

**PROYEK AKHIR**

**REKONDISI *TRAINER UNIT* SISTEM REFRIGERASI DASAR  
MENGUNAKAN 2 EVAPORATOR**



Oleh:

**I GEDE CANDRA MAHARDIKA SAPUTRA**

**NIM: 2115223022**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA  
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

### REKONDISI *TRAINER UNIT* SISTEM REFRIGERASI DASAR MENGUNAKAN 2 EVAPORATOR

Oleh:

**I GEDE CANDRA MAHARDIKA SAPUTRA**

**NIM:2115223022**

Diajukan sebagai prasyarat untuk menyelesaikan Pendidikan  
Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T.**

NIP.196211241990031001

Pembimbing II



**I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T.**

NIP.197611202003121001

Disahkan oleh:

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.**

NIP. 196609241993031003

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**REKONDISI *TRAINER UNIT* SISTEM REFRIGERASI DASAR  
MENGUNAKAN 2 EVAPORATOR**

**Oleh:**

**I GEDE CANDRA MAHARDIKA SAPUTRA**

**NIM:2115223022**

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk  
dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:

Kamis/23 Agustus 2024

Tim Penguji

Penguji I : Nyoman Sugiarta, S.T., M.Eng., M.Si.

NIP : 197010261997021001

Penguji II : I Gede Artha Negara, ST., M.T

NIP : 197206021999032002

Penguji III : I Gede Nyoman Suta Waisnawa, SST.MT

NIP : 198905082022031003

Tanda Tangan



## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Gede Candra Mahardika Saputra  
NIM : 2115223022  
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara  
Judul Proyek akhir : Rekondisi Trainer Unit Sistim Refrigerasi Dasar  
Menggunakan 2 Evaporator

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah buku proyek akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 12 Agustus 2024



membuat pernyataan

**I Gede Candra Mahardika Saputra**

**NIM: 2115223022**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Buku proyek akhir ini dapat disusun adalah atas dukungan dari banyak pihak yang juga berperan dalam memberikan bantuan baik secara material maupun bersifat non-material. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyelesaian Buku Proyek Akhir ini, antara lain:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Adi Subagia, M.T., Selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku dosen Pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan kepada penulis, sehingga proposal ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing-2 yang juga selalu memberikan bimbingan kepada penulis, sehingga proposal ini dapat terselesaikan.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta tendik yang telah membantu dan memberikan fasilitas dan pengarahan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian proposal proyek akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam penyelesaian proposal proyek akhir ini
9. Kakak/adik I Wayan Peni Ariantini, tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis
10. Teman-teman I Kadek Budi Artawan dan Dewa Nidha di program studi teknik pendingin dan tata udara sebagai teman seperjuangan dalam menyelesaikan proposal proyek akhir ini.
11. I Kadek Budi Artawan, Dewa Nidha yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal proyek akhir ini
12. Serta semua pihak yang berperan penting dalam penyelesaian proposal proyek akhir ini.

Dan sebagai akhir kata, penulis sangat berharap Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca pada umumnya dan segenap civitas akademika Politeknik Negeri Bali pada khususnya.

**Badung**, 12 Agustus 2024

**I Gede Candra Mahardika Saputra**

## ABSTRAK

Prinsip kerja mesin pendingin adalah memindahkan panas dari suatu tempat atau bahan yang temperaturnya rendah ke tempat atau bahan lain yang temperaturnya lebih tinggi. Pendingin adalah usaha mencapai temperatur lebih rendah dari temperature sekitarnya. Sekarang ini inovasi sistem refrigerasi sangat pesat perkembangannya , dimana proyek akhir ini penulis akan membahas rekondisi *trainer unit* sistem refrigerasi menggunakan dua evaporator dengan pengaplikasian katup EPR (evaporator pressure regulator) yang berfungsi sebagai pengatur tekanan refrigeran dan menjaga temperatur pada evaporator *box 2 (chiller)*. pipa yang digunakan adalah pipa tembaga dengan ukuran 1/4" untuk pipa tekan dan 3/8 " untuk pipa hisapnya dimana pengujian dari instalasi pipa ini menggunakan nitrogen. Untuk kedepannya diharapkan pemakaian *trainer unit* sistem refrigerasi dasar menggunakan dua evaporator ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan Pendidikan.

Kata kunci: kata kunci *Trainer unit* sistem refrigerasi dasar, dua evaporator, katup EPR dan pipa tembaga.

## ***Recondition The Basic Refrigeration System Unit Trainer Using 2 Evaporators***

### ***ABSTRACT***

*The working principle of a cooling machine is to move heat from a place or material with a low temperature to another place or material with a higher temperature. Cooling is an attempt to reach a temperature lower than the surrounding temperature. Currently, refrigeration system innovation is developing very rapidly, where in this final project the author will discuss the redesign of the trainer pipe installation of the refrigeration system unit using two evaporators with the application of an EPR (evaporator pressure regulator) valve which functions as a refrigerant pressure regulator and maintains the temperature in the evaporator box 2 (chiller). The pipe used is a copper pipe with a size of 1/4" for the pressure pipe and 3/8" for the suction pipe, where the test of this pipe installation uses nitrogen. In the future, it is hoped that the use of a basic refrigeration system trainer unit using two evaporators can be used as educational material.*

*Keywords: Keywords Basic refrigeration system unit trainer, two evaporators, EPR valve and copper pi*



## **KATA PENGANTAR**

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan proposal proyek akhir ini pada tepat waktu. Proposal proyek akhir ini merupakan prasyarat dalam menyelesaikan proyek akhir di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali. Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyelesaian proposal proyek akhir ini.

Penulis sangat berharap proposal proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca pada umumnya dan segenap civitas akademika Politeknik Negeri Bali pada khususnya. Walaupun demikian, penulis menyadari bahwa proposal ini belum sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempunaan proyek akhir yang akan dilaksanakan.

**Badung** 19 Januari 2024

**I Gede Candra Mahardika Saputra**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK Dalam Bahasa Indonesia .....	vii
<i>ABSTRACT</i> Dalam Bahasa Inggris .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan proyek akhir .....	2
1.4.1 Tujuan Umum .....	2
1.4.2 Tujuan Khusus .....	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Sistem Kompresi Uap .....	4
2.2 Cara kerja siklus kompresi uap .....	4
2.3 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Dengan Multi Evaporator .....	5

2.4 Proses kerja dari Siklus Kompresi Uap Dengan Multi Evaporator .....	6
2.5 Perbandingan Pipa Kapiler dan Katup Ekspansi.....	6
2.6 Komponen <i>Trainer unit</i> .....	6
2.6.1 Komponen Utama.....	7
2.6.2 Komponen Pendukung .....	9
2.7 Refrigeran R22.....	13
2.8 Rekondisi .....	13
2.9 Instalasi Pipa .....	14
2.8 Pengecekan kebocoran .....	19
2.9 Menghitung performansi trainer unit sistem refrigrasi dasar 2 evaporator .....	19
2.9.1 Efek referigrasi .....	20
2.9.2 Kerja Kompresi (Wk).....	20
2.9.3 Performansi Siklus Refrigerasi Kompresi Uap .....	20
2.9.4 P input (Daya Kompresor) .....	21
BAB III .....	22
METODE PELAKSANAAN .....	22
3.1 Gambaran umum proyek akhir.....	22
3.2 Gambar sistem pemipaan pada trainer unit yang akan di rancang.....	23
3.3 Tahapan Pelaksanaan .....	24
3.4 Peralatan dan Bahan.....	25
3.5 Alat Ukur.....	25
3.6 Metode Pelaksanaan.....	26
3.7 Pelaksanaan Rekondisi <i>Trainer Unit</i> .....	28
3.7.1 Identifikasi Komponen – Komponen dalam <i>Trainer Unit</i> .....	28
BAB IV .....	30
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30

4.1 Proses Rekondisi .....	30
4.2 Hasil Rekondisi .....	34
4.3 Data Hasil Pengujian.....	35
4.4 Perhitungan Kinerja .....	37
4.4.1 Efek Refrigrasi (ER).....	41
4.4.2 Kerja Kompresi (Wk) .....	41
4.4.3 COP(Coefisien Of Performance).....	41
4.4.4 Daya kompresor yang dibutuhkan <i>trainer unit</i> .....	41
4.5 Pembahasan Hasil Pengujian .....	42
BAB V.....	43
PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pengambialan data pengujian dilakukan dalam 5 menit sekali.....	27
Tabel 3. 2 waktu pelaksanaan proyek akhir .....	27
Tabel 3. 3 Identifikasi komponen-komponen .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem kompresi uap .....	4
Gambar 2. 2 siklus refrigerasi kompresi uap dengan multi evaporator .....	5
Gambar 2. 3 Kompresor hermatik.....	7
Gambar 2. 4 Kondensor .....	7
Gambar 2. 5 Katup ekspansi .....	8
Gambar 2. 6 Evaporator .....	8
Gambar 2. 7 <i>Filter dryer</i> .....	9
Gambar 2. 8 Katup <i>solenoid</i> .....	9
Gambar 2. 9 <i>pressure switch</i> .....	10
Gambar 2. 10 <i>Fan motor</i> .....	10
Gambar 2. 11 Katup EPR.....	11
Gambar 2. 12 <i>Pressure Gauge</i> .....	12
Gambar 2. 13 <i>Sight Glass</i> .....	12
Gambar 2. 14 <i>Thermostat</i> .....	12
Gambar 2. 15 <i>Thermistor</i> .....	13
Gambar 2. 16 Refrigeran R22 .....	13
Gambar 2. 17 Pipa tembaga .....	14
Gambar 2. 18 Mister gulung .....	14
Gambar 2. 19 <i>Tube cutter</i> .....	15
Gambar 2. 20 <i>Flaring tool</i> dan <i>sweging</i> .....	15
Gambar 2. 21 Bending pipa .....	16
Gambar 2. 22 Obeng .....	16
Gambar 2. 23 Tang kombinasi .....	16
Gambar 2. 24 Kunci <i>inggris</i> .....	17
Gambar 2. 25 Kunci pas .....	17
Gambar 2. 26 <i>Manifold gauge</i> .....	18
Gambar 2. 27 Vakum .....	18
Gambar 2. 28 Kawat las .....	18
Gambar 2. 29 Las asetilin.....	19

Gambar 2. 30 P-h diagram dengan 2 evaporator.....	19
Gambar 3. 1 Sistem pemipaan saat ini .....	22
Gambar 3. 2 Sistem pemipaan yang akan di rancang .....	23
Gambar 3. 3 Siklus kompresi uap dengan dua evaporator.....	23
Gambar 4. 1 Pembongkaran <i>trainer unit</i> .....	30
Gambar 4. 2 Pengecetan rangka.....	30
Gambar 4. 3 Proses pengelasan.....	31
Gambar 4. 4 Pemasangan komponen .....	31
Gambar 4. 5 Penambahan <i>solenoid valve</i> .....	32
Gambar 4. 6 Pemasangan kelistrikan .....	32
Gambar 4. 7 Evaporator .....	32
Gambar 4. 8 Pengecekan kebocoran .....	33
Gambar 4. 9 Pemvakuman .....	33
Gambar 4. 10 Pengisian refrigeran.....	34
Gambar 4. 11 Hasil rekondisi.....	34
Gambar 4. 12 Kondisi evaporator .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Refrigerasi didefinisikan sebagai suatu proses pengambilan panas dari sumber panas dengan temperatur yang relative lebih rendah, produk melalui media pendinginya kemudian *ditransfer* kebagian sisi yang mempunyai temperatur lebih tinggi. Ada beberapa jenis sistem refrigerasi diantaranya sistem refrigerasi siklus thermo dinamika, sistem refrigerasi siklus thermo-elektrik, sistem refrigerasi siklus thermo-magnetik I Nengah Ardita(2015).

Mesin refrigerasi saat ini dengan mudah dijumpai di berbagai swalayan yang menjual bahan kebutuhan sehari-hari. Selain meminimalkan atau meniadakan pertumbuhan mikro organisme, pendinginan yang dihasilkan oleh teknologi refrigerasi juga diperlukan untuk mencegah terjadinya reaksi kimiawi/biologis yang bisa merusak kondisi suatu produk. Sekarang ini inovasi mesin refrigerasi sangat pesat perkembangannya, dimana di dalam proyek akhir ini penulis akan membahas sistem refrigerasi thermo dinamika sistem kompresuap yang berjudul rekondisi trainer unit sistem refrigerasi dasar dengan 2 evaporator, dimana ini menggunakan aplikasi katup EPR (*Evaporator Pressure Regulator*) yang berfungsi sebagai katup pengatur tekanan pada evaporator, katup tersebut pada sistem pendingin dengan dua evaporator juga dapat mempertahankan temperature atau tekanan yang berbeda pada tiap evaporator. Perbedaan temperatur di dalam dua evaporator tersebut bisa dimanfaatkan untuk mendinginkan dua jenis produk yang berbeda antara box 2 (chiler) dan box 1 (freezer).

*Trainer unit* sistem refrigerasi dasar dengan dua evaporator ini sebelumnya sudah pernah diuji kinerjanya, dimana *box freezer* mencapai suhu  $-11,34^{\circ}\text{C}$ , dan *box chiler* mencapai  $4,67^{\circ}\text{C}$ . Pada saat ini *trainer unit* sistem refrigerasi dasar menggunakan 2 evaporator ini masih belum bisa digunakan, karena ada beberapa

komponen yang hilang seperti thermostat dan komponen yang rusak seperti *pressure gauge*, *hand valve*, serta sistem pemipaan yang perlu di ganti karena dari segi estetikanya sudah tidak layak sebagai bahan bantu pembelajaran di bidang refrigerasi. Oleh karena itu penulis akan kembali merekondisi trainer unit sistim refrigerasi dasar menggunakan dua evaporator ini dengan harapan dapat menghasilkan performansi yang lebih baik. Untuk kedepannya diharapkan pemakaian dari alat ini dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu pembelajaran di bidang refrigerasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang masalah yang dikembangkan tersebut, maka rumusan masalah dalam merekondisi ini dapat di rumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana melakukan rekondisi pada trainer unit sistem refrigerasi dasar menggunakan 2 evaporator ?
- b. Bagaimana kinerja dari trainer unit sistem refrigerasi dasar setelah dilakukan rekondisi ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam proyek akhir ini masalah yang dibatasi adalah rekondisi pada trainer unit sistem refrigerasi dasar menggunakan dua evaporator

## **1.4 Tujuan proyek akhir**

Tujuan yang penulis harapkan dari penyusunan proposal proyek akhir adalah:

**1.4.1 Tujuan Umum:** Secara umum tujuan yang ini penulis capai dalam pembuatan proyek akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan program Pendidikan Diploma III Program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Bali

**1.4.2 Tujuan Khusus:** Dapat Merekondisi trainer unit sistem refrigerasi dasar menggunakan 2 evaporator.dan Dapat mengetahui kinerja dari trainer unit sistim refrigerasi dasar setelah dilakukan rekondisi

### **1.5 Manfaat Proyek Akhir**

Adapun hasil rekondisi ini diharapkan bermanfaat bagi:

#### 1. Bagi Penulis

Sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Bali baik secara teori maupun praktek .

#### 2. Bagi Politeknik Negri Bali

Sebagai bahan Pendidikan atau ilmu pengetahuan dibidang refrigerasi di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.

#### 3. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini atau laporan proyek akhir yang disusun dan dijadikan informasi bagi masyarakat tentang sistem refrigerasi dasar.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam pengerjaan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam proses rekondisi ini pipa yang dihabiskan untuk tekanan tinggi 1/4" = 321 cm, untuk pipa tekanan rendah 3/8" = 402 cm, untuk pipa evaporator 5/16" = 1000 cm, dan pipa ukuran 1/2" = 20 cm. Untuk tekanan tinggi mencapai 209 psi dan tekanan rendah mencapai 23 psi, tekanan EPR 53 psi.
2. Kinerja dari trainer unit Pada box 1 (freezer) temperature terendah mencapai -18°C pada menit ke-110, Dan pada box 2 (chiller) di dapatkan temperatur ruangan 5°C pada menit ke 80, COP yang didapatkan adalah 3,78
3. Penggunaan katup EPR sangat penting digunakan untuk sistem kompresi uap dengan dua evaporator ini (multirack sistem). Dengan adanya dua evaporator yang temperaturnya berbeda maka terdapat dua tekanan pada evaporator yaitu evaporator tekanan tinggi dan tekanan evaporator rendah, disinilah fungsi dari EPR untuk menyamakan tekanan keluar dari tekanan evaporator chiller menuju ke kompresor. EPR ini diatur dengan cara membuka tutup baut penyetelan yang terletak di atas dan mengatur baut penyetelan dan sesuaikan dengan tekanan yang diinginkan sampai terjadi perbedaan tekanan pada kedua tekanan evaporator tersebut.

#### **5.2 Saran**

1. Di harapkan untuk kedepanya dalam proyek akhir ini sistem pemipanya menggunakan pipa yang tebal agar mengurangi brazing pada pipa *elbow* yang beresiko bocor dan buntu akibat pengelasan
2. Gunakan *polyurethane* di semua sisi pada *box freezer* dan *chiller* untuk menjaga temperatur ruangnya.
3. Pergunakan alat ukur yang bagus agar pengambilan data bias lebih maksim

## DAFTAR PUSTAKA

- Anshori. (2022). Cara Menggunakan Manifold Gauge.  
<https://www.pojokdingin.com/2022/03/cara-menggunakan-manifold-gauge.html?m=1>.
- Ardita. (2015). Studi Eksperimental Penggunaan Refrigeran- Absorben (R22-Dmf) Pada Performansi Siklus Refrigerasi Absorpsi Diffusi.
- Basri, H. R. (2018). Analisis Kipas Motor Pada Sistem Pendingin di Engine D155A-6. Technopex .
- Dina. (2019). Fungsi Flaring Tool dan Swaging Tools.  
<https://www.dinginaja.com/2019/01/fungsi-flaring-dan-swaging-tools.html>.
- Faputri. (2016). Desain Evaporator Dan Pengujian Kondisi Operasi Optimal Pada Desain Peralatan. Perpindahan panas dan temperatur.
- Indotrading. (2018). Kawat Las.  
[https://m.indotrading.com/amp/company\\_kawat-las\\_1945/](https://m.indotrading.com/amp/company_kawat-las_1945/), Diakses Pada Tanggal 14 Februari 2024.
- Kaleka, U. (2017). Thermistor Sebagai Sensor Suhu." OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika. 8-11.
- Kami. (2020). Jenis Refrigerant atau Freon.  
<https://www.sekolahkami.com/2020/03/jenis-refrigerant-atau-freon-AC.html?m=1>.
- Kaswara. (2016). Pengertian Kunci Pas. <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/>.
- Klikmro. (2017). Pressure Gauge.  
<https://www.google.com/gasearch?q=klikmro%202017%20pressure%20gauge&tbm=&source=sh/x/g/m2/5>.
- Koswara. (2012). Pengertian Kunci Inggris.  
[https://www.academia.edu/10326128/Peralatan\\_mekanik](https://www.academia.edu/10326128/Peralatan_mekanik), Diakses Pada Tanggal 14 Februari 2024.
- Libratama. (2015). Berbagai Fungsi Obeng Dalam Kehidupan Kita.  
<https://libratama.com/berbagai-fungsi-obeng-dalam-kehidupan-kita/#:~:text=Obeng%20sendiri%20biasanya%20memiliki%20fungsi,atau%20bahkan%20di%20dunia%20industri>, Diakses Pada Tanggal 14 Februari 2024.

- Majanasatra, S. (2016). Analisis sifat mekanik dan struktur mikro hasil proses hydroforming pada material tembaga (Cu) C84800 dan aluminium Al 6063. *Jurnal ilmiah teknik mesin* , 15-30.
- Maskur.(2018). Pengertian Las Asetilin. <https://maskurmuslim.blogspot.com/2014/01/peralatan-las-asitilin-beserta.html?m=1>, Diakses Pada Tanggal 14 Februari 2024.
- Munthe. (2023). Pengertian Multimeter Digital, Fungsi dan Cara Menggunakannya. <https://www.monotaro.id/blog/artikel/pengertian-multimeter-digital-fungsi-dan-cara-menggunakannya>.
- Musrinaldi, D. D. (2019). Pembuatan thermostat sebagai alat pengatur suhu di ruangan penyimpanan arsip (studi kasus: pada Kantor Komnas Ham Republik Indonesia Perwakilan Sumatera Barat). *Ilmu Informasi dan Kearsipan*, 213- 215.
- Pedia. (2023). Perpustakaan Pipa Tembaga - Fungsi, Kelebihan, Kekurangan Dan Seluk Beluknya. <https://pipapedia.com/pipa-tembaga/#>.
- Permesinan. (2016). Meteran, Fungsi dan Cara Penggunaannya. <https://teknikpermesinann.blogspot.com/2016/01/meteran-fungsi-dan-cara-penggunaannya.html?m=1>.
- Rosyada, A. (2017). Analisis Kinerja Kondensor Unit Iv Sebelum Dan Sesudah Overhaul. *jurnal Poli-Teknologi*.
- Siregar. (2023). Penyebab Menurunnya Kinerja Mesin Pendingin di MV. Vancouver. *Mutiara: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 89-100.
- Suamir. (2015). E- BOOK Teknologi Refrigrasi. Modul Pembelajaran Politeknik. Syawaluddin, Y. (2011). Perencanaan kompresor piston pada tekanan kerja max 2N/mm<sup>2</sup>. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*.
- Ulvac. (2022). Pengertian, Jenis dan Kegunaan Vakum. [://www.ulvac.co.id/pengertian-jenis-dan-kegunaan-vakum/#](https://www.ulvac.co.id/pengertian-jenis-dan-kegunaan-vakum/#). wikipedia. (2023). Termometer. <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Termometer>.