

PROYEK AKHIR

**UJI PERFORMANSI TRAINER UNIT REFRIGRATOR
MENGUNAKAN PIPA KAPILER DAN KATUP
EKSPANSI DENGAN REFRIGRAN R-134A**



**Oleh:
I WAYAN ADHI KRISNA SUPUTRA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

PROYEK AKHIR

**UJI PERFORMANSI TRAINER UNIT REFRIGRATOR
MENGUNAKAN PIPA KAPILER DAN KATUP
EKSPANSI DENGAN REFRIGRAN R-134A**



**Oleh:
I WAYAN ADHI KRISNA SUPUTRA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI PERFORMANSI TRAINER UNIT REFRIGRATOR DENGAN MENGUNAKAN ALAT EKSPANSI DAN PIPA KAPILER DENGAN REFRIGRAN R-134a

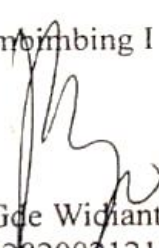
Oleh:

I WAYAN ADHI KRISNA SUPUTRA
NIM: 2115223020

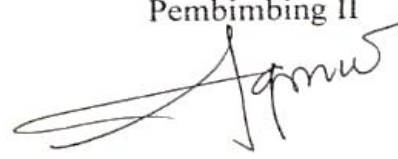
Diajukan sebagai prasyarat dalam menyelesaikan Proyek Akhir
Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I


Ida Bagus Gde Wicantara, ST. MT
NIP.197204282002121001

Pembimbing II


I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T
NIP.197611202003121001

21/8/24

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M. Erg
NIP.196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

UJI PERFORMANSI TRAINER UNIT REFRIGRATOR MENGUNAKAN KATUP EKSPANSI DAN PIPA KAPILER DENGAN REFRIGRAN R-134A

Oleh:
I WAYAN ADHI KRISNA SUPUTRA
NIM: 2115223020

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


Tim Penguji

Tim Penguji I : Prof. Dr. Putu Wijaya Sunu, S.T., M.T.
NIP. : 198006142006041004

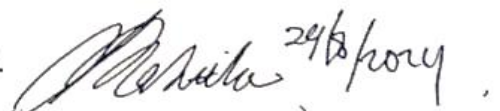
Tanda Tangan


(.....)

Tim Penguji II : Ida Ayu Anom Arsani, S.Si.,M.Pd.
NIP. : 197008191998022001


(.....)

Tim Penguji III : Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, B.S., M.S.
NIP. : 197203012006041025

 24/8/proy
(.....)

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan buku proyek akhir dengan judul : UJI PERFORMANSI TRAINER UNIT REFRIGRATOR MENGGUNAKAN KATUP EKSPANSI DAN PIPA KAPILER DENGAN REFRIGRAN R-134A. Buku proyek akhir ini merupakan prasyarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) di Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa buku proyek akhir ini belum sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempunaan buku proyek akhir yang akan dilaksanakan.

Badung, 23 Agustus 2024



(I Wayan Adhi Krisna Suputra)

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 Wiryanata, ST.,MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, MT, Selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak Ida Bagus Gde Widiantara,ST.MT, 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 PLP 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 Proyek Akhir ini
9. Kakak tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan di program studi D3 Teknik Pendingin dan Tata udara sebagai teman seperjuangan dalam menyelesaikan proposal proyek akhir tahun 2024 ini.

11. Untuk kawan seperjuangan di kelas “B Teknik Pendingin dan Tata Udara” yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Proyek Akhir 2024 ini
12. Serta semua pihak yang berperan penting dalam penyelesaian Proyek Akhir 2024 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, 23 Agustus 2024



(I Wayan Adhi Krisna Suputra)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Wayan Adhi Krisna Suputra
NIM : 2115223020
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek akhir :Uji Performansi Trainer Unit Refrigerator Menggunakan Katup Ekspansi Dan Pipa Kapiler Dengan Refrigeran R-134a

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, 23. Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



I Wayan Adhi Krisna Suputra

NIM :2115223020

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAK	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan proyek akhir.....	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Sistem Refrigrasi dan Kompresi Uap	4
2.2 Komponen – Komponen Trainer Unit Refrigerator	6
2.3 COP (<i>Coefficient of Performance</i>) & Diagram P-h.....	12
BAB 3 METODE PELAKSANAAN.....	14
3.1 Gambaran Umum Trainer Unit Refrigerator Single Evaporator.....	14
3.2 Tahapan Pelaksanaan.....	16
3.3 Alat Ukur Pengujian Trainer Unit Refrigerator	17
3.4 Metode Pelaksanaan Proyek Akhir.....	18
3.5 Metode Pelaksanaan Proyek Akhir.....	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil Pengujian/Pelaksanaan Proyek Akhir.....	20
4.2 Pembahasan	22
4.2.2 Grafik Temperature Unit Refrigerator	36

BAB 5 PENUTUP	39
5.1 Simpulan.....	39
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil Pengukuran.....	19
Tabel 3. 2 Waktu Pelaksanaan Proyek Akhir.....	19
Tabel 4. 1 Data Pipa Kapiler 0,26 - Tanpa Beban Pendinginan	22
Tabel 4. 2 Data Pipa Kapiler 0,26 - Dengan Beban Pendinginan.....	25
Tabel 4. 3 Data Pipa Kapiler 0,28 - Tanpa Beban Pendinginan	28
Tabel 4. 4 Data Pipa Kapiler0,28 - Dengan Beban Pendinginan.....	30
Tabel 4. 5 Data Pipa Katup Ekspansi Dengan Beban Pendinginan.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Kompresi Uap.....	5
Gambar 2. 2 Kompresor	6
Gambar 2. 3 Kondensor.....	7
Gambar 2. 4 Katup Ekspansi Termostatik	8
Gambar 2. 5 Pipa Kapiler	8
Gambar 2. 6 Evaporator.....	9
Gambar 2. 7 Filter.....	9
Gambar 2. 8 Overload Kulkas	10
Gambar 2. 9 PTC Kulkas.....	10
Gambar 2. 10 Termostat	11
Gambar 2. 11 Refrigerant	12
Gambar 2. 12 Diagram P-h.....	13
Gambar 3. 1 Instalasi Pemipaan Trainer Unit Refrigerator.....	15
Gambar 3. 2 Tahapan Pelaksanaan	16
Gambar 3. 3 Alat Ukur Otomatis Berbasis Arduino	17
Gambar 3. 4 Manifold gauge.....	17
Gambar 3. 5 Tang Ampere.....	17
Gambar 3. 6 Thermo meter.....	18
Gambar 4. 1 Trainer Unit Refrigerator dan Komponenya.....	20
Gambar 4. 2 Pemipaan dan Penempatan Alat Ukur	21
Gambar 4. 3 Diagram P - h Pipa Kapiler 0,26 - Tanpa Beban.....	23
Gambar 4. 4 Nilai entalphi Pipa Kapiler 0,26 Tanpa Beban	24
Gambar 4. 5 Nilai COP Coolpack Pipa Kapiler 0,26 tanpa beban	24
Gambar 4. 6 Diagram P-h Pipa Kapiler 0,26 Dengan Beban	26
Gambar 4.7 Entalphi Pengujian Pipa Kapiler 0,26 Dengan Beban Pendinginan	26
Gambar 4. 8 Nilai COP Coolpack Pipa Kapiler 0,26 dengan beban	27
Gambar 4. 9 Diagram P-h Pengujian 1 Kapiler 0,28 Tanpa Beban Pendinginan	28
Gambar 4. 10 entalphi pengujian pipa Kapiler 0,28 Tanpa Beban Pendinginan	29
Gambar 4. 11 Nilai COP Pipa Kapiler 0,28 Tanpa Beban Pendinginan.....	29
Gambar 4. 12 Diagram P-h Pengujian Kapiler 0,28 Dengan Beban	31
Gambar 4. 13 entalphi pengujian pipa Kapiler 0,28 Dengan Beban Pendingin.. ..	31
Gambar 4. 14 Nilai COP Pipa Kapiler 0,28 Dengan Beban Pendinginan	32
Gambar 4. 15 Diagram P-h katup ekspansi tanpa beban	33
Gambar 4. 16 Nilai COP Coolpack Katup Ekspansi Tanpa Beban Pendinginan	34
Gambar 4. 17 Diagram P-h Katup Ekspansi Dengan Beban Pendinginan.....	35
Gambar 4. 18 Nilai COP Katup Ekspansi Dengan Beban Pendinginan.....	36
Gambar 4. 19 Grafik Perbandingan Temperatur Tanpa Beban.....	36
Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Temperatur dan Beban pendinginan.....	37

Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Temperatur TEM Tanpa dan Dengan Beban Pendinginan 38

ABSTRAK

Mesin refrigerator terdiri dari beberapa komponen penting antara lain: Kompresor, kondensor, alat ekspansi, dan evaporator. Kompresor digunakan untuk mengkompresikan uap refrigeran ke alat. Alat ekspansi merupakan salah satu komponen utama yang berfungsi menurunkan tekanan refrigeran sehingga temperature refrigeran juga ikut turun, pengujian yang kami lakukan yaitu membandingkan hasil temperatur dan cop dari pipa kapiler dan katup ekspansi termostatik (TEM). Pengambilan data kami lakukan dengan setiap 5 menit selama 60 menit (1 jam) pengujian ini bertujuan untuk membandingkan kecepatan dari setiap alat ekspansi dalam mencapai temperature kabin 5°C dan melihat berapa *Coefficient of Performance* (COP). Hasil Pengujian Kapiler 0,26 tanpa beban Tercapai COP 4,2 temperatur 4,60°C (20 menit), 0,26 dengan beban COP (4,2) temperatur tercapai 5,07 (55 menit), 0,28 tanpa beban tercapai COP (3,6) dan temperatur 5°C (55 menit), 28 dengan beban, tercapai COP (4.07) temperatur 6°C (60 menit), TEM tanpa beban temperatur tercapai 26,19°C (60 menit), TEM dengan beban temperatur tercapai 26,73 (60 menit)

Kata kunci: Pipa Kapiller, Katup Ekspansi Termostatik, COP, Temperature.

ABSTRACT

The refrigerator machine consists of several important components, including: compressor, condenser, expansion device and evaporator. The compressor is used to compress refrigerant vapor into the device. The expansion device is one of the main components whose function is to reduce the pressure of the refrigerant so that the temperature of the refrigerant also decreases. The test we carried out was comparing the temperature and cup results of the capillary pipe and thermostatic expansion valve (TEM). We collected data every 5 minutes for 60 minutes (1 hour). This test aims to compare the speed of each expansion device in reaching a cabin temperature of 5°C and see what the Coefficient of Performance (COP) is. Capillary Test Results 0.26 without load achieved COP 4.2 temperature 4.60oC (20 minutes), 0.26 with load COP(4.2) achieved temperature 5.07 (55 minutes), 0.28 without load achieved COP (3.6) and temperature 5°C (55 minutes), 28 with load, achieved COP (4.07) temperature 6°C (60 minutes), TEM without load temperature achieved 26.19°C (60 minutes), TEM with load temperature achieved 26.73 (60 minutes)

Keywords: Capillary Pipe, Thermostatic Expansion Valve, COP, Temperatur

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan teknologi semakin pesat bagi kehidupan manusia. Kemajuan teknologi juga mempengaruhi kebutuhan manusia yang ditandai dengan meningkatnya kualitas hidup, salah satunya adalah kebutuhan akan penyimpanan makanan untuk menjaga makanan tetap layak untuk dikonsumsi bahkan setelah berminggu-minggu makanan tersebut disimpan. Refrigerator adalah salah satu alat bantu yang berfungsi sebagai alat pendinginan makanan, minuman dan lain-lain. Suhu dingin pada refrigerator akan memperlambat pertumbuhan bakteri pembusuk pada makanan sehingga makanan yang disimpan pada refrigerator dapat bertahan lebih lama. Refrigerator adalah alat untuk mengubah suhu ruangan tertutup sampai mencapai temperature dibawah temperature lingkungan menggunakan sistem kompresi uap, refrigerator melakukan penyerapan panas pada suhu yang rendah secara terus menerus, untuk memindahkan kalor panas dari dalam ruang tertutup dibutuhkan suatu fluida penukar kalor yang disebut dengan Refrigeran. Komponen utama alat refrigerator yaitu Kompresor, Kondensor, Alat Ekspansi, dan Evaporator.

Alat Ekspansi merupakan salah satu komponen utama pada alat refrigerator yang memiliki fungsi untuk menurunkan tekanan refrigerant yang masuk ke evaporator sehingga temperature juga ikut turun. Ada dua jenis alat ekspansi yang akan digunakan pada rancangan alat trainer unit ini yaitu pipa kapiler dengan diameter yang berbeda (0,26 inch + 0,28 inch) dan katup ekspansi termostatik menurut (Raja Siregar et al., 2016) salah satu cara meningkatkan kinerja sistem refrigerasi adalah mengganti alat ekspansinya.

Dari hasil penelitian tersebut, maka kami terinspirasi untuk mengkaji lebih lanjut mengenai pengaruh dari penggunaan katup ekspansi dan pipa kapiler terhadap performansi kinerja rancangan trainer unit refrigerator. Hal yang ingin dicapai dalam pengujian ini yaitu mengetahui performa maksimal yang dapat

dicapai alat trainer unit refrigerator saat menggunakan pipa kapiler dan katup ekspansi sebagai alat penurun tekanan refrigeran.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut. “Bagaimana pengaruh dari penggunaan katup ekspansi dan pipa kapiler dengan diameter berbeda yaitu 0,26 inch + 0,28 inch terhadap performansi kinerja rancangan trainer unit refrigerator dengan dan tanpa adanya beban pendinginan.”?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan saya gunakan dalam penulisan peroposal TA ini yaitu:

1. Pipa kapiler yang digunakan trainer unit refrigerator berbahan tembaga berdiameter 0,28 inch dan 0,26 inch dengan panjang 200cm
2. Katup ekspansi yang digunakan pada trainer unit refrigerator yaitu katup ekspansi termostatik.
3. Jenis refrigeran yang digunakan trainer unit refrigerator yaitu R-134a
4. Besar kompresor yang digunakan trainer unit refrigerator yaitu 1/8PK

1.4 Tujuan proyek akhir

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

1. Tujuan Umum:
 - a. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.
 - b. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.

- c. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh dibangku kuliah dan menerapkan kedalam bentuk pengujian performansi pada sistem yang telah dirancang.

2. Tujuan Khusus:

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan katup ekspansi termostatik dan pipa kapiler yang memiliki diameter yang berbeda yaitu (0,26 inch + 0,28 inch) dengan Panjang 200cm terhadap performansi kinerja rancangan trainer unit refrigerator.

1.5 Manfaat Proyek Akhir

. Adapun manfaat yang didapat setelah melakukan pengujian pengaruh penggunaan katup ekspansi dan pipa kapiler terhadap performansi kinerja pendinginan pada rancangan trainer unit refrigerator adalah sebagai berikut:

a. Bagi penulis

1. Dengan melakukan pengujian ini maka dapat menyelesaikan proyek akhir agar nantinya diharapkan menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa sehingga nantinya dapat diaplikasikan dilapangan maupun di Masyarakat.
2. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang sistem pendinginan unit refrigerator.
3. Dapat dipakai sebagai dasar atau landasan untuk penelitian selanjutnya.

b. Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Menambah informasi di perpustakaan Politeknik Negeri Bali
2. Sebagai bahan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Pendingin dan tata Udara yang dikemudian hari dapat dikembangkan lebih lanjut.

c. Bagi masyarakat

1. Hasil pengujian dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat mengenai unit refrigerator.
2. Dari penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah dalam meningkatkan sistem kerja refrigerator.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari data pengujian kinerja dari Trainer Unit Refrigerator dengan menggunakan 2 pipa kapiler dengan diameter yang berbeda dan katup ekspansi termostatik dengan besar kompresor 1/8pk. Didapatkan penggunaan pipa kapiler dengan diameter yang lebih kecil yaitu 0,26 inch jauh lebih baik daripada 0,28 inch, dari data pengujian diatas memang pipa kapiler dengan diameter 0,28 inch mampu untuk mencapai temperature yang sama dengan pipa kapiler dengan diameter 0,26 inch tetapi waktu pencapaian pipa kapiler dengan diameter yang lebih besar lebih lama dalam mencapai temperature yang telah ditentukan. Disimpulkan pipa kapiler dengan diameter lebih kecil jauh lebih baik digunakan pada pendinginan berkapasitas kecil, meski pipa kapiler dengan diameter lebih besar masih bisa digunakan pada sistem ini tetapi waktu dan efektifitasnya tidak lebih baik untuk kompresor dengan besar 1/8pk.

Dan untuk katup ekspansi termostatik tidak ada penurunan temperatur yang signifikan terjadi disini bahkan jauh lebih buruk dari pipa kapiler 0,28 inch, karena setelah kami lakukan pengujian katup ekspansi termostatik memiliki kinerja yang sangat buruk pada unit refrigerator dengan kapasitas yang kecil, dikarenakan tekanan kompresor tidak mencukupi untuk menggapai minimal tekanan yang dibutuhkan katup ekspansi yaitu sebesar ± 25 psi dan tekanan kompresor kami hanya sebesar ± 10 psi dari hasil penelitian ini kami sangat tidak merekomendasikan penggunaan katup ekspansi termostatik dan lebih merekomendasikan penggunaan pipa kapiler dengan diameter paling kecil maksimal 0,28 inch, untuk alat pendingin bersekala kecil/memiliki besar kompresor 1/8pk guna mengurangi pemborosan energi.

5.2 Saran

. Sebaiknya saat kita ingin memilih alat ekspansi untuk alat pendingin kita harus memastikan tekanan kerja minimum dari alat ekspansi yang ingin kita pakai dan menyesuaikanya dengan besar kompresor yang kita punya guna menghindari penurunan performa dari alat pendingin yang kita miliki.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, Z. D. (2017). Analisa Kinerja Mesin Refrigerasi Rumah tangga Dengan Variasi Refrigeran. *Jurnal Teknologi Terapan*, 3, 7-11.
- Anshori, G. (2024, februari 12). *Cara Menghitung COP menggunakan Diagram PH*. Retrieved from <https://www.pojokdingin.com/2021/12/Cara-Menghitung-COP-menggunakan-Diagram-PH.html>
- Gritis Al hasbi MM, U. B. (2016). Analisa Unjuk Kerja Desain Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Pada Kapal Ikan Ukuran 5 GT Di Wilayah Rembang. *Jurnal teknik Perkapalan*, 4, 768-778.
- Izzuddin Ali Raja Siregar, A. A. (2016). Pengaruh Katup Ekspansi Termostatik Dan Pipa Kapiler Terhadap Temperatur Dan Tekanan Pada Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran HCR-134A. *Jom FTEKNIK*, 3, 1-5.
- Putra, A. S. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Dimensi Pipa Kapiler Pada Sistem Air Conditioning Dengan Pre-Cooling. *Jurnal Teknik ITS*, 5, 918-923.
- Raidinata A.Sipayung, H. A. (2019). Rancang Bangun Solar Cold Storage Dengan Kapasitas 10 Kilogram. *Jurnal Dinamis*, 7, 11-20.
- Roy Irama, P. A. (2018). Analisa Unjuk Kerja Modifikasi Dispenser Menjadi Air Conditioning (AC) Portabel Yang Menggunakan Freon R-134A Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pada Evaporator Terhadap Suhu Pendinginan Ruang. *Jurnal Teknik Mesin*, 1-11.
- Sri Poernomo Sari, T. A. (2016). Kajian awal analisa kalor buang kondensor pendingin ruangan sebagai sumber energi listrik alternatif. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9, 154-160.