3	Hasil Perhitungan Data Entalpy .....	38
4.4	Grafik <i>Temperature</i> Hasil Perhitungan Entalpy.....	39
4.5	Mencari Nilai <i>Coefficient Of Performance</i> .....	40
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		43
<b>LAMPIRAN</b> .....		44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi <i>Refrigerant</i> di Kondensor dan Evaporator	24
Tabel 2.2. Kelebihan dan Kekurangan <i>Refrigerant</i> R-22 dan R-32	26
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	27
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan <i>Temperature</i> pada <i>Refrigerant</i> R-22	32
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan <i>Temperature</i> pada <i>Refrigerant</i> R-32	33
Tabel 4.3. Data Entalpy R-22	37
Tabel 4.4. Data Entalpy R-32	38
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Entalpy R-22	38
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Entalpy R-32	38



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kondensor Instalsi Uap	2
Gambar 2.1. Sistem Tertutup Alat Penukar Kalor	11
Gambar 2.2. Evaporator	11
Gambar 2.3. Kompresor	12
Gambar 2.4. Kondensor	13
Gambar 2.5. Pipa Kapiler	14
Gambar 2.6. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	17
Gambar 3.1. <i>Pressure Gauge</i>	28
Gambar 3.2. Termokopel	28
Gambar 3.3. Prosedur Pengujian	30
Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1. Pengukuran Tekanan Dengan <i>Refrigerant</i> R-22 dan R-32	34
Gambar 4.2. <i>Refrigerant</i> R-22	34
Gambar 4.3. <i>Refrigerant</i> R-32	35
Gambar 4.4. Pengujian AC Split	37
Gambar 4.5. Grafik Kerja Kompresor Hasil Perhitungan Entalpy	39
Gambar 4.6. Grafik Kerja Kondensor Hasil Perhitungan Entalpy	39
Gambar 4.7. Grafik Kerja Evaporator Hasil Perhitungan Entalpy	40
Gambar 4.8. Hasil Nilai <i>Coefficient Of Performance</i> pada Nilai Entalpy	41

## DAFTAR LAMPIRAN

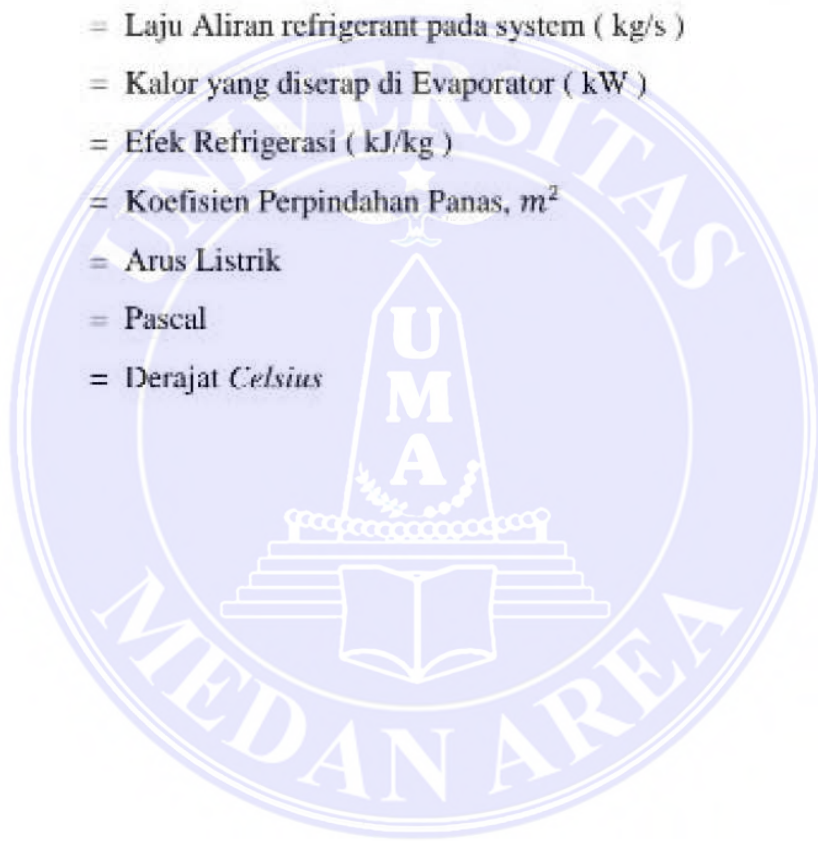
Lampiran 1. Sifat Termofisika Fluida

44



## DAFTAR NOTASI

$h_{in}$	= Refrigerant saat masuk Kompresor ( kJ/kg )
$h_{out}$	= Entalpy Refrigerant saat keluar Kompresor ( kJ/kg )
$Q_w$	= Daya Kerja Kompresor yang dilakukan ( kW )
$q_w$	= Besar Kerja Kompresi yang dilakukan( kJ/kg )
$Q_c$	= Besarnya Kalor yang dibuang di kondensor ( kW )
$m$	= Laju Aliran refrigerant pada system ( kg/s )
$Q_e$	= Kalor yang diserap di Evaporator ( kW )
$q_e$	= Efek Refrigerasi ( kJ/kg )
$h$	= Koefisien Perpindahan Panas, $m^2$
$A$	= Arus Listrik
$Pa$	= Pascal
$^{\circ}C$	= Derajat <i>Celsius</i>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Secara umum pengertian dari *Air Conditioner* (AC) adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengodisikan udara atau dikatakan sebagai alat yang berfungsi sebagai penyejuk udara. Penggunaan AC dimaksudkan untuk memperoleh temperatur yang segar dan sejuk serta temperatur yang diinginkan dan nyaman bagi tubuh. Pada suatu ruangan komponen AC kondensor adalah sebuah alat yang mempunyai fungsi mengubah sebagian atau keseluruhan sebuah pelarut dari sebuah larutan bentuk cair menjadi uap. Pada bagian ini fungsi utamanya adalah untuk mengubah suhu untuk menukar panas dan untuk meisahkan uap yang terbentuk dari cairan.

Ada pun sebab mengapa gas *refrigerant* dipilih sebagai bahan yang di sirkulasikan yaitu karena bahan ini mudah menguap dan bentuknya bisaberubah-ubah, yang berbentuk cairan dan gas. Panas yang berada pada pipa kondensor berasal dari gas *refrigerant* yang di tekan oleh kompresor sehinggabahan tersebut menjadi panas dan pada bagian *automatic expansion valve* pipa sirkulasi gas *refrigerant* di perkecil, sehingga tekanannya semakin meningkat dan pada pipa evaporator menjadi dingin. Penulis akan menjelaskan cara kerja AC khususnya bagian kondensor yang sering digunakan di mall, sekolahan, perkantoran, dan perusahaan





Dilihat dari Gambar diatas dijelaskan bahwa Proses Thermodinamika berlangsung pada diagram P-V, dimana axis Y menunjukkan tekanan (*pressure*,P) dan axis X menunjukkan volume (V).

Refrigerant R-22 adalah kata lain dari CFC (*chloro-flauro-carbon*) yang di temukan pada tahun 1930, senyawa CFC ini memiliki poperty fisika yang baik di gunakan untuk *refrigerant* penggunaan untuk mesin pendingin , yaitu tidak beracun, setabil dan tidak mudah terbakar. Sedangkan Refrigeran R32 adalah senyawa *Difluoromethane* ( $\text{CH}_2\text{F}_2$ ) yang terbentuk dari struktur kimia stabil antara *Hydrogen, Carbon, dan Fluorine*. *Refrigerant* tunggal ini tidak beracun dan mempunyai waktu hidup singkat antara 4 sampai 9 tahun setelah terlepas dari atmosfer bumi.

Perkembangan sistem refrigasi ternyata menurut perkembangan penggunaan *refrigerant* R-22 sebagai *refrigerant* yang baik di pilih karena memiliki properti thermal dan fisik yang baik sebagai *refrigerant*, tidak mudah terbakar dan ekonomis. Akan tetapi dengan semakin meningkatnya pengetahuan mengenai perlindungan lingkungan di ketahui bahwa penggunaan CFC dapat merusak lingkungan, protocol monreal yang mengatur bahwa CFC akan segera di hapuskan produksinya dan penggunaannya yang terkait dengan fakta bahwa CFC merusak lapisan ozone. Pada *system refrigasi casade* untuk sirkuit *temperature* yang tinggi dapat menggunakan *refrigerant* yang umum di gunakan seperti R-32 dan yang lainnya yang ramah lingkungan. Maka dengan ini akan dilakukan penelitian mengenai *refrigerant* R-32 apakah bisa untuk menggantikan *refrigerant* R-22 dengan kinerjanya yang khususnya

di bagian kondensor. Dan karena keberadaan R-32 yang mudah di dapatkan di bandingkan tipe *refrigerant* yang lainnya maka R-32 di pilih untuk dijadikan penelitian.

Dari pembahasan latar belakang di atas maka peneliti berfikir untuk ada pemikiran mengenai kondensor pada AC dan penulis mengambil judul : “Analisis Kinerja Kondensor Pada AC Split Dengan *Refrigerant* R-22 dan R-32”.

## 1.2 Perumusan Masalah

Untuk mengetahui atau memberi gambaran mengenai masalah- masalah apa saja yang akan dibahas dalam penelitian ini, maka perlu adanya identifikasi dan rumusan.

Adapun rumusan masalah dalam peneliiian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh kinerja kondensor pada AC split dengan R-22
- b. Bagaimana pengaruh kinerja kondensor pada AC split dengan R-32
- c. Kondisi beban pendingin dianggap konstan.
- d. Pengujian dianggap dalam kondisi *steady state*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah

- a. Untuk mendapatkan karakteristik kinerja kondensor AC split dengan menggunakan *Refrigerant* R-22 dan R-32
- b. Untuk mengetahui apakah *Refrigerant* R-32 bisa menggantikan *Refrigerant* R-22.

## 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah menguji apakah *Refrigerant* R-32 bisa menggantikan R-22 pada AC Split.

## 1.5 Manfaat Ilmiah

Adapun manfaat ilmiah dalam penelitian ini adalah akan menambah wawasan bagi penulis di bidang teknik, khususnya dalam hal pengetahuan tentang masalah AC split khususnya di bagian kondensor dengan R-22 dan R-32.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

Arijanto dan Kurdi, Ojo. (2007). Pengujian Refrigeran *Hycool HCR-22* Pada AC Split Sebagai Pengganti Freon R-22. *Rotasi*, Volume 9 Nomor 2, April 2007. Salah satu alternatif untuk menjaga lingkungan digunakan refrigeran hidrokarbon pengganti yang terdapat berbagai merk antara lain, *Safe, Rossy, Artek, Hycool, Musicool* dan masih banyak lagi, pada pengujian ini dipilih refrigeran *Hycool HCR-22* yang akan diuji pada AC Split dan ternyata cukup memuaskan karena performa dan prestasi mesin pendingin semakin baik.

Daryanto. (2016). *Teknik Pendingin AC, Freezer, Kulkas*. Bandung : Yrama Widya. Gunawa. T, Tanujaya. H dan Aziz. A. (2014). Uji Eksperimental Pendingin Berpendingin Air Dengan Menggunakan Refrigeran R22 dan Refrigeran R407C. *Poros*, Volume 12 Nomor 2, November 2014, Halaman 165-172. Kebutuhan manusia akan sistem pendingin telah menciptakan suatu alat yang dinamakan lemari es. Kulkas/mesin pendingin mempunyai komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem pendingin yaitu zat pendingin. *Refrigerant* yang sampai saat ini masih banyak digunakan untuk pendingin mesin adalah *refrigerant R22*.

Metty. K. T. N, Wijasana. H, Suarnadwipa. N dan Sucipta. M. (2010). Analisa performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik Pada *Sistem Water Chiller* Dengan Penerapan Metode *Cooled Energy Storage*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, volume 4 Nomor 1, April 2010. Untuk penggunaan menghemat energi listrik sebagai akibat penggunaan AC (*air conditioning*) yang

semakin meningkat maka telah dilakukan modifikasi pada sistem AC tersebut dengan mengganti fungsi evaporator menjadi *box Cooled EnergiStorage* (CES). Pada modifikasi ini fungsi AC digabungkan dengan AHU dengan memanfaatkan fungsi evaporator sebagai sumber pendinginnya, dimana evaporator dimasukkan ke dalam box yang telah diisi udara dengan volume 0,072 m<sup>3</sup>.

Rizal. M. A. Y, Ilimafik, Nasrul dan Lisyadi, Digdo. (2013). Pengaruh Variasi Beban Pendingin Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Dengan Refrigeran R12 dan LPG. Rotor, Volume 6 Nomor 1, Januari 2013. Dalam penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi beban pendinginan terhadap kinerja pekerjaan refrigerasi yang meliputi kapasitas refrigerasi, koefisien unjuk kerja dan waktu pendinginan, kompresor, dampak kerja refrigerasi dan kompresi dengan refrigeran R12 dan LPG. Penelitian ini menggunakan variasi beban ringan 20watt, 40Watt, 60Watt, dan 80watt dengan waktu penelitian selama 30 menit untuk masing-masing beban pendinginan, pengambilan file dilakukan menggunakan mesin pendingin kulkas tipe sanyo dengan dimensi 90 cm x 45 cm x 45 cm.

Sabatiana. A. C dan Putra. A. B. K. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Beban Refrigeran-22 Dengan *Musicool-22* Pada Sistem Pengkondisian Udara Dengan *Pre-cooling*. Jurnal Teknik ITS, Volume 5 Nomor 2, 2016. Sistem pendingin udara merupakan mesin sistem pendingin kompresi uap sederhana.

Secara umum pengertian dari AC split yaitu sebuah alat yang berfungsi untuk mengondisikan udara atau di katakana sebagai alat yang berfungsi sebagi penyejuk udara. Penggunaan AC di maksudkan untuk memperoleh temperature yang segar dan sejuk serta temperature yang di inginkan dan nyaman bagi tubuh.

Prinsip kerja AC split pada bagian kompresor berfungsi sebagai pusat sirkulasi bahan pendingin refrigerant. Dari kompresor, *refrigerant* akan di pompa dan di alirkan menuju komponen utama AC yaitu kondensor, pipa kapiler, dan evaporator. Refrigerant secara terus menerus melewati ke empat komponan utama AC split.

Evaporator adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah sebagian atau keseluruhan sebuah pelarut dari sebuah larutan dari bentuk cair menjadi uap. Evaporator mempunyai dua prinsip dasar, untuk menukar panas dan untuk memisahkan uap yang terbentuk dari cairan. Evaporator umumnya terdiri dari tiga bagian, yaitu penukar panas, bagian evaporasi (tempat di mana cairan mendidih lalu menguap), dan pemisah untuk memisahkan uap dari cairan lalu dimasukkan ke dalam kondenser (untuk diembunkan/kondensasi) atau ke peralatan lainnya. Hasil dari evaporator (produk yang diinginkan) biasanya dapat berupa padatan atau larutan berkonsentrasi. Larutan yang sudah dievaporasi bisa saja terdiri dari beberapa komponen volatil (mudah menguap). Evaporator biasanya digunakan dalam industri kimia dan industri makanan. Pada industri kimia, contohnya garam diperoleh dari air asin jenuh (merupakan contoh dari proses pemurnian) dalam evaporator. Evaporator mengubah air menjadi uap, menyisakan residu mineral di dalam evaporator. Uap dikondensasikan menjadi air yang sudah dihilangkan garamnya. Pada sistem pendinginan, efek pendinginan diperoleh dari penyerapan

panas oleh cairan pendingin yang menguap dengan cepat (penguapan membutuhkan energi panas). Evaporator juga digunakan untuk memproduksi air minum, memisahkannya dari air laut atau zat kontaminasi lain. Evaporator juga mempunyai tugas sebagai penampung dingin dari freon yang sudah berubah wujud menjadi uap.

Evaporator adalah alat untuk mengevaporasi larutan. Evaporasi merupakan suatu proses penguapan sebagian dari pelarut sehingga didapatkan larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Tujuan evaporasi yaitu untuk memekatkan larutan yang terdiri dari zat terlarut yang tak mudah menguap dan pelarut yang mudah menguap. Begitu pula, evaporasi berbeda dengan distilasi, karena disini uapnya biasanya komponen tunggal, dan walaupun uap itu merupakan campuran, dalam proses evaporasi ini tidak ada usaha untuk memisahkannya menjadi fraksi-fraksi. Biasanya dalam evaporasi, zat cair pekat itulah yang merupakan produk yang berharga dan uapnya biasanya dikondensasikan dan dibuang.

## 2.2 Alat Penukar Kalor

Alat penukar kalor adalah suatu alat yang memungkinkan perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai uap lewat panas (*super heated steam*) dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). 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.

Perpindahan panas pada alat penukar kalor biasanya melibatkan konveksi masing-masing fluida dan konduksi sepanjang dinding yang memisahkan kedua



fluida. Laju perpindahan panas antara kedua fluida pada alat penukar kalor bergantung pada besarnya perbedaan temperatur pada lokasi tersebut, dimana bervariasi sepanjang alat penukar kalor.

Berdasarkan kontak dengan fluida, alat penukar kalor tersebut dapat dibedakan menjadi dua macam, antara lain :

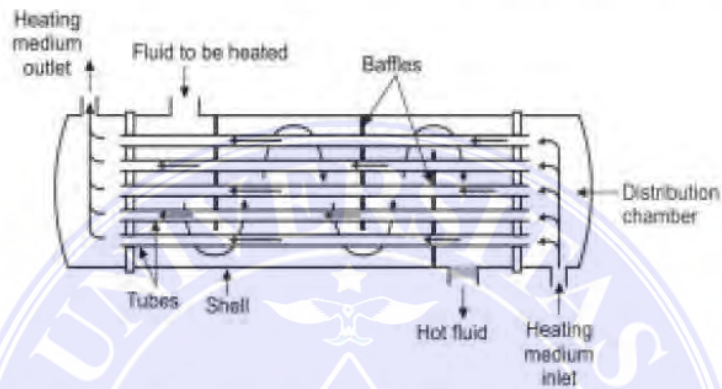
- a. Alat penukar kalor kontak langsung Pada alat ini fluida yang panas akan bercampur secara langsung dengan fluida dingin (tanpa adanya pemisah) dalam suatu bejana atau ruangan. Salah satu contohnya adalah deaerator.
- b. Alat penukar kalor kontak tak langsung Pada alat ini fluida panas tidak berhubungan langsung (indirect contact) dengan fluida dingin. Jadi proses perpindahan panasnya itu mempunyai media perantara, seperti pipa, plat, atau peralatan jenis lainnya. Salah satu contohnya adalah kondensor.

Berdasarkan tipe aliran di dalam alat penukar panas ini, ada 4 macam aliran yaitu :

1. *Counter current flow* (aliran berlawanan arah)
2. *Paralel flow/co current flow* (aliran searah)
3. *Cross flow* (aliran silang)
4. *Cross counter flow* (aliran silang berlawanan)

Kondensor adalah suatu alat yang memungkinkan perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai uap lewat panas (*super heated steam*) dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). 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. Pada PT. Siemens Indonesia, kondensor digunakan pada sebuah sistem tertutup. Sistem tertutup ini dapat dilihat pada Gambar 2.3. Sistem Tertutup Alat Penukar Kalor.



Gambar 2.1. Sistem Tertutup Alat Penukar Kalor

Selain itu, alat penukar kalor ini juga memiliki 4 jenis antara lain :

1. *Tubular Heat Exchanger*
2. *Plate Heat Exchanger*
3. *Shell and Tube Heat Exchanger*
4. *Jacketed Vessel*

## 2.3 Komponen Utama AC

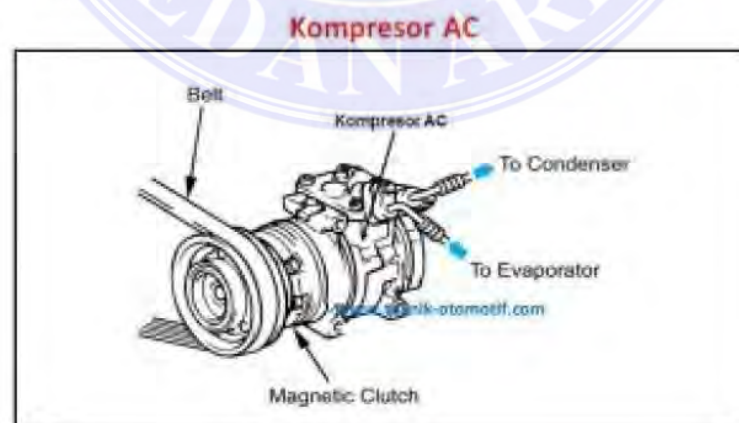
### 2.3.1 Evaporator



Gambar 2.2. Evaporator

Evaporator ekspansi langsung yang digunakan untuk pengkondisian udara biasanya disuplai oleh katup ekspansi yang mengatur aliran cairan sedemikian sehingga uap refrigeran meninggalkan evaporator dalam keadaan sedikit panas lanjut. Sementara untuk berbagai besar evaporator yang penting, refrigeran mendidih di dalam pipa-pipa, dalam salah satu kelas evaporator yang penting, refrigeran dididhan di luar pipa. Jenis evaporator ini bersifat standar untuk dipakai kompresor santrifugal. Pada bagian ini biasanya menggunakan udara untuk sebagai media pendinginnya. Sejumlah kalor yang terdapat pada *refrigerant* dilepaskan ke udara lepas dengan bantuan kipas motor pada AC. Supaya pelepasan kalor lebih cepat, pipa pada kondensor di desain berliku-liku dan dilengkapi dengansirip. Oleh karena itu pembersihan sirip pipa pada bagian kondensor sangatlah penting supaya perpindahan kalor dari *refrigerant* tidak terganggu. Dan apabila sirip pada kondensor dibiarkan dalam keadaan kotor, bisa menyebabkan turunnya performa kinerja AC yang dapat membuat AC menjadi kurang dingin.

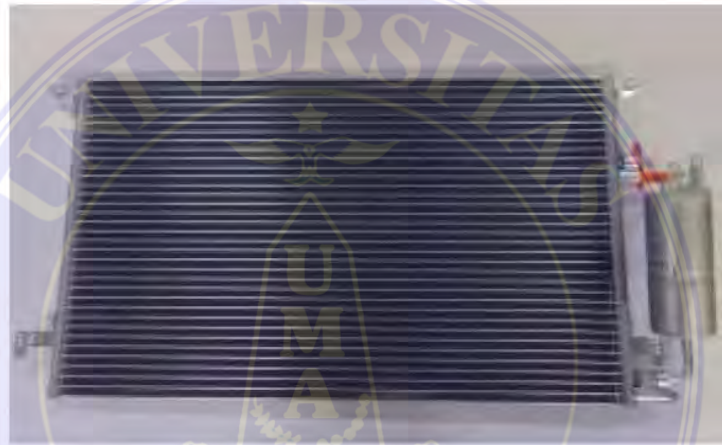
### 2.3.2. Kompresor



Gambar 2.3. Kompresor AC

Fungsi kompresor AC sama halnya seperti jantung manusia yaitu mendinginkan gas atau cairan ke seluruh bagian AC, udara pun diubah menjadi bertekanan tinggi. Tak hanya itu saja, di dalam kompresor juga terdapat cairan *refrigerant* atau biasa disebut Freon yang mampu menyerap cairan panas pada ruangan untuk dibuang pada bagian unit *outdoor* AC.

### 2.3.3 Kondensor



Gambar 2.4. Kondensor

Kondensor adalah suatu alat untuk terjadinya kondensasi refrigeran uap dari kompresor dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi. Kondensor sebagai alat penukar kalor berguna untuk membuang kalor dan mengubah wujud refrigeran dari uap menjadi cair.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas kondensor adalah :

1. Luas muka perpindahan panasnya meliputi diameter pipa kondensor, panjang pipa kondensor dan karakteristik pipa kondensor
2. Aliran udara pendinginnya secara konveksi natural atau aliran paksa oleh *fan*
3. Perbedaan suhu antara refrigeran dengan udara luar
4. Sifat dan karakteristik refrigeran di dalam sistem

Kondensor ditempatkan di luar ruangan yang sedang didinginkan, agar dapat melepas keluar kepada zat yang mendinginkannya. Tekanan refrigeran yang meninggalkan kondensor harus cukup tinggi untuk mengatasi gesekan pada pipa dan tahanan dari alat ekspansi, sebaliknya jika tekanan di dalam kondensor sangat rendah dapat menyebabkan refrigeran tidak mampu mengalir melalui alat ekspansi.

#### 2.3.4. Pipa Kapiler



Gambar 2.5. Pipa Kapiler

Pipa kapiler adalah sebuah alat yang mempunyai fungsi untuk menurunkan tekanan *refrigerant* serta mengatur aliran *refrigerant* menuju evaporator. Fungsi utama dari pipa kapiler sendiri sangatlah vital, sebab pipa ini mempunyai hubungan dengan dua bagian tekanan yang berbeda-beda, yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi.

*Refrigerant* yang bertekanan lebih tinggi sebelum melewati pipa ini akan diturunkan atau diubah tekanannya. Penurunan tekanan pada *refrigerant* mengakibatkan terjadinya penurunan suhu. Pada bagian inilah yang bisa menyebabkan udara mencapai suhu terendah atau dingin.

## 2.4 Proses Refrigrasi

Bagian outdoor AC biasanya berupa unit yang terdiri dari dua komponen penting, yaitu kompresor dan kondensor AC. Motor pada kompresor AC adalah sebuah pompa yang menghisap gas *refrigerant* yang bertekanan rendah dan memampatkan gas tersebut menjadi gas bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Piston secara tipikal bergerak naik dan turun di dalam sebuah silinder di dalam motor kompresor AC, menghisap gas refrigeran atau freon AC pada saat piston turun dan memampatkan gas refrigerannya pada saat piston bergerak naik. Gas refrigeran AC pada tekanan dan temperatur tinggi kemudian meninggalkan kompresor AC (pemampatan gas akan menyebabkan naiknya temperatur) dan masuk ke kondensor AC dimana gas didinginkan menjadi bentuk cair. Selain mengandung panas dari proses pemampatan gas oleh *compressor motor*, panas juga berasal dari penyerapan oleh refrigeran di evaporator (panas yang berasal udara di dalam gedung/ruangan). Panas yang terbentuk dari proses ini dihembuskan keluar oleh kipas melewati koil kondensor AC. Refrigeran cair kemudian kembali ke unit indoor.

Pada prinsipnya, sistem refrigrasi bergantung pada dua macam perubahan bentuk refrigeran, yaitu perubahan dari bentuk gas ke cair dan sebaliknya, perubahan bentuk cair ke gas. Perubahan bentuk refrigeran inilah yang memindahkan panas dari dalam ruangan keluar ruangan dengan cara menyerap panas selama proses evaporasi (di dalam *evaporator coil*) dan melepaskan panas selama proses kondensasi (di dalam kondensor AC). Adanya tekanan akan menaikkan titik penguapan refrigeran (perubahan bentuk cair menjadi gas) atau titik kondensasi refrigeran (perubahan bentuk dari gas ke cair). Pada sistem air

conditioner, titik kondensasi merupakan suhu diatas suhu lingkungan (jika yang dipakai untuk mendinginkan *condenser coil* adalah udara), jika tidak maka kondensasi gas refrigeran menjadi bentuk cair tidak akan terjadi.

Refrigerasi adalah pengeluaran kalor dari suatu ruangan dan kemudian mempertahankan keadaannya sedemikian rupa sehingga temperaturnya lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Pada prinsipnya refrigerasi merupakan terapan dari teori perpindahan kalor dan termodinamika. Suatu pemikiran yang muncul untuk melakukan penelitian tekanan dan temperatur refrigeran ideal pada AC. Perubahan tekanan dan temperature pada kondensor merupakan perlakuan yang mungkin dapat diamati untuk kerja suatu sistem pendingin.

## 2.5 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

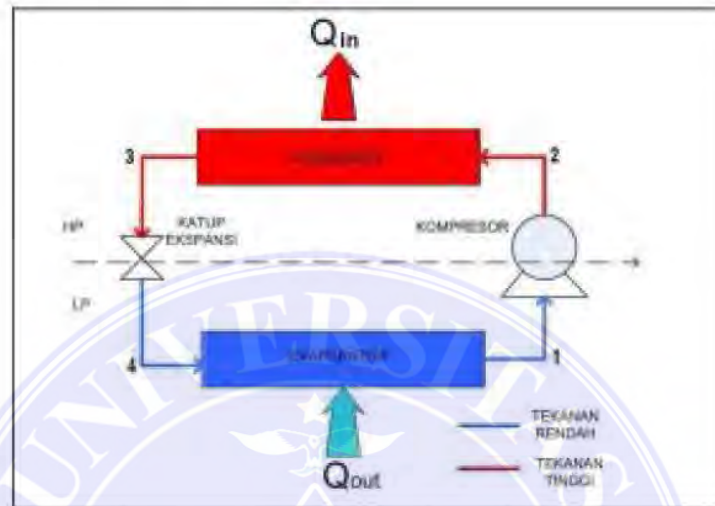
Sistem refrigerasi kompresi uap merupakan suatu sistem menggunakan kompresor sebagai alat kompresi refrigeran, yang dalam keadaan bertekanan rendah akan menyerap kalor dari tempat yang didinginkan, kemudian masuk pada sisi penghisap (*suction*) dimana uap refrigeran tersebut ditekan dalam kompresor sehingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi yang dikeluarkan pada sisi keluaran (*discharge*). Dari proses ini kita menentukan sisi bertekanan tinggi dan sisi bertekanan rendah. Siklus refrigerasi kompresi uap merupakan suatu sistem yang memanfaatkan aliran perpindahan kalor melalui refrigeran.

Proses utama dari sistem refrigerasi kompresi uap adalah :

1. Proses kompresi
2. Proses kondensasi
3. Proses ekspansi

#### 4. Proses evaporasi

Proses tersebut apabila berlangsung terus menerus menghasilkan suatu siklus, seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.6. Siklus Refrigerasi Kompresor Uap

#### 2.5.1 Proses kompresi

Proses 1-2 merupakan proses kompresi dimana refrigeran ditekan sehingga tekanannya menjadi lebih tinggi sehingga temperatur jenuhnya menjadi lebih tinggi pada saat masuk kondenser. Hal ini dimaksudkan agar temperatur refrigeran di kondenser menjadi lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga mampu memindahkan panas ke lingkungan dengan proses kondensasi.

Pada siklus ideal proses kompresi ini berlangsung secara *isentropic*. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah setelah dikompresi refrigeran menjadi uap bertekanan tinggi. Besarnya daya atau kinerja kompresi yang dilakukan kompresor adalah:

$$Q_w = m (h_2 - h_1) \dots\dots\dots (2.1)$$



Sedangkan besarnya kerja persatuan massa refrigeran yang dikompresikan adalah:

$$q_w = h_2 - h_1 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana,

$Q_w$  = Daya atau kerja kompresor yang dilakukan (kW)

$h_1$  = Entalpi refrigeran saat masuk kompresor ( kJ/kg)

$h_2$  = Entalpi refrigeran saat keluar kompresor (kJ/kg)

$m$  = Laju aliran refrigeran pada sistem ( kg/s)

$q_w$  = Besarnya kerja kompresi yang dilakukan ( kJ/kg)

### 2.5.2 Proses Kondensasi

Proses selanjutnya (proses 2-3) merupakan proses kondensasi. Pada proses ini uap refrigeran turun temperaturnya kemudian berubah fasanya pada tekanan dan temperatur yang konstan dari fasa gas ke fasa cair dengan cara membuang kalor ke lingkungan. Kalor refrigeran dapat pindah ke lingkungan karena memiliki temperatur dan tekanan jenuh yang lebih tinggi dari lingkungan. Kalor yang berpindah dari refrigeran ke udara pendingin bergantung pada berbagai faktor, antara lain luas permukaan kondenser, jenis material yang digunakan, selisih temperatur kondensasi dengan temperatur lingkungan. Semakin banyak panas diharapkan saat keluar kondenser seluruhnya menjadi cair.

Besarnya kalor yang dibuang di kondenser dapat dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$Q = m (h_2 - h_1) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana,

$Q_c$  = Besarnya kalor yang dibuang di kondenser (kW)

$h_1$  = Entalpi refrigeran masuk kondenser (kJ/kg)

$h_2$  = Entalpi refrigeran keluar kondenser (kJ/kg)

$m$  = Laju aliran refrigeran pada sistem (kg/s)

### 2.5.3. Proses Ekspansi

Proses (3-4) ini terjadi di pipa kapiler. Setelah refrigeran melepas kalor di kondenser, refrigeran berfasa cair akan mengalir menuju pipa kapiler untuk diturunkan tekanan dan temperaturnya. Diharapkan temperatur yang terjadi lebih rendah daripada temperatur lingkungan, sehingga dapat menyerap kalor pada saat berada di evaporator. Dalam proses ekspansi ini tidak terjadi proses penerimaan atau pelepasan energi (*enthalpy* konstan).

$$h_3 = h_4 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana,

$h_3$  = Entalpi refrigeran saat masuk pipa kapiler (kJ/kg)

$h_4$  = Entalpi refrigeran saat keluar pipa kapiler (kJ/kg)

### 2.5.4. Proses Evaporasi

Setelah keluar dari alat ekspansi kemudian refrigeran yang berfasa campuran dialirkan ke evaporator. Pada kondisi ini refrigeran memiliki tekanan yang rendah, sehingga temperatur jenuhnya berada di bawah temperatur ruangan, lingkungan atau produk yang didinginkan. Kalor kemudian terserap oleh refrigeran kemudian refrigeran berubah fasanya menjadi gas sementara temperaturruangan,

kabin, atau produk yang didinginkan menjadi lebih dingin.

Besarnya kalor yang diserap oleh refrigeran di evaporator dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$Q_e = m (h_1 - h_4) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$q_e = (h_1 - h_4) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana

$Q_e$  = Kalor yang diserap di evaporator (kW)

$h_1$  = Entalpi refrigeran saat masuk katup ekspansi (kJ/kg)

$h_4$  = Entalpi refrigeran saat keluar evaporator (kJ/kg)

$m$  = Laju aliran refrigeran pada sistem (kg/s)

$q_e$  = Efek refrigerasi (kJ/kg)

## 2.6 Kondensasi dan Pendinginan Lanjut

Fungsi dari kondensor adalah merubah wujud refrigeran dari bentuk uap/gas menjadi refrigeran dengan bentuk cair. Proses perubahan dari gas ke cair ini dilakukan dengan membuang kalor yang ada pada refrigeran ke lingkungan sekitarnya pada suhu dan tekanan konstan. Dalam percobaan ini kalor dibuang dengan cara konveksi yaitu meniupkan udara yang mempunyai temperatur lebih rendah dari refrigeran melewati kondensor sehingga terjadi perpindahan kalor. Proses perpindahan kalor ini dimaksimalkan dengan adanya sirip-sirip pada kondensordan aliran udara yang cukup dan bebas dari hambatan.

Proses kondensasi atau perubahan dari wujud gas ke cair ini terjadi dialampipa kondensor dan terjadi pada kondisi tekanan dan temperatur tetap. Jika

perancangan dan pemilihan ukuran kondensor tidak tepat ataupun sirip-sirip kondensor kotor maka pada ujung kondensor belum tentu semua refrigeran telah berbentuk cair.

Suhu/temperatur pada waktu proses kondensasi ini terjadi masih lebih tinggi dari temperatur udara disekitarnya. Oleh karena itu refrigeran yang mengalir keluar dari kondensor menuju TXV melalui “filter drier” masih akan mengalami proses perpindahan kalor yang akan menurunkan suhu refrigeran lebih rendah lagi dari suhu cair jenuhnya (*saturated liquid*).

Proses penurunan suhu setelah melalui titik “*saturated liquid*” ini disebut proses subcooling dan wujud refrigeran disebut “*subcooled liquid*”. Daerah *subcooled liquid* ini terletak disebelah kiri dari kurva *saturated liquid* pada diagram p- h. Besarnya pendinginan lanjut yang terjadi di kondensor ini dihitung dengan cara mengurangi temperatur kondensasi dengan temperatur yang terukur di akhir condenser.

Klasifikasi ekspansi menurut zat yang mendinginkannya, kondensor dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

#### **2.6.1 Kondensor Berpendingin Udara (*Air Cooled Condenser*).**

*Air Cooled Condenser* adalah kondensor yang menggunakan udara sebagai cooling mediumnya, biasanya digunakan pada sistem berskala rendah dan sedang dengan kapasitas hingga 20 ton refrigerasi. *Air Cooled Condenser* merupakan peralatan AC (*Air Conditioner*) standard untuk keperluan rumah tinggal (*residential*) atau digunakan di suatu lokasi di mana pengadaan air bersih susah diperoleh atau mahal. Untuk melayani kebutuhan kapasitas yang lebih besar biasanya digunakan *multiple air cooled condenser*. Udara sebagai pendingin kondensor dapat

mengalir secara alamiah atau dialiri paksa oleh *fan*. Kulkas pada umumnya menggunakan kondensor berpendingin udara secara alamiah (konveksi natural) yang umum disebut sebagai kondensor statis. *Fan* dapat meniupkan udara ke arah kondensor dalam jumlah yang lebih besar, sehingga dapat memperbesar kapasitas pelepasan panas oleh kondensor.

Refrigeran dari kompresor pada suhu dan tekanan tinggi dialirkan ke bagian paling atas kondensor. Di dalam kondensor, refrigeran melepas kalor sehingga mengembun, wujudnya berubah dari uap menjadi cair. Refrigeran dengan tekanan tinggi ini dialirkan dari bagian bawah kondensor ke saringan dan alat ekspansi. Pelepasan panas ini dapat dirasakan yaitu muka kondensor menjadi hangat. Kondensor berpendingin udara bentuknya sederhana, tidak memerlukan perawatan khusus. Ini adalah keuntungan dari kondensor berpendingin udara. Sistem refrigerasi yang berkapasitas kurang dari 1 kW umumnya menggunakan kondensor jenis ini.

### **2.6.2 Kondensor Berpendingin Air (*Water Cooled Condenser*).**

Kondensor jenis ini digunakan pada sistem yang berskala besar untuk keperluan komersil di lokasi yang mudah memperoleh air bersih. Kondensor jenis ini menjadi pilihan yang ekonomis bila terdapat suplai air bersih mudah dan murah. Pada umumnya kondensor seperti ini berbentuk tabung yang di dalamnya berisi pipa (*tubes*) tempat mengalirnya air pendingin. Uap refrigeran berada di luar pipa tetapi di dalam tabung (*shell*). Kondensor seperti ini disebut *shell and tube water cooled condenser*. Air yang menjadi panas, akibat kalor yang dilepas oleh refrigeran yang mengembun, kemudian air yang telah menjadi panas ini didinginkan di dalam alat yang disebut menara pendingin (*cooling tower*). Setelah

keluar dari *cooling tower*, air menjadi dingin kembali dan disalurkan dengan pompa kembali ke kondensor. Dengan cara inilah pendingin disirkulasikan. Kondensor jenis ini biasanya digunakan pada sistem berkapasitas besar.

### **2.6.3 Kondensor Berpendingin Campuran Udara Dan Air (*Evaporative Condenser*)**

Kondensor jenis ini merupakan kombinasi dari kondensor berpendingin udara dan kondensor berpendingin air. Koil kondensor ini diletakkan berdekatan dengan media pendinginnya yang berupa udara tekan dan air yang disemprotkan melalui suatu lubang *nozzle*. Kondensor jenis ini disebut juga *evaporative condenser*. Kondensornya sendiri berbentuk seperti kondensor dengan pendingin air, namun diletakkan di dalam menara pendingin. Percikan air dari atas menara akan membasahi muka kondensor jadi kalor dari refrigeran yang mengembun diterima oleh air dan kemudian diberi pada aliran udara yang mengalir dari bagian bawah ke bagian atas menara. Sebagai akibatnya air yang telah menjadi panas tersebut di atas, didinginkan oleh aliran udara, sehingga pada saat air mencapai bagian bawah menara, air ini sudah menjadi dingin kembali. Selanjutnya air dingin ini dipompakan ke bagian atas menara demikian seterusnya.

## **2.7 Prinsip Kerja Kondensor**

Uap refrigeran yang keluar dari kompresor akan memasuki kondensor. Uap yang bersuhu tinggi ini sebelum masuk ke evaporator terlebih dahulu didinginkan di kondensor. Panas uap dari refrigeran secara konveksi akan mengalir ke pipa kondensor. Panas akan mengalir ke sirip-sirip kondensor sehingga panas tersebut dibuang ke udara bebas melalui sirip dengan cara konveksi alamiah. Sehingga untuk memperluas daya konveksi maka luas sirip dirancang semaksimal mungkin.

Suhu uap refrigeran didalam kondensor ini akan turun tetapi tekanannya tetap tidak berubah. Bila penurunan suhu gas mencapai titik pengembunannya maka akan terjadi proses pengembunan (kondensasi), dalam hal ini terjadi perubahan wujud gas menjadi *liquid* yang tekanan dan suhunya masih cukup tinggi (tekanan kondensing).

## 2.8 Siklus Kompresi Uap Aktual

Walaupun siklus aktual tidak sama dengan siklus standar, tetapi proses ideal dalam siklus standar sangat bermanfaat, dan diperlukan untuk mempermudah analisis siklus secara teoritik. Kondensor dan evaporator adalah jenis dari penukar panas (*heat exchanger*). Refrigeran melepaskan panas di kondensor dan menyerap panas di evaporator. Salah satu klasifikasikondensor dan evaporator dilihat dari letak refrigeran (di dalam atau di luar tabung) dan dari zat pendingin yang digunakan (gas atau cair).

Siklus refrigerasi kompresi mengambil keuntungan dari kenyataan bahwa fluida yang bertekanan tinggi pada suhu tertentu cenderung menjadi lebih dingin jika dibiarkan mengembang.

Klasifikasi ini dijelaskan pada tabel 2.1. Gas yang umum digunakan adalah udara dan air merupakan cairan yang sering digunakan sebagai zat pendingin.

Tabel 2.1. Klasifikasi Refrigeran Di Kondensor dan Evaporator

Komponen	Refrigeran	Zat pendingin
Kondensor	Di dalam pipa	Gas di luar Cairan didalam*
	Di luar pipa	Gas di dalam Cairan di dalam
Evaporator	Di dalam Pipa	Gas di luar Cairan di luar
	Di luar pipa	Gas di dalam* Cairan di luar

Evaporator dan kondensor umumnya berbentuk pipa. Perpindahan panas

terjadi dari refrigeran ke dinding dalam ke dinding luar lalu ke zat pendingin. Tidak semua panas refrigeran dapat diserap oleh zat pendingin karena adanya koefisien pindah panas pada dinding pipa.

Koefisien perpindahan panas digunakan dalam perhitungan perpindahan panas konveksi atau perubahan wujud antara cair dan padat. Koefisien perpindahan panas banyak dimanfaatkan dalam ilmu termodinamika dan mekanika

Di mana  $\Delta Q$  = Panas yang masuk atau panas yang keluar, W

$h$  = Koefisien perpindahan panas,  $W/(m^2K)$

$A$  = Luas permukaan perpindahan panas,  $m^2$

$\Delta T$  = Perbedaan temperatur antara permukaan padat dengan luas permukaan kontak dengan fluida, K

Dari persamaan di atas, koefisien perpindahan panas adalah koefisien proporsionalitas antara fluks panas,  $Q/(A \Delta t)$ , dan perbedaan temperatur, yang menjadi penggerak utama perpindahan panas. Satuan SI dari koefisien perpindahan panas adalah watt per meter persegi-kelvin,  $W/(m^2K)$ . Koefisien perpindahan panas berkebalikan dengan insulasi termal.

Terdapat beberapa metode untuk mengkalkulasi koefisien perpindahan panas dalam berbagai jenis kondisi perpindahan panas yang berbeda, fluida yang berlainan, jenis aliran, dan dalam kondisi termohidraulik. Perhitungan koefisien perpindahan panas dapat diperkirakan dengan hanya membagi konduktivitas termal dari fluida dengan satuan panjang, tetapi untuk perhitungan yang lebih akurat sering kali digunakan bilangan Nusselt, yaitu satuan tak berdimensi yang menunjukkan rasio perpindahan panas konvektif dan konduktif normal terhadap bidang batas.



## 2.9 Refrigeran

Bahan pendingin adalah suatu zat yang mudah dirubah bentuknya dari gas menjadi cair atau sebaliknya, dipakai untuk mengambil panas dari evaporator dan membuangnya di kondensor.

Tabel 2.2. Kelebihan dan kekurangan dari *Refrigerant* R-22 dan R-32 :

<i>JENIS FREON</i>	<i>ODP</i>	<i>GWP</i>	<i>COOLING INDEX</i>	<i>FLAMBITY</i>
R-22	0,05	1810	100	Tidak
R-32	0	675	160	Rendah

Dijelaskan dari tabel diatas adalah kelebihan dan kekurangan Refrigerant R-22 dan R-32 bahwa :

1. ODP ( *Ozon Depletion Potensial* ) Jenis freon R-22 memiliki angka potensi merusak ozon sebesar 0,05 dibandingkan R-32 adalah 0 ( tidak merusak ozon).
2. GWP ( *Global Warming Potensial* ) Jenis freon R-22 lebih besar tingkat potensi pemanasan global dibandingkan freon R-32.
3. Jenis freon R-32 memiliki angka *Cooling Index* ( inerja mendinginkan ruangan ) lebih dibandingkan R-22.
4. Jenis freon R-22 tidak memiliki *Flambity* ( sifat mudah terbakar ) sedangkan R-32 memiliki resiko mudah terbakar walaupun rendah, tetapi tidak akan mudah menyambar.Referensi saya tentang kelebihan dan kekurangan jenis *Refrigerant* ini dari youtube AIO Chanel.



## 3.2 Bahan dan Alat

### 3.2.1 Alat

- a. *Pressure gauge* untuk mengukur tekanan refrigerant



Gambar 3.1. *Pressure Gauge*

*Pressure Gauge* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur tingkat tekanan dalam suatu cairan atau gas, lintas industri. Ini adalah instrumen penting karena juga membantu mengontrol tingkat tekanan dalam cairan dan gas serta menjaganya dalam batas yang diperlukan

- b. Termokopel ( *Thermocouple* ) untuk mengukur temperatur



Gambar 3.2. Termokopel

Termokope ( *Thermocouple* ) merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu.

### 3.2.2 Bahan

- a. Plat besi siku 4x4 untuk pemasangan trainer AC
- b. Triplek 12 mm
- c. AC split

### 3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini data yang diperlukan dapat diperoleh melalui dua metode yaitu:

#### 3.3.1 Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Penelitian kepustakaan yaitu penelitian untuk landasan teori dan tugas akhir ini dengan jalan membaca literatur - literatur yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini serta dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

#### 3.3.2 Pengamatan secara langsung atau observasi.

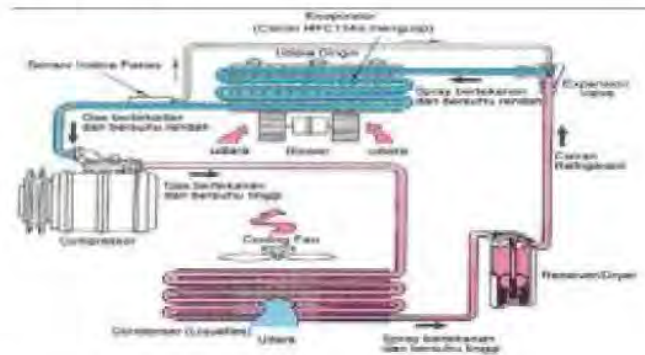
Dengan menggunakan metode observasi yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung di Sahabat Teknik Jl. Karya Sastra Pasar 10 Tembung Kabupaten Deli Serdang

Metode yang digunakan merupakan jenis penelitian eksperimen, yaitu peneliti dengan sengaja dan secara sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan suatu variable dengan objek penelitian mesin pendingin AC Split dengan variasi *refrigerant* R-22 dan R-32.

### 3.4. Populasi dan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah dengan menguji masing-masing refrigerant, baik R-22 maupun R-32, yang diambil masing- masing data percobaan yang telah dilakukan penganalisaan, serta menyimpulkan hasil pengolahan data penelitian kedalam bentuk tabel dan grafik.

### 3.5 Prosedur Pengujian



Gambar 3.3. Prosedur Pengujian

Pelaksanaan percobaan harus dilakukan setelah komponen alat uji berjalan sesuai keinginan atau tidak ada kerusakan apapun.. Pengamatan dilakukan dengan melihat hasil pengukuran-pengukuran pada alat ukur di tempat yang sudah di siapkan.

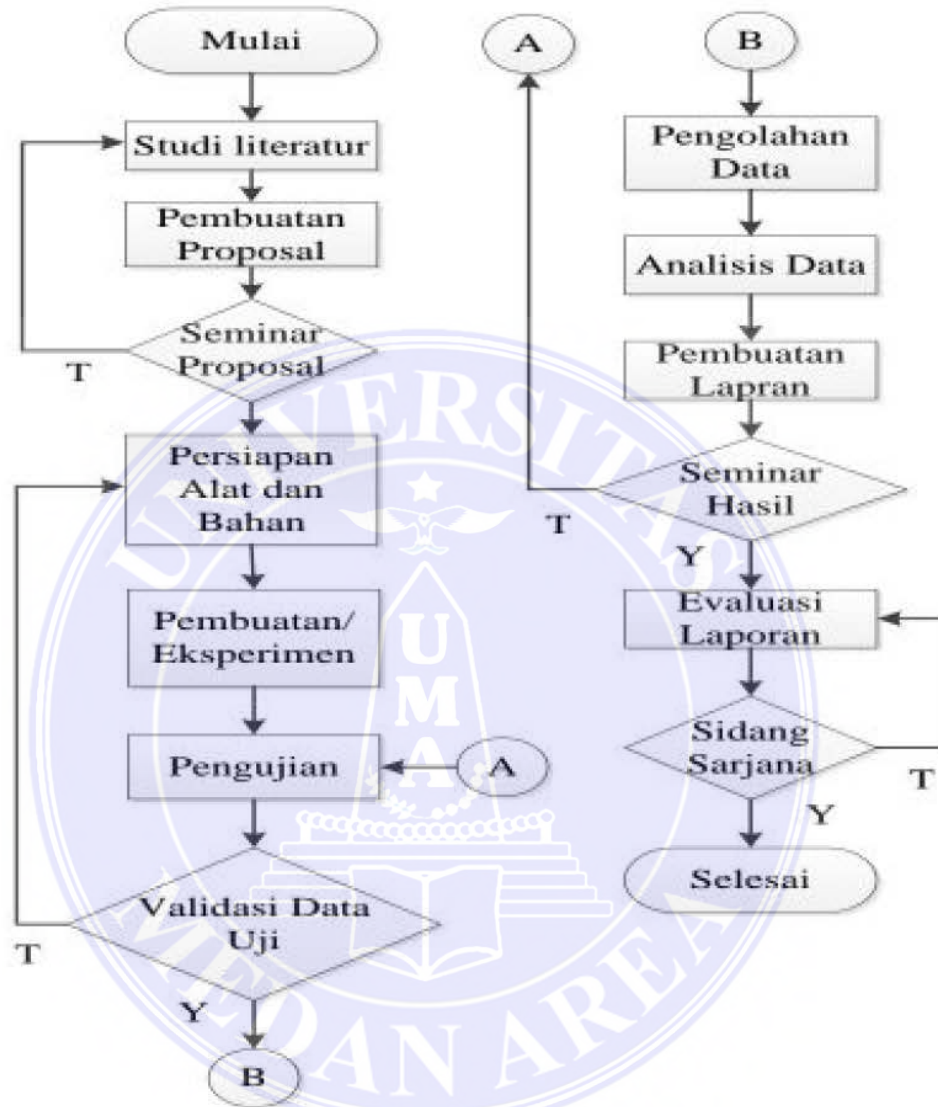
Cara Menjalankan Unit Percobaan :

1. Mengisi refrigerant
2. Proses Pemacuman
3. Menyalakan AC Split

Cara Mengambil Data Pengujian

1. Mengukur Tekanan Refrigerant dengan *Pressure Gauge*
2. Mengukur Suhu Udara saat masuk Kompesor Pakai Termokopel
3. Mengukur Suhu. Udara saat keluar Kompesor Pakai Termokopel
4. Mengukur Suhu Udara saat masuk Kondensorr Pakai Termokopel
5. Mengukur Suhu Udara saat keluar Kondensorr Pakai Termokopel.
6. Mengukur Suhu Udara saat masuk Evaporator Pakai Termokopel
7. Mengukur Suhu Udara saat keluar Evaporator Pakai Termokoel

### 3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian

Dari gambar 3.4 diatas menjelaskan tentang Diagram Alir Penelitian yaitu mulai dari Studi Literatur sampai dengan Selesai.

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Dari hasil pengujian alat, pengambilan data, dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Kinerja AC Split yang menggunakan *refrigerant* R-22 dalam selang waktu selama 25 menit memperoleh Nilai *Coefficient Of Performance* 1,01. Hasil tersebut di peroleh dari hasil temperatur, perhitungan Entalpy dan perhitungan *Coefficient Of Performance*
2. Kinerja AC Split yang menggunakan *refrigerant* R-32 dalam selang waktu selama 25 menit memperoleh Nilai *Coefficient Of Performance* 1,08. Hasil tersebut di peroleh dari hasil temperatur, perhitungan Entalpy dan perhitungan *Coefficient Of Performance*
3. Dapat disimpulkan bahwa Kinerja AC Split yang menggunakan *Refrigerant* R-32 lebih bagus dibandingkan R-22.

### 5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu di tegaskan agar melakukan penelitian di ruangan tertutup agar sirkulasi suhu tidak tercampur suhu dari luar ruangan bertujuan untuk memperoleh data yang maksimal.
2. Sebelum mengambil data perlu sekali mengkalibrai alat ukur atau menstandarkan pengukuran.

3. perlu dipasang alat ukur pressure gauge pada masing-masing alur setelah melewati komponen, agar dalam menganalisa lebih tepat dan jelas.
4. pengambilan data dilakukan saat kompresor dalam keadaan *steady state*.





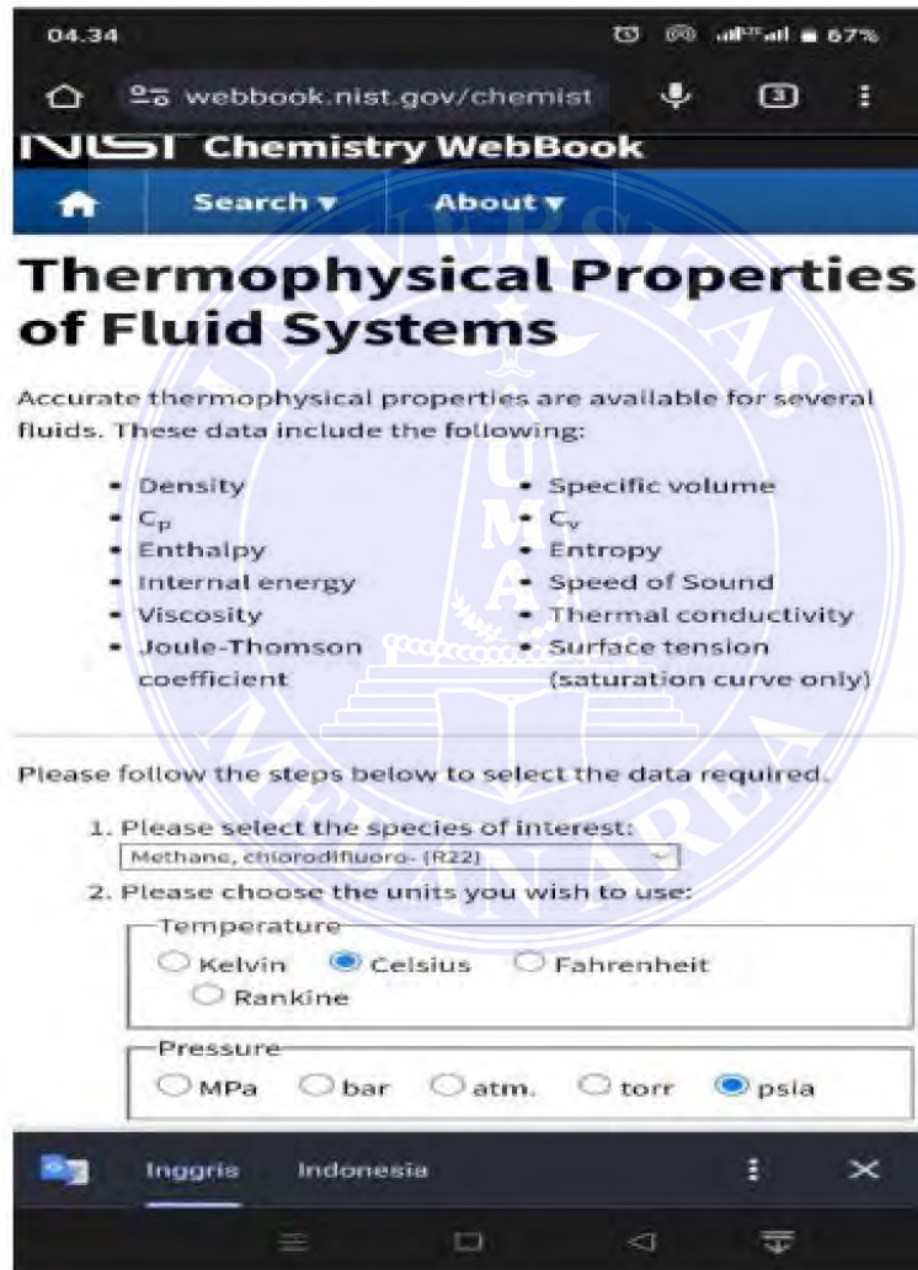
## DAFTAR PUSTAKA

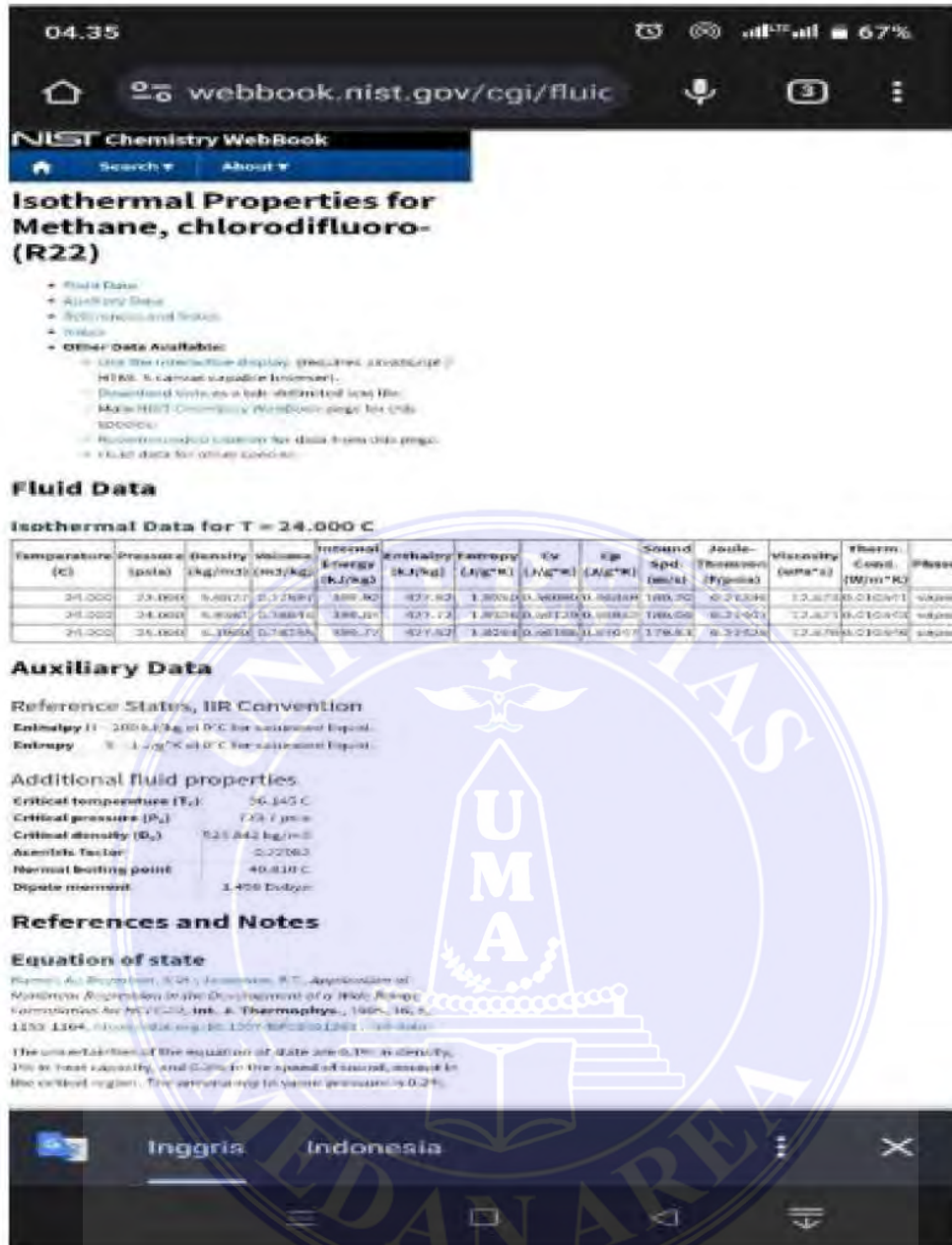
- Arijanto dan Kurdi, Ojo. (2007). Pengujian *Refrigerant* Hycool HCR-22 Pada AC Split Sebagai Pengganti Freon R-22. *Rotasi*, Volume 9 Nomor 2, April 2007.
- Daryanto. (2016). Teknik Pendingin AC, *Freezer, Kulkas*. Bandung : Yrama Widya.
- Metty. K. T. N, Wijasana. H, Suarnadwipa. N dan Sucipta. M. (2010). Analisa performasi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik Pada Sistem *Water Chiller* Dengan Penerapan *Metode Cooled Energy Storage*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, volume 4 Nomor 1, Apri 2010.
- Rizal. M. A. Y, Ilimafik, Nasrul dan Lisyadi, Digdo. (2013). Pengaruh Variasi Beban Pendingin Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Dengan *Refrigeran R12 dan LPG*. *Rotor*, Volume 6 Nomor 1, Januari 2013.
- Sabatiana. A. C dan Putra. A. B. K. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Beban Refrigeran-22 Dengan Musicool-22 Pada Sistem Pengkondisian Udara Dengan *Pre-cooling*. *Jurnal Teknik ITS*, Volume 5 Nomor 2, 2016.
- Stoeker. W. F, Jones. J. W, dan Hara, Supratman. (1992). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta : Erlangga.
- Wahyu . D, Nasrullah dan Amri, Khairul. (2014). Kaji Eksperimental Penggunaan R22 dan R410A Berdasarkan Variasi Laku Aliran Massa Pada *Mesin AC*. *Poli Rekayasa*, Volume 9 Nomor 2, April 2014.
- [https://youtu.be/K5cOp5duRAI?feature=share.](https://youtu.be/K5cOp5duRAI?feature=share)

## DAFTAR LAMPIRAN

Berikut adalah lampiran tentang cara mencari Entalpy dari Temperatur Penelitian.

### LAMPIRAN 1. Sifat Termofisika Sistem Fluida





Dari Lampiran I diatas menjelaskan cara mencari/menghitung

entalpy dari data suhu yang diambil pada saat penelitian.