

**PROYEK AKHIR**

**PENGUJIAN PERFORMANSI PADA *TRAINER UNIT*  
SISTIM REFRIGERASI DASAR**



Oleh:

**I KADEK BUDI ARTAWAN**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA  
UDARA JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK  
NEGERI BALI 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGUJIAN PERFORMANSI PADA *TRAINER UNIT* SISTIM REFRIGERASI DASAR

Oleh:

I KADEK BUDI ARTAWAN

NIM:2115223026

Diajukan sebagai prasyarat dalam menyelesaikan Proyek Akhir 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 Gede Artha Negara, ST., MT

NIP. 199805232022031011



Disahkan oleh:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. I Gede Santosa, M.Erg.

NIP: 196609241993031003

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PENGUJIAN PERFORMANSI PADA *TRAINER UNIT* SISTIM REFRIGERASI DASAR

Oleh:

IKADEK BUDIARTAWAN

NIM:2115223026

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:  
Jumat, 23 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

Tim Penguji I : Ir I Nyoman Gede Baliarta, M.T.

NIP. : 196509301992031002



(.....)

Tim Penguji II : Ir I Putu Sastra Negara, M.Si.

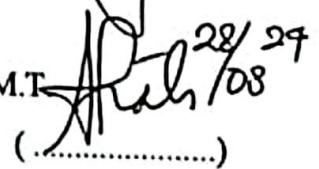
NIP. : 196605041994031003



(.....)

Tim Penguji III : I Made Anom Adiaksa, A. Md., S.T., M.T.

NIP. : 197705212000121001



(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Kadek Budi Artawan  
NIM : 2115223026  
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara  
Judul Proyek Akhir : Pengujian Performansi Pada *Trainer Unit* Sistim  
Refrigrasi Dasar

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila di kemudian hari dibuktikan plagiat Dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang – undangan yang berlaku.

iv

Badung, 19 Agustus 2024



I Kadek Budi Artawan

NIM: 2115223026

iv

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

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 Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T. selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat diselesaikan.
5. Bapak I Gede Artha Negara, ST., MT selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat, dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
6. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulisan hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir.
7. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

8. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
9. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung, 19 Agustus 2024

vi



I Kadek Budi Artawan

## ABSTRAK

*Trainer Unit* Sistem Refrigerasi Dasar merupakan sebuah alat praktik di Politeknik Negeri Bali yang dipergunakan untuk praktek dalam bidang refrigerasi, *Trainer unit* ini menggunakan katup *EPR* untuk mempertahankan penguapan pada evaporator dan juga sebagai pengatur tekanan pada keluaran evaporator untuk tetap sama masuk ke kompresor *trainer unit* ini menggunakan refrigeran R22 sebagai fluida kerjanya *Trainer Unit* sistem Refrigerasi Dasar ini menggunakan 2 evaporator di *box 1* sebagai *freezer* dan *box 2* sebagai *chiller*.

Tujuan pengujian pada *trainer unit* ini di khususkan untuk mendapatkan performansi yang maksimal menggunakan refrigeran R22 sampai temperatur pada *freezer* mencapai  $-18^{\circ}\text{C}$  dan untuk *chiller* mencapai  $5^{\circ}\text{C}$ , oleh karena itu penulis melakukan uji Performansi pada *Trainer Unit* Sistem Refrigerasi ini supaya ada acuan untuk alat praktik bagi mahasiswa dan data yang di dapat bisa digunakan sebagai pedoman untuk pembelajaran.

Hasil dari Pengujian Performansi Pada *Trainer Unit* Sistem Refrigerasi Dasar menggunakan refrigeran R-22 mendapatkan *COP* sebesar 3,78 ,kerja kompresi sebesar 43,8 kJ/kg ,ER *Box 1 (Freezer)* sebesar 162 kJ/kg, ER *Box 2 (Chiller)* sebesar 170,2 kJ/kg, dan Daya Aktual sebesar 364,3 watt.

**Kata kunci:** *Trainer*, Performansi, Refrigerasi

## **ABSTRACT**

*Basic Refrigeration System Trainer Unit is a practical tool at Bali State Polytechnic which is used for practice in the field of refrigeration. This trainer unit uses an EPR valve to maintain evaporation in the evaporator and also as a pressure regulator at the evaporator outlet to remain the same entering the compressor. This trainer unit uses R22 refrigerant as its working fluid. This Basic Refrigeration System Trainer Unit uses 2 evaporators in box 1 as a freezer and box 2 as a chiller.*

*The purpose of testing this trainer unit is specifically to obtain maximum performance using R22 refrigerant until the temperature in the freezer reaches -18°C and for the chiller reaches 5°C, therefore the author conducted a Performance test on this Refrigeration System Trainer Unit so that there is a reference for educational tools for students and the data obtained can be used as a guideline for learning and in the future it is hoped that the use of this tool can be utilized/developed as an educational tool or as a practical material at the Bali State Polytechnic in the field of refrigeration.*

*The results of the Performance Test on the Basic Refrigeration System Trainer Unit using R-22 refrigerant obtained a COP of 3,78 compression work of 43,8 kJ/kg, ER Box 1 (Freezer) of 162 kJ/kg, ER Box 2 (Chiller) of 170,2 kJ/kg, and Actual Power of 364,3 watts.*

**Keywords:** *Trainer, Performance, Refrigeration*



## **KATA PENGANTAR**

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul “Pengujian Performansi Pada *Trainer Unit* Sistim Refrigerasi Dasar” pada tepat waktu. Proyek Akhir ini merupakan prasyarat dalam menyelesaikan pendidikan 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 Proyek Akhir ini.

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

Badung, 19 Agustus 2024

(I Kadek Budi Artawan)

## DAFTAR ISI

<b>PROYEK AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....</b>	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>xv</b>
1.1 Latar Belakang .....	15
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan proyek akhir .....	2
1.5 Manfaat proyek akhir .....	2
1.5.1 Manfaat bagi penulis .....	2
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali .....	3
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian Dasar Refrigerasi.....	4
2.2 Siklus refrigerasi kompresi uap.....	4
2.2.1 Proses Kerja Siklus Kompresi Uap .....	5
2.2.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Dengan <i>Multi Evaporator</i> .....	7
2.2.3 Komponen Utama .....	8
2.2.4 Komponen Pendukung .....	10
2.3 Performansi <i>Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar .....	2
2.3.1 Efek Refrigerasi .....	2
2.3.2 Kerja Kompresi (Wk).....	3
2.3.3 <i>COP (Coefficient Of Performance)</i> .....	3

2.3.4 Kalor Yang Dibuang Pada Kondensor .....	4
2.3.5 Daya Kompresor .....	4
2.3.6 Daya Total .....	4
2.4 Refrigeran R22 .....	6
<b>BAB 3 METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>6</b>
3.1 <i>Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar .....	6
3.2 Tahapan Pengujian .....	7
3.3 Peralatan dan Bahan .....	8
3.4 Alat Ukur.....	9
3.6 Langkah pengambilan data.....	22
3.6.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan.....	24
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	25
4.2 Data dan Pengolahan Data .....	27
4.2.1 Keterangan Data Hasil Pengujian .....	29
4.2.2 Grafik Temperatur Dari Masing Masing Pengukuran.....	30
4.2.3 Grafik Data Pengujian Power.....	34
4.2.4 Grafik Data Pengujian Tekanan .....	35
4.2.5 Diagram P-h <i>Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar.....	37
4.3 Perhitungan kinerja .....	38
4.4 Hasil Kinerja .....	38
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Sifat Refrigeran R22 .....	15
<b>Tabel 3. 1</b> Data Hasil Pengujian.....	25
<b>Tabel 3.2</b> Waktu Pelaksanaan .....	24
<b>Tabel 4.2.1</b> Data pengujian <i>Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar .....	28

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Siklus Kompresi Uap .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Diagram Ph Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	5
<b>Gambar 2. 3</b> Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Dengan <i>Multi Evaporator</i> .....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Diagram ph Siklus Kompresi Uap <i>Multi Evaporator</i> .....	8
<b>Gambar 2. 5</b> Kompresor.....	8
<b>Gambar 2. 6</b> Kondensor.....	9
<b>Gambar 2. 7</b> Katup Ekspansi .....	9
<b>Gambar 2. 8</b> Evaporator.....	10
<b>Gambar 2. 9</b> <i>Filter Dryer</i> .....	10
<b>Gambar 2. 10</b> <i>Katup Selenoid</i> .....	10
<b>Gambar 2. 11</b> <i>Pressure switch</i> .....	1
<b>Gambar 2. 12</b> <i>Fan Motor</i> .....	1
<b>Gambar 2. 13</b> <i>EPR ( Evaporator Pressure Regulator)</i> .....	1
<b>Gambar 2. 14.</b> Refrigeran R22.....	1
<b>Gambar 2. 15</b> Ph diagram R22.....	1
<b>Gambar 3. 1</b> <i>Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar .....	7
<b>Gambar 3. 2</b> Tahapan Pengujian.....	7
<b>Gambar 3. 3</b> Gunting .....	8
<b>Gambar 3. 4</b> Isolasi Kertas .....	8
<b>Gambar 3. 5</b> <i>Tang Ampere</i> .....	9
<b>Gambar 3. 6</b> Thermokopel.....	20
<b>Gambar 3. 7</b> <i>Stop Watch</i> .....	20
<b>Gambar 3. 8</b> <i>Pressure Gauge</i> .....	20
<b>Gambar 3. 9</b> <i>Manifold</i> .....	21
<b>Gambar 3. 10</b> Skema Penempatan Alat Ukur .....	22
<b>Gambar 4. 1</b> <i>Gambar Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar .....	25
<b>Gambar 4. 2</b> Skema Penempatan Alat Ukur .....	26
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Keluar Kompresor T2 .....	30
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik temperatur masuk kompresor .....	30
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik masuk evaporator 1 / T4 .....	31
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Keluar kondensor T3 .....	31
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik Temperatur Keluar Evaporator 1 / T6.....	32

<b>Gambar 4. 8</b>	Grafik temperatur masuk evaporator 2/ T5 .....	32
<b>Gambar 4. 9</b>	Grafik temperatur keluar evaporator 2 / T7.....	33
<b>Gambar 4. 10</b>	Grafik Temperatur Keluar <i>Katup Epr</i> / T8.....	33
<b>Gambar 4. 11</b>	Grafik Temperatur <i>box 1</i> dan <i>box 2</i> .....	34
<b>Gambar 4. 12</b>	Grafik Data Tegangan.....	34
<b>Gambar 4. 13</b>	Grafik Arus .....	35
<b>Gambar 4. 14</b>	Grafik data tekanan tinggi, tekanan rendah dan tekanan pada <i>box 2</i> .....	35
<b>Gambar 4. 15</b>	Grafik Data tekanan <i>katup Epr</i> .....	36
<b>Gambar 4. 16</b>	Gambar diagram P-h R22 <i>Trainer Unit</i> Sistim Refrigerasi Dasar.....	37



POLITEKNIK NEGERI BALI

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

*Trainer Unit* Sistem Refrigerasi Dasar merupakan sebuah alat Praktikum di Politeknik Negeri Bali yang dipergunakan dalam bidang refrigerasi, *Trainer unit* ini menggunakan *katup EPR* untuk mempertahankan penguapan pada evaporator dan juga sebagai pengatur tekanan pada keluaran evaporator untuk tetap sama masuk ke kompresor *trainer unit* ini menggunakan refrigeran R22 sebagai fluida kerjanya *Trainer Unit* sistem Refrigerasi Dasar ini menggunakan 2 evaporator di *box 1* sebagai *freezer* dan *box 2* sebagai *chiller*.

*Trainer unit* ini sebelumnya tidak bisa digunakan karena banyak komponen komponen yang tidak berfungsi dengan baik kabel kabel yang tidak memungkinkan untuk dipakai dan masih banyak lagi yang perlu diganti supaya *trainer unit* ini bisa digunakan untuk pengujian dan sebagai alat untuk praktek maupun pembahasan tentang *trainer unit* tersebut

Penulis melakukan rekondisi terlebih dahulu terhadap *trainer unit* yang sebelumnya masih kurang bagus atau bisa dibilang belum bisa digunakan, setelah itu baru melakukan pengujian jika *trainer unit* sudah selesai di rekondisi, penulis melakukan pengujian dengan mencakup berbagai hal seperti pengujian pada temperatur, tekanan tinggi, tekanan rendah, tegangan (*volt*), dan Ampere. Dengan harapan mendapatkan performansi yang maksimal dan data data yang diperoleh setelah melakukan pengujian bisa menjadi acuan bagi mahasiswa yang melakukan praktek dan kedepannya diharapkan pemakaian dari *trainer unit* ini dapat dimanfaatkan sebagai alat praktik di Politeknik Negeri Bali di bidang refrigerasi.



## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas maka permasalahan yang akan dibahas dalam pengujian performansi trainer unit refrigerasi dasar

1. Bagaimana penggunaan katup *epr* dari *trainer unit* sistim refrigrasi dasar?
2. Bagaimana performansi dari *trainer unit* sistim refrigerasi dasar?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini penulis memberi batasan masalah pada pengujian trainer unit sistim refrigerasi dasar setelah dan sebelum di rekondisi.

## 1.4 Tujuan proyek akhir

Tujuan proyek akhir terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Tujuan Umum:

- a. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

### 2. Tujuan Khusus:

- a. Dapat mengetahui penggunaan *katup epr* dari *trainer unit* sistim refrigrasi dasar.
- b. Dapat mengetahui performansi dari *trainer unit* sistim refrigrasi dasar.

## 1.5 Manfaat proyek akhir

Hasil dari Pengujian Performansi *Trainer Unit* Sistem Refrigerasi Dasar ini di harapkan dapat bermanfaat bagi penulis, industri, masyarakat dan juga instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali

### 1.5.1 Manfaat bagi penulis

Hasil Pengujian ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu – ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek



### **1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali**

Sebagai alat bantu pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang refrigerasi di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.

### **1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat**

Adapun manfaat dari proyek akhir ini bagi masyarakat dalam bidang pengawetan makanan dalam suhu dingin , dan refrigerasi juga dimanfaatkan untuk pengkondisian udara.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari pengujian alat Tugas akhir ini yang berjudul Pengujian Performansi Pada *Trainer Unit* Sistem Refrigerasi Dasar, maka dapat disimpulkan :

*Katup Epr* dapat menyamakan tekanan dari evaporator yang lebih tinggi ke tekanan evaporator yang lebih rendah sehingga tekanan yang masuk ke kompresor dapat disamakan.

Performansi dari *Trainer Unit* Sistem Refrigerasi Dasar ini dapat mencapai suhu  $-18^{\circ}\text{C}$  Untuk Box 1 (*Freezer*) dan  $5^{\circ}\text{C}$  untuk Box 2 (*Chiller*) setelah temperatur tercapai didapatkan 1,8 ampere, Tekanan tinggi setelah temperatur tercapai didapatkan 200 (psi) tekanan rendah mencapai 23 (psi) saat temperatur pada thermostat tercapai, Temperatur *chiller* lebih cepat tercapai dibandingkan dengan temperatur *freezer* dikarenakan target dari temperatur *chiller*  $5^{\circ}\text{C}$  dan *freezer*  $-18^{\circ}\text{C}$  COP dan (*Coefficient Of Performance*) yang didapatkan sebesar 3,78

### 5.2 Saran

Diharapkan untuk mempersiapkan dengan baik alat ukur terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian.



## DAFTAR PUSTAKA

- ASYARI, Nurman. Maintenance evaporator panther 1997 hi grade. 2013.
- Anwar, K., 2010, *Efek Beban Pendingin Terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin*, Universitas Tadulako, Palu.
- Chen, Yie-Tone, et al. "A driver for the single-phase brushless DC fan motor with hybrid winding structure." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 60.10 (2012): 4369-4375.
- Dirja, 2004, *Dasar Mesin Pendingin*, Departemen Pendidikan Nasional, Diakses : Tanggal 02 November 2014.
- Huff, M. A., Nikolich, A. D., & Schmidt, M. A. (1991, June). A threshold pressure switch utilizing plastic deformation of silicon. In *TRANSDUCERS'91: 1991 International Conference on Solid-State Sensors and Actuators. Digest of Technical Papers* (pp. 177-180). IEEE.
- Poernomo, Heroe. "Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin (Air Conditioning) Yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin Kondensor: *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan* 12.1 (2015): 1-8.
- Sumanto, 2004, *Dasar-dasar Mesin Pendingin*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Sahni, Ekneet, et al. "Quantifying drying performance of a filter dryer: Experiments and simulations." *Advanced Powder Technology* 23.2 (2012): 239-249.
- Stoecker, W., F., 1986, *Refrigeran dan Pengkondisian Udara*, Erlangga, Jakarta.
- Wilis., 2013, *Penggunaan refrigeran 22 pada mesin pendingin*, *Jurnal Teknik Mesin*, 8, hal 97-100