

PROYEK AKHIR

**PERANCANGAN *TRAINER UNIT REFRIGERATOR*
MENGUNAKAN KATUP EKSPANSI DENGAN
REFRIGERAN R134a**



Oleh:
I MADE ANDIKA PUTRA

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

PROYEK AKHIR

**PERANCANGAN *TRAINER UNIT REFRIGERATOR*
MENGUNAKAN KATUP EKSPANSI DENGAN
REFRIGERAN R134a**



Oleh:
I MADE ANDIKA PUTRA

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN *TRAINER UNIT REFRIGERATOR*
MENGUNAKAN KATUP EKSPANSI DENGAN
REFRIGERAN R134a**

Oleh:
I MADE ANDIKA PUTRA
NIM: 2115223019

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

Disetujui oleh:

Pembimbing I /

Ida Bagus Gde Widiyantara, ST . MT
NIP. 197204282002121001

Pembimbing II

Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si
NIP. 196605041994031003



Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN *TRAINER UNIT REFRIGERATOR* MENGUNAKAN KATUP EKSPANSI DENGAN REFRIGERAN R134a

Oleh:
I MADE ANDIKA PUTRA
NIM: 2115223019

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

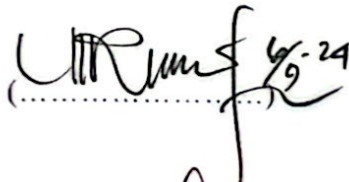
Tim Penguji

Tanda Tangan

Penguji I : Ir. I Wayan Adi Subagia, MT
NIP. : 196211241990031001


(.....)

Penguji II : Prof Dr. Ir. I Made Rasta M.Si
NIP. : 196506171992031001


(.....) 6-24

Penguji III : Dr. Drs. I Ketut Darma, M.Pd
NIP. : 196112311992031008


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Made Andika Putra
NIM : 2115223019
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Perancangan Trainer Unit Refrigerator Menggunakan Katup Ekspansi Dengan Refrigeran R134a

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-undang yang berlaku.

Badung, 19 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



I Made Andika Putra

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku 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 terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., Me.Com, 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, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata udara Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak Ida Bagus Gde Widianara, ST. MT, selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si, selaku dosen pembimbing- 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta viayingvikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian 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 menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun ini yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian proyek akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Badung, 19 Agustus 2024


I Made Andika Putra

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Perancangan Trainer Unit Refrigerator Menggunakan Katup Ekspansi Dengan Refrigeran R134a tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan Diploma III 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 penyempurnaan proyek akhir yang akan dilaksanakan.

Badung, 19 Agustus 2024



I Made Andika Putra

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
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
1.4.1 Tujuan Umum:	2
1.4.2 Tujuan Khusus:	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Refrigerasi.....	4
2.2 Siklus Kompresi Uap.....	4
2.2.1 Sistem Refrigerator	6
2.2.2 Komponen Utama Refrigerator	6
2.3 Komponen Tambahan Unit Refrigerator	10
2.4 Refrigeran	14
2.5 COP (<i>Coefficient of Performance</i>).....	15
2.6 P-h Diagram.....	17
BAB III METODE PELAKSANAAN	19
3.1 Ruang lingkup/gambaran umum proyek akhir	20
3.2 Tahapan Pelaksanaan	21

3.3 Peralatan dan Bahan	22
3.4 Alat Ukur dan Komponen-komponen.....	25
3.5 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil perancangan trainer unit refrigerator	27
4.1.1 Proses dan tahapan perancangan trainer unit refrigerator.....	28
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Data hasil pengujian.....	32
BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus refrigerasi kompresi uap	5
Gambar 2.2	Kompresor	7
Gambar 2.3	Kondensor	8
Gambar 2.4	Katup ekspansi thermostatic	10
Gambar 2.5	Evaporator	10
Gambar 2.6	<i>Filter</i>	11
Gambar 2.7	<i>Relay</i>	11
Gambar 2.8	<i>Overload Motor Protector</i>	11
Gambar 2.9	<i>Thermostat</i>	12
Gambar 2.10	Lampu Kulkas	12
Gambar 2.11	<i>Receiver dryer</i>	13
Gambar 2.12	<i>Valve</i>	13
Gambar 2.13	Saklar lampu.....	13
Gambar 2.14	Refrigeran.....	15
Gambar 2.15	P-h diagram	17
Gambar 3.1	Gambaran umum proyek akhir	19
Gambar 3.2	Perancangan menggunakan katup ekspansi termostatik.....	19
Gambar 3.3	Diagram Alur	20
Gambar 3.4	<i>Tubbing cutter</i>	21
Gambar 3.5	<i>Swagging Tool</i>	21
Gambar 3.6	<i>Manifold Gauge</i>	22
Gambar 3.7	Alat Las	22
Gambar 3.8	Kawat las tembaga.....	23
Gambar 3.9	Kunci inggris	23
Gambar 3.10	Kunci allen atau kunci L	23
Gambar 3.11	Pompa Vakum.....	24
Gambar 3.12	<i>Thermocouple</i>	24
Gambar 3.13	<i>Tang ampere</i>	25
Gambar 3.14	<i>Stop Watch</i>	25
Gambar 4.1	Hasil perancangan trainer unit refrigerator.....	27

Gambar 4.2	Gambar pemipaan.....	28
Gambar 4.3	Proses brazing.....	29
Gambar 4.4	Pemasang naple	29
Gambar 4.5	Proses vakum.....	30
Gambar 4.6	Pengecekan kebocoran	30
Gambar 4.7	Pengisian refrigeran.....	31
Gambar 4.8	P-h diagram tanpa beban.	32
Gambar 4.9	Hasil COP berdasarkan hasil perhitungan dengan coolpack	33
Gambar 4.10	Hasil enthalpy berdasarkan perhitungan coolpack	33
Gambar 4.11	P-h diagram dengan beban	34
Gambar 4.12	Hasil COP berdasarkan hasil perhitungan dengan coolpack	35
Gambar 4.13	Grafik temperatur cabim tanpa beban dan dengan beban.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil data pengujian tanpa beban.....	32
Tabel 4. 2 Hasil data pengujian dengan beban.....	34

ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah trainer unit refrigerator *single evaporator* yang dilengkapi dengan katup ekspansi dan menggunakan refrigeran R134a. Trainer unit ini dirancang untuk memberikan pemahaman tentang prinsip kerja sistem refrigerasi serta komponen-komponennya, termasuk katup ekspansi termostatik, yang berperan penting dalam mengatur aliran refrigeran dalam menjaga efisiensi sistem. Desain trainer ini melibatkan analisis sistem refrigerasi, pemilihan komponen, perancangan dan pengujian untuk memastikan kinerjanya. Dengan menggunakan refrigeran R134a, yang dikenal ramah lingkungan dan memiliki performa termal yang baik, trainer ini bertujuan untuk menjadi alat edukasi yang efektif dalam pendidikan vokasi dibidang teknik refrigerasi dan tata udara.

Adapun hasil dari proyek akhir ternyata katup ekspansi tidak dapat bekerja dengan baik mengingat spesifikasi dari kompresor dan katup ekspansi termostatik yang mempunyai karakteristik yang sangat berbeda. katup ekspansi termostatik akan bekerja dengan baik ketika kompresor mempunyai kemampuan tekanan di atas 20 psi.

Kata kunci : *Trainer unit, refrigerator single evaporator, katup ekspansi*

ABSTRACT

This final project aims to design and develop a single evaporator refrigerator trainer unit equipped with an thermostatic expansion valve and using R134a refrigeran. This trainer unit is designed to provide an understanding of the working principles of the refrigeration sistem and its components, including the expansion valve, which plays an important role in regulating refrigeran flow in maintaining sistem efficiency. The design includes refrigeration sistem analysis, component selection, design and testing to ensure its performance. By using R134a refrigeran, which is known to be environmentally friendly and has good thermal performance, this trainer aims to be an effective educational tool in vocational education in the field of refrigeration and air conditioning engineering.

As for the results of the final project, it turns out that thermostatic expansion valve cannot work properly considering that the specifications of the compressor and thermostatic expansion valve have very different characteristics. The thermostatic expansion valve will work well when the compressor has a pressure capability above 20 psi.

Keywords: trainer unit, single evaporator refrigerator, expansion valve.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi mesin pendingin saat ini sangat mempengaruhi kehidupan dunia modern, tidak hanya terbatas untuk peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga sudah menyentuh hal-hal esensial penunjang kehidupan manusia. Mesin pendingin adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan. Mesin pendingin yang paling banyak digunakan saat ini adalah mesin pendingin yang beroperasi dengan siklus kompresi uap (SKU). Mesin pendingin siklus kompresi uap memiliki empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, evaporator dan alat ekspansi.

Alat ekspansi merupakan komponen yang pengontrol yang mengatur laju aliran refrigeran pada sistem refrigerasi yang terletak diantara sisi yang bertekanan tinggi dan sisi yang bertekanan rendah. Katup ekspansi termostatik adalah jenis katup yang paling banyak digunakan, karena efisiensinya tinggi dan mudah diadaptasikan dengan berbagai aplikasi refrigerasi. Bagian utama katup ekspansi termostatik adalah katup jarum dan dudukannya, diafragma, *remote bulb* yang berisi refrigeran cair, dilengkapi dengan pipa kapiler yang langsung terhubung ke diafragma, dan pegas yang dapat diatur tekanannya melalui sekrup pengatur tekanan. (Suryono, 2009), menyatakan bahwa kinerja mesin dengan katup ekspansi lebih baik dibanding pipa kapiler. Penggunaan katup ekspansi termostatik akan memberikan tekanan dan temperatur kerja yang lebih rendah dibanding pipa kapiler. Artinya penggunaan katup ekspansi termostatik akan memberikan pendinginan yang lebih baik dibanding penggunaan pipa kapiler. (Jackson B. Marcinichen, 2006) telah membandingkan antara pipa kapiler dan katup ekspansi termostatik pada kulkas, dimana terdapat penghematan listrik pada penggunaan katup ekspansi termostatik pada beban pendinginan berbeda.

Refrigeran merupakan komponen penting siklus refrigerasi karena

menimbulkan efek pendinginan dan pemanasan pada mesin refrigerasi. R-134a (HFC-134a) dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan refrigeran yang ramah lingkungan yang akan digunakan pada aplikasi mesin pendingin dengan suhu rendah hingga menengah. R-134a digunakan sebagai pengganti jangka panjang R-12 dalam peralatan mesin pendingin produksi terbaru.

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh alat ekspansi, yaitu jenis katup ekspansi termostatik (KET) pada mesin pendingin siklus kompresi uap terhadap perubahan temperatur dan tekanan yang mungkin terjadi pada sistem pendingin sehingga juga ikut mempengaruhi efisiensi energi dan performansi dari mesin pendingin siklus kompresi uap tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan dari latar belakang, penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Bagaimana rancangan refrigerator (kulkas) *single evaporator* dengan mempergunakan katup ekspansi termostatik?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan katup ekspansi termostatik terhadap performansi refrigerator?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup materi tidak meluas dan lebih terarah maka penulis membatasi masalah. Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Perancangan trainer unit katup ekspansi memiliki besar kompresor 1/8 PK.
2. Jenis refrigeran yang digunakan pada trainer unit refrigerator tersebut, yaitu R134a.
3. Katup ekspansi yang digunakan trainer unit menggunakan katup ekspansi termostatik.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

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

1.4.1 Tujuan Umum:

Tujuan umum yang ingin dicapai oleh penulis dalam Proyek Tugas Akhir, yaitu :

- a. Untuk memenuhi persyaratan akademik dalam penyelesaian Pendidikan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

- b. Untuk mempertajam pengetahuan secara teori maupun praktek yang kita miliki selama mengikuti perkuliahan di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- c. Untuk menguji ilmu pengetahuan yang telah diperoleh dalam perkuliahan dan menerapkan ke dalam bentuk perencanaan.

1.4.2 Tujuan Khusus:

Tujuan khusus yang ingin dicapai oleh penulis dalam Proyek Tugas Akhir, yaitu :

- a. Dapat mengetahui rancangan refrigerator dengan mempergunakan katup ekspansi thermostatik.
- b. Mengetahui pengaruh penggunaan katup ekspansi thermostatik terhadap performansi refrigerator.

1.5 Manfaat Proyek Akhir

A. Penulis

Menambah wawasan mengenai alat refrigerasi khususnya pemanfaatan unit refrigerator.

B. Institusi

Karena tugas akhir ini tidak hanya melakukan pengujian saja melainkan memodifikasi unit refrigerator.

C. Masyarakat

Manfaat bagi masyarakat menggunakan refrigerator atau kulkas, yaitu selain menjaga makanan tetap segar, penyimpanan obat, mendinginkan minuman, menghindari pembusukan makanan, kulkas juga dapat berkontribusi dalam estetika dan desain ruangan dengan berbagai pilihan desain yang elegan dan modern.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Dari perancangan refrigerator dengan menggunakan katup ekspansi termostatik tidak dapat bekerja dengan baik dikarenakan kompresor tidak mampu memberikan tekanan kepada katup ekspansi termostatik.
2. 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

Dalam penyusunan proyek akhir ini penulis mempunyai beberapa saran kepada pembaca untuk diperbandingkan/diketahui adalah sebagai berikut:

1. Memakai kompresor yang tekanan lebih besar minimal 20 psi agar katup ekspansi termostatik bisa bekerja lebih baik.
2. Lakukan setiap pengerjaan pemasangan komponen dengan hati-hati dan perhatikan selalu kesehatan dan keselamatan kerja (K3).
3. Dalam pengambilan data saat melakukan pengujian, haruslah dilakukan dengan tepat waktu agar data yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dossat. (1981). Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Dan Unjuk Kerja Kondensor Pada Sistem Pendingin (Air Conditioning) Yang Menggunakan Freon R134A Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin . *Bina Teknikal, Vol.11, No. 2, Desember 2015*.
- Haryadi, A. M. (2015). Rancang Ulang Refrigerator Satu Pintu Untuk Optimasi Kinerja Dan Efisiensi Harga. *Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, 97-103*.
- Hidayat, A. F. (2017). Analisa Performansi Refrigerator Double Sistem. *Majalah Ilmiah Momentum, 11-18*.
- Jackson B. Marcinichen, d. C. (2006). Comparative Analysis Between a Capillary Tube and an Electronic Expansion Valve in Household Refrigerator, International Refrigeration and Air Conditioning Conference. *Purdue University*.
- Kurniawan, D. E. (2013). Pengaruh Penambahan Subcooling Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Dengan Refrigeran Musicool (MC-22). *Skripsi Konsentrasi Konversi Energi, 23-25*.
- Safto, H. a. (2008). Konsep Dasar Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Pada Seed Storage . *Politeknik Negeri Bandung*.
- Santoso, W. (n.d.). *Komponen Kulkas Dan Fungsinya*. Retrieved from Klinik tekno: https://kliniktekno.com/komponen-kulkas-dan-fungsinya/#google_vignette
- Siswapedia, T. (2022, Juni 27). *Bagian Bagian Kulkas*. Retrieved from Siswapedia.com: <https://www.siswapedia.com/bagian-bagian-kulkas/>
- Suryono., A. F. (2009). Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Pipa Kapiler dan Katup Ekspansi. *Jurnal Teknosia, 34-39*.

Sutisno, A. F. (2015). Analisis Perbandingan Kinerja Menggunakan Refrigeran R134A Dan Refrigeran R404A Pada Mesin Bar Ice Cream Manual Maker. *Jurnal Teknologi Pendingin Dan Tata Udara Politeknik Sekayu (PETRA)*, 28-43.