

TUGAS AKHIR
ANALISA PERFORMA SISTEM REFREGERASI KOMPRESI
UAP MENGGUNAKAN DOBEL KATUP DISUSUN SECARA
PARALEL DENGAN REFRIGERAN MC 134



Diusulkan oleh:

Avin Tri Handoko (15.0503.0035)

Miftakhul Umam (14.0503.0012)

D3 MESIN OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2018

TUGAS AKHIR

ANALISA PERFORMA SISTEM REFREGERASI KOMPRESI UAP MENGGUNAKAN DOBEL KATUP DISUSUN SECARA PARALEL DENGAN REFRIGERAN MC 134

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
Program Studi Teknik Otomotif Jenjang Diploma 3 (D-3) Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang**



Diusulkan oleh:

Avin Tri Handoko (15.0503.0035)

Miftakhul Umam (14.0503.0012)

**D3 MESIN OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2018**

HALAMAN PENEGASAN

Tugas Akhir/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Avin Tri Handoko

NPM : 15.0503.0035

Nama : Miftakhul Umam

NPM : 14.0503.0012

Magelang, 7 Agustus 2018



Avin Tri Handoko

15.0503.0035



Miftakhul Umam

14.0503.0012

PERNYATAAN KEASLIAN/PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Avin Tri Handoko

NPM : 15.0503.0035

Nama : Miftakhul Umam

NPM : 14.0503.0012

Judul Tugas Akhir : “ANALISA PERFORMA SISTEM REFREGERASI
KOMPRESI UAP
MENGUNAKAN DOUBLE KATUP YANG DIPASANG PARALEL
DENGAN MENGGUNAKAN REFRIGERAN MC 134”

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Magelang. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Magelang, 7 Agustus 2018

Yang menyatakan



Avin Tri Handoko

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISA PERFORMA SISTEM REFREGERASI KOMPRESI UAP MENGGUNAKAN DOBEL KATUP DISUSUN SECARA PARALEL DENGAN REFRIGERAN MC 134

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Avin Tri Handoko
NPM. 15.0503.0035

Miftakhul Umam
NPM. 15.0503.0012

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 8 Agustus 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

Bagivo Condro Purnomo, ST, M.Eng
NIDN. 0617017605

Pembimbing II

Budi Waluyo, ST, MT
NIDN. 0627057701

Penguji I

Suroto Munahar, ST., M.T.
NIDN. 0620127805

Penguji II

Drs.H.Noto Widodo, M.Pd
NIDN. 0001115105

Tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Pada Tanggal 8 Agustus 2018

Dekan



Yon Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D

NIK. 987408139

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat nikmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.

Penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi ini banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih kepada :

1. Bagiyo Condro Purnomo, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan tugas akhir ini;
2. Budi Waluyo, MT selaku dosen pembimbing pendamping yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan tugas akhir ini;
3. Beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan;
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral. Dan,
5. Para sahabat yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga Tugas Akhir/Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Magelang, 7 Agustus 2018



Avin Tri Handoko

15.0503.0035



Miftakhul Umam

14.0503.0012

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN KULIT MUKA	i
HALAMAN PENEGASAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN/PLAGIAT	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Review Penelitian Yang Relevan.....	4
B. Landasan Teori.....	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
A. Jenis Penelitian.....	14
B. Waktu dan Tempat Penelitian	14
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	14
D. Jalannya Penelitian.....	15
E. Set Up Penelitian.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. Data Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	17
A. Kesimpulan	17
B. Saran.....	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Alat Dan Bahan.....	14
Tabel 4. 1 Tabel Rekapitulasi Data Pengujian Temperatur Dobel Katup.....	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4. 2 Tabel Rekapitulasi Pengujian Temperatur Katup TEV	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4. 3. Perbandingan COP.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Proses ekspansi.	2
Gambar 1. 2. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Singel Katup	2
Gambar 1. 3. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Dobel Katup.....	3
Gambar 2. 1. Proses Refrigerasi Kompresi Uap.	5
Gambar 2. 2. Sistem Refrigerasi Absorpsi.....	7
Gambar 2. 3. Sistem Pendingin Thermoelectric.....	8
Gambar 2. 5. Kompresor.	10
Gambar 2. 6. Kondensor.....	10
Gambar 2. 7. Katup Ekspansi.	11
Gambar 2. 8. Evaporator.	12
Gambar 3. 1. Alur Penelitian.	15
Gambar 3. 2. Set up penelitian.	16
Gambar 4. 1. Refrigerasi Dobel Katup Beban Pendinginan 1.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2. Plot Ph Diagram Mc 134 Dobel Katup Beban Pendinginan 2.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3. Refrigerasi Dobel Katup Beban Pendinginan 3.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4. Refrigerasi Katup TEV Beban Pendinginan 1.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5. Refrigerasi Katup TEV Beban Pendinginan 2.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6. Refrigerasi Katup TEV Beban Pendinginan 3.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7. Perbandingan Efek Refrigerasi. ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8. Perbandingan Kerja Kompresor....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 9. Perbandingan COP.	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 data tekanan dan temperatur dobel katup. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2 data tekanan dan temperatur dobel katup. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3 3 tekanan dan temperatur katup tev. ...**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4 ph diagram mc 134 dan kontruksi sistem refrigerasi kompresi uap dobel katup dan tev.**Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK

ANALISA PERFORMA SISTEM REFREGERASI KOMPRESI UAP MENGUNAKAN DOBEL KATUP DISUSUN SECARA PARALEL DENGAN REFRIGERAN MC 134

Nama : Avin Tri Handoko Miftakhul Umam
Program Studi : D3 Mesin Otomotif
Pembimbing : 1. Bagiyo Condro Purnomo, ST., M.Eng
2. Budi Waluyo, MT

Sebuah parameter untuk mengukur performa sistem udara adalah COP, yaitu membandingkan efek refrigerasi yang dibangkitkan oleh evaporator terhadap kerja yang dilakukan kompresor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Performa katup ekaspansi dengan menggunakan dobel katup yang disusun secara paralel pada sistem refrigerasi yang menggunakan refregeran MC-134. Pengujian dilakukan dengan membandingkan penggunaan katup ekspansi jenis TEV dengan menggunakan dobel katup yang disusun secara paralel. Data penelitian diambil dengan mengukur tekanan dan temperatur pada masing masing komponen-komponen sistem refrigerasi kompresi uap. Hasil pengukuran kemudian digambarkan pada ph diagram mc 134, dengan demikian dapat diketahui energi yang diperlukan untuk masing-masing komponen, yang kemudian digunakan untuk menghitung efek refrigerasi, kerja kompresor, dan Cop. Hasil penelitian penggunaan double katup ekspansi secara paralel dengan refrigerant mc 134 efek refrigerasi yang dihasilkan sebesar 215 kj/kg sehingga kerja kompresi yang dihasilkan sebesar 50 kj/kg. Cop yang dihasilkan sebesar 4,8 kj/kg. Sedangkan katup TEV efek refrigerasi yang dihasilkan sebesar 240 kj/kg. kerja kompresor yang dihasilkan sebesar 20 kj/kg. Cop yang dihasilkan pada sistem TEV sebesar 12 kj/kg.

Kata kunci :Refrigerasi kompresi uap, Ekpansi, refrigeran mc 134, dan double katup ekspansi

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF DOUBLE VALVES VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION SYSTEMS ARRANGED IN PARALLEL USING REFRIGERANT MC 134

By : Avin Tri Handoko, Miftakhul Umam
Adsvisor : 1. Bagiyo Condro Purnomo, ST., M.Eng
2. Budi Waluyo, MT

A parameter to measure the performance of the air system is COP, which compares the effect of refrigeration generated by the evaporator on the work carried out by the compressor. This study aims to determine the performance of the expansion valve using double valves arranged in parallel in a refrigeration system that uses refrigerant MC-134. Tests were carried out by comparing the use of TEV type expansion valves with double expansion valves arranged in parallel. The research data was taken by measuring the pressure and temperature of each component of the vapor compression refrigeration system. The measurement results are then depicted in ph diagram mc 134 in order to enable the energy required for each component can be known, which is then used to calculate the effects of refrigeration, compressor work, and cop. The results of the study of the use of double expansion valves in parallel with the MC 134 refrigerant showed that the resulting refrigeration effect is 215 kj / kg so that the resulting compression work is 50 kj / kg. The resulting cop is 4,8 kj / kg, while resulting refrigeration effect of TEV valve is 240 kj / kg. The work of the compressor produced is 20 kj / kg. Cop produced in TEV systems is 12 kj / kg.

Keywords: *Vapor compression refrigeration, expansion, MC 134 refrigerant, and double expansion valve*

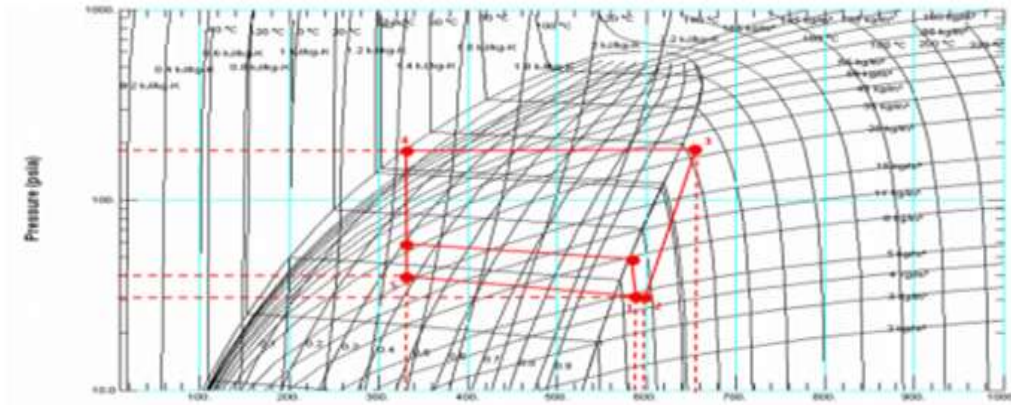
BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem refrigerasi telah memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari, tidak hanya terbatas untuk peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga telah menyentuh hal-hal esensial penunjang kehidupan manusia. Teknologi ini banyak diaplikasikan untuk penyimpanan dan pendistribusian makanan, penyejuk udara untuk kenyamanan ruangan baik pada industri, perkantoran, transportasi, dan rumah tangga. Bahkan, saat ini sistem AC pada kendaraan telah menjadi peralatan standar, dan penting baik pada mobil pribadi maupun bus untuk meningkatkan kenyamanan berkendara. (K., Shah, R.;& S., Bhatti, M., 2006.) Sistem AC kendaraan umumnya menggunakan Sistem Kompresi Uap dengan komponen utamanya meliputi kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator.

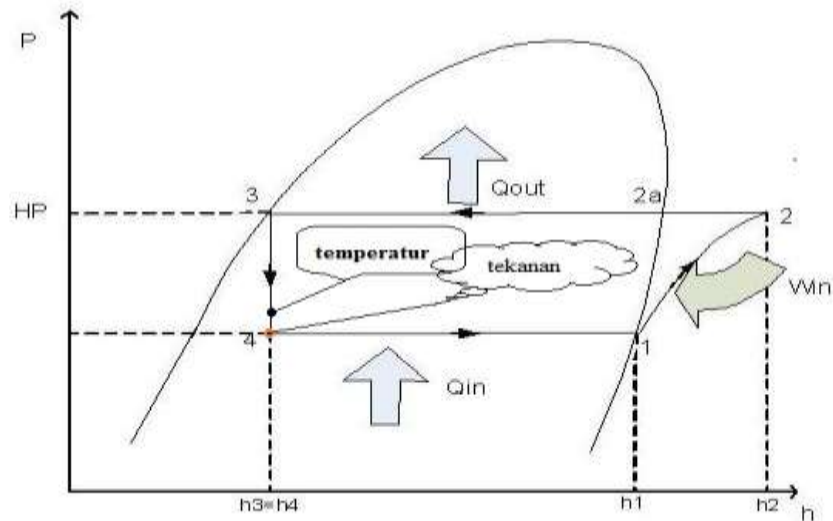
Mesin AC merupakan peralatan konversi energy yang mentransfer kalor dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi dengan menggunakan kerja dari luar system. Penggunaan sistem AC akan mengambil energy dari mesin yang cukup besar untuk menggerakkan kompresor. Disamping itu selama beroperasinya kendaraan penggunaan AC akan meningkatkan emisi gas CO₂. (Benouali, 2003).

Sebuah parameter untuk mengukur performa sistem udara adalah COP (*Coefiencie Of Perfomance*), yaitu membandingkan efek refrigerasi yang dibangkitkan oleh evaporator terhadap kerja yang dilakukan kompresor. (Chandrasekharan, 2014.) Nilai COP sangat dipengaruhi oleh kinerja dari katup ekspansi, hal tersebut terlihat dari proses ekspansi akan menghasilkan tekanan dan temperatur yang akan masuk ke evaporator. Pada kenyataannya proses ekspansi refrigeran tidak mendapatkan temperatur dan tekanan yang sesuai dengan diagram Ph refrigerantersebut, hal itu dapat dilihat dari gambar 1.1.

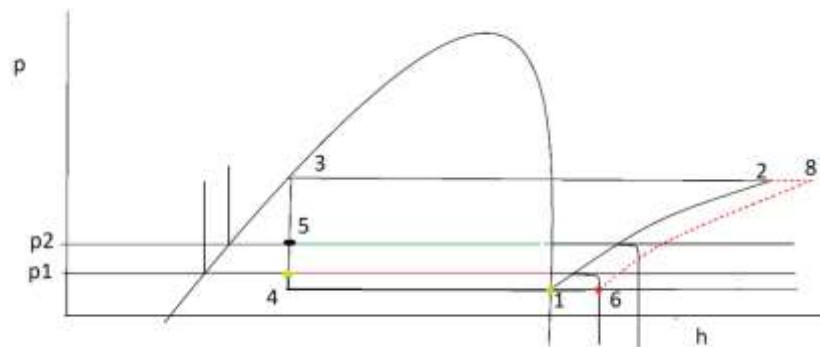


Gambar 1. 1. Proses ekspansi.

Dari gambar 1.2 memperlihatkan proses ekspansi terjadi pada titik 3-4 akan tetapi pada kenyataannya proses ekspansi terjadi pada titik 3-5 idealnya proses ekspansi terjadi pada titik 3-4. Gambar 1.2 menggambarkan bahwa pada proses ekspansi terjadi perbedaan energi yang digunakan untuk kerja kompresi sehingga diperlukan perbaikan kualitas pada proses ekspansi. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1. 2. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Singel Katup



Gambar 1. 3. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Dobel Katup

Gambar 1.3 memperlihatkan hipotesa penggunaan double katup ekspansi yang disusun secara paralel sehingga di asumsikan bahwa ketika proses ekspansi terjadi satu kali proses ekspansi, diharapkan tekanan dan temperatur jatuh diantara titik 5 dan 4. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.3.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana performa katup ekspansi sistem refrigerasi kompresi uap dengan double katup yang disusun secara paralel pada sistem refrigerasi yang menggunakan refrigeran MC-134.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui performa katup ekspansi yang menggunakan double katup ekspansi yang disusun secara paralel pada sistem refrigerasi yang menggunakan MC-134.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk :

1. Meningkatkan performa sistem refrigerasi kompresi uap
2. Dengan penggunaan refrigeran hidrokarbon akan menurunkan ODP dan GWP

E. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini menggunakan system kompresi uap dan refrigerannya menggunakan refrigeran MC-134 produksi Pertamina.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Yang Relevan

Penggunaan sistem AC pada mobil akan mengambil energi dari mesin yang cukup besar untuk menggerakkan kompresor AC. Disamping itu selama beroperasinya kendaraan penggunaan AC akan meningkatkan emisi gas CO₂. Oleh karena itu, makalah ini menyajikan studi efek penggunaan katup ekspansi dengan variasi penggunaan dua katup ekspansi dan penggunaan untuk meningkatkan performa kinerja AC. Distribusi temperatur MC-134 sebelum dan sesudah katup ekspansi diamati untuk menentukan efeknya pada tekan dan temperatur yang di alami dari siklus refrigerasi mesin kompresi uap. Di sisi lain, potensi merusak lapisan ozon (ODP) dan potensi pemanasan global (GWP) telah menjadi isu penting dalam pengembangan refrigeran baru. Hydrofluorocarbon (HFC) refrigeran dengan nol ODP menjadi lebih baik untuk digunakan dalam aplikasi industri otomotif. HFC refrigeran juga memiliki spesifikasi yang sesuai seperti tidak-mudah terbakar, stabilitas, dan tekanan uap sama dengan CFC dan HCFC refrigeran. (Teng, T. P.; Alsaad, M. A.,, 2012. 1998). Selain itu, potensi hidrokarbon (HC) seperti propana (R-290) dan butana (R-600) sebagai alternatif untuk CFC dan HFC refrigeran banyak dipelajari untuk memperbaiki pengaruh efek lingkungan. (Wongwises, 2005). Salah satunya adalah pengaruh terhadap lapisan ozon bahkan dapat menipiskan lapisan ozon sehingga dapat menimbulkan pemanasan global (global warming).

Seperti yang diketahui, salah satu parameter untuk mengukur kinerja sistem pendingin udara adalah COP (*Coeficiente Of Perfomance*). COP membandingkan menghasilkan efek pendingin dengan evaporator ke kompresor bekerja. Dalam analisis sederhana, kerugian yang terjadi pada katup ekspansi tidak cukup. Pada kenyataannya, fenomena lapisan pembentukan es terbentuk di sekitar katup ekspansi selama sistem pendingin udara operasi. Untuk mengatasi hal ini adalah dengan cara penambahan dua katup ekspansi pada sistem AC agar pembentukan es pada katup ekspansi berkurang. Dalam analisis termodinamika sistem pendingin udara, umumnya membahas secara rinci pertukaran panas di evaporator, kondensor, dan kerja kompresor. Proses ekspansi yang terjadi di katup

ekspansi diasumsikan proses iso-entalpi (Daly, 2006.). Bahkan, selama proses ekspansi refrigeran mengambil panas. Idealnya, proses pertukaran panas dalam sistem AC sepenuhnya terjadi pada evaporator. Dari pengamatan di lapangan, maka dari itu modifikasi pada katup ekspansi dan penggunaan refrigeran harus di ganti dengan yang lebih ramah lingkungan seperti MC-134. Namun demikian penggunaan refrigeran hidrokarbon (MC-12) dalam sistem refrigrasi kompresi uap terdapat beberapa permasalahan, Salah satu permasalahannya adalah performance katup ekspansi yang belum optimal, dapat dilihat pada gambar 1.1 (Pornomo, 2015). Untuk itu diperlukan modifikasi penggunaan katup ekspansi dengan pemasangan dua katup secara paralel untuk meningkatkan performace katup ekspansi.

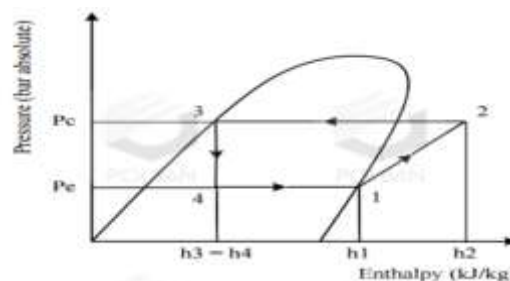
B. Landasan Teori

1. Sistem Refrigerasi

Refrigerasi adalah proses pengambilan kalor atau panas dari suatu ruang bertemperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Pada aplikasi tata sistem refrigerasi, kalor yang diambil berasal dari produk. Untuk mengambil kalor produk, maka harus ada media yang memiliki temperatur yang lebih rendah. Ada macam-macam Sistem Refrigerasi yang banyak digunakan yaitu:

a. Refrigerasi Kompresi Uap

Sistem refrigerasi kompresi uap menggunakan kompresor sebagai alat kompresi refrigerant, dalam keadaan tekanan rendah menyerap kalor dari tempat yang didinginkan, kemudian masuk pada sisi penghisap dimana uap refrigeran tersebut ditekan di kompresor sehingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi.



Gambar 2. 1. Proses Refrigerasi Kompresi Uap.

Sistem refrigerasi kompresi uap diawali dengan siklus 1-2 (kompresi) yaitu refrigeran dihisap oleh kompresor dalam fasa uap jenuh, dengan tekanan dan temperatur yang rendah. Kemudian dikompresikan agar tekanan dan temperaturnya menjadi naik. Pada proses ini kerja kompresian dapat dirumuskan dengan:

$$W_k = h_2 - h_1 \text{ (kJ/kg)} \quad (2.1)$$

dimana:

W_k = kerja kompresi (kJ/kg)

h_2 = entalpi sisi buang kompresor (kJ/kg)

h_1 = entalpi sisi hisap kompresor (kJ/kg)

Selanjutnya yaitu siklus 2-3 (kondensasi). Pada siklus ini temperatur refrigeran lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga terjadi proses perpindahan kalor melalui kondensor dan dibuang ke lingkungan sekitar. Selama dalam kondensor, tekanan dan temperaturnya dijaga konstan, namun refrigeran berubah menjadi fasa cair. Pelepasan kalor pada kondensor dapat diketahui dengan rumus:

$$Q_c = \dot{m} \cdot (h_2 - h_3) \quad (2.2)$$

Q_c = Kalor yang dilepaskan kondensor (kJ/s)

\dot{m} = Laju aliran massa (kg/s)

h_2 = Entalpi masuk kondensor (kJ/kg)

h_3 = Entalpi keluar kondensor (kJ/kg)

Setelah proses kondensasi kemudian dilanjutkan siklus 3-4 (ekspansi). Refrigeran yang berfasa cair dari kondensor mengalir menuju katup ekspansi untuk diturunkan tekanan dan temperaturnya agar lebih rendah dari temperatur lingkungan, sehingga dapat menyerap kalor pada saat di evaporator. Pada proses ini terjadi secara *isoenthalpy*, yaitu tidak terjadi proses penerimaan dan pelepasan energi.

Setelah proses ekspansi kemudian siklus 4-1 (proses evaporasi). Proses evaporasi terjadi di evaporator, temperatur refrigeran menjadi rendah, kemudian beri kalor yang diambil dari lingkungan sekitar agar terjadi proses penguapan. Refrigeran diekspansikan menjadi tekanan jenuh dan tekanan rendah masuk ke

evaporator dan berubah dari fasa campuran (cair-uap) menjadi fasa uap jenuh. Proses evaporasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_e = \dot{m} (h_1 - h_4) \quad (2.3)$$

Q_e = Kalor yang diserap evaporator (kJ/s)

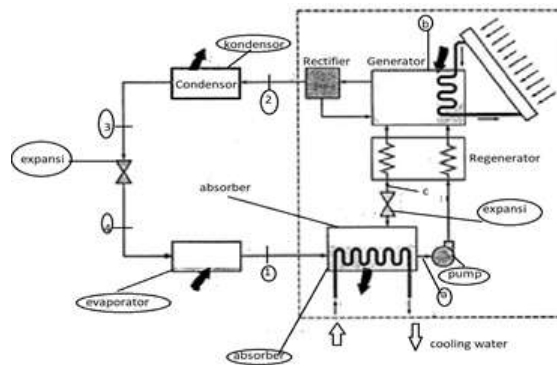
\dot{m} = Laju aliran massa (kg/s)

h_1 = Entalpi keluaran evaporator (kJ/kg)

h_4 = Entalpi masukan evaporator (kJ/kg)

b. Sistem Refrigerasi Absorpsi

Sistem refrigerasi absorpsi menggunakan komponen utama absorber dan generator untuk menggantikan kompresor. Absorber menyerap uap bertekanan rendah, kemudian uap ditingkatkan tekanannya di generator dan terjadi penyerapan kalor. Pada sistem absorpsi membutuhkan energi panas untuk menjalankan siklus tersebut.



Gambar 2. 2. Sistem Refrigerasi Absorpsi.

Refrigerasi absorpsi banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya dalam pendingin ruangan. Berikut adalah siklus refrigerasi absorpsi:

Proses penguapan. Refrigeran dalam bentuk cair dihisap oleh pompa masuk ke dalam evaporator. Di dalam evaporator, refrigeran dialirkan keseluruh permukaan pipa yang didalamnya terdapat air dingin yang dipergunakan untuk pendinginan sehingga refrigeran cair akan menguap karena menerima kalor laten penguapan yang diperoleh dari air pendingin tersebut. Kemudian uap refrigeran diserap masuk kedalam absorber.

Penyerapan (absorpsi). Larutan zat penyerap pekat diserap oleh pompa sirkulasi dan dipompa kedalam absorber. Kemudian larutan penyerap

disemprotkan pada permukaan pipa yang berisi air pendingin sehingga larutan zat penyerap pekat akan menyerap uap refrigeran. Selama proses tersebut, refrigeran menjadi encer sesuai dengan banyaknya air yang diserap dan penyerapan menjadi panas karena kalor absorpsi. Penyerap yang terjadi kalor absorpsi tersebut akan didinginkan oleh air pendingin.

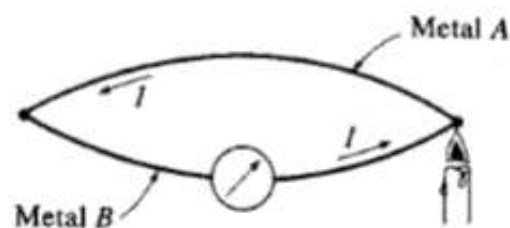
Penukar kalor. Larutan yang diencerkan di dalam absorber diserap oleh pompa dan dialirkan ke penukar kalor maka akan terjadi perpindahan kalor antara larutan zat encer dan larutan zat pekat bertemperatur tinggi dan dimasukkan ke dalam generator.

Generator. Larutan encer yang berada di dalam generator dipanaskan, kemudian menyebabkan refrigerant cair yang bercampur dalam larutan tersebut akan menjadi pekat kembali.

Kondensasi. Di dalam kondensor, uap refrigeran cair didinginkan dan diembunkan dengan air pendingin yang dialirkan pada pipa pendingin. Hasil pengembunan akan dialirkan ke dalam evaporator karena perbedaan tekanan, selanjutnya dihisap dan disirkulasikan oleh pompa sirkulasi refrigeran.

c. Sistem Pendingin Termoelektrik

Sebuah sistem yang bekerja dengan cara mengkonversi energi listrik untuk menghasilkan efek pendinginan tanpa harus memakai refrigerant. Prinsip dasar yang digunakan pada sistem refrigerasi termoelektrik adalah prinsip dasar efek peltier.



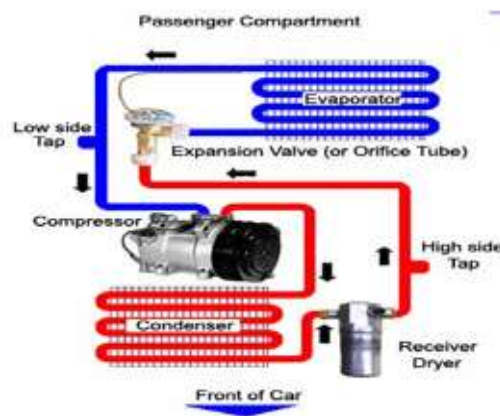
Gambar 2. 3. Sistem Pendingin Thermoelectric.

Cara kerja sistem termoelektrik yaitu, ketika arus listrik mengalir pada sambungan dua konduktor yang berbeda akan terjadi penyerapan kalor (pendinginan) atau pembuangan kalor (pemanasan). Elektron mengalir dari sel

tingkat energi yang lebih rendah ke semikonduktor energi yang lebih tinggi dan menyebabkan salah satu sisi elemen menjadi dingin karena terjadi penyerapan kalor, sedangkan sisi yang lainnya melepas kalor sehingga menjadi panas.

2. Komponen-komponen Sistem Kompresi Uap

Banyak sistem refrigerasi kompresi uap, namun yang paling banyak berkembang dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari meliputi rumah tangga, perkantoran, dan sistem keamanan. Dalam sistem ac yang digunakan pada kendaraan adalah sistem refrigerasi kompresi uap.

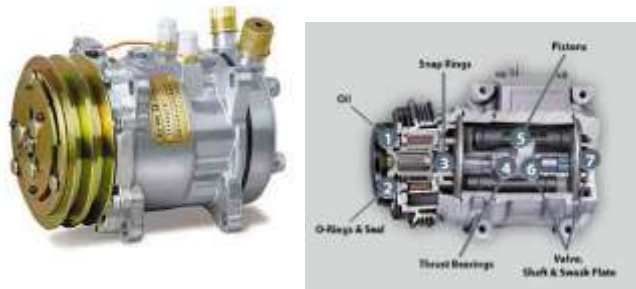


Gambar 2. 4. Gambar Komponen Pada Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.

Adapun komponen utama pada sistem refrigerasi kompresi uap yaitu kompresor, kondensor, ekspansi, evaporator. Berikut penjelasan dan fungsinya:

- a. Kompresor sebagai alat untuk mengkompresi refrigeran. Kalor akan terserap pada saat keadaan tekanan rendah dari sisi keluar evaporator yang bertekanan dan bertemperatur rendah karena berada pada fasa gas, kemudian masuk pada sisi penghisap dimana kompresor menekan uap refrigeran sehingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi yang dikeluarkan pada sisi keluaran dan terjadi kondensasi pada kondensor. Secara umum kompresor terdiri dari 2 tipe yaitu tipe kinetik atau *dynamic* dan tipe positive *displacement*. Kompresor tipe dinamik adalah kompresor dimana udara atau gas ditekan oleh aksi dinamik dari putaran sudu-sudu atau impeller sehingga memberikan kenaikan kecepatan dan kenaikan tekanan pada aliran gas. Putaran sudu-sudu ini diperoleh dari pesawat penggerak berupa turbin atau motor. Kompresor tipe positive displacement adalah kompresor dimana udara atau gas dikurung dalam suatu ruang

tertutup (*chamber*). Tekanan akan naik dengan menurunnya volume gas yang terkurung dalam chamber. yang maksimal. Valve V1 akan membuka apabila gejala surging mulai terjadi. Dengan terbukanya valve V1, maka aliran suction yang kurang dapat dibackup oleh adanya sirkulasi discharge. Untuk mengendalikan bukaan valve ini diperlukan suatu sistem kontrol otomatis. (Imam Abadi, 2006). Kompresor yang cocok digunakan pada sistem ini adalah jenis kompresor tipe kinetik.



Gambar 2. 5. Kompresor.

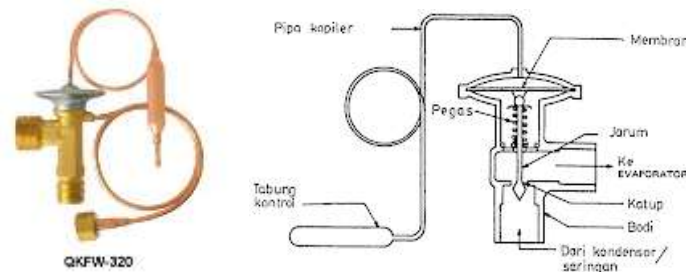
Pada kompresor tersebut terdapat swash plate yang digunakan untuk menggerakkan piston untuk menghasilkan tekanan dan kompresi sehingga sistem ac mobil dapat berfungsi maksimal. Kompresor membutuhkan oli untuk melumasi bagian bagian besi yang bergesekan agar tidak terjadi keausan. Oli yang digunakan yaitu jenis oli yang dikhususkan untuk kompresor.

- b. Kondensor menyerap panas uap refrigeran maka temperaturnya menjadi lebih tinggi saat keluar dari kondensor. Saat refrigeran mengalami perpindahan dari fasa gas ke fasa cair, tekanan dan temperatur konstan sehingga refrigeran mengeluarkan energi dalam bentuk panas.



Gambar 2. 6. Kondensor.

- c. Katup ekspansi berfungsi mengekspansikan secara adiabatik cairan refrigeran bertekanan dan bertemperatur tinggi dari kondensor sampai tekanan dan temperaturnya rendah serta mengatur pemasukan refrigeran sesuai dengan beban pendinginan yang dapat dilayani oleh evaporator. Katup ekspansi terdiri dari 2 jenis yaitu alat ekspansi jenis pipa kapiler yang berupa sebuah pipa panjang yang berdiameter sangat kecil (TEV) dan Katup ekspansi termostatik (KET) yang dapat mempertahankan tingkat superheat konstan di ujung keluar evaporator. Katup TEV digunakan pada penelitian ini karena katup ekspansi tersebut paling efektif untuk evaporator kering dalam mencegah kerusakan kompresor karena refrigeran cair tidak boleh masuk ke kompresor (Aziz, 2013)



Gambar 2. 7. Katup Ekspansi.

Tabung kontrol, pipa kapiler dan ruangan di atas membran diisi dengan cairan khusus yang sensitif terhadap perubahan temperatur, tabung kontrol dan pipa kapiler ini didempetkan dengan pipa keluar evaporator. Bila temperatur rendah, tekanan cairan di atas membrane tidak mampu menahan tekanan pegas, katup jarum menutup saluran masuk ke evaporator, penguapan zat pendingin terhambat dan temperatur evaporator naik.

- d. Evaporator berfungsi untuk menyerap udara dingin pada siklus refrigerasi kemudian dihembuskan oleh blower sehingga udara dingin dapat menyebar ke ruangan. Pipa coil evaporator dilengkapi dengan sirip-sirip aluminium yang berfungsi untuk memperluas permukaan yang bersinggungan dengan udara ruangan dengan tujuan agar penyerapan panas udara bertambah menjadi lebih baik. Agar penyerapan panas udara ruangan merata keseluruh ruangan, maka udara ruangan perlu disirkulasikan agar melewati coil evaporator.



Gambar 2. 8. Evaporator.

3. Refrigeran Hidrokarbon (MC-134)

Hydrocarbon merupakan senyawa organik yang dapat di temukan dalam minyak mentah secara alami. Hidrokarbon banyak digunakan sebagai pengganti refrigerant sintetis karena memiliki keunggulan, yaitu dalam pelepasannya ke udara tidak menimbulkan kerusakan lingkungan sebab berwujud gas alami sehingga tidak berefek pada ODP dan GWP. Sebagai refrigeran, hidrokarbon juga memiliki beberapa sifat penting, diantaranya panas laten hidrokarbon secara signifikan lebih baik daripada halocarbons, yaitu jumlah panas yang diserap selama penguapan jauh lebih tinggi per kg refrigeran yang beredar dalam sistem. Densitas hidrokarbon juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan halocarbons. Meskipun tidak berefek pada ODP dan GWP, refrigeran hidrokarbon juga memiliki kelemahan yaitu sifat mampu bakar (flammable) yang sangat tinggi bila dicampur dengan udara dan dinyalakan.

. Adapun hidrokarbon yang banyak diterapkan saat ini mengandung propane (R-290) dan butane (R-600). atau yang disebut dengan refrigeran Musicool 134, karena memiliki sifat ramah lingkungan dan tidak menimbulkan efek rumah kaca yang dapat merusak lapisan ozon. Refrigeran Musicool 134 digunakan untuk mengganti refrigeran sebelumnya yaitu refrigeran CFC R-12, HFC R-22 HFC-134 yang memiliki sifat kimia yang dapat merusak ozon. Jika di bandingkan dengan refrigeran fluocarbon dalam kondisi mesin pendingin yang sama MC-134 lebih efektif karena mampu mengurangi beban kerja mesin sebesar 25% jadi lebih hemat energy. Jumlah penggunaan pun 30% lebih irit jika di bandingkan dengan refrigerasi fluocarbon karena jumlah konduktivitas dan kalor laten yang tinggi sehingga volume refrigeran lebih sedikit. Musicool 134 juga mempunyai

kelemahan yaitu sifat mampu bakar (flammable) yang sangat tinggi. Untuk mengatasi sifat yang mudah terbakar tersebut perlu penambahan senyawa CO_2 yang dapat menghambat laju reaksi pembakaran.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan eksperimen dengan cara melakukan pengujian media uji, dan menyajikan hasil pengujian dengan data yang relevan dan sesuai dengan metode penelitian.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Mei-juli 2018
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium D3 Teknik Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang

C. Alat dan Bahan Penelitian

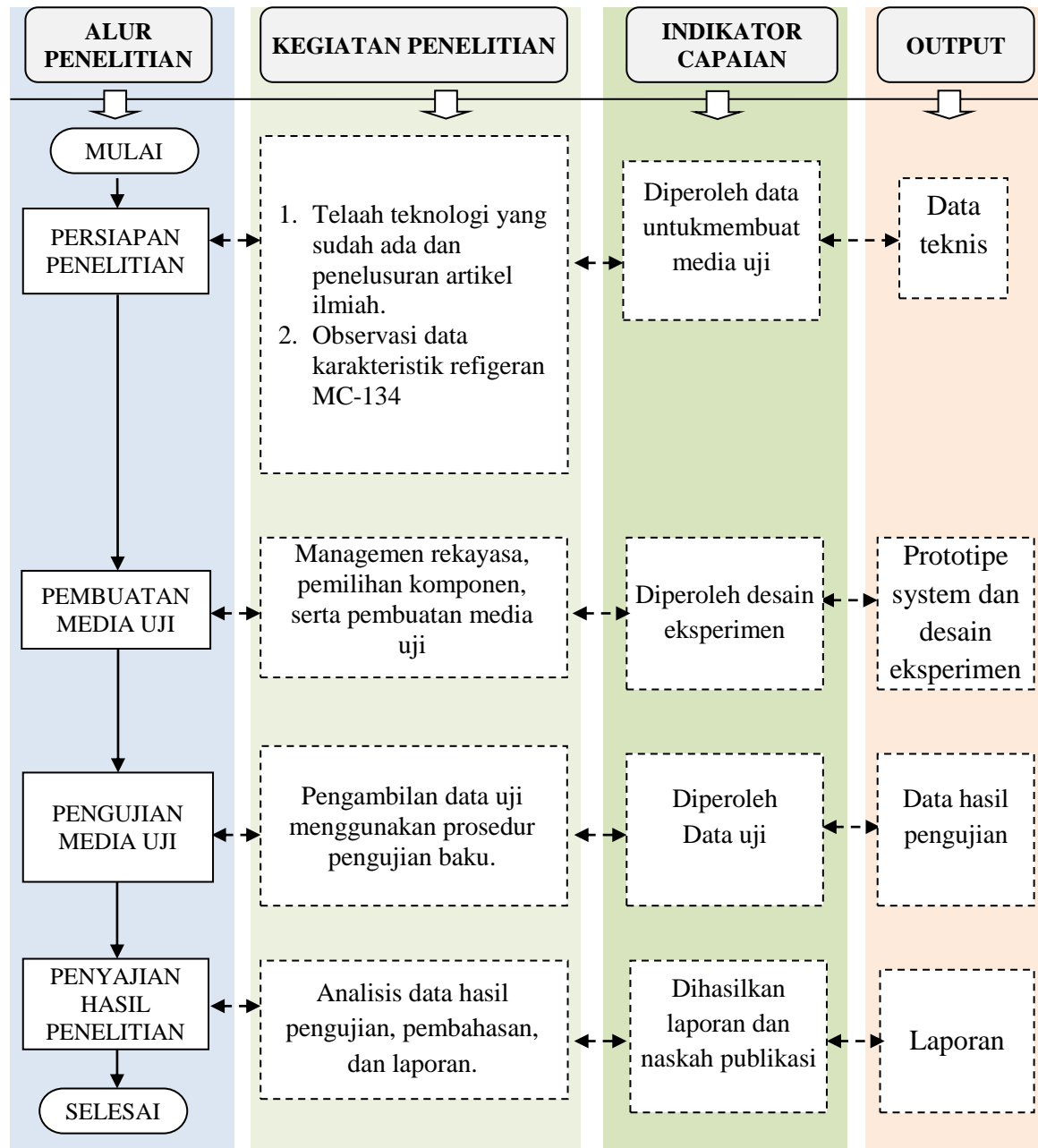
Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan ditampilkan dalam tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 3. 1. Alat Dan Bahan.

NO	NAMA ALAT	JUMLAH	FUNGSI
1	<i>Stand ac</i>	1 set	Sebagai media pengujian
2	<i>Display temperature</i>	2 set	Alat pembaca temperatur
3	Pompa vakum	1 set	Mamvakumkan sistem ac
4	Timbangan	1 set	Untuk menimbang refrigerant
5	<i>Manifold gauge</i>	1 set	Penghubung pompa vakum
6	<i>Tachometer rpm</i>	1 set	Untuk mengukur putaran rpm motor listrik
7	<i>Tube bender</i>	1 pcs	Membengkokkan pipa ac
8	<i>Flering tool</i>	1 set	Untuk mengfler pipa ac
9	<i>Pressure gauge</i>	5 pcs	Untuk membaca tekanan
10	<i>Refrigerant musicool 134</i>	1 tabung	Media perpindahan panas

D. Jalannya Penelitian

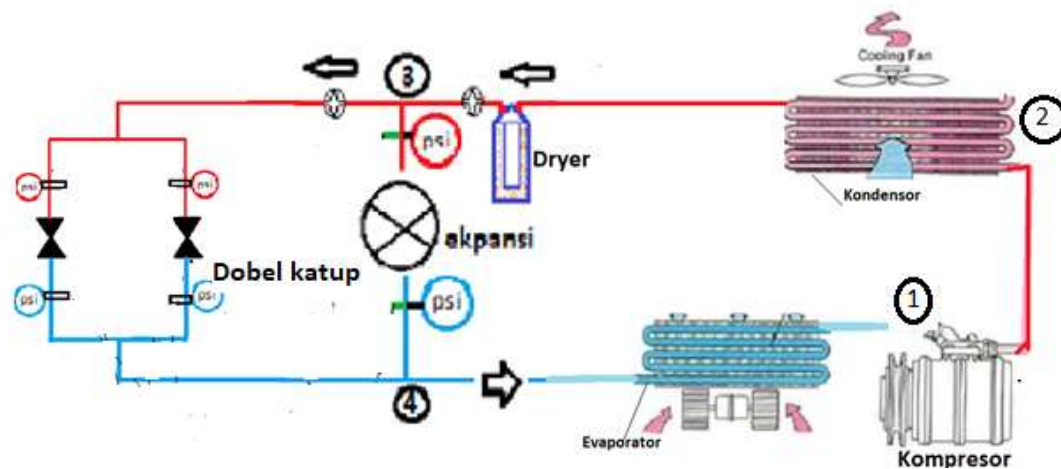
Jalannya penelitian adalah proses penelitian yang diawali proses persiapan penelitian kemudian pembuatan media uji dilanjutkan dengan proses pengujian media uji setelah itu proses penyajian media uji. Agar lebih jelas bisa dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Alur Penelitian.

E. Set Up Penelitian.

Set up penelitian yang dilakukan dengan memberikan tekanan pada titik 1 dan refrigeran mc 134 juga dimasukkan. Katup pada sistem refrigerasi TEV ditutup agar refrigeran melewati sistem dobel katup ekspansi. Katup yang disusun paralel diatur sudutnya agar mendapat tekanan dan temperatur yang diinginkan. Setelah tekanan dan temperatur konstan maka data diambil disetiap titik tekanan dan temperatur. Data tekanan dan temperatur diambil disetiap pengujian dengan variabel beban pendinginan. Setelah data dobel katup diambil kemudian katup TEV dibuka dan katup masuk dobel katup ditutup agar tekanan melewati sistem katup TEV. Setelah tekanan dan temperatur konstan. Data disetiap titik dapat diambil. Pengambilan data diambil disetiap variabel beban pendinginan.



Gambar 3. 2. Set up penelitian.

Beban Pendinginan	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
0,23 kg/s	T1,P1	T2,P2	T3,P3	T4,P4
0,33 kg/s	T1,P1	T2,P2	T3,P3	T4,P4
0,39 kg/s	T1,P1	T2,P2	T3,P3	T4,P4

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dari rekapitulasi data yang didapat dari hasil rekapitulasi data yang didapat dari hasil pengujian, pada dobel katup ekspansi semakin besar beban pendinginan yang diberikan, tekanan yang masuk dan keluar dobel katup ekspansi semakin rendah dan temperatur yang dihasilkan juga semakin rendah. Sedangkan pada katup TEV semakin besar beban pendinginan yang diberikan, tekanan yang keluar katup TEV semakin besar dengan tekanan masuk yang sama. Temperatur yang dihasilkan juga semakin tinggi.
2. Setelah rekapitulasi data tersebut diplotkan pada ph diagram mc 134, dapat diketahui hasil efek refrigerasi dan kerja kompresor. Semakin besar beban pendinginan yang diberikan pada sistem refrigerasi dobel katup ekspansi, efek refrigerasi yang dihasilkan saat evaporasi semakin rendah sehingga kerja yang dihasilkan kompresor juga rendah. Cop yang dihasilkan pada sistem dobel katup ekspansi semakin rendah. Sedangkan pada katup TEV, semakin besar beban pendinginan yang diberikan maka efek refrigerasi yang dihasilkan semakin tinggi sehingga kerja yang dihasilkan kompresor juga tinggi. Cop yang dihasilkan pada katup TEV rendah.
3. Beberapa faktor juga mempengaruhi perbedaan tersebut, diantaranya kesalahan alat ukur, kerja kondensor yang kurang maksimal, jarak antara dobel katup ekspansi dengan evaporator yang jauh.

B. Saran

1. Perlu adanya penelitian performa dobel katup ekspansi dengan menggunakan variabel putaran rpm.
2. Perlu adanya penelitian pada kondensasi agar tekanan ideal yang keluar kondensor dapat diketahui.
3. Jarak antara katup ekspansi terlalu jauh, sehingga temperatur yang menuju evaporator tidak terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A. (2013). Komparasi Katup Ekspansi Termostatik. *Prosiding Sntk Topi 2013* (hal. 1907-0500). Pekanbaru: Azridjal Aziz.
- Benouali, J. J. (2003). Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan . *Fuel Consumption of Mobile Air Conditioning* , 11.
- Chandrasekharan, M. (2014.). Exergy Analysis of Vapor Compression Refrigeration System Using R12 and R134a as Refrigerants. *Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor*, 2.
- Daly, S. (2006.). Automotive Air-conditioning and Climate Control Systems. *Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor*, 13.
- Imam Abadi, A. S. (2006). Aplikasi Metode Neuro-Fuzzy Pada Sistem Pengendalian Antisurge Kompresor . *Jurnal Teknik Elektro*, 93 - 104.
- K., Shah, R.;& S., Bhatti, M. (2006.). Automotive Air-Conditioning . *Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor*, 1.
- Pornomo, B. C. (2015). *Analisa Performa Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Dengan Refrigeran Campuran Musicool Dan Co2 Aplikasi Ac MobiL*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- R. K. Shah. (2006.). Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan . *Automotive Air-Conditioning* .
- Teng, T. P.; Alsaad, M. A.,; (2012. 1998). Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan . *Retrofit assessment of The* , 10.
- Wongwises, S. &. (2005). Experimental study of hydrocarbon mixtures to replace HFC-134a in a domestic refrigerator. *Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor*, 11.