

**ANALISIS PENGARUH VARIASI PUTARAN FAN
KONDENSOR TERHADAP KOEFISIEN KINERJA SISTIM
PENDINGIN AC MOBIL**

SKRIPSI

**OLEH
M. ROSYADI
NPM 178130106**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/5/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS PENGARUH VARIASI PUTARAN FAN
KONDENSOR TERHADAP KOEFISIEN KINERJA SISTIM
PENDINGIN AC MOBIL**

SKRIPSI



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/5/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Proposal : Analisis Pengaruh Variasi Putaran *Fan* Kondensor Terhadap Koefisien Kinerja Sistim Pendingin AC Mobil

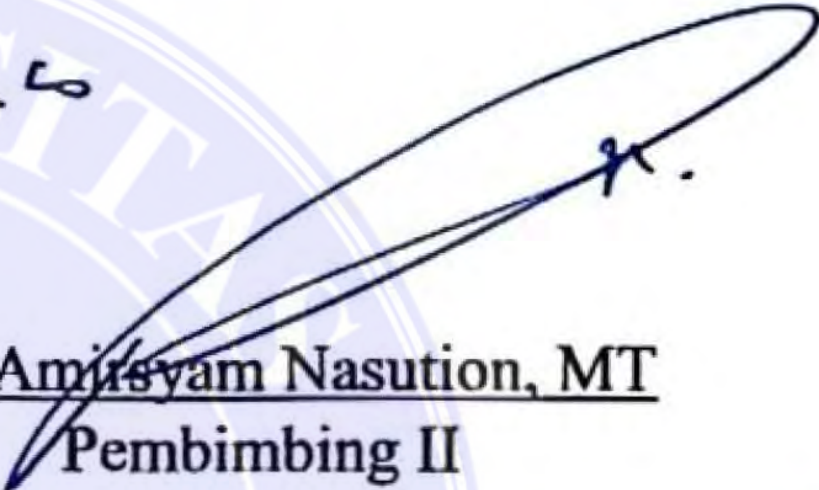
Nama Mahasiswa : M. Rosyadi

NIM : 178130106

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Eng. Supriatno, ST, MT
Pembimbing I

U-6

Ir. H. Amirsyam Nasution, MT
Pembimbing II


Dr. Eng. Supriatno, ST, MT
Dekan


Dr. Iswandi, ST, MT
K.a. Prodi

Tanggal Lulus : Kamis, 21 Desember 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 04 Mei 2024



M. Rosyadi

178130106

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Rosyadi
NPM : 178130106
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

demikian demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalty (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul : Analisis Pengaruh Variasi Putaran *Fan* Kondensor Terhadap Koefisien Kinerja Sistem Pendingin AC Mobil.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 04 Mei 2024

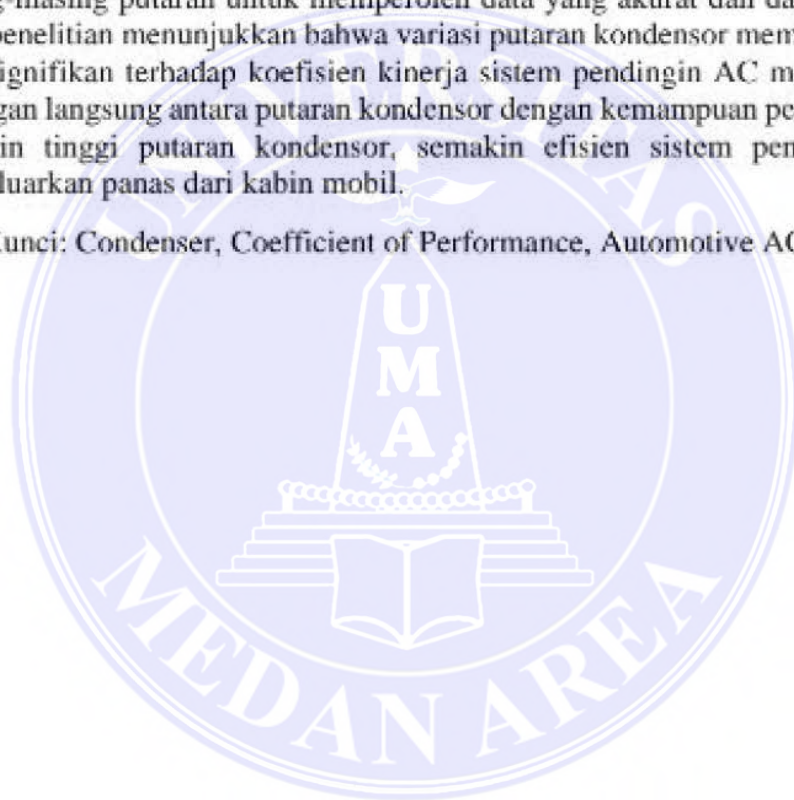
Yang menyatakan


(M rosyadi)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh variasi putaran kondensor terhadap koefisien kinerja sistem pendingin AC mobil. Sistem pendingin AC di dalam mobil adalah salah satu komponen penting yang berperan dalam menciptakan kenyamanan bagi pengendara selama perjalanan. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi putaran pada kondensor AC mobil untuk melihat bagaimana perubahan putaran mempengaruhi koefisien kinerja sistem pendingin. Metode eksperimental digunakan dengan menggunakan berbagai kecepatan putaran yang telah ditentukan sebelumnya. Pengukuran dilakukan pada masing-masing putaran untuk memperoleh data yang akurat dan dapat dipercaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi putaran kondensor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap koefisien kinerja sistem pendingin AC mobil. Terdapat hubungan langsung antara putaran kondensor dengan kemampuan pendinginannya. Semakin tinggi putaran kondensor, semakin efisien sistem pendingin dalam mengeluarkan panas dari kabin mobil.

Kata Kunci: Condenser, Coefficient of Performance, Automotive AC System

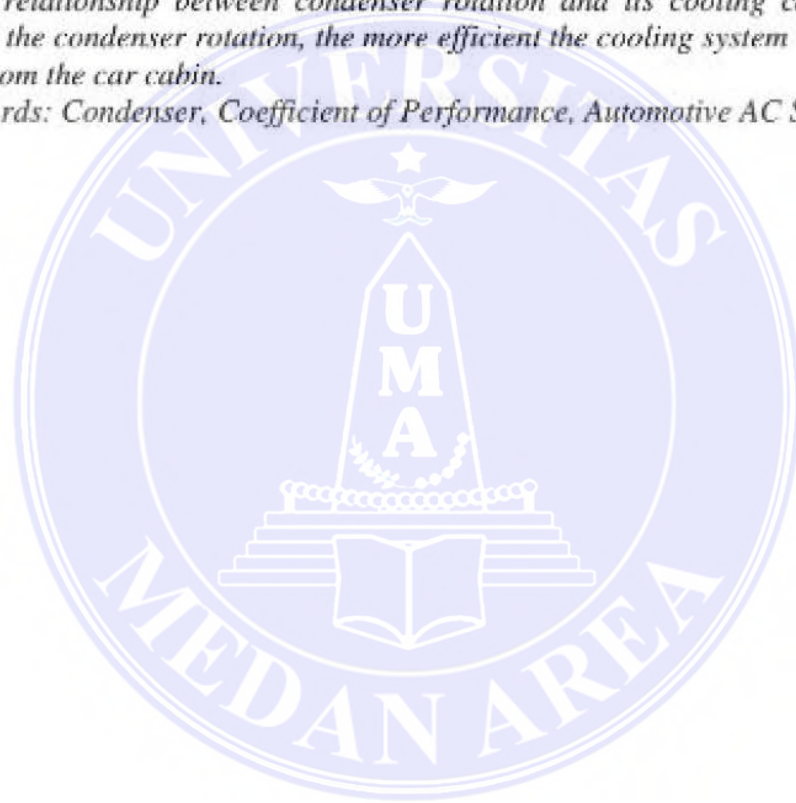


ABSTRACT

This research aims to investigate the effect of variations in condenser rotation on the performance coefficient of a car's AC cooling system. The AC cooling system in a car is one of the important components that plays a role in creating comfort for the driver.

In this research, rotation variations were carried out on the car AC condenser to see how changes in rotation affected the cooling system performance coefficient. The experimental method is used by using various predetermined rotation speeds. Measurements are carried out at each round to obtain accurate and reliable data. The research results show that variations in condenser rotation have a significant influence on the performance coefficient of the car AC cooling system. There is a direct relationship between condenser rotation and its cooling capability. The higher the condenser rotation, the more efficient the cooling system is in removing heat from the car cabin.

Keywords: Condenser, Coefficient of Performance, Automotive AC System



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di jorong rao-rao. Pada tanggal 25 february 1998 dari Ayah Martaon dan Ibu Sangkot. Penulis merupakan putra Pertama dari dua bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Ranah Batahan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT . Perkebunan Sumatera Utara- PMKS Simpang Gampir.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah tentang *AC Split* dengan judul “ Analisis Kinerja Kondensor Pada *AC Split* Dengan *Refrigerant* R-22 dan R-32.”

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Eng Supriatno ST, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Amirsyam Nasution, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah bayank memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 17 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah Martaon, Ibu Sangkot, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan teima kasih.

Medan, 04 Mei 2024

Penulis



M. Rosyadi

NPM 178130106

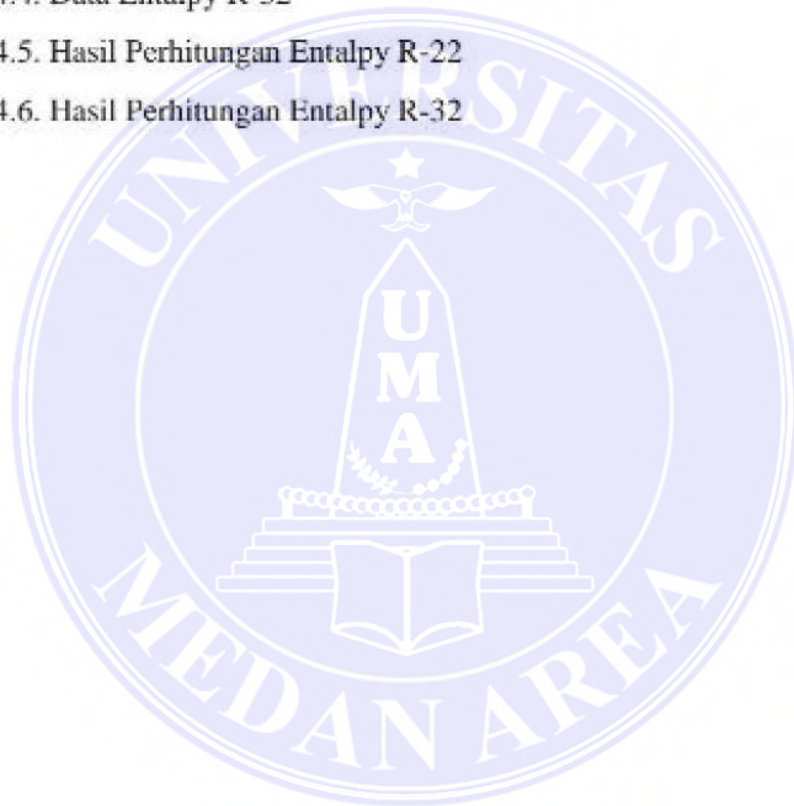
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.2 Alat Penukar Kalor.....	9
2.3 Komponen Utama AC.....	12
2.4 Proses Refrigerasi.....	15
2.5 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	16

2.6	Kondensasi dan Pendingin Lanjut	20
2.7	Prinsip Kerja Kondensor	23
2.8	Siklus Kompresi Uap Aktual.....	23
2.9	Refrigerant.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2	Bahan dan Alat	27
3.3	Metode Penelitian.....	28
3.4	Populasi dan Sampel.....	29
3.5	Prosedur Pengujian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Hasil.....	32
4.2	Pembahasan	37
4.3	Hasil Perhitungan Data Entalpy	37
4.4	Grafik <i>Temperature</i> Hasil Perhitungan Entalpy.....	38
4.5	Mencari Nilai <i>COP</i>	39
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1	Simpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN		43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi <i>Refrigerant</i> di Kondensor dan <i>Evaporator</i>	21
Tabel 2.2. Kelebihan dan Kekurangan <i>Refrigerant</i> R-22 dan R-32	26
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	27
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan <i>Temperature</i> pada <i>Refrigerant</i> R-22	32
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan <i>Temperature</i> pada <i>Refrigerant</i> R-32	33
Tabel 4.3. Data Entalpy R-22	37
Tabel 4.4. Data Entalpy R-32	37
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Entalpy R-22	37
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Entalpy R-32	37

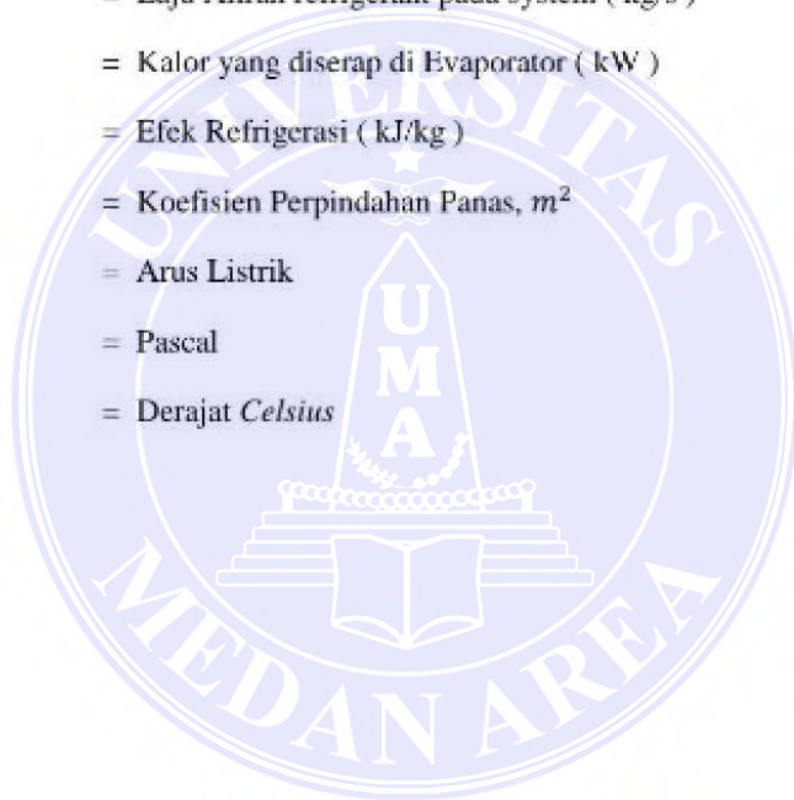


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kondensor Instalsi Uap	2
Gambar 2.1. Sistem Tertutup Alat Penukar Kalor	11
Gambar 2.2. <i>Evaporator</i>	12
Gambar 2.3. Kompresor	13
Gambar 2.4. Kondensor	13
Gambar 2.5. Pipa Kapiler	14
Gambar 2.6. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	17
Gambar 3.1. <i>Pressure Gauge</i>	28
Gambar 3.2. Termokopel	28
Gambar 3.3. Prosedur Pengujian	29
Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1. Pengukuran Tekanan Dengan <i>Refrigerant</i> R-22 dan R-32	34
Gambar 4.2. <i>Refrigerant</i> R-22	34
Gambar 4.3. <i>Refrigerant</i> R-32	34
Gambar 4.4. Pengujian AC Split	36
Gambar 4.5. Grafik Kerja Kompresor Hasil Perhitungan Entalpy	38
Gambar 4.6. Grafik Kerja Kondensor Hasil Perhitungan Entalpy	38
Gambar 4.7. Grafik Kerja Evaporator Hasil Perhitungan Entalpy	39
Gambar 4.8. Hasil Nilai <i>COP</i> pada Nilai Entalpy	40

DAFTAR NOTASI

h_{in}	= <i>Refrigerant</i> saat masuk Kompresor (kJ/kg)
h_{out}	= Entalpy <i>Refrigerant</i> saat keluar Kompresor (kJ/kg)
Q_w	= Daya Kerja Kompresor yang dilakukan (kW)
q_w	= Besar Kerja Kompresi yang dilakukan (kJ/kg)
Q_c	= Besarnya Kalor yang dibuang di kondensor (kW)
m	= Laju Aliran <i>refrigerant</i> pada system (kg/s)
Q_e	= Kalor yang diserap di Evaporator (kW)
q_e	= Efek <i>Refrigerasi</i> (kJ/kg)
h	= Koefisien Perpindahan Panas, m^2
A	= Arus Listrik
Pa	= Pascal
$^{\circ}C$	= Derajat <i>Celsius</i>



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada dasarnya, sistem pendinginan atau tata udara kompresi uap menggunakan teori kesetimbangan energi. Dalam hal ini, energi yang diserap dari produk di *evaporator* akan dibuang ke kondenser melalui media pendingin air atau udara. Salah satu masalah yang sering terjadi adalah penempatan unit luar pada split AC yang terlalu dekat dengan dinding, yang dapat menghambat proses pelepasan kalor ke lingkungan. Hal ini tentunya akan berdampak besar pada kinerja mesin AC, termasuk mengganggu temperatur yang ingin dicapai, meningkatkan tekanan kerja, membuat mesin AC panas, dan mengakibatkan sering trip.

Kondensor mengeluarkan panas dari bahan pendingin gas dari kompresor dengan suhu dan tekanan tinggi ke udara melalui permukaan rusuk kondensor. Bahan pendingin gas kemudian didinginkan menjadi gas jenuh dan kemudian mengembun menjadi cair. Bagian kondensor, yang memiliki *fan* untuk memperlancar proses kondensasi, adalah komponen utama penelitian ini.

Temperatur, material pipa, laju aliran *refrigerant*, dan *fan* pendingin memengaruhi jumlah kalor yang dipindahkan melalui dinding pipa pendingin selama proses perpindahan kalor dari uap pendingin ke udara pendingin. Putaran motor fan kondensor sangat memengaruhi kinerja kondensor dalam memindahkan kalor karena digunakan sebagai tenaga penggerak untuk memutar daun fan untuk mengalirkan udara dingin untuk mendinginkan kondensor.

Mesin pendingin mobil terdiri dari kompresor yang mensirkulasikan zat pendingin (*refrigerant*) ke dalam kumparan pipa tembaga. Udara dari dalam ruang diserempetkan pada kumparan, dan *refrigerant* menyerap panasnya dan mengembun. *Blower*, atau kipas, menghembuskan udara di dalam ruangan. Setelah udara melalui kumparan, suhunya turun karena panas yang digunakan oleh *refrigerant*. Uap air dalam udara juga mengembun, sehingga kelembaban udara turun.

untuk mengetahui bagaimana perubahan rotasi poros kompresor berdampak pada kinerja kerja mesin pendingin. Apakah menghasilkan peningkatan koefisien prestasi dengan meningkatkan kecepatan putar poros kompresor atau sebaliknya. Jika diameter puli motor listrik lebih besar, kecepatan putar poros kompresor yang dihasilkan akan lebih besar, dan sebaliknya, jika putaran poros kompresor lebih kecil, kerja yang dilakukan akan lebih sedikit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka penulis merumuskan identifikasi penelitian sebagai berikut :

1. AC yang digunakan dalam penelitian adalah AC Mobil Avanza
2. *Refrigerant* yang dipakai adalah *Refrigerant* R22.
3. Variasi putaran *fan* kondensor yaitu 490 rpm, 829 rpm, 1058 rpm.

Adapun rumusan masalah yang akan dianalisa dalam tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh variasi putaran *fan* kondensor terhadap koefisien kinerja sistem pendinginan AC mobil.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasar dari alasan pemilihan judul di atas, tujuan dari penelitian ini adalah

untuk mengetahui pengaruh variasi putaran *fan* kondensor terhadap koefisien kinerja sistem pendinginan AC mobil .

1.4 Hipotesis Penelitian

Meneliti apakah dengan variasi putaran *fan* kondensor berpengaruh pada kinerja AC mobil

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui putaran *fan* kondensor yang paling optimal terhadap laju pendinginan AC mobil
2. Memperdalam pengetahuan tentang AC mobil dan dapat memberikan keterangan kepada masyarakat tentang AC mobil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Air Conditioning* (AC)

Air Conditioner (AC) adalah suatu rangkaian komponen yang berfungsi sebagai penyejuk ruangan pada kabin kendaraan. pada dasarnya sistem kerja ac adalah sirkulasi udara dimana komponen-komponen berfungsi saling berkaitan satu dengan yang lainnya, dengan *refrigerant* (gas pendingin) sebagai aliran sirkulasi itu sendiri. aliran tersebut terus-menerus bersirkulasi selama mesin dihidupkan. Pada gambar 2.1 dapat kita lihat aliran sirkulasi *Air Conditioning* (AC) mobil.



Gambar 2.1. Aliran Sirkulasi *Air Conditioning* (AC) Mobil

2.2 Definisi AC Mobil

AC mobil adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengkondisikan udara di dalam kabin mobil (Yuswandi,2007). Pada umumnya mesin AC mobil bekerja dengan menggunakan siklus kompresi uap dengan fluida kerja yang dinamakan *refrigerant*. Di dalam AC mobil, massa *refrigerant* yang digunakan adalah tetap, meskipun selama proses *refrigerant* selalu berubah fasenya. Struktur dasar AC

mobil dan AC rumah sebenarnya sama. Hanya saja, AC mobil lebih dinamis. putaran kompresor dari pada AC rumah. Putaran kompresor pada AC mobil meliputi RPM mobil. Semakin cepat mobil melaju semakin cepat pula putaran kompresor sehingga temperatur kabin lebih cepat dingin. Sedangkan, AC ruangan lebih statis. Putaran kompresor sangat tergantung pada pengaturan temperatur yang dipilih.

2.2 Sejarah AC Mobil

Awalnya, untuk menyejukkan kabin kendaraan dilakukan dengan cara memasang ventilasi dibagian bawah *dashboard* dan bukaan pada kaca bagian depan. Namun cara ini tidak efisien, karena udara masuk dari luar justru menimbulkan masuknya debu dan kotoran ke dalam kabin mobil. Setelah cara ini dianggap kurang efektif, kemudian dipasanglah kipas. Pemasangan kipas angin ternyata lumayan berpengaruh, sebab kipas angin dapat mengurangi panas dan rasa gerah didalam kabin mobil. seiring berjalannya waktu, penggunaan kipas angin pun dirasakan belum memadai, terutama saat cuaca cukup terik, sehingga jendela mobil masih perlu dibuka. Akibatnya, keamanan dan keselamatan pengendara menjadi kurang terjamin. Hingga pada akhirnya Wiliam Whitley punya cara untuk membuat alat tersebut. Dimana pada tahun 1884 dia menempatkan balok es dibagian bawah kendaraan dan menggunakan kipas untuk meniupkan hawa dinginnya. Setelah berbagai cara dilakukan, kemudian muncul cara lain yang lebih efektif untuk mendapatkan kenyamanan didalam mobil, ialah dengan cara memasang AC (*Air Conditioning*). Pada awalnya penggunaan fitur penyejuk udara (AC) dimulai pada tahun 1930-an. Mesin penyejuk ruangan mekanis yang digunakan untuk gudang, bioskop, dan bangunan publik lainnya mulai diaplikasikan untuk system kendaraan. Mobil pertama yang memiliki penyejuk udara mekanis dibuat oleh C&C

Kelvinator, Co. diaplikasikan pada kendaraan John Homman Jr. Di *Texas* pada 23 September 1932, *General Motors Research Laboratories* menggagas penggunaan penyejuk kendaraan dengan system pendingin kompresi uap yang menggunakan bahan *Refrigerant R-12*. Tahun 1947 pabrikan pembuatan alat penyejuk udara pada kendaraan menjadi berkembang dan bertambah besar. Sepanjang tahun 1960, perbaikan dan inovasi sistem penyejuk udara pada kendaraan pun dilakukan. Sebagai contoh, pada *Chrysler Auto-Temp System*, pengendara dapat mensetting temperatur dan kecepatan udara yang diinginkan. Inilah yang kemudian dikenal dengan '*Climate Control System*'. Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 1970-an, diketahui

bahwa salah satu penyebab rusaknya lapisan *ozon* adalah lepasnya *refrigerant (R-12)* ke udara, sehingga perlu bahan pengganti R-12. *Refrigerant* pengganti tersebut adalah R-134a dan mulai diujicobakan pada kendaraan pertama *Chevrolet* sekitar tahun 1978 oleh *Horrison Radiator* dan *Allied Chemicals*. Kontroversi penggunaan *refrigerant R-12* semakin memuncak saat *Montreal Protocol* pada bulan September 1987 yang menuntut adanya penghapusan *refrigerant R-12* dan menggantinya dengan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Pengurangan pemakaian *refrigerant R-12* sudah dilakukan pada kendaraan keluaran tahun 1990-an dan segera dihilangkan pada tahun-tahun berikutnya. Fitur AC (*Air Conditioning*) telah menjadi bagian penting dalam sebuah kendaraan. tidak hanya di daerah tropis, di daerah sub tropis pun perangkat ini sangat diperlukan. Sesuai perkembangan teknologi, kini *refrigerant* sebagai bahan utama ac mobil telah menggunakan bahan yang ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan efek merusak seperti pada AC mobil pada umumnya.

2.3 Komponen-Komponen AC Mobil

Komponen AC mobil terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi dan *evaporator*.

2.3.1 Kompresor

Kompresor merupakan komponen utama AC yang berfungsi untuk menaikkan tekanan *refrigerant* (dari tekanan rendah ke tekanan tinggi) kompresor bekerja dengan cara menghisap sekaligus memompa *refrigerant* sehingga terjadi sirkulasi secara terus menerus. Pada umumnya kompresor yang sering dipakai pada AC mobil adalah *swash plate*, *resipro* dan *wabble plate*. Kompresor jenis *swash plate* ini gerakan torak diatur oleh *swash plate* pada jarak tertentu dengan 6 atau 10 silinder. Ketika salah satu sisi pada torak melakukan langkah tekan ,maka sisi yang lainnya melakukan langkah isap. Fungsi kompresor mirip dengan fungsi jantung pada tubuh manusia dan *refrigeran* sebagai darahnya. kompresor memiliki dua saluran, yaitu saluran hisap (*suction*) dan saluran buang (*discharge*).saluran hisap dihubungkan dengan *evaporator* sedangkan saluran buang dihubungkan dengan kondensor. *Refrigerant* dalam fase gas pada tekanan dan temperatur rendah dihisap oleh kompresor melalui saluran hisap kemudian dimampatkan sehingga tekanan dan temperatur naik selanjutnya mengalir ke kondensor melalui saluran buang. Pada penelitian ini kompresor yang digunakan adalah tipe *swash plate*.



Gambar 2.2. Kompresor *Swash Plate*

2.3.2 Kondensor

Kondensor merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk membuang kalor dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair dengan bantuan ekstra *fan*. Fungsi kondensor juga sebagai tempat kondensasi atau pengembunan *refrigeran*. Pada kondensor berlangsung tiga proses utama yaitu proses penurunan suhu *refrigerant* dari gas panas lanjut ke gas jenuh, proses dari gas jenuh ke cair jenuh, dan proses pendinginan lanjut dari cair jenuh ke cair lanjut. Proses pengembunan *refrigerant* dari kondisi gas jenuh ke cair jenuh berlangsung pada tekanan dan temperatur yang tetap. Berdasarkan media pendinginnya, kondensor dibagi menjadi tiga macam yaitu kondensor berpendingin air, udara, air serta udara.

Pada umumnya kondensor yang sering dipakai pada mesin pendingin berkapasitas kecil adalah jenis pipa dengan jari-jari penguat, pipa dengan plat besi dan pipa bersirip. Pada penelitian ini kondensor yang digunakan adalah kondensor pipa bersirip.



Gambar 2.3. Kondensor Pipa Bersirip

2.3.3 Katup Ekspansi

Katup ekspansi adalah salah satu alat ekspansi. Alat ekspansi mempunyai dua kegunaan yaitu untuk menurunkan tekanan *refrigerant* dan untuk mengatur aliran *refrigerant* ke *evaporator*. Terjadi penurunan tekanan *refrigerant* dikarenakan adanya gesekan dengan bagian dalam katup ekspansi. Proses penurunan tekanan dalam katup ekspansi diasumsikan berlangsung pada entalpi konstan atau sering disebut isoentalpi (proses yang ideal). Pada saat *refrigerant* masuk ke dalam katup ekspansi, *refrigerant* berada dalam fase cair penuh, tetapi ketika masuk *evaporator* fase *refrigeran* berupa campuran fase cair dan gas.



Gambar 2.4. Katup Ekspansi

2.3.4 *Evaporator*

Evaporator berfungsi untuk merubah fase *refrigeran* dari campuran cair dan gas menjadi gas (penguapan). Pada saat proses perubahan fase diperlukan energi kalor. Energi kalor yang diambil dari udara yang berasal dari luar mobil. Proses penguapan *refrigerant* di *evaporator* berlangsung pada tekanan dan suhu tetap. Jenis *evaporator* yang banyak digunakan pada mesin AC mobil adalah jenis pipa bersirip.



Gambar 2.5. *Evaporator*

2.4 Komponen Pendukung AC Mobil

2.4.1 *Receiver (filter dryer)*

Komponen ini sering digunakan pada ac mobil yang menggunakan katup termostatik untuk menurunkan tekanan *refrigerant*. Alat ini dipasang antara kompresor dan *evaporator*, didalam *receiver* terdapat saringan dan pengering yang berfungsi untuk menyerap kotoran dan air yang terbawa bersirkulasi bersama *refrigeran*.



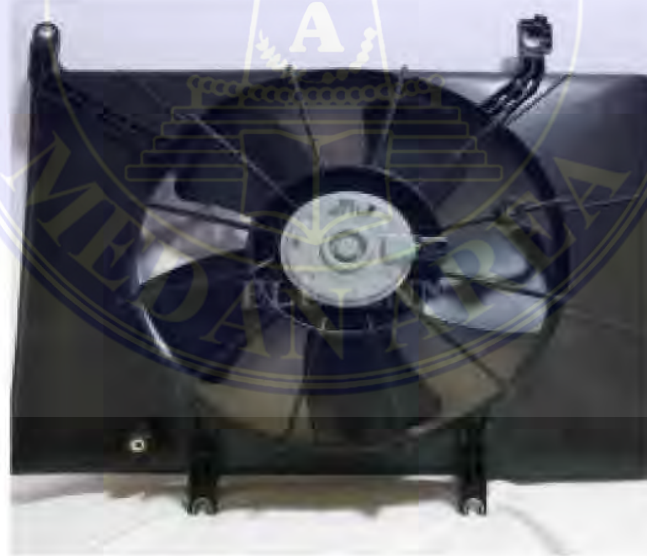
Gambar 2.6. *Receiver (Filter Drayer)*

2.4.2 *Kipas (Ekstra Fan)*

Ekstra fan berfungsi mensirkulasikan udara diluar kabin. *Ekstra fan* yang terdapat diluar kabin (pada kondensor) terdiri dari motor penggerak dan *fan* yang digerakkan. Jenis *fan* yang umum digunakan adalah jenis *axial flow*.

2.4.3 Pemilihan *Fan*

Dalam pemilihan *fan* yang sesuai pada setiap aplikasinya, terdapat tiga informasi mendasar dalam melakukan pemilihan *fan* yaitu : dibutuhkan data aliran udara volumetrik, peningkatan tekanan statis *fan* dan densitas gas pada *fan*. Faktor lain yang umumnya dibutuhkan dalam melakukan pemilihan *fan* yang tepat adalah tipe dan konsentrasi kontaminan (debu, *liquid* atau gas hasil dari pembakaran) yang akan dialirkan. *Fan* biasanya didesain pada tingkat udara standart yaitu pada 70 ° F, 1 atm, 50% kelembapan relatif, pada kondisi ini densitas udaranya adalah 0,075 lbm/ft³.



Gambar 2.7. Kipas (*Fan*)

2.4.4 Jenis-Jenis *Fan*

Adapun jenis-jenis *fan* diantaranya

1. *Fan Aksial*

Fan Aksial berfungsi menggerakkan aliran udara sepanjang sumbu *fan* (terpasang pada poros berputar)

2. *Fan Sentrifugal*

Fan Sentrifugal menggunakan impeler berputar untuk menggerakkan aliran udara, memiliki roda kipas yang terdiri dari sejumlah bilah kipas atau *blade* dipasang disekitarnya, istilah *sentrifugal* mengacu pada lintasan aliran gas saat lewat keluar dari rumah *fan* (*housin*). *Fan* sentrifugal dapat menghasilkan tekanan tinggi meningkat dalam aliran gas. Dengan demikian, sangat cocok untuk proses industri dan sistem kontrol polusi udara (untuk *handling* padatan yang terbentang : debu sepih kayu, skrap logam) dapat dilihat pada gambar 2.2 komponen-komponen *fan sentrifugal*.

2.4.5 Karakteristik *Fan Aksial*

Fan Propelle

Fan propeller menghasilkan laju aliran udara yang tinggi pada tekanan rendah, tidak membutuhkan saluran kerja yang luas (karena tekanan yang dihasilkan lebih kecil). *Fan propeller* dapat mencapai efisiensi maksimum, hampir seperti aliran yang mengalir sendiri, dan sering digunakan pada ventilasi atap.

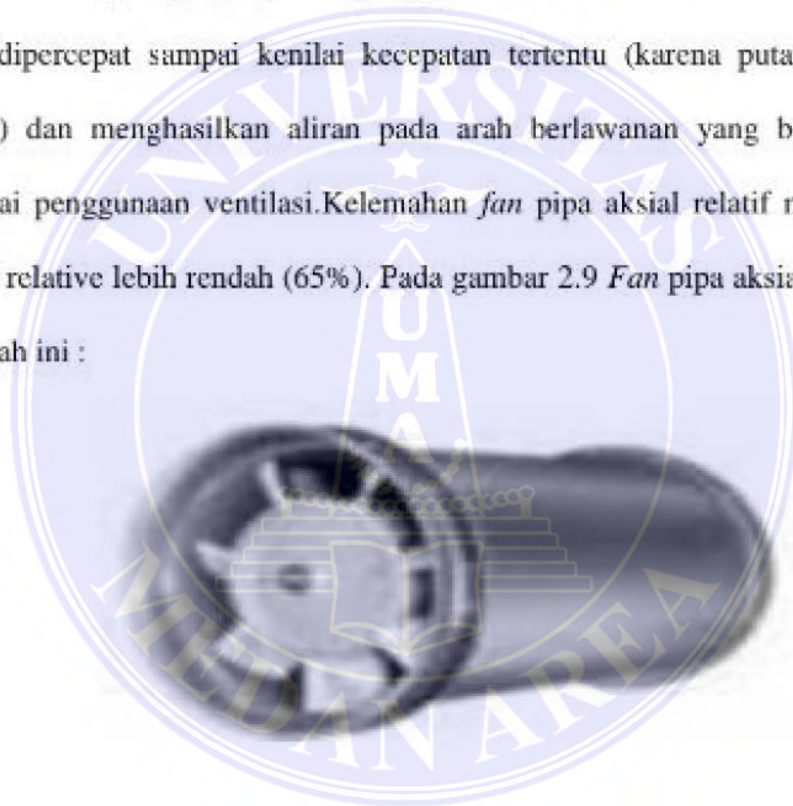
Kelemahan *fan propeller* ini efisiensi *energy* relatif rendah dan bising. Pada gambar 2.8 bentuk *fan propeller*



Gambar 2.8. *Fan Propeller*

Fan Pipa Aksial

Fan pipa aksial memiliki tekanan lebih tinggi dan efisiensi operasinya lebih baik dari pada *fan propeller*, *fan* pipa aksial cocok untuk tekanan menengah, dapat dipercepat sampai nilai kecepatan tertentu (karena putaran massanya rendah) dan menghasilkan aliran pada arah berlawanan yang berguna dalam berbagai penggunaan ventilasi. Kelemahan *fan* pipa aksial relatif mahal, efisiensi *energy* relative lebih rendah (65%). Pada gambar 2.9 *Fan* pipa aksial dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 2.9. *Fan Pipa Aksial*

Fan Dengan Baling-Baling Axial

Fan dengan baling-baling *axial* cocok untuk tekanan sedang sampai tekanan tinggi. *Fan* dengan baling-baling aksial ini memiliki efisiensi (mencapai 85% jika dilengkapi dengan *fan* air foil dan jarak ruang yang kecil). *Fan* ini relatif

mahal daripada *fan* impeller. Dapat dilihat pada gambar 2.10 *Fan* dengan baling-baling *axial*.



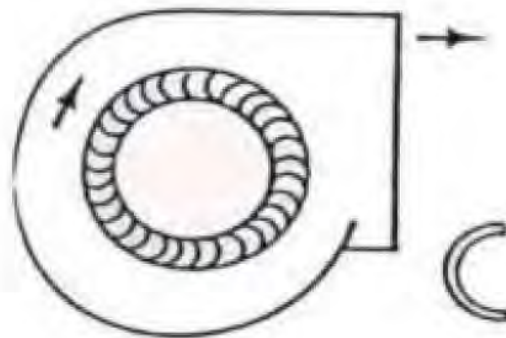
Gambar 2.10. *Fan* Dengan Baling-Baling *Axial*

Fan dengan baling - baling *axial* fan jenis ini cocok pada penggunaan yang tekanannya sedang sampai tinggi, serta dapat dipercepat hingga kecepatan tertentu menghasilkan aliran pada arah berlawanan dan berguna pada berbagai penggunaan ventilasi dengan energi yang di hasilkan lebih efisien.

2.4.6 lasifikasi *Fan* Sentrifugal

Tipe Forward Curved

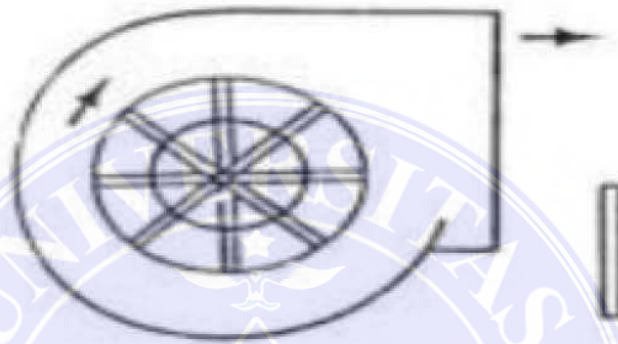
Pada *fan* tipe ini roda-roda yang terdapat didalamnya berukuran kecil dan membelok kedalam searah dengan arah rotasi roda-roda. *Fan* ini beroperasi pada kecepatan yang relatif rendah. Pada gambar 2.11 *Tipe forwad curved*



Gambar 2.11. *Tipe Forward Curved*

Tipe *Radial Blade*

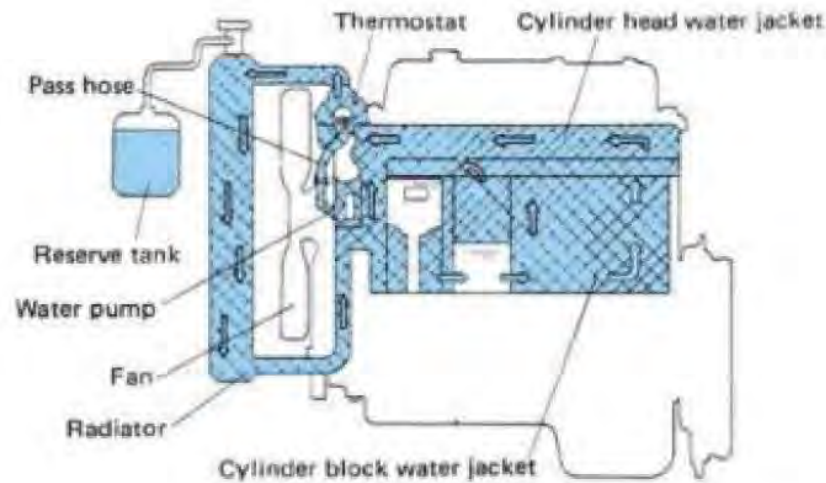
Pada *fan* tipe ini roda-roda yang terdapat didalamnya berbentuk seperti *paddle*. Blade yang ada memiliki arah tegak lurus dengan arah rotasi *fan*. *Fan* ini cenderung beroperasi pada kecepatan yang sedang. Gambar 2.12 bentuk *fan* tipe *radial blade*



Gambar 2.12. Tipe Radial Blad

2.4.7 Pendingin Dengan Bantuan Air

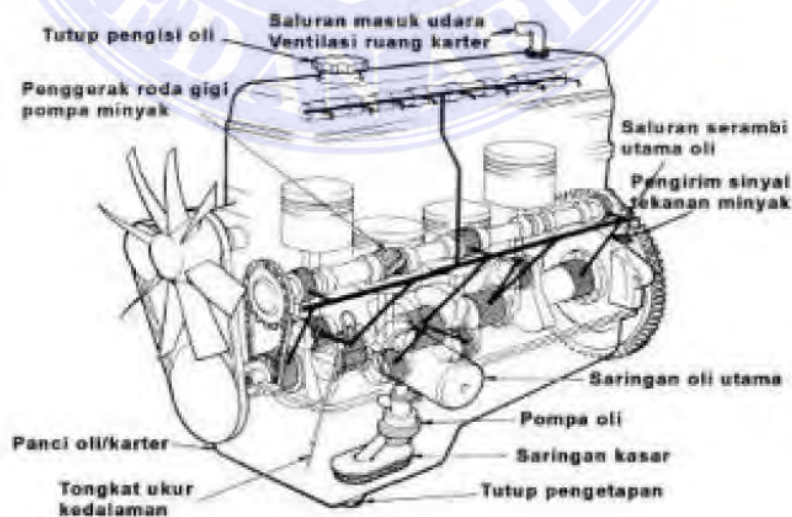
Air digunakan untuk membantu mengambil panas dari *refrigerant* uap. *Refrigerant* uap yang mengalir dalam kondensor disimpan dalam suatu tempat atau air dilewatkan pada kondensor yang berisi *refrigerant* uap. Panas dari *refrigerant* uap dipindahkan ke air melalui dinding kondensor. Air tersebut membawa panas dari wadah melalui saluran keluar jika medium pendingin yang dilakukan adalah air kelebihanannya adalah air mempunyai sifat membawa dan memindahkan panas yang jauh lebih baik dari pada udara.



Gambar 2.13. Sistem Pendingin Dengan Bantuan Air

2.4.8 Pendingin Dengan Bantuan Udara

Udara digunakan untuk membuang panas dari *refrigerant* uap melalui permukaan kondensor. Udara dihembuskan dengan menggunakan kipas ke permukaan kondensor. Karena udara lebih dingin dari *refrigerant* uap maka terjadi perpindahan panas dari *refrigerant* uap ke udara bebas melalui permukaan kondensor.



Gambar 2.14. Sistem Pendingin Dengan Bantuan Udara

Refrigerant-22

Refrigerant ini biasa dilambangkan R-22 dan mempunyai rumus kimia CHCF_2 . R-22 mempunyai titik didih $-40,8^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atm. Refrigeran ini telah banyak digunakan untuk mengganti *refrigerant* R-12, tetapi pada saat ini *refrigeran* jenis ini dilarang digunakan karena kurang ramah lingkungan.

Refrigerant -12

Refrigerant ini biasa dilambangkan dengan R-12 mempunyai titik didih $-21,6^\circ\text{F}$ pada tekanan 1 atm. Untuk melayani sistem pendinginan pada rumah tangga dan sistem pengkondisian udara pada kendaraan.

Refrigerant R 134a (HFC 134a)

Refrigeran ini tidak mengandung *chlorine*. Refrigeran R134a memiliki ancaman yang rendah terhadap penipisan lapisan ozon jika dibandingkan dengan *refrigerant* yang tergolong dalam HCFC (*hydroflourocarbon*) dan yang tergolong dalam CFC (*Chloroflourocarbon*).

Refrigeran R 134a

Refrigeran R 134a adalah salah satu *alternative* pengganti R12 yang memiliki beberapa properti yang baik sebagai *refrigerant*, yaitu tidak beracun, tidak mudah terbakar dan stabil. Tetapi *refrigeran* Refrigeran R-134a adalah *refrigerant* yang tergolong dalam HFC (*hydroflourocarbon*) karena R-134a masih memiliki kelemahan yaitu potensi sebagai salah satu pemicu *effeck* rumah kaca dengan nilai GWP (*Global Warming potensial*) yang tinggi.

Sifat *Refrigerant* Ideal

Sifat *refrigerant* ideal adalah sebagai berikut:

- Tekanan evaporasi yang positif, yaitu harus mempunyai temperatur penguapan pada tekanan yang lebih besar dari tekanan atmosfer.
- Mempunyai tekanan kondensasi yang rendah yaitu *refrigerant* harus mempunyai tekanan pengembunan yang rendah, sehingga perbandingan kompresinya menjadi lebih rendah menyebabkan daya kompresor juga lebih rendah.
- Panas laten penguapan yang tinggi yaitu panas yang diserap persatuan masa *refrigerant* di *evaporator* lebih besar dan sebaliknya.
- Mempunyai temperatur kritis yang tinggi.
- Tidak beracun tidak menyebabkan iritasi.
- Tidak mudah terbakar dan meledak sendiri.
- Mudah dideteksi bila terjadi kebocoran.
- Tidak mudah larut dalam air.
- Dapat bercampur dengan pelumas dengan baik.

Sifat Fisika Dan Thermodinamika *Refrigerant*

Dapat dilihat sifat fisika dan thermodinamika pada *refrigeran* seperti pada tabel di bawah ini

Tabel.2.1. Sifat Fisika dan Thermodinamika *Refrigerant*

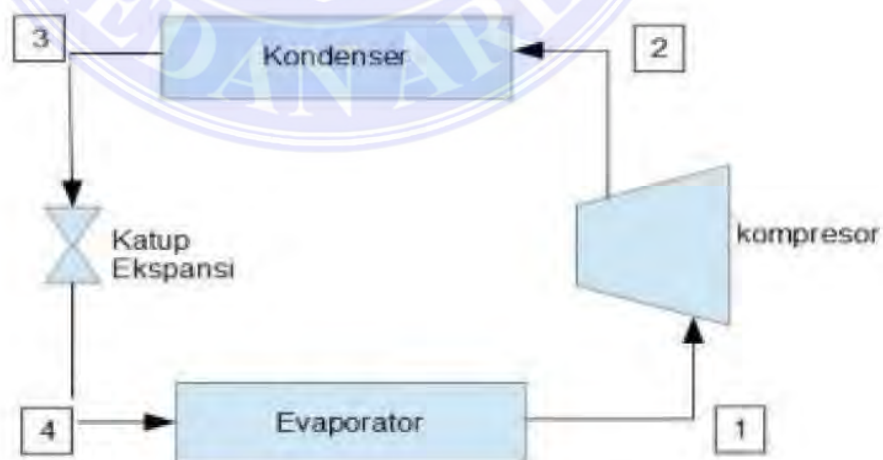
<i>Propertis</i>	<i>Unit</i>	MC-134	HFC 134
<i>Saturated Pressure</i>	Bar	5.7	6.7
<i>Enthalpy liquiod</i>	KJ/kg	261	235
<i>Enthalpy vapor</i>	KJ/kg	601	412
<i>Density liquid</i>	KJ/m ³	531	1207

Density vapor	KJ/m ³	12.90	32.35
Specific head liquid	KJ/kg °K	2.53	1.42
Specific head vapor	KJ/kg °K	1.89	1.03
Viscosity liquid	μ Pa.	128	195
Viscosity vapor	μ Pa.s	7.9	11.7
Thermal conductivity liquid	W/m.K	0.092	0.081
Thermal conductivity vapor	W/m.K	0.018	0.014

(Sumber: <http://gasdom.pertamina.com>)

2.4.9 Siklus Kompresi Uap

Siklus kompresi uap merupakan daur yang terbanyak digunakan dalam daur refrigerasi. Siklus pendingin kompresi uap ideal merupakan siklus yang sering diaplikasikan atau digunakan pada mesin pendingin karena siklus ini cukup sederhana. Pada daur ini terjadi proses kompresi (1 ke 2), pengembunan (2 ke 3), ekspansi (3 ke 4) dan penguapan (4 ke 1). Seperti ditunjukkan pada gambar 2.15 siklus kompresi uap di bawah ini :



Gambar 2.15. Siklus Kompresi Uap

Komponen utama dari sistem refrigerasi yang diketahui terdiri dari kompresor, kondensor, alat ekspansi dan *evaporator*. (Stocker, 1996).

Analisa Kinerja Mesin Refrigerasi Kompresi Uap

Parameter-parameter prestasi sistem refrigerasi kompresi uap antara lain: efek atau dampak refrigerasi, kerja kompresi, kapasitas refrigerasi, dan koefisien performansi. COP (*coefficient of performance*) Penentuan parameter-parameter tersebut dapat dibantu dengan penggunaan sketsa proses pada diagram tekanan-entalpi. Kerja kompresi persatuan masa *refrigerant* ditentukan oleh perubahan entalpi pada proses 1-2 dan dapat dinyatakan sebagai : (Stocker, 1996).

Hubungan tersebut diturunkan dari persamaan energi dalam keadaan tunak, pada proses kompresi adiabatik reversibel dengan perubahan energi kinetik dan energi potensial diabaikan. Perbedaan entalpinya merupakan besaran negatif yang menunjukkan bahwa kerja diberikan kepada sistem. Pada gambar 2.16 dapat dilihat diagram entalpi (p-h)

Proses 1-2 Proses Kompresi

Proses ini dilakukan oleh kompresor. Kondisi awal *refrigeran* pada saat masuk kedalam kompresor adalah uap panas lanjut (*superheated*) bertekanan rendah, setelah mengalami kompresi *refrigerant* akan menjadi uap panas lanjut (*superheated*) bertekanan tinggi. Karena proses ini berlangsung secara isentropik, maka suhu keluar kompresor pun meningkat dalam proses ini diperlukan tenaga dari luar untuk menggerakkan kompresor (W_k)

Proses 2-2a (Proses Penurunan Suhu Gas Panas Lanjut)

Proses ini adalah proses penurunan suhu dari gas panas lanjut ke gas jenuh. proses ini berlangsung di kondensor dan pada tekanan yang tetap. Pada saat proses, kalor dari *refrigeran* dibuang keluar, sehingga suhunya turun. perpindahan kalor dapat terjadi karena suhu *refrigeran* lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara disekitar kondensor.

Proses 2a-3a Proses Pengembunan

Proses ini berlangsung didalam kondensor. Refrigeran yang bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi akan membuang kalor sehingga fasenya berubah dari gas jenuh menjadi cair jenuh. hal ini berarti bahwa di dalam kondensor terjadi pertukaran kalor antara *refrigeran* dengan lingkungannya. Proses ini berlangsung pada tekanan dan suhu tetap meskipun *refrigeran* mengeluarkan kalor.

Proses 3a-3 (Proses Pendinginan Lanjut)

Pada proses pendinginan lanjut terjadi penurunan suhu. proses pendinginan lanjut membuat *refrigeran* yang keluar dari kondensor benar-benar dalam keadaan cair. hal ini membuat *refrigeran* lebih mudah mengalir melalui katup ekspansi dalam sebuah sistem pendingin. proses ini terjadi penurunan entalpi.

Proses 3-4 Proses Penurunan Tekanan

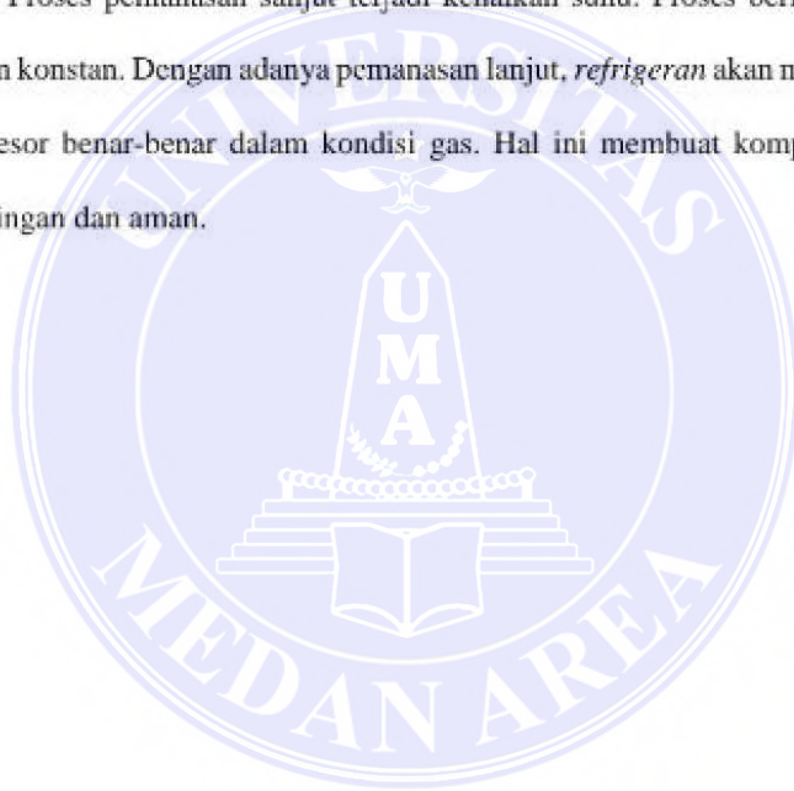
Proses penurunan tekanan ini berlangsung di katup ekspansi. Pada proses ini Tidak terjadi perubahan entalpi tetapi terjadi penurunan tekanan dan suhu. Katup ekspansi berfungsi untuk mengatur laju aliran *refrigeran* selain untuk menurunkan suhu dan tekanan. Pada proses ini *refrigeran* mengalami perubahan fase dari fase cair menjadi campuran cair dan gas.

Proses 4-1a Proses Pendidihan

Proses ini berlangsung di dalam *evaporator*. Panas dari dalam ruangan akan diserap oleh cairan *refrigeran* bertekanan rendah sehingga *refrigeran* berubah fase dari campuran cair dan gas menjadi gas bertekanan rendah. Kondisi *refrigeran* saat masuk *evaporator* dalam fase campuran cair dan gas. Proses pendidihan berlangsung pada tekanan konstan dan suhu konstan.

Proses 1a-1 Proses Pemanasan Lanjut

Proses pemanasan lanjut terjadi kenaikan suhu. Proses berlangsung pada tekanan konstan. Dengan adanya pemanasan lanjut, *refrigeran* akan masuk ke dalam kompresor benar-benar dalam kondisi gas. Hal ini membuat kompresor bekerja lebih ringan dan aman.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat rencana akan dilaksanakannya penelitian ini yaitu di Laboratorium Prestasi Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Jl. Kolam No.1 Medan Estate. Sedangkan waktu penelitian yaitu di mulai setelah selesainya seminar proposal di ruang seminar Fakultas Teknik UMA dan akan mengadakan penelitian di CV Sahabat Teknik Jl Karya Sastra Tembung Pasar 10, Kec Medan Tembung , Sumatera Utara 20144

Adapun jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Waktu (bulan) 2022							
		Juni	Juli	Agt	Sept	Okt	Nop	Des	
1	Pengajuan Judul								
2	Studi Literatur								
3	Desain Alat								
4	Perakitan Alat								
5	Pengujian Alat								
6	Pengolahan Data								
7	Penulisan Laporan								
8	Seminar dan Sidang								

3.2 Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk menjalankan sistem rangkaian AC mobil adalah sebagai berikut :

1. Kompresor Mobil

Kompresor mobil yang digunakan di dalam penelitian ini menggunakan kompresor seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kompresor AC Mobil

Jenis kompresor : *Swash Plate*

Voltage : 220 V

2. Kondensor

Kondensor yang digunakan dalam penelitian ini, dapat kita lihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Kondensor

Jenis kondensor : Kondensor pipa bersirip

Ukuran : $l \times l \times t = 46 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 38 \text{ cm}$

Bahan pipa : besi (3 cm)

Bahan sirip : Aluminium

3. Ekstra *Fan*

Ekstra *fan* yang digunakan dalam penelitian ini seperti terlihat pada gambar

3.3. di bawah ini :



Gambar 3.3. Ekstra *Fan*

Jenis ekstra *fan* : ACM
Diameter : 26 cm
Bahan *fan* : Plastik

4. Katup Ekspansi

Katup ekspansi yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada gambar

3.4 katup ekspansi

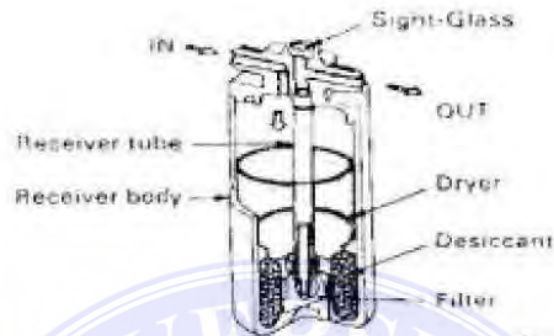


Gambar 3.4. Katup Ekspansi

Jenis Katup Ekspansi : Termostatik
Bahan Katup Ekspansi : Tembaga

5. Receiver Dryer

Receiver Dryer yang digunakan dalam penelitian ini dapat kita lihat pada gambar 3.5. *Receiver Dryer*



Gambar 3.5. *Receiver Dryer*

Bahan Tabung

Receiver Dryer: Besi

Diameter : 6,3 cm

Tinggi : 20 cm

6. Evaporator

Evaporator yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada gambar 3.4 dapat kita lihat bentuk dari *evaporator*.



Gambar 3.6. *Evaporator*

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Termokopel
- b. Pengukur tekanan (*pressure gauge*)
- c. Manometer air raksa
- d. RH-meter
- e. Anemometer
- f. Rotameter

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara mencatat data langsung dari pengukuran melalui alat bantu yang telah disiapkan. Langkah-langkah pengambilan data sebagai berikut:

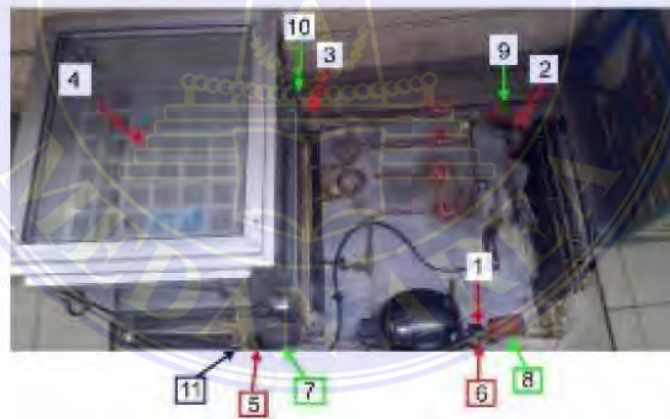
1. Langkah awal dalam pengambilan data dimulai dengan mempersiapkan komponen-komponen alat penelitian
2. Memastikan semua komponen pada sistem kerja AC mobil berfungsi dengan baik.
3. Penelitian dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas Medan Area
4. Menyiapkan semua alat bantu pengambilan data seperti, *pressure gauge*,
5. Melakukan kalibrasi pada alat ukur yang akan digunakan bila diperlukan.
6. Menyalakan mesin AC mobil
7. Membiarkan mesin AC mobil bekerja sekitar 20-30 menit tujuannya agar kerja dari komponen siklus kompresi uap stabil.
8. Mengecek tekanan pada alat ukur *pressure gauge* (P_1 dan P_2)
9. Setelah semua berjalan dengan baik dan mesin AC mobil bekerja stabil maka pengambilan data penelitian dapat dilakukan sesuai dengan yang telah

ditetapkan.

10. Data yang diambil dalam interval 10 menit yaitu: nilai tekanan *refrigeran* (P_1 dan P_2), suhu *refrigeran* saat masuk kompresor (T_1), suhu *refrigeran* saat masuk katup ekspansi (T_3), suhu kabin, arus (I) dan tegangan (V).
11. Hasil dari data yang diperoleh kemudian dijumlahkan dengan hasil dari kalibrasi alat bantu.

3.4 Populasi dan Sampel

Pengukuran temperatur menggunakan *Thermocouple*. *Data Acquisition System* dan *thermometer* digital dan pengukuran tekanan menggunakan *Pressure Gauge*. Pengujian menggunakan pipa kapiler 1,25 m dengan diameter 0,042 inci. Pengambilan data dilakukan di beberapa titik setiap 5 menit sekali selama 120 menit seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.7. Titik-Titik Pengambilan Data

Keterangan:

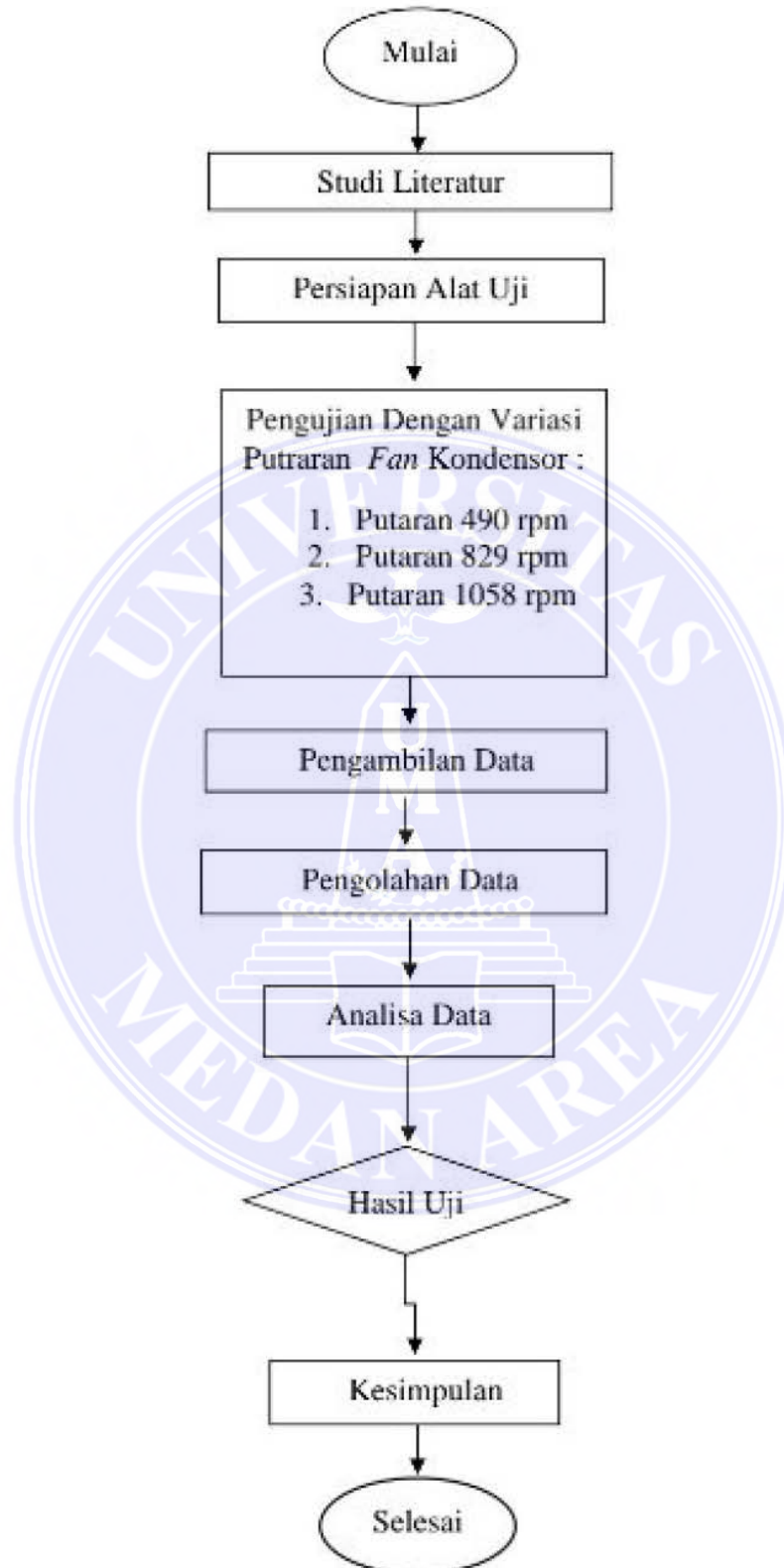
1. Temperatur Keluar Kompresor ($^{\circ}\text{C}$)
2. Temperatur Keluar Kondensor ($^{\circ}\text{C}$)
3. Temperatur Masuk *Evaporator* ($^{\circ}\text{C}$)

4. Temperatur *Box* ($^{\circ}\text{C}$)
5. Temperatur Keluar *Evaporator* ($^{\circ}\text{C}$)
6. Temperatur Masuk Kompresor ($^{\circ}\text{C}$)
7. Tekanan Keluar *Evaporator* (Psig)
8. Tekanan Masuk Kondensor (Psig)
9. Tekanan Keluar Kondensor (Psig)
10. Tekanan Masuk *Evaporator* (Psig)
11. Kuat Arus (Ampere)

3.5 Prosedur Kerja

Setelah semua komponen selesai, tahap berikutnya adalah proses pengambilan data. Perakitan komponen AC mobil dilakukan terlebih dahulu sebelum pengambilan data.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil pengujian alat, pengambilan data, dan pembahasan dalam penelitian ini, makadapat di ambil kesimpulan bahwa :

1. Kinerja AC mobil dengan menggunakan *refrigerant* R-22 memperoleh nilai *COP* (*Coefficient Of Performance*) pada saat 10 menit sebesar 1,02 W/W, pada saat 20 menit sebesar 1,01 W/W dan pada saat 30 menit menghasilkan nilai *Cop* sebesar 1 W/W. Hasil tersebut diperoleh dari hasil temperatur, perhitungan entalpy dan perhitungan *COP*.
2. Semakin tinggi kecepatan putaran *Fan* Kondensor, nilai kerja Kompresor akan mengalami kenaikan. Tetapi, nilai *COP* (*Coefficient Of Performance*) mengalami mengalami penurunan.

5.2 Saran

1. Sebelum mengambil data, harus mengkalibrasi alat ukur atau menstandarkan pengukuran.
2. Agar analisis lebih tepat dan jelas, alat ukur tekanan harus dipasang pada masing-masing alur setelah melewati komponen..
3. Saat mengisi *refrigrant* sebaik nya di jauhkan dari api karna mudah terbakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi. (2000). Pengaruh Kecepatan Pendingin Udara Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Water Chiller Dengan Menggunakan Refrigerant R12. *Jurnal Teknik Gelagar*.
- Adjie Pratama, B. (2013). Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan Ice Storage Berbahan Baku Air Terhadap Performa Mesin AC Mobil .
- Agung_rombenk. (2012). *Laporan sistem Air Conditioner (AC) kompresor multi piston (swashplate)*.
- Bagus, N. (2008). *Pengaruh penambahan radiator coolant dan jarak bebas radiator terhadap temperatur mesin pada mobil toyota kijang 5k tahun 2000*. Surakarta: FKIP UNS.
- Bird John, R. C. (t.thn.). *Mechanical Engineering Principles*. British Trush for Conervation Volunteer.
- Mandala, D. (2013). *Pengertian, Fungsi, Cara Kerja Sistem AC* . Diambil kembali dari <http://danielmandala.blogspot.com>
- Nugroho, A. (2015). *Pengaruh variasi sudu kipas radiator terhadap performa mesin pendingin pdu mobil toyota k3-ve, 1300cc*. Purwokerto: STTWiworotomo.
- Siregar, F. M. (t.thn.). Penelitian dengan judul kajian teoritis performansi mesin - non stationer (mobil) berteknologi VVT-i dan non vvt-i.