

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH PUTARAN MOTOR KOMPRESOR TERHADAP COEFICIENT OF PERFORMANCE (COP) SISTEM PENDINGIN AC MOBIL**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**JERRY RAMADANI SYAPUTRA**  
**1507230014**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Jerry Ramadani Syaputra  
NPM : 1507230014  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap *Coefficient Of Performance (COP)* Sistem Pendingin AC Mobil  
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 8 Oktober 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



H. Muharnif, S.T., M.Sc

Dosen Penguji II



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Jerry Ramadani Syaputra  
Tempat /Tanggal Lahir : Kerasaan /5 Januari 1998  
NPM : 1507230014  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“ Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap *Coeficient Of Performance* (COP) Sistem Pendingin AC Mobil ”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 8 Oktober 2019



Saya yang menyatakan,

Jerry Ramadani Syaputra

## ABSTRAK

Keberadaan *Air Conditioner* (AC) mobil sudah tidak asing lagi bagi pemakai kendaraan pribadi di Indonesia karena kondisi iklim tropis umumnya bertemperatur tinggi (rata-rata 30°C) serta kelembaban tinggi (rata-rata 75%) dan kondisi udara tropis ini memberikan rasa tidak nyaman bagi penumpang mobil, terlebih di daerah perkotaan dengan tingkat hunian serta polusi yang tinggi. Salah satu kinerja AC Mobil sangat bergantung pada kompresor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara putaran (Rpm) kompresor dengan kinerja (COP) AC Mobil dan untuk mendapatkan nilai torsi, daya kompresor terhadap kinerja AC Mobil. Pengujian dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan variasi putaran berdasarkan Rpm yang berbeda-beda yakni 1254 Rpm, 1034 Rpm dan 569 Rpm. Hasilnya diperoleh nilai COP sebesar 0,77, 1,21 dan 2,32 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil putaran kompresor yang digunakan maka COP sistem akan semakin besar. Begitu juga dengan pengambilan data pada kerja kompresor dengan variasi putaran kompresor yang sama didapat nilai sebesar 32,6 kJ/kg, 37,17 kJ/kg dan 29,76 kJ/kg dapat disimpulkan bahwa semakin kecil atau besar putaran kompresor maka nilai kerja kompresor selalu mengalami perubahan, bila dilihat dari nilai kapasitas pendingin yang didapat adalah 25,02 kW, 44,9 kW dan 69,23 kW.

Kata kunci: Pengaruh putaran motor kompresor, kerja kompresor, kapasitas pendingin dan COP.

## **ABSTRACT**

*The existence of car air conditioners is familiar to private vehicle users in Indonesia because tropical climate conditions are generally of high temperature (an average of 30 ° C) and high humidity (an average of 75%) and this tropical air condition gives a sense of no comfortable for car passengers, especially in urban areas with high occupancy and pollution. One of the performance of a Car AC is very dependent on the compressor. Therefore, this study aims to determine the relationship between the rotation (Rpm) of the compressor and the performance of the Car AC (COP) and to get the value of torque, compressor power to the performance of the Car AC. The test was conducted at the Mechanical Achievement Laboratory of the Faculty of Engineering, Muhammadiyah University, North Sumatra. Data collection was carried out using variations of rotation based on different Rpm of 1254 Rpm, 1034 Rpm and 569 Rpm. The results obtained by COP values of 0.77, 1.21 and 2.32 can be concluded that the smaller the compressor rotation used, the greater the COP system. Likewise with data retrieval on the compressor work with the same compressor rotation variations obtained values of 32.6 kJ / kg, 37.17 kJ / kg and 29.76 kJ / kg can be concluded that the smaller or larger the compressor rotation, the compressor working value always changes, when viewed from the value of the cooling capacity obtained is 25.02 kW, 44.9 kW and 69.23 kW.*

*Keywords: Effect of compressor motor rotation, compressor work, cooling capacity and COP.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap *Coeficient Of Performance* (COP) Sistem Pendingin AC Mobil ” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak H. Muharnif M, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada saya.

8. Orangtua saya: Ayahanda Sudarman dan Ibunda Misryani Purba, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi saya.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Saudara Kandung saya : Jenny Indah Dwi Syafitri yang telah mensupport saya untuk menyelesaikan tugas akhir.
11. Sahabat-sahabat saya: Arif Prayogi, S. Pd, Dimas Kurniawan, Ega Syahputra dan M. Andika Febrialdi.
12. Teman-teman penulis : M. Syahdana Amin, Fika Ronal Febrian, Aji Maulana, Nuron Nahdi Nasution, M. Alfian Rizky dan Rizky.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, 10 Oktober 2019



JERRY RAMADANI SYAPUTRA

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1. Pengertian <i>Air Conditioner</i> (AC) Mobil	3
2.1.1. Sejarah AC Mobil	3
2.1.2. Klasifikasi AC Mobil	5
2.2. Sistem Refrigrasi	5
2.2.1. Kompresor	6
2.2.2. Kondensor	7
2.2.3. Katup Ekspansi	8
2.2.4. Evaporator	8
2.3. Prinsip Kerja AC Mobil	9
2.4. Prinsip Kerja Kompresor AC Mobil	10
2.5. Jenis – Jenis Kompresor AC Mobil	10
2.5.1. Jenis Kompresor Tipe <i>Rotary</i>	10
2.5.2. Jenis Kompresor Tipe Piston	11
2.6. Prinsip Kerja Siklus Kompresi Uap	12
2.6.1. Proses Kompresi	13
2.6.2. Proses Evaporasi dan Kondensasi	13
2.6.3. <i>Throttling Process</i>	13
2.6.4. Efek Refrigrasi	14
2.6.5. Koefisien Prestasi (COP)	14
2.6.6. Persamaan Bernouli	14
2.6.7. Kinerja Sistem Refrigrasi	15
2.6.8. Efektivitas Perpindahan Panas	16
2.6.9. Sifat Termodinamika	16
2.6.10. Titik Kesetimbangan Kompresor dan Pipa Kapiler	17
2.6.11. Peningkatan Beban Refrigrasi	17
2.6.12. Penurunan Beban Refrigrasi	18



2.7.	<i>Microcontroller</i>	19
2.8.	Sensor Temperatur DS18B20	20
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>22</b>
3.1	Tempat dan Waktu	22
3.1.1.	Tempat	22
3.1.2.	Waktu	22
3.2	Bahan dan Alat	22
3.2.1.	Kompresor Mobil	22
3.2.2.	Kondensor	23
3.2.3.	Motor Listrik 3 Fasa	24
3.2.4.	Evaporator	24
3.2.6.	Baterai 12 Volt	25
3.2.7.	Katup Ekspansi	26
3.2.8.	<i>Refrigerant R134a</i>	26
3.2.9.	<i>Pressure Gauge</i>	27
3.2.10.	Air Sabun	27
3.2.11.	Inverter	28
3.2.12.	Tachometer	28
3.3	Variabel Penelitian	29
3.4	Prosedur Pengambilan Data	29
3.4.1.	Proses Pembuatan Rangka dan Perakitan komponen	29
3.4.2.	Proses Pemvakuman AC Mobil	29
3.4.3.	Proses Pengisian Refrigeran R134a	30
3.4.4.	Proses Pengujian	31
3.4.5.	Cara Pengambilan Data	31
3.5	Variasi Penelitian	32
3.6	Alur Penelitian	33
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>34</b>
4.1	Hasil	34
4.2	Pembahasan	35
4.2.1.	Grafik COP Dengan Putaran Kompresor	35
4.2.2.	Grafik Putaran Kompresor Dengan Kerja Kompresor	35
4.2.3.	Grafik Putaran Kompresor Dengan Kapasitas Pendingin	36
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>37</b>
5.1.	Kesimpulan	37
5.2.	Saran	37
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>38</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beberapa Jenis Kondensor	8
Tabel 2.2	Beberapa Jenis Evaporator	9
Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian	22
Tabel 4.1	Data hasil Pengujian Putaran Kompresor AC Mobil	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem AC Mobil	3
Gambar 2.2	Kompresor AC mobil	6
Gambar 2.3	Kondensor AC Mobil	7
Gambar 2.4	Katup Ekspansi AC Mobil	8
Gambar 2.5.	Evaporator AC Mobil	9
Gambar 2.6	Kompresor Jenis <i>Through Vane</i>	10
Gambar 2.7	Kompresor Jenis <i>Crank</i>	11
Gambar 2.8	Kompresor Jenis <i>Swash Plate</i>	11
Gambar 2.9	Siklus Kompresi Uap	12
Gambar 2.10	Siklus Sifat Termodinamika Dalam Titik Beku	16
Gambar 2.11	Hubungan laju aliran massa refrigeran melewati kompresor dan pipa kapiler terhadap temperatur evaporator dan kondensor (A, B, dan C adalah titik setimbang)	17
Gambar 2.12	Efek variasi beban pada pipa kapiler sistem refrigerasi, A: pada beban rendah, B: Titik Desain, C: pada beban tinggi	18
Gambar 2.13	Arduino Uno	19
Gambar 2.14	Bentuk Fisik Sensor Suhu DS18B20	20
Gambar 3.1	Kompresor AC mobil	23
Gambar 3.2	Kondensor	23
Gambar 3.3	Motor Listrik 3 Fasa	24
Gambar 3.4	Evaporator	24
Gambar 3.5	Baterai 12 Volt sebagai Sumber Arus Listrik Pertama	25
Gambar 3.6	Katup ekspansi	26
Gambar 3.7	Refrigeran R-134A	26
Gambar 3.8	Pressure Gauge	27
Gambar 3.9	Air Sabun	27
Gambar 3.10	Inverter	28
Gambar 3.11	Tachometer	28
Gambar 3.12	Diagram Alir	33
Gambar 4.1	Grafik COP – Putaran Kompresor	35

Gambar 4.2	Grafik Putaran Kompresor – Kerja Kompresor	35
Gambar 4.3	Grafik Putaran Kompresor – Kapasitas Pendingin	36

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
n	kecepatan	Rpm
wk	kerja kompresor	kJ/kg
wk	daya kompresor	watt
Qin	kapasitas pendingin	kw
T	torsi	Nm

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Keberadaan *Air Conditioner* (AC) mobil sudah tidak asing lagi bagi pemakai kendaraan pribadi di Indonesia karena kondisi iklim tropis umumnya bertemperatur tinggi (rata-rata 30°C) serta kelembaban tinggi (rata-rata 75%) dan kondisi udara tropis ini memberikan rasa tidak nyaman bagi penumpang mobil, terlebih di daerah perkotaan dengan tingkat hunian serta polusi yang tinggi. Kehadiran AC pada kendaraan hampir menjadi suatu keharusan untuk mendinginkan dan mengeringkan udara di dalam mobil, Selain itu pada saat hujan, AC akan membantu menghilangkan embun pada kaca (*wind shield*) bagian dalam akibat terjadinya kondensasi. Dengan demikian pandangan pengemudi tidak akan terganggu, sehingga keselamatan pengguna kendaraan tetap terjamin. (V. Setiawan, dkk. 2012)

Mesin refrigerasi siklus kompresi uap merupakan jenis mesin refrigerasi yang paling banyak digunakan saat ini. Mesin refrigerasi siklus kompresi uap terdiri dari empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator. (Sudirman, dkk. 2017)

Kompresor merupakan salah satu komponen penting dalam mesin pendingin jenis kompresi uap, di mana kompresor berfungsi untuk menaikkan tekanan refrigeran uap jenuh menuju tekanan kondensor. (A. Nugroho, 2012)

Salah satu cara meningkatkan performa sistem pengkondian udara adalah dengan memvariasi kecepatan putaran kompresor. Oleh sebab itu salah satu cara untuk mendapatkan performansi yang maksimal adalah dengan melakukan variasi terhadap putaran kompresor, putaran kompresor ini akan mempengaruhi besarnya laju aliran massa yang dikompresikan sehingga menyebabkan perubahan kerja baik pada kondensor maupun evaporator yang berpengaruh terhadap *performance* dari sistem itu sendiri. Variasi putaran kompresor ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan inverter sebagai pengubah frekuensi listrik yang masuk pada kompresor. Dengan variasi tersebut maka didapatkan putaran yang cocok untuk sistem yang telah dimodifikasi tersebut dengan cara mengetahui C.O.P maksimum serta konsumsi daya kompresor minimum. (F. Ibrohim, dkk. 2016)

Berdasarkan masalah tersebut maka perlu dilakukan pengujian untuk menyesuaikan putaran (rpm) motor kompresor terhadap C.O.P pendingin ruangan AC mobil.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat ditarik beberapa hal yang menjadi permasalahan yaitu:

1. Bagaimana mengetahui hubungan antara putaran (Rpm) kompresor dengan kinerja (COP) AC Mobil.
2. Bagaimana mendapatkan nilai kerja kompresor dan kapasitas pendingin terhadap kinerja AC Mobil.

## 1.3 Ruang Lingkup

Kehadiran AC pada kendaraan hampir menjadi suatu keharusan untuk mendinginkan dan mengeringkan udara di dalam mobil, apalagi di kota-kota besar dengan kondisi jalanan yang macet dan suhu udara yang sangat panas. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian pengaruh putaran motor kompresor terhadap Coeficient Of Performance (COP) sistem pendingin AC mobil. AC sangat diperlukan untuk mendapatkan kenyamanan berkendara. Sebab kenyamanan berkendara akan mempengaruhi perilaku di jalan, sehingga pengendara menjadi tenang dan tidak emosional.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hubungan antara putaran (Rpm) kompresor dengan kinerja (COP) AC Mobil.
2. Mendapatkan nilai kerja kompresor dan kapasitas pendingin terhadap kinerja AC Mobil.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

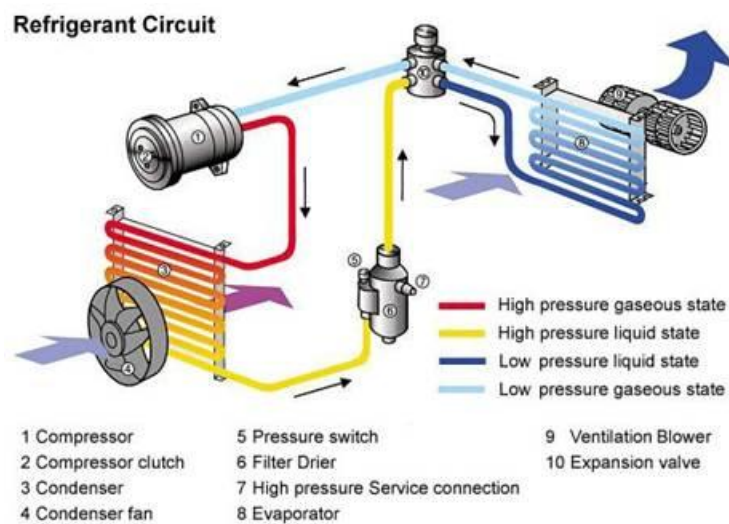
1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang kompresi uap AC mobil.
2. Hasil dari tugas akhir akan menjadi kajian dan informasi bagi mahasiswa teknik mesin dan dunia kerja terutama di otomotif.
3. Sebagai bahan referensi bagi para mahasiswa mesin yang tertarik pada perancangan atau pun penelitian sistem AC mobil.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Air Conditioner (AC) Mobil

AC Mobil adalah suatu rangkaian komponen yang berfungsi sebagai penyejuk ruangan pada kabin kendaraan. Pada dasarnya sistem kerja AC Mobil adalah sirkulasi udara dimana komponen-komponen berfungsi saling berkaitan satu dengan yang lainnya, dengan *freon* (gas pendingin) sebagai aliran sirkulasi itu sendiri. Aliran tersebut terus-menerus bersirkulasi selama mesin dihidupkan.



Gambar 2.1 Sistem AC Mobil (Sudirman, dkk. 2017)

#### 2.1.1 Sejarah AC Mobil

Awalnya, untuk menyejukkan kabin kendaraan dilakukan dengan cara memasang ventilasi dibagian bawah dashboard dan 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 pengemudi menjadi kurang terjamin. Hingga pada akhirnya *William 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*, pengemudi 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 di uji coba 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. (<https://fastnlow.net/sejarah-penggunaan-ac-untuk-mobil/>.)

### 2.1.2 Klasifikasi AC Mobil

Pada dasarnya sistem AC Mobil bekerja berdasarkan siklus refrigerasi kompresi uap. AC Mobil adalah suatu mesin yang digunakan untuk:

- Mengontrol temperatur
- Mengontrol sirkulasi udara
- Mengontrol kelembapan
- Memurnikan udara (*purification*)

Selain itu keberadaan AC Mobil juga berhubungan dengan hal-hal berikut:

- Menjaga kondisi pengemudi sehingga tetap siaga.
- Menjaga pandangan pengemudi dari terbentuknya kabut pada kaca, hal

ini

sesuai dengan mandat *Federal Motor Vehicle Safety Standard*.

Mesin refrigerasi mempertahankan kondisi baik suhu dan kelembapannya agar nyaman dengan cara sebagai berikut:

1. Pada saat suhu ruangan tinggi AC akan mengambil panas dari udara sehingga suhu di ruangan turun (disebut pendinginan). Sebaliknya saat suhu ruangan rendah AC akan memberikan panas ke udara sehingga suhunya naik (disebut pemanasan).
2. Bersamaan dengan itu kelembapan udara juga dapat diatur sehingga kelembapan udara dapat dipertahankan.

Dengan demikian untuk menunjang kerja mesin refrigerasi tersebut, diperlukan *cooler* (penyejuk), *heater* (pemanas), *moisture controller*, dan *ventilator*. Pada perlengkapan mesin refrigerasi untuk mobil selalu berbeda menurut lingkungannya, Seperti untuk lingkungan di Indonesia tidak mempunyai musim dingin sehingga tidak memerlukan *heater*, melainkan hanya memerlukan *cooler* dan pengatur aliran udara.

## 2.2 Sistem Refrigerasi

Pada sistem ini terdapat refrigeran yakni suatu senyawa yang dapat berubah fase secara cepat dari uap ke cair dan sebaliknya. Pada saat terjadi perubahan fase dari cair ke uap, refrigeran akan mengambil kalor (panas) dari

lingkungan. Sebaliknya, saat berubah fase dari uap ke cair, refrigeran akan membuang kalor (panas) ke lingkungan sekelilingnya. *sumber:(Darwis Tampubolon/Robert Samosir)*

Komponen utama dari suatu sistem refrigerasi kompresi uap adalah :

1. Kompresor
2. Kondensor
3. Katup Ekspansi
4. Evaporator

Semua komponen tersebut dihubungkan oleh suatu sistem pemipaan.

### 2.2.1 Kompresor

Kompresor adalah bagian yang terpenting dari AC. Pada manusia kompresor dapat diumpamakan sebagai jantung, yang memompa darah ke seluruh sistem. Gunanya adalah untuk menghisap gas tekanan rendah dan suhu rendah dari evaporator dan kemudian menekan/memampatkan gas tersebut, sehingga menjadi gas dengan tekanan dan suhu tinggi, lalu dialirkan ke kondensor. Panas yang diserap dari evaporator dapat dikeluarkan melalui medium yang mendinginkan kondensor.



Gambar 2.2 Kompresor AC mobil  
(Sumber :Lab UMSU 2019.)

#### ● Perhitungan Kompresor

Kerja Kompresor

$$W_k = h_2 - h_1$$

(2.1)

Daya Kompresor

$$W_k = I \cdot V \quad (2.2)$$

• Menghitung Torsi

Torsi

$$T = \frac{5250 \cdot HP}{N} \quad (2.3)$$

### 2.2.2 Kondensor

*Refrigerant* yang masuk kedalam kondensor oleh karena itu tekanan kompresor masih dalam bentuk gas dengan temperatur yang cukup tinggi (80°C). Temperatur yang tinggi dari *refrigerant* yang berada dalam kondensor yang bentuknya berliku-liku akan mengakibatkan terjadinya pelepasan panas oleh *refrigerant*. Proses pelepasan panas ini di permudah dengan adanya aliran udara baik dari gerakan mobil maupun isapan *fan* yang terpasang dibelakang kondensor. Semakin baik pelepasan panas yang dihasilkan oleh kondensor makin baik pula pendinginan yang akan dilakukan oleh evaporator. Pada ujung pipa keluar kondensor, *refrigerant* sudah tidak berbentuk gas lagi akan tetapi sudah berubah menjadi *refrigerant* cair dengan temperatur 57°C (*cooled liquid*).



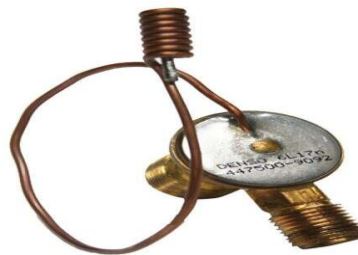
Gambar 2.3 Kondensor AC Mobil  
*sumber : Lab UMSU 2019*

Tabel 2.1 Beberapa Jenis Kondensor (W.F. Stoecker, 1957)

Komponen	Refrigeran	Fluida
Kondensor	Di dalam pipa	Gas di luar Cairan di luar jarang digunakan
	Di luar pipa	Gas di dalam Cairan di dalam jarang digunakan

### 2.2.3 Katup Ekspansi

Komponen ini berfungsi memberikan satu cairan *refrigerant* dalam tekanan rendah ke evaporator sesuai dengan kebutuhan. Pada alat ekspansi terjadi penurunan tekanan *refrigerant* akibat adanya penyempitan aliran. Alat ekspansi dapat berupa pipa kapiler, katup ekspansi termostatik (TXV, *thermo expansion valve*), katup ekspansi *otomatik*, maupun katup ekspansi manual. Bentuk fisik dari katup ekspansi dapat kita lihat pada gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2.4 Katup Ekspansi AC Mobil  
(sumber : Lab UMSU 2019)

### 2.2.4 Evaporator

Perubahan zat cair dari *refrigerant* menjadi gas yang terjadi pada evaporator akan berakibat terjadi penyerapan panas pada daerah sekelilingnya, udara yang melewati kisi-kisi evaporator panasnya akan terserap sehingga dengan hembusan *blower* udara yang keluar keruang kabin mobil akan menjadi dingin.



Gambar 2.5. Evaporator AC Mobil  
(Sumber :Lab UMSU 2019.)

Tabel 2.2 Beberapa Jenis Evaporator (W.F. Stoecker, 1957)

Komponen	<i>Refrigerant</i>	Fluida
Evaporator	Di dalam pipa	Gas di luar jarang digunakan Cairan di luar
	Di luar pipa	Gas di dalam jarang digunakan Cairan di dalam

### 2.3 Prinsip Kerja AC Mobil

Seperti telah dijelaskan fungsi dari komponen-komponen sistem AC di atas, cara kerja dari sistem AC adalah penggabungan dari fungsi masing-masing komponen tersebut, hal tersebut digambarkan di bawah ini. Kompresor yang digerakan oleh tenaga mesin mobil tersebut, memompa dan mensirkulasikan media pendingin / *Refrigerant* / *Freon* yang masih berbentuk Gas ke dalam sistem dengan tekanan tertentu. Selanjutnya media pendingin tersebut dialirkan ke kondensor, di kondensor media pendingin didinginkan dengan jalan melepas panas ke udara luar lewat sirip-sirip kondensor. Dikarenakan temperaturnya menurun maka media pendingin yang tadinya berbentuk gas dari kompresor akan berubah menjadi media pendingin berbentuk cair. Selanjutnya media pendingin tersebut dialirkan ke Filter / *Dryer* untuk dilakukan penyaringan maupun pengeringan terhadap uap air yang ikut beredar di dalam sistem. Media pendingin

yang sudah difilter di alirkan ke katup ekspansi yang bertugas untuk menurunkan tekanan media pendingin, karena tekanan turun maka otomatis temperatur juga turun, akibat dari penurunan tekanan media pendingin berubah menjadi kabut dengan temperatur yang rendah. Media pendingin yang sudah turun tekanan dan temperturnya dialirkan ke evaporator, akibatnya evaporator menjadi dingin, udara yang mengalir melalui sirip-sirip evaporator panasnya diserap sehingga temperatur udara tersebut menjadi turun. Udara yang sudah turun temperturnya dialirkan kedalam ruang kendaraan sehingga terasa sejuk. Sementara itu di dalam evaporator terjadi perubahan bentuk pada media pendingin, yang semula berbentuk kabut dari katup ekspansi berubah menjadi gas pada evaporator. Media pendingin yang sudah dalam bentuk gas dari evaporator siap dihisap dan di sirkulasikan ke dalam sistem.

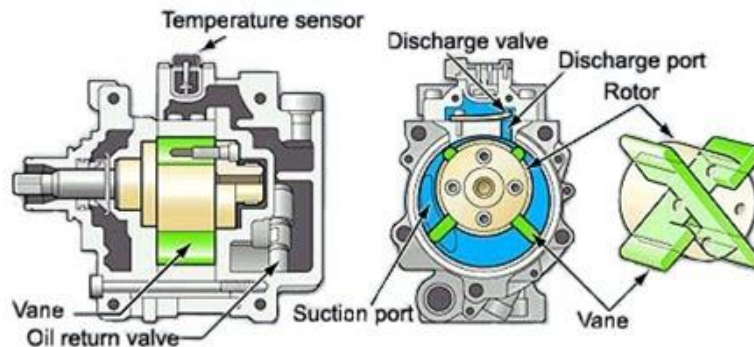
#### 2.4 Prinsip Kerja Kompresor AC Mobil

- Menurunkan tekanan di evaporator, sehingga bahan pendingin cair di evaporator dapat mendidih / menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap lebih banyak panas dari sekitarnya.
- Menghisap gas bahan pendingin dari evaporator, lalu menaikkan tekanan dan suhu gas bahan

#### 2.5 Jenis-Jenis Kompresor AC Mobil

##### 2.5.1 Jenis Kompresor Tipe *Rotary*

- *Through Vane*



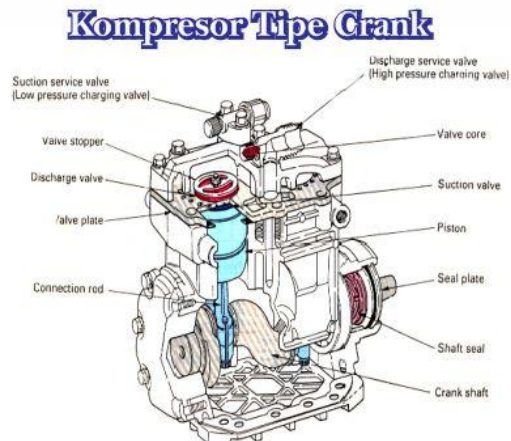
Gambar 2.6 Kompresor Jenis *Through Vane* (Sudirman, dkk. 2017)



Tipe *through vane* ini terdiri atas dua *vane* yang integral dan saling tegak lurus. Dan bila rotor berputar *vane* akan bergeser pada arah radial sehingga ujung-ujung *vane* akan selalu bersinggungan dengan permukaan dalam silinder.

## 2.5.2 Jenis Kompresor Tipe Piston

- *Crank*

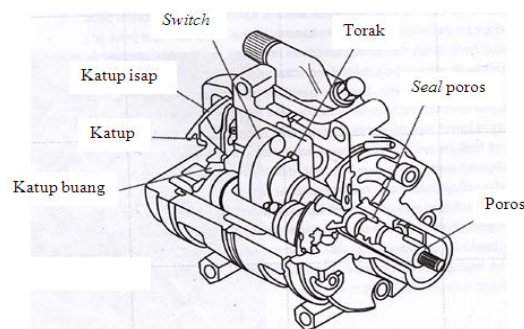


Gambar 2.7 Kompresor Jenis *Crank* (Sudirman, dkk. 2017)

Tipe ini sisi piston yang berfungsi hanya satu sisi saja, yaitu bagian atas. Oleh sebab itu pada kepala silinder (*valve plate*) terdapat dua katup yaitu katup isap (*suction*) dan katup penyalur (*discharge*).

Pada langkah turun, *refrigerant* masuk ke dalam ruang silinder dari evaporator, dan pada langkah naik *refrigerant* keluar dari ruang silinder menuju ke *condensor* dengan tekanan meningkat dari 2,1 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 15 kg/cm<sup>2</sup> yang mengubah temperatur dari 0 °C menjadi 70 °C.

- *Swash Plate*

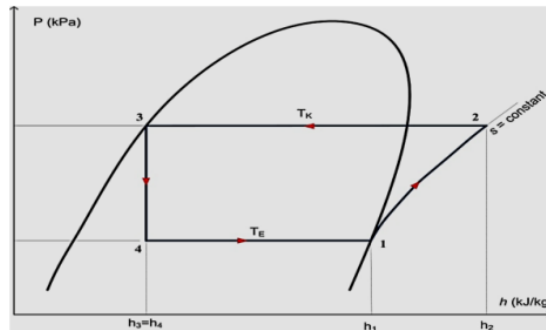


Gambar 2.8 Kompresor Jenis *Swash Plate* (Sudirman, dkk. 2017)

Apabila salah satu sisi piston melakukan langkah kompresi, sisi lainnya melakukan langkah hisap. Pada dasarnya, prinsip proses kompresi sama dengan proses kompresi pada kompresor tipe torak, perbedaan tekanan dimungkinkan dengan adanya katup hisap dan katup buang. Karena perpindahan gaya dari poros penggerak dilakukan oleh *swash plate*, getaran yang dihasilkan saat kompresor bekerja lebih kecil daripada getaran yang terjadi pada tipe torak dimana perpindahan gaya dilakukan melalui *connecting rod*.

## 2.6 Prinsip Kerja Siklus Kompresi Uap;

Siklus kompresi uap merupakan suatu sistem yang memanfaatkan aliran perpindahan kalor melalui refrigeran. Dalam diagram T-s dan P-h siklus kompresi uap ideal dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Siklus Kompresi Uap (Sudirman, dkk. 2017)

Proses utama dari sistem refrigerasi uap adalah :

- Proses kompresi
- Proses evaporasi dan kondensasi

Proses tersebut apa bila berlangsung terus menerus akan menghasilkan suatu siklus. Ungkapan matematik untuk keseimbangan energi dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$\dot{m} \left[ h_1 + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 \right] + q - m \left[ h_2 + \frac{v_2^2}{2} + gz_2 \right] - W = \frac{dE}{d\theta} \quad (2.4)$$

### 2.6.1 Proses Kompresi

Proses 1-2 merupakan proses kompresi dimana refrigeran ditekan sehingga tekanannya menjadi lebih tinggi sehingga temperatur jenuhnya menjadi lebih tinggi pada saat masuk kondenser. Hal ini dimaksudkan agar temperatur refrigeran di kondenser menjadi lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga mampu memindahkan panas ke lingkungan dengan proses kondensasi.

Pada siklus ideal proses kompresi ini berlangsung secara adiabatik artinya tidak ada panas yang di pindahkan baik masuk maupun keluar sistem. Dengan demikian  $q = 0$ , Perubahan energi kinetik dan potensial juga diabaikan, sehingga kerja kompresi dirumuskan sebagai berikut :

$$W = m \cdot (h_2 - h_1) \quad (2.5)$$

$$W_c = m_{ref} (h_2 - h_1) \quad (2.6)$$

### 2.6.2 Proses Evaporasi dan Kondensasi

Pada proses evaporasi dan kondensasi perubahan energi kinetik dan energi potensial diabaikan sehingga harga  $v^2/2$  dan  $g.z$  pada titik 1 dan titik 2 dianggap 0. Laju aliran kalor pada proses evaporasi (kapasitas pendinginan) dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_e = m_{ref} (h_1 - h_4) \quad (2.7)$$

Laju aliran kalor pada proses kompresor kondensasi (kapasitas pengembunan) dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_k = m_{ref} (h_2 - h_3) \quad (2.8)$$

### 2.6.3 Throttling Process

Proses ini terjadi pada pipa kapiler atau pada katub ekspansi. Pada proses ini tidak ada kerja yang dilakukan atau ditimbulkan sehingga  $w = 0$ . Perubahan energi kinetik dan potensial dianggap nol. Proses dianggap adiabatik sehingga  $q = 0$ . Persamaan energi aliran menjadi :

$$h_3 = h_4 \text{ [kJ/kg]} \quad (2.9)$$

#### 2.6.4 Efek Refrigerasi

Efek refrigerasi adalah besarnya kalor yang diserap oleh *refrigerant* dalam evaporator pada proses evaporasi, dirumuskan sebagai berikut :

$$RE = h_1 - h_4 \quad (2.10)$$

#### 2.6.5 Koefisien Prestasi (COP)

Koefisien prestasi dari sistem refrigerasi adalah perbandingan besarnya panas dari ruang pendingin (efek refrigerasi) dengan besarnya kerja yang dilakukan kompresor. Koefisien prestasi (COP) dirumuskan sebagai berikut :

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.11)$$

Sedangkan untuk kerja aliran massa udara dapat ditentukan dari hukum kontinuitas sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V \quad (2.12)$$

$$m = Q \cdot \rho = (A \cdot V) \cdot \rho \quad (2.13)$$

#### 2.6.6 Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli sering diturunkan dari sifat-sifat mekanik fluida, tetapi dapat juga diturunkan sebagai kekhususan dari persamaan energi dengan batasan-batasan hukum kedua. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T ds = du + p dv \quad (2.14)$$

Dengan  $u$  adalah energi dalam, Joule/kg. Rumus ini didasarkan pada persamaan *Gibb*. Untuk proses adiabatik,  $q = 0$  dan jika tanpa kerja mekanis,  $W = 0$ . Proses seperti ini dapat terjadi bila fluida mengalir di dalam pipa atau saluran. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$h = \frac{v^2}{2} + gz = \text{konstan} \quad (2.15)$$

### 2.6.7 Kinerja Sistem Refrigerasi

Pada suatu sistem refrigerasi, besarnya kalor yang diambil oleh *refrigerant* pada evaporator dari lingkungannya akan sebanding dengan selisih entalpi antara keluaran dan masukan evaporator, ini dikenal dengan sebutan efek refrigerasi,  $q_E$  atau  $q_E = h_1 - h_4$  (2.16)

Pada proses kompresi, entalpi *refrigerant* akan mengalami kenaikan akibat energi yang ditambahkan oleh kompresor kepada *refrigerant*. Besarnya kenaikan energi *refrigerant* akan sebanding dengan kerja kompresor yang dinyatakan dengan:  $W = h_2 - h_1$  (2.17)

Perbandingan antara besarnya kalor dari lingkungan yang dapat di ambil oleh evaporator dengan kerja kompresor yang harus diberikan disebut sebagai koefisien kinerja (*coefficient of performance*)

$$COP = \frac{q_E}{W} \quad (2.18)$$

Atau

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.19)$$

Dengan rumus diatas, maka besar COP selalu lebih besar dari satu. Pembuangan kalor (*heat rejection*) pada kondensor sebanding dengan panjang garis proses pada kondensor, yakni garis mendatar bagian atas pada plot siklus pada diagram tekanan entalpi. Pembuangan kalor pada kondensor dinyatakan dengan :

$$Q_C = h_2 - h_3 \quad (2.20)$$

Karena  $h_2 - h_3 = (h_2 - h_1) + (h_1 - h_4)$  (2.21)

Maka  $q_C = W + q_C$  (2.22)

Atau dengan kata lain pembuangan panas kondensor = kerja kompresor + efek refrigerasi.

### 2.6.8 Efektifitas Perpindahan Panas

Efektifitas perpindahan panas merupakan perbandingan laju perpindahan panas yang sebenarnya terhadap laju perpindahan maksimum yang mungkin terjadi. Panas yang diserap oleh evaporator untuk mendidihkan *refrigerant* sebesar jumlah efektifitas perpindahan panas yang diberikan oleh udara. Sehingga menaikkan suhu *refrigerant* sebagai penyebab turunnya temperatur udara pada keluaran evaporator. Besarnya nilai efektifitas perpindahan panas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\varepsilon \frac{\text{Laju perpindahan kalor sesungguhnya}}{\text{Laju perpindahan kalor maksimum yang mungkin}} \equiv \frac{Q}{Q_{maks}} \quad (2.23)$$

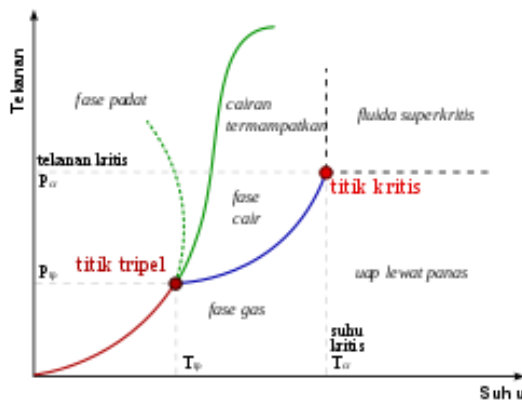
Laju perpindahan kalor yang sesungguhnya adalah :

$$Q_{maks} = Cc (Th \text{ masuk} - Tc \text{ masuk}) \quad (2.24)$$

$$Q = Ch (Th \text{ masuk} - Th \text{ keluar}) \quad (2.25)$$

### 2.6.9 Sifat Termodinamika

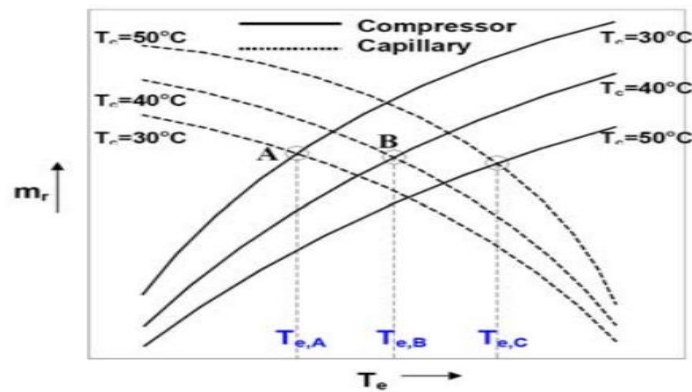
Suhu ( $t$ ) dari suatu bahan menyatakan keadaan termalnya dan kemampuannya untuk bertukar energi dengan bahan lain yang bersentuhan dengannya. Jadi suatu bahan yang bersuhu lebih tinggi akan memberikan energi kepada bahan lain yang suhunya lebih rendah. Titik acuan bagi skala Celcius adalah titik beku air ( $0^{\circ}\text{C}$ ) dan didih air ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Siklus Termodinamika bisa kita lihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.10 Siklus Sifat Termodinamika Dalam Titik Beku  
(Sumber: sifat termodinamika 2004)

## 2.6.10 Titik Kesetimbangan Kompresor dan Pipa Kapiler

Kompresor dan Pipa Kapiler, pada keadaan stedi harus sampai pada tekanan isap dan buang tertentu, yang menyebabkan laju aliran massa yang sama melalui kompresor dan Pipa Kapiler. Keadaan ini disebut titik kesetimbangan. Tekanan kondensor dan evaporator adalah tekanan jenuh pada temperatur kondensor dan evaporator tersebut. Gambar 2.4 menunjukkan variasi laju aliran massa dengan tekanan evaporator melalui kompresor dan Pipa Kapiler untuk tiga nilai temperatur kondensor yakni, 30, 40 dan 50°C.



Gambar 2.11 Hubungan laju aliran massa refrigeran melewati kompresor dan pipa kapiler terhadap temperatur evaporator dan kondensor (A, B, dan C adalah titik setimbang)

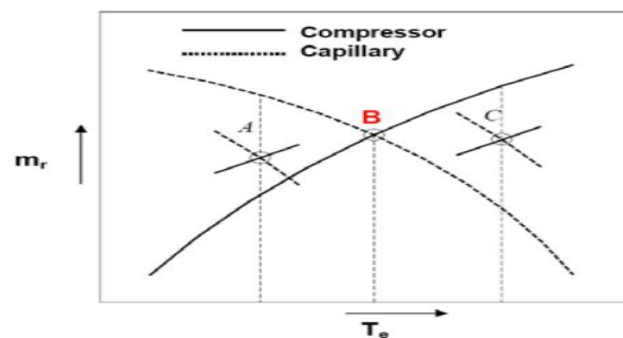
(Sumber :Rudihartono, 2010)

Laju aliran massa melalui kompresor berkurang jika rasio tekanan meningkat karena efisiensi volumetrik dari kompresor berkurang dengan peningkatan rasio tekanan. Rasio tekanan meningkat ketika tekanan evaporator berkurang atau tekanan kondensor meningkat. Karenanya, laju aliran massa melalui kompresor berkurang dengan peningkatan pada tekanan kondensor dan atau dengan penurunan tekanan evaporator. Beda tekanan melewati pipa kapiler itu adalah gaya penggerak bagi *refrigerant* untuk mengalir sepanjang sistem, karenanya laju aliran massa melalui pipa kapiler meningkat seiring peningkatan beda tekanan yang melintasinya. Dengan demikian laju aliran massa melalui pipa kapiler meningkat seiring peningkatan tekanan kondensor dan atau pengurangan tekanan evaporator. Variasi laju aliran massa melalui pipa kapiler ditunjukkan untuk tiga temperatur kondensor, yakni, 30, 40 dan 50°C seperti pada Gambar 3

Ini adalah kebalikan dari pengaruh tekanan di laju aliran massa kompresor. Karenanya, untuk suatu nilai tekanan kondensor tertentu, ada suatu nilai yang terbatas dari tekanan evaporator di mana laju aliran massa melalui kompresor dan evaporator adalah sama. Tekanan ini adalah titik kesetimbangan di mana sistem akan didapat dalam keadaan stedi. Sehingga, untuk suatu temperatur kondensor, terdapat nilai tertentu dari temperatur evaporator di mana titik kesetimbangan akan terjadi.

#### 2.6.11 Peningkatan Beban refrigerasi

Jika beban refrigerasi meningkat, ada kecenderungan temperatur evaporator akan meningkat pula karena laju penguapan yang tinggi. Hal ini ditunjukkan pada gambar 2.12 untuk temperatur kondensor 40°C.



Gambar 2.12 Efek variasi beban pada pipa kapiler sistem refrigerasi, A: pada beban rendah, B: Titik Desain, C: pada beban tinggi  
(Sumber :Badji, 2010)

#### 2.6.12 Penurunan Beban refrigerasi

Jika beban refrigerasi berkurang, ada kecenderungan temperatur evaporator untuk berkurang,. Hal ini mengarah pada akumulasi cairan refrigeran di dalam evaporator yang menyebabkan evaporator kebanyakan refrigeran (*flooding*). Ini dapat mengarah kepada konsekuensi berbahaya jika cairan refrigeran meluap sampai ke kompresor menyebabkan hantaman (*slugging*) pada kompresor. Hal ini harus dihindarkan bagaimanapun, karenanya pipa kapiler mendasarkan sistem refrigerasi menggunakan beban kritis sebagai suatu ukuran keselamatan. Beban kritis adalah suatu jumlah tertentu dari refrigeran yang masuk ke dalam sistem refrigerasi sehingga di dalam peristiwa yang mungkin terjadi semuanya mengumpul di dalam evaporator, dan hanya akan mengisi evaporator



sampai ke ujung dan tidak pernah meluap dari evaporator ke kompresor. Flooding evaporator juga merupakan gejala sementara, itu tidak bisa berlanjut dengan tak terbatas. Sistem tersebut harus diambil beberapa tindakan korektif. Di mana pipa kapiler memberi feed lebih banyak *refrigerant* dari kondensor, cairan tertahan pada bagian keluar kondensor dan beberapa uap masuk ke pipa kapiler. Uap memiliki densitas yang sangat kecil dibandingkan dengan cairan; sehingga laju aliran massa

melalui pipa kapiler berkurang secara drastis. Hal ini bukanlah yang diharapkan karena efek refrigerasi akan berkurang dan COP juga berkurang pula.

## 2.7 *Microcontroller*

*Microcontroller* adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did MCS51 ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 KB Flash PEROM (Programmable and Erasable Only Memory) yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi high density non-volatile memory. Flash PEROM on-chip tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem (in-system programming) atau dengan menggunakan programmer non-volatile memory konvensional. Kombinasi CPU 8 bit serba guna dan Flash PEROM, menjadikan mikrokontroler MCS51 menjadi microcomputer handal yang fleksibel.

Pada penelitian ini *microcontroller* yang digunakan yaitu Arduino UNO. Arduino UNO adalah sebuah board microcontroller yang didasarkan pada Atmega328 (data sheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah isolator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB sebuah power jack sebuah ICSP header dan sebuah tombol reset, seperti terlihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Arduino Uno

## 2.8 Sensor Temperatur DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah Dallas Semiconductor, lalu dicaplok oleh Maxim Integrated Products). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian  $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ . Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (single wire data bus/1-wire protocol). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data logging dan kontrol berbasis temperatur di luar sana. Fisik dari sensor Dallas dapat kita lihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Bentuk Fisik Sensor Temperatur DS18B20  
(Sumber : <https://kl801.ilearning.me>, 2105)

Sebagai acuan dan informasi pendukung, sensor ini memiliki fitur utama sebagai berikut:

1. Antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol Unique 1-Wire)
2. Setiap sensor memiliki kode pengenalan unik 64-bit yang tertanam di onboard ROM
3. Kemampuan multidrop yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi
4. Tidak memerlukan komponen tambahan

5. Juga bisa diumpangkan daya melalui jalur datanya. Rentang dayanya adalah 3.0V hingga 5.5V
6. Bisa mengukur temperatur mulai dari -55°C hingga +125 °C
7. Memiliki akurasi +/-0.5 °C pada rentang -10 °C hingga +85 °C
8. Resolusi sensor bisa dipilih mulai dari 9 hingga 12 bit
9. Bisa mengkonversi data suhu ke 12-bit digital word hanya dalam 750 milidetik (maksimal)
10. Memiliki konfigurasi alarm yang bisa disetel (nonvolatile)
11. Bisa digunakan untuk fitur pencari alarm dan alamat sensor yang temperaturnya diluar batas (temperature alarm condition)
12. Penggunaannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Prestasi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

#### 3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 16 Maret 2019

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Waktu (bulan)					
	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1 Pengajuan Judul						
2 Studi Literature						
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 yang digunakan untuk menjalankan sistem rangkaian AC mobil adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 Kompresor Mobil

Kompresor mobil digunakan untuk menghisap *freon* pada tekanan rendah dan mendistribusikannya ke kondensor dalam tekanan dan suhu tinggi, yakni mengkompres temperatur dan tekanan *refrigerant* yang akan di salurkan ke kondesor. Kompresor dapat kita lihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kompresor AC mobil

Jenis kompresor : *swash plate*

Voltase : 220 V

### 3.2.2 Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengembunkan atau mengkondensasikan refrigeran bertekanan tinggi dari kompresor pada saat *freon* mulai masuk ke kompresor. Kondensor dapat kita lihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Kondensor

Jenis kondensor : Kondensor pipa bersirip

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

Bahan pipa : besi (3 cm)

Bahan sirip : Aluminium

### 3.2.3 Motor Listrik 3 Fasa

Motor listrik digunakan untuk memutar untuk memutar kompresor dengan menggunakan Vbelt berukuran 48 pcs. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3 motor listrik 3 fasa.



Gambar 3.3 Motor Listrik 3 Fasa

Daya Motor listrik : 3 Hp

Voltase : 220 V

### 3.2.4 Evaporator

Evaporator digunakan untuk mengambil kalor dari suatu ruangan atau suatu benda yang bersentuhan dengannya. Pada evaporator terjadi pendidihan atau penguapan (evaporation) atau perubahan fase refrigrasi dari cair menjadi uap. Pada gambar 3.4 dapat kita lihat bentuk dari evaporator



Gambar 3.4 Evaporator

Bahan pipa evaporator : tembaga (6 mm)

Bahan sirip : Aluminium

Ukuran evaporator : p x l x t = 40 cm x 16,5 cm x 11 cm

### 3.2.5 Baterai 12 Volt

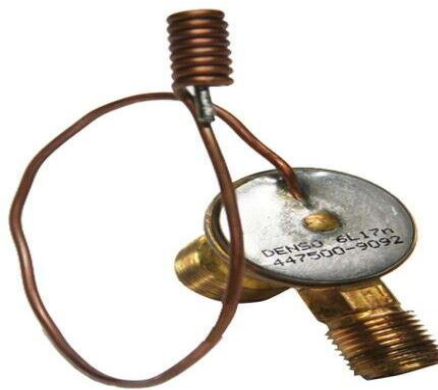
Baterai 12 Volt di gunakan sebagai sumber arus pertama untuk menjalankan sistem rangkaian AC mobil. Baterai dapat kita lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.5 Baterai 12 Volt sebagai Sumber Arus Listrik Pertama

### 3.2.6 Katup Ekspansi

Katup ekspansi berfungsi untuk menurunkan temperatur dan tekanan *refrigerant* atau *freon* ac mobil pada sirkulasi ac mobil, setelah gas *freon* dipompa oleh kompresor dan dirubah wujudnya menjadi cair oleh kondensor ac.



Gambar 3.6 Katup ekspansi

### 3.2.7 Refrigerant R134A

*Refrigerant* R-134a digunakan sebagai fluida kerja pada mesin AC mobil. Dalam penelitian menggunakan *refrigerant* R134a karena lebih ramah lingkungan dari pada jenis *refrigerant* yang lain yang beredar di pasaran. *Refrigerant* R 134a disajikan pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Refrigerant R-134A

### 3.2.8 Pressure Gauge

*Pressure gauge* digunakan untuk mengukur tekanan isian *refrigerant* yang akan di uji.



Gambar 3.8 Pressure Gauge

### 3.2.9 Air Sabun

Digunakan untuk mengecek sela-sela sambungan pipa bila ada kebocoran yang ada di rangkaian AC mobil.



Gambar 3.9 Air Sabun



### 3.2.10 Inverter

Inverter berfungsi untuk mengatur kecepatan frekuensi dan menstabilkan arus tanpa mampu mengubah tegangan.



Gambar 3.10 Inverter

### 3.2.11 Tachometer

Tachometer berfungsi alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran (Rpm) Kompresor.



Gambar 3.11 Tachometer

### 3.3 Variabel penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian:

1. Variabel bebas, yang meliputi:
  - Variasi kecepatan putaran kompresor
  
2. Variabel terikat, yang meliputi:
  - Kapasitas pendingin
  - Kerja kompresor
  - COP (*coefficient of performance*)
  
3. Variabel kontrol, yang meliputi penggunaan:
  - Temperatur ruang uji 27-28°C

### 3.4 Prosedur Pengambilan Data

Setelah semua komponen sudah lengkap tahap berikutnya adalah proses pengambilan data, sebelum pengambilan data dilakukan terlebih dahulu melakukan perakitan komponen-komponen AC mobil. Dan langkah-langkahnya sebagai berikut :

#### 3.4.1 Proses pembuatan rangka dan perakitan komponen

Pada proses ini rangka serta komponen AC mobil sudah terpasang (sudah jadi). Namun dalam kelistrikan (*blower*, kipas kondensor) belum dapat digunakan. Untuk menjalankan komponen tersebut maka diperlukan baterai 12 V, komponen *blower* dan kipas kondensor dihubungkan ke baterai 12 V agar dapat bekerja secara maksimal.

#### 3.4.2 Proses pemvakuman AC mobil

Proses ini bertujuan untuk mengeluarkan udara yang berada didalam saluran AC mobil, cara ini dilakukan supaya AC mobil dapat berjalan dengan lancar.

## Langkah pemvakuman

Langkah-langkah pemvakuman dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Memasang *manifold gauge* HP (*high pressure*) pada saluran *disharg* dan LP (*low pressure*) pada satuan *suction*.
2. Menyambung *hose* tengah pada *manifold gauge* ke saluran hisap pompa vakum (*vacum pump*)
3. Membuka kedua katup pada *manifold gauge* (HP dan LP)
4. Menghidupkan pompa vakum sampai tekanan pada manifold gauge mencapai -30 Hg atau minimal 15 menit.
5. Menutup kedua katup pada manifold gauge dan matikan pompa vakum
6. Membiarkan kondisi ini minimal 5 menit dan perhatikan tekanan manifold gauge
7. Jika terjadi kenaikan setelah langkah no 6, berarti terjadi kebocoran sistem dan perbaiki.
8. Mengulangi langkah pemvakuman 1-7 kembali hingga tidak terjadi kebocoran.

### 3.4.3 Proses pengisian *Refrigerant* R-134a

Sebelum pengisian *refrigerant* pada alat AC mobil ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain: memastikan tidak ada uap air di dalam sistem, karena bila ada uap air maka uap air dapat membeku di dalam alat ekspansi dan mengakibatkan penyumbatan (*moisture clogging*). Oleh sebab itu uap air harus dikeluarkan dahulu dengan cara pemvakuman.

#### Langkah pengisian *refrigerant* R-134a

Langkah-langkah pengisian dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menghubungkan *nippel* pada tabung R-134a dengan *hose* tengah pada *manifold gauge*
2. Membalikkan katup tabung R-134a agar *refrigerant* yang keluar berupa cairan.

3. Membuka katup tabung R-134a sehingga *refrigerant* dapat masuk ke *hose* tengah ke *manifold gauge* dengan posisi kedua katup pada *manifold gauge* tertutup.
4. Membuka sedikit *hose* tengah dengan membuang udara yang terdapat pada *hose* tengah tersebut kemudian kencangkan kembali.
5. Buka katup *manifold gauge* sisi HP untuk memasukkan *refrigerant* dari sisi tekanan tinggi.
6. Menutup katup *manifold gauge* sisi HP.

#### 3.4.4 Prosedur Pengujian

1. Langkah awal pengujian evaporator, katup ekspansi dan *fan blower* dirakit menjadi satu dan dimasukkan kedalam kabin.
2. Alat lain yang telah terakit dites kebocoran dan penyetelan peralatan.
3. Setelah itu pengisian *refrigerant* dilakukan secara perlahan-lahan dengan menghidupkan kompresor. Pengisian *refrigerant* ini sampai optimal.
4. Untuk memvariasikan putaran poros kompresor dilakukan dengan mengubah frekuensi sumber arus listrik atau setelan pada tombol AC menggunakan inverter.
5. Pengambilan data dilakukan setelah pada mesin berjalan.

#### 3.4.5 Cara Pengambilan Data

Pengambilan data 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 memastikan semua komponen pada sistem kerja AC mobil berfungsi dengan baik.

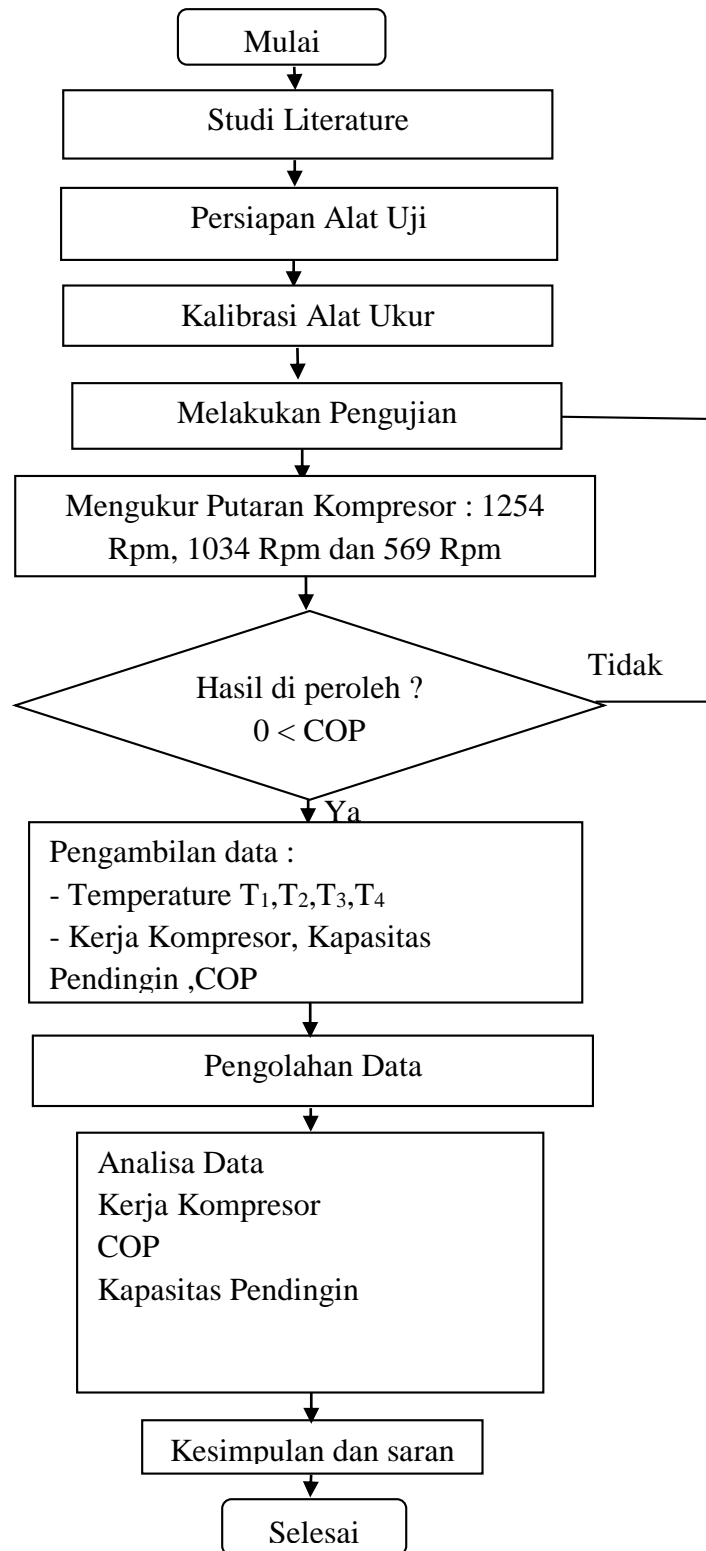
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Menyiapkan semua alat bantu pengambilan data seperti, *Tachometer*.
4. Menyalakan mesin AC mobil
5. Mengukur Rpm dengan menggunakan alat tachometer
6. Setelah semua berjalan dengan baik dan mesin AC mobil bekerja stabil maka pengambilan data penelitian dapat dilakukan sesuai dengan yang telah ditetapkan.

### 3.5 Variasi penelitian

Pada penelitian ini penulis mengambil tiga perbandingan variasi penelitian oleh kecepatan putaran kompresor yaitu 1254 Rpm, 1034 Rpm dan 569 Rpm. Variasi penelitian ini akan menghasilkan karakteristik dan COP yang berbeda-beda. Hasil yang berbeda tersebut dapat digunakan sebagai komparasi data manakah yang lebih efisien yang dapat diaplikasikan ke mesin AC mobil untuk pendinginannya.

### 3.6 Diagram Alir Pengujian

Berikut ini diagram alir pengujian yang ditunjukkan pada gambar :



Gambar 3.12 Diagram Alir

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Prestasi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Putaran kompresor terhadap COP AC Mobil, maka data yang didapatkan untuk menjawab permasalahan dan menganalisis data tersebut dan memberikan gambaran dalam bentuk data dan grafik.

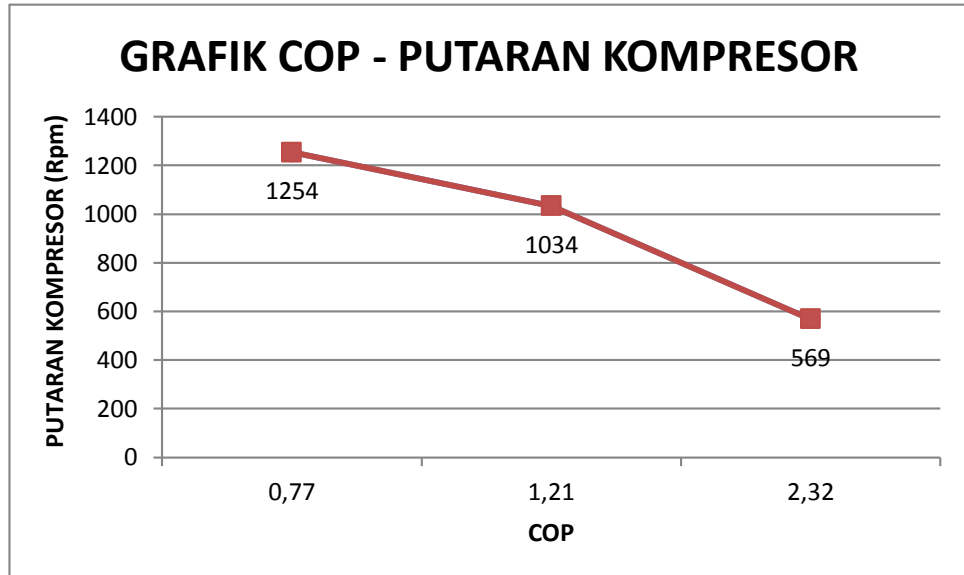
Pada bab ini akan dipaparkan data hasil dari percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan refrigeran R134a. Untuk memvariasikan putaran kompresor digunakan inverter, dengan jalan untuk mengubah frekuensinya.

Tabel 4.1 Data hasil Pengujian Putaran Kompresor AC Mobil

Putaran (Rpm)	Kerja Kompresor (kJ/kg)	Kapasitas Pendingin (kW)	COP
1254	32,6	25,02	0,77
1034	37,17	44,9	1,21
569	29,76	69,23	2,32

## 4.2 Pembahasan

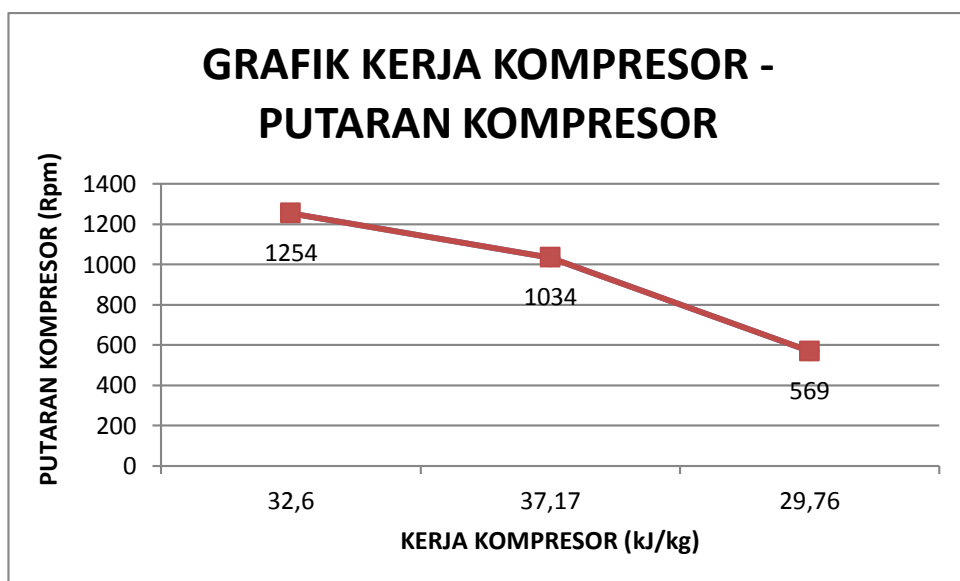
### 4.2.1 Grafik COP Dengan Putaran Kompresor



Gambar 4.1 Grafik COP – Putaran Kompresor

Berdasarkan grafik COP dapat dilihat bahwa makin rendah putaran kompresor, maka COP akan semakin besar.

### 4.2.2 Grafik Putaran Kompresor Dengan Kerja Kompresor

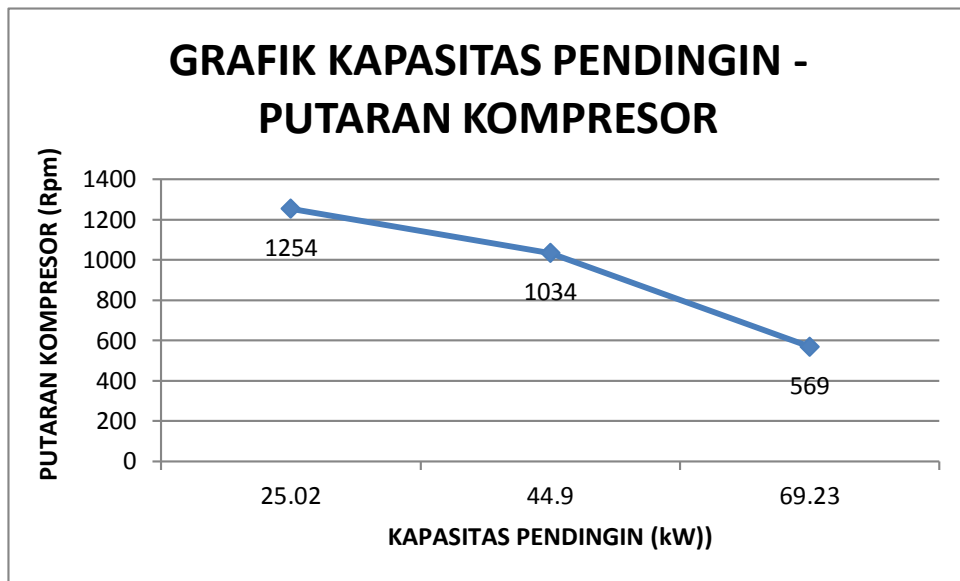




Gambar 4.2 Grafik Putaran Kompresor – Kerja Kompresor

Berdasarkan pada Grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran kompresor maka kerja kompresor yang dilakukan akan semakin besar. Tapi dengan besarnya kerja yang dilakukan kompresor maka COP yang dihasilkan semakin kecil. Pada putaran 1254 Rpm, 1034 Rpm dan 569 Rpm secara berurutan COP yang dihasilkan sebesar 2,32; 1,21; 0,77.

#### 4.2.3 Grafik Putaran Kompresor Dengan Kapasitas Pendingin



Gambar 4.3 Grafik Putaran Kompresor – Kapasitas Pendingin

Berdasarkan Grafik diatas semakin kecil putaran yang dilakukan kompresor maka kapasitas pendingin yang didapat akan semakin besar nilainya.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

1. Semakin rendah putaran kompresor, maka nilai COP akan semakin besar.

- Pada putaran 1254 Rpm nilai COP = 0,77
- Pada putaran 1034 Rpm nilai COP = 1,21
- Pada putaran 569 Rpm nilai COP = 2,32

2. a. Nilai Kerja Kompresor

- Nilai Kerja Kompresor pada putaran 1254 Rpm = 32,6 kJ/kg
- Nilai Kerja Kompresor pada putaran 1034 Rpm = 37,17 kJ/kg
- Nilai Kerja Kompresor pada putaran 569 Rpm = 29,76 kJ/kg

b. Nilai Kapasitas Pendingin

- Nilai Kapasitas Pendingin pada putaran 1254 Rpm = 25,02 kW
- Nilai Kapasitas Pendingin pada putaran 1034 Rpm = 44,9 kW
- Nilai Kapasitas Pendingin pada putaran 569 Rpm = 69,23 kW

#### 5.2 Saran

1. Sebelum pengisian refrigerant, sistem harus betul-betul bersih dari kotoran maupun uap air karena akan mengganggu performansi sistem.

2. Lakukan pengecekan kebocoran dengan menggunakan air sabun pastikan bahwa setiap pipa sudah terkunci kuat.

3. Lakukan penyiraman air terhadap kondensor agar suhu kompresor tetap stabil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nurambyah, Ragil Heri, "Studi Eksperimental Perbandingan Refrigeran R-12 dengan *Hydrocarbon* MC-12 pada sistem pendingin dengan Variasi Putaran Kompresor". ITS. Surabaya, 2011
- Sumanto, Drs.M.A, "Dasar-dasar Mesin Pendingin". Andi *Offset*, Yogyakarta, 1989
- Marwan Effendy Pengaruh Kecepatan Putaran Kompresor terhadap prestasi kerja mesin pendingin AC, MEDIA MESIN Volume 6 No, 2 Juli 2005.
- W.D. Cooper: *Refrigerant Compressor Performance as Affected by Suction Vapor Superheating*, ASHRAE Trans., vol. 80, pt. 1, pp. 195-204, 1974.
- Stocker, W.F. dan Jones j.w., 1989, "Refrigrasi dan Pengkondisian Udara" Erlangga, Jakarta.
- Wijaksana, Hendra., 2010. Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem *Water Chiller* dengan Penerapan Metode *Cooled Energy Storage*. Universitas Udayana, Bandung.
- Agus Widiyanto, 2011. Uji performansi system refrigrasi kompresi uap pada seed storage. Tugas akhir. Universitas negeri semarang.
- Iwan, 2013. Komponen dan prinsip kerja mesin pendingin. <http://theshippingnotes.blogspot.co.id/>. Diakses 10 maret 2017
- Pratama Andreas Endra. 2015. *Coefficient Of Performance* dan Efisiensi Mesin AC Mobil dengan Putaran Kompresor 1700 Rpm. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Yuswandi Aziz, 2007. Pengujian Unjuk Kerja Sistem AC Mobil Statik Eksperimen Menggunakan Refrigerant CFC-12 dan HFC-134a dengan variasi putaran kompresor. Skripsi. FT, Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret  
Surakarta.

# LAMPIRAN - LAMPIRAN

## Analisa Data

Berdasarkan putaran dan pengambilan data pada tahap ini dilakukan proses analisa data dengan menggunakan beberapa putaran kompresor yang berbeda dari 1254 Rpm, 1034 Rpm dan 569 Rpm. Dari setiap putaran didapatkan data sebagai berikut:

1. Dari putaran 1254 Rpm didapatkan nilai data sebagai berikut:



Temperatur yang didapat pada putaran (Rpm) 1254

$$T_1 = 26^{\circ}\text{C} \quad T_3 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 48^{\circ}\text{C} \quad T_4 = 8^{\circ}\text{C}$$

Kerja Kompresor

$$\begin{aligned} W_k &= h_2 - h_1 \\ &= 118,35 \text{ kJ/kg} - 85,75 \text{ kJ/kg} \\ &= 32,6 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Kapasitas Pendingin ( $Q_{in}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= (h_1 - h_4) \\
 &= (85,75 \text{ kJ/kg} - 60,73 \text{ kJ/kg}) \\
 &= 25,02 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

*Coefficient Of Performance (COP)*

$$\begin{aligned}
 COP &= \frac{Q_{in}}{W_k} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \\
 &= \frac{25,02 \text{ kW}}{32,6 \text{ kJ/kg}} \\
 &= 0,77
 \end{aligned}$$

2. Dari frekuensi putaran 1034 Rpm didapatkan nilai data sebagai berikut:



Temperatur yang didapat pada putaran (Rpm) 1034

$$T_1 = 36^\circ\text{C} \quad T_3 = 28^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 60^\circ\text{C} \quad T_4 = 4^\circ\text{C}$$

Kerja Kompresor

$$W_k = h_2 - h_1$$

$$= 1137,42 \text{ kJ/kg} - 100,25 \text{ kJ/kg}$$

$$= 37,17 \text{ kJ/kg}$$

Kapasitas Pendingin ( $Q_{in}$ )

$$Q_{in} = (h_1 - h_4)$$

$$= (100,25 \text{ kJ/kg} - 55,35 \text{ kJ/kg})$$

$$= 44,9 \text{ kW}$$

*Coefficient Of Performance (COP)*

$$COP = \frac{Q_{in}}{W_k} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

$$= \frac{44,9 \text{ kW}}{37,17 \text{ kJ/kg}}$$

$$= 1,21$$

3. Dari frekuensi putaran 569 Rpm didapatkan nilai data sebagai berikut:



Temperatur yang didapat pada putaran (Rpm) 569

$$T_1 = 52^\circ\text{C} \quad T_3 = 28^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 70^\circ\text{C} \quad T_4 = 4^\circ\text{C}$$

Kerja Kompresor

$$\begin{aligned} W_k &= h_2 - h_1 \\ &= 154,34 \text{ kJ/kg} - 124,58 \text{ kJ/kg} \\ &= 29,76 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Kapasitas Pendingin ( $Q_{in}$ )

$$\begin{aligned} Q_{in} &= (h_1 - h_4) \\ &= (124,58 \text{ kJ/kg} - 55,35 \text{ kJ/kg}) \\ &= 69,23 \text{ kW} \end{aligned}$$

*Coefficient Of Performance (COP)*

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{Q_{in}}{W_k} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \\ &= \frac{69,23}{29,76 \text{ kJ/kg}} \\ &= 2,32 \end{aligned}$$



Kalibrasi

```
// DS18B20.Example, 2 sensors
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
#define ONE_WIRE_BUS 2 // use pin 2
```

```
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWire);
```

```
DeviceAddress satuThermometer = { 0x28, 0xE7, 0x8C, 0x79, 0x97, 0x04, 0x03,  
0xE8};
```

```
DeviceAddress duaThermometer = { 0x28, 0x59, 0x81, 0x79, 0x97, 0x04, 0x03,  
0x10};
```

```
DeviceAddress tigaThermometer = { 0x28, 0xB3, 0x91, 0x79, 0x97, 0x07, 0x03,  
0xDF};
```

```
DeviceAddress empatThermometer = { 0x28, 0xD9, 0xAE, 0x98, 0x09, 0x00,  
0x00, 0xAE };
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
sensors.begin();

sensors.setResolution(satuThermometer, 12); //set to 12 bit, 0.0625 c res.

sensors.setResolution(duaThermometer, 12);

sensors.setResolution(tigaThermometer, 12);

sensors.setResolution(empatThermometer, 12);

}

void loop() {

sensors.requestTemperatures();

float tempsatu=sensors.getTempC(satuThermometer);

float tempdua=sensors.getTempC(duaThermometer);

float temptiga=sensors.getTempC(tigaThermometer);

float tempempat=sensors.getTempC(empatThermometer);

Serial.print ("DATA, TIME, ");

Serial.print(tempsatu); Serial.print(",");

Serial.print(tempdua); Serial.print(",");

Serial.print(temptiga);Serial.print(",");

Serial.print(tempempat); Serial.println();

delay(1000);

}
```

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap C.O.P Pendingin Ruangan AC Mobil

Nama : Jerry Ramadani Syaputra  
 NPM : 1507230014

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Chandra A Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin/15 -04-2019	Pemberian Spenkulasi tugas	u
2.	Selasa/21 -05-2019	Perbincangan 'pendahuluan	u
3.	Rabu/17 -07-2019	Perbincangan Angkuman pustaka	u
4.	Jumat/23-08 -2019	Perbincangan motor	u
5.	Senin/9-09 -2019	lanjutan ke pembimbing 2	u
6.	13/9-2019	perbaikan	u
7.	21/9-2019	ACC Seminar	u
8.	25/9-2019	ACC, seminar	u



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor 441/11/.3AU/UMSU-07/F/2019**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik mesin Pada Tanggal 16 Maret 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : JERRY RAMADANI SYAHPUTRA  
Npm : 1507230014  
Program Studi : TEHNIK Mesin  
Semester : V111 ( Delapan ) )  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH PUTARAN MOTOR KOMPRESSOR TERHADAP C O P  
PENDINGIN RUANGAN AC MOBIL

Pembimbing 1 : KHAIRUL UMURANI ST.MT  
Pembimbing 11 : CHANDRA A .SIREGAR ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menukis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 08 Rajab 1440 H  
16 Maret 2019 M



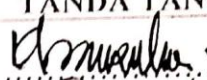
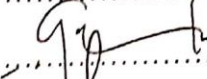

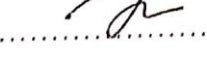
Dekan




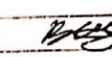


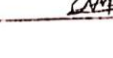

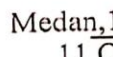

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 0101017202

Cc. File

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar  
 Nama : Jerry Ramadhan Syaputra  
 NPM : 1507230014  
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap Cop Pendingin Ac Mobil.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	
Pembimbing – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	
Pembanding – I	: H.Muharni.S.T.M.Sc	
Pembanding – II	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	

	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230176	AJI MAULANA	
2	1507230179	FIRI RONAL FEBRIAN	
3	1507230026	ARIF MUBHAMMAD	
4	1507230146	NIKOPRI RAHDI AIST	
5	1507230001	MHD SYAHIDANA AMIM	
6	1507230021	BAYU PRATAMA	
7	1507230116	BAYU DARMAWAN	
8	150723029	Ribn Soma Pratama	
9	1507230163	Bayu Arsyad	
10	1507230138	YUSUF FADILLAH	

Medan, 12 Shafar 1441 H  
11 Oktober 2019 M

Ketua Prodi T. Mesin  
  
 Affandi S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Jerry Ramadani Syaputra  
NPM : 1507230014  
Judul T.Akhir : Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap Cop Pendingin  
Ac Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T,M.T  
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

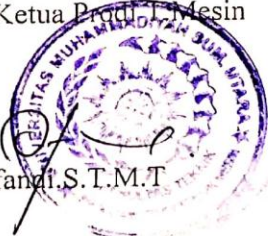
Lihat buku skripsi

- 3 Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 12 Shafar 1441 H  
11 Oktober 2019M


Diketahui :  
Ketua Prodi Mesin

Affandi.S.T.M.T



Dosen Pembanding - I

H.Muharnif.S.T.M.Sc



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Jerry Ramadani Syaputra  
NPM : 1507230014  
Judul T.Akhir : Pengaruh Putaran Motor Kompresor Terhadap Cop Pendingin Ac Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T,M.T  
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *Masih pada masalah Pegas Akhir!* .....

- 3 Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 12 Shafar 1441 H  
11 Oktober 2019M

Diketahui :  
Ketua Prodi Mesin  
  
Affandi S.T.M.T

Dosen Pembanding - II



Bekti Suroso.S.T.M.Eng

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : JERRY RAMADANI SYAPUTRA  
NPM : 1507230014  
Tempat/Tanggal Lahir : KERASAAN / 05 - 01 - 1998  
Jenis Kelamin : LAKI - LAKI  
Agama : ISLAM  
Status Perkawinan : BELUM KAWIN  
Alamat : DUSUN VI JL. PRINGGAN GG. BAROKAH NO 45C  
    Kecamatan : SUNGGAL  
    Kabupaten : DELI SERDANG  
    Provinsi : SUMATERA UTARA  
Nomor Hp : 0856 - 6816 - 9026  
E-mail : [jerryramadani05@gmail.com](mailto:jerryramadani05@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
    Ayah : SUDARMAN  
    Ibu : MISRYANI PURBA

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2002-2003 : TKA/TPA AL MUTTAQIN HELVETIA  
2003-2009 : SD NEGERI 064985 HELVETIA  
2009-2012 : SMP SINAR HUSNI HELVETIA  
2012-2015 : SMK TR SINAR HUSNI HELVETIA  
2015-2019 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara