

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUHLAJU ALIRAN AIR TERHADAP EFEKTIFITAS KONDENSOR AC MOBIL

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

Disusun Oleh:

FAJAR DIMAS ADITYA
1407230251



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

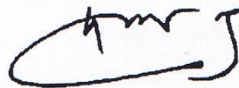
Nama : Fajar Dimas Aditya
NPM : 1407230251
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : **Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor AC Mobil**
Bidang Ilmu : Kontruksi Manufaktur

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, Juni 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



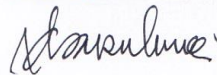
Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T.

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis,S.T.,M.T

Dosen Pembimbing I



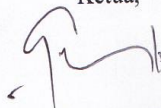
Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing II



Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Fajar Dimas Aditya
Tempat /Tanggal Lahir: Sawit Sebrang /14 September 1996
NPM : 1407230251
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor 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, Juni 2021

Saya yang menyatakan,

Fajar Dimas Aditya

ABSTRAK

Laju aliran adalah volume aliran yang mengalir per satuan waktu dalam satuan internasional (SI) volume memiliki satuan meter per detik (m/s). menghitung laju aliran bertujuan untuk mengetahui jumlah aliran yang mengalir pada suatu bidang, dan seberapa cepat fluida tersebut mengalir tiap detiknya. laju aliran dipengaruhi oleh besar kecilnya penampang yang dilalui dan juga kecepatan aliran tersebut. Untuk menguji tekanan tersebut menggunakan alat yaitu, pressure gauge, dari pengujian kompresor ac mobil dengan putaran 3000 rpm didapatkan pada kalor yang dilepas kondensator sebesar 163,76 kJ/kg dan laju aliran sebesar 57,15 m/s, pada putaran menurun 1500 rpm didapatkan pada kalor yang dilepas sebesar 167,8 kJ/kg dan laju aliran sebesar 28,575 m/s. putaran kompresor sangat mempengaruhi laju aliran air, semakin besar putaran kompresor maka semakin besar juga laju aliran yang dihasilkan.

Kata Kunci : Kondensator, laju aliran

ABSTRACT

Flow rate is the volume of flow that flows per unit time in international units (SI) volume has units of meters per second (m/s). calculating the flow rate aims to determine the amount of flow that flows in a field, and how fast the water flows every second. The flow rate is influenced by the size of the cross section that is flowed and also the speed of the flow. To test the pressure using a tool, namely, a pressure gauge , from testing a car ac compressor with a rotation of 3000 rpm, the heat released from the condenser is 163.76 kj/kg and a flow rate of 57.15 m/s, at a decreasing rotation of 1500 rpm, the heat released is 167, 8 kj/kg and a flow rate of 28,575 m/s. The compressor rotation greatly affects the water flow rate, the greater the compressor rotation, the greater the flow rate produced

Keywords: Condenser, flow rate

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran 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 “Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor 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 Wakil Dekan III Fakultas Teknik UMSU yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi 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, Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. bapak, Sudirman Lubis, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada 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 Chandra Amirsyah Putra Siregar, 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 keteknikmesinan kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Sahadi dan Supiati S.Pd, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis:, Suprayogi, Ari Purnomo, Yudi Prasetyo, Aulia Astatama Siregar, Ditra Andreanata Aspin, Abimanyu Rizkiandi, S.T dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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 Sistem Pendingin Teknik Mesin.

Medan, Juni 2021

Fajar Dimas Aditya

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Analisa	2
1.4. Manfaat Analisa	2
1.5. Batasan Masalah	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pengertian <i>Air Conditioning</i> (AC) Mobil	3
2.1.1 Sejarah AC (<i>Air conditioning</i>)Mobil	3
2.1.2 Defenisi AC Mobil	5
2.2. Komponen AC Mobil	5
2.2.1 Kompresor AC Mobil	5
2.2.2 Kondensor	5
2.2.3 Evaporator	6
2.2.4 Receiver Dryer	6
2.2.5 Katub Ekpansi	6
2.2.6 Blower	7
2.3 Prinsip Kerja AC Mobil	7
2.4 Sistem refrigrasi	8
2.4.1 Siklus Refrigrasi KompresiUap	8
2.4.2 Proses Kompresi	9
2.4.3 Proses Kondensasi	9
2.4.4 Proses Ekspansi	9
2.4.5 Proses Evaporasi	9
2.5 Kondensor	10
2.6 Klasifikasi Kondensor	10
2.6.1 Kondensor berpendingin udara	10
2.6.2 Kondensor berpendingin air	11
2.6.3 Kondensor Berpendingin Campuran Udara dan Air	12
2.7. Prinsip Kerja Kondensor Berpendingin Air.	13
2.8. Fungsi Kondensor Berpendingin Air	14
2.9. Cara Kerja Kondensor Berpendingin Air	14
2.10. Kondensor Berpendingin Air (<i>Water Cooled Condensor</i>)	15
2.11. Desain Kondensor Berpendingin Air	16
2.12. <i>Microcontroller</i>	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu	20

3.1.1	Tempat	20
3.1.2	Waktu	20
3.2	Bahan dan Alat.	20
3.3.	Bagan Alir Penelitian	25
3.4.	Prosedur Penelitian	26
3.5	Letak Titik Sensor Pada Komponen Ac Mobil	27
3.6	prosedur persiapan alat uji penelitian	28
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Analisa Data	29
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42	
Lampiran - Lampiran		
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian.	24
Tabel 4.2 Hasil Putaran (rpm) vs Tekanan (P)	25
Tabel 4.3 Putaran (rpm) vs Suhu (T_1) (In Kondensor).	25
Tabel 4.4 Putaran (rpm) vs Suhu (T_2) (Out Kondensor).	26
Tabel 4.5 Putaran (rpm) vs Suhu (T_3) (In Radiator).	26
Tabel 4.6 Putaran (rpm) vs Suhu (T_4) (Out Radiator).	28
Tabel 4.7 Putaran (rpm) vs Suhu (T_5) (In Ekspansi & Evaporator).	29
Tabel 4.8 Putaran (rpm) vs Kerja Kompresor.	29
Tabel 4.9 Putaran (rpm) vs Kondensor.	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem AC Mobil	3
Gambar 2.2 Kondensor Berpendingin Udara	11
Gambar 2.3 Kondensor Berpendingin Udara dan air	12
Gambar 2.4 Cara Kerja Kondensor Berpendingin Air	14
Gambar 2.5 Pressure Gauge	19
Gambar 2.6 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 2.7 Siklus Refrigerasi AC mobil Dan Letak Titik <i>Thermocopel</i>	21
Gambar 3.1 Grafik Putaran (rpm) vs Tekanan Tinggi (Ph)	25
Gambar 3.2 Grafik Putaran (rpm) vs (Tekanan Rendah (Pi))	25
Gambar 4.3 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu T_1 ($^{\circ}\text{C}$) In Kondensor	26
Gambar 4.5 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu T_3 ($^{\circ}\text{C}$) In Radiator	28
Gambar 4.6 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu T_4 ($^{\circ}\text{C}$) Out Radiator	29
Gambar 4.7 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu T_5 ($^{\circ}\text{C}$) In Ekspansi & Evaporator	30
Gambar 4.8 Grafik Putaran vs Kerja Kompresor	31
Gambar 4.9 Grafik Putaran (rpm) vs Kalor yang di lepaskan Kondensor	32

DAFTAR NOTASI

N	=	Putaran	(rpm)
Q	=	Laju aliran	Kg/s
T	=	Suhu	(°C)
P	=	Tekanan	(KPa)
H	=	Entalpi	(Kj/Kg)
W	=	Kerja kompresor	(Kj/Kg)
Q _{out}	=	kalor yang dilepas kondensor	(KJ/Kg)
Q _{in}	=	Kapasitas pendingin	(Kj/Kg)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air Conditioner (AC) adalah suatu proses pendinginan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu. Kondensor berfungsi untuk membuang panas yang ada di refrigerant kelilingkungan dengan menggunakan media udara serta dibantu dengan dayadorong blower, uap refrigerant yang keluar dari kompresor memasuki kondensor uap yang bersuhu tinggi ini sebelum masuk ke evaporator terlebih dahulu di dinginkan di kondensor.

Laju aliran atau debit aliran adalah volume aliran yang mengalir per satuan waktu. dalam satuan internasional (SI) volume memiliki satuan meter per detik (m/s). menghitung laju aliran bertujuan untuk mengetahui jumlah aliran yang mengalir pada suatu bidang, dan seberapa cepat fluida tersebut mengalir tiap detiknya. laju aliran di pengaruhi oleh besar kecilnya penampang yang di aliri dan juga kecepatan aliran tersebut. untuk menghitung laju aliran volume dapat di tentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut : $Q = A \cdot v$ dimana : Q = laju aliran (m³/s) A = luas penampang (m²) V = kecepatan aliran (m/s). laju aliran massa dan laju aliran memiliki persamaan yaitu sama-sama di pengaruhi oleh luas bidang yang dan kecepatan massa di pengaruhi oleh massa jenis aliran yang mengalir pada penampang tersebut, sedangkan debit aliran tidak di pengaruhi oleh massa jenis aliran tersebut .

Pada penelitian ini sayalakukan untuk menghemat daya listrik dan air merupakan media pendingin penyerap panas yang baik dibandingkan dengan udara, sehingga diharapkan panas yang disimpan di refrigerant dapat diserap di kondensor secara maksimal.

Untuk menentukan laju aliran maka kondensor di modifikasi dengan menggunakan media air sehingga menghemat daya blower dan menghemat daya listrik. Dari analisis ini penulis mengambil tugas akhir yang berjudul **Analisis Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor AC Mobil**

.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat di tarik beberapa hal yang menjadipermasalahan yaitu :

1. Berapa kecepatan laju aliran air
2. Berapa debit yang di keluarkan dari mesin pompa air
3. Seberapa efektif laju aliran air

1.3. Ruang Lingkup

Penggunaan bahan pompa yang di pakai adalah pompa air elektrik yang bertujuan mendistribusikan air dari bak ke radiator kemudian di sirkulasikan yang bertujuan untuk melepas kalor pada kondensor agar sesuai yang di harapkan.

1.4. Tujuan

1. Menghitung kecepatan laju aliran air
2. Menghitung debit yang di keluarkan dari mesin pompa air
3. Menguji seberapa efektif laju aliran air

1.5. Manfaat

Manfaat yang di harapkan dari penulisan tugas akhir adalah :

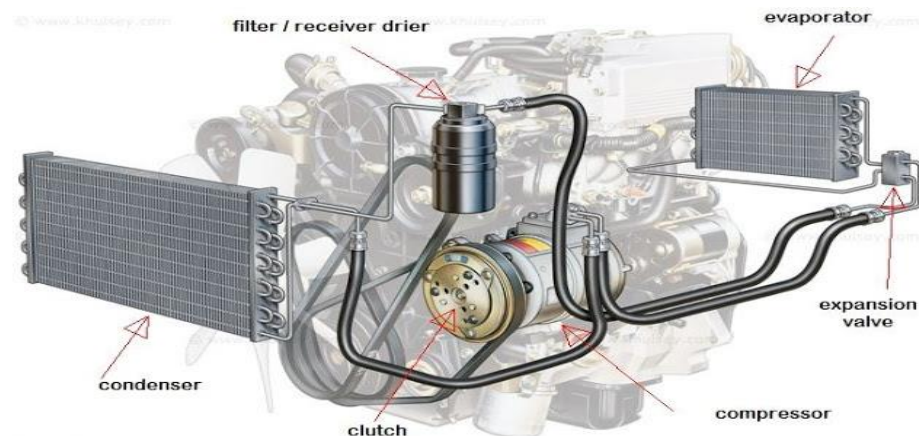
1. Menambah wawasan bagi penulis tentang pengaruh laju aliran air terhadap ac mobil berpendingin air.
2. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya dengan penelitian yang sama
3. Hasil penelitian ini bisa jadi bahan referensi bagi mahasiswa mesin khususnya untuk mahasiswa teknik mesin muhammadiyah sumatera utara.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian *Air Conditioning* (AC) Mobil

Sebelum membahas lebih jauh mengenai pengertian AC mobil, Anda harus tahu apa AC itu. AC atau air conditioner adalah alat untuk merubah udara panas menjadi dingin dengan bantuan Freon. Sedangkan secara khusus AC adalah mesin yang mengatur sirkulasi gas refrigerant. AC (*Air Conditioning*) sedangkan Mobil adalah suatu rangkaian komponen yang berfungsi sebagai penyejuk ruangan pada kabin kendaraan. pada dasarnya sistem kerja ac mobil adalah sirkulasi udara (lihat gambar) 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. Jadi pengertian AC mobil secara umum adalah proses pendinginan udara di dalam ruangan mobil (kabin).



Gambar 2.1 Sistem AC Mobil

(Sumber :Dossat,2010)

2.1.1 Sejarah AC (*Air conditioning*) 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 *William Whitley* punya cara untuk mensiasati hal 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*). Cikal bakal 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 refrigeran (R-12) ke udara, sehingga perlu bahan pengganti R-12. Refrigerant pengganti tersebut adalah R-134a dan mulai diujicobakan pada kendaraan 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 beberapa dekade silam. (Sumber: <http://fastnlow.net/sejarah-penggunaan-ac-untuk-mobil/>)

2.1.2 Defenisi AC Mobil

Air conditioner (AC) Merupakan sebuah alat yang mampu mengkondisikan udara. Dengan kata lain, AC (*Air Conditioner*) berfungsi sebagai penyejuk udara yang diinginkan (sejuk atau dingin) dan nyaman bagi tubuh. AC banyak digunakan di iklim tropis dengan kondisi temperatur udara yang relatif tinggi (panas).

2.2 Komponen AC Mobil

Komponen utama AC mobil dapat digolongkan menjadi komponen utama dan tambahan. Komponen utama AC mobil meliputi antara lain sebagai berikut.

Komponen utama dari suatu system refrigrasi kompresi uap adalah :

1. Kompresor
2. Kondensor
3. Evaporator
4. Receiver Dryer
5. Katup Ekspansi
6. Blower

Semua komponen tersebut dihubungkan oleh system pemipaan.

2.2.1 Kompresor AC Mobil

Kompresor berfungsi mengalirkan serta menaikkan tekanan refrigerant dari tekanan evaporasi ke tekanan kondensasi. Menaikkan tekanan berarti menaikkan temperatur. Uap refrigeran bertekanan tinggi didalam kondensor akan cepat mengembun dengan cara melepaskan panas sekelilingnya. Kompresor mesin refrigrasi dapat dikelompokkan berdasarkan gerakan rotor dan berdasarkan letak motor dan kompresor.

2.2.2 Kondensor

Kondensor biasanya dipasang di depan radiator mobil. Saluran pipa panas dari kompresor (*diskcharge*) hingga ke kondensor biasanya mengalami *vibrasi*

atau getaran tinggi, oleh karena itu biasanya di lengkapi dengan peredam khusus yang di sebut *vibration absorber*. Ada pula yang mengunaka pipa fleksibel atau lazim disebut *house*. Pipa ini dapat menahan getaran dengan baik. Sistem penyambungan pemipaanya menggunakan sistem flaring, yaitu dengan menggunakan *flare fitting*, *O-ring fitting*, dan *house clamp fitting*. Kondensor AC mobil dari dapat terdiri dari satu, dua atau tiga lapis pipa yang dilengkapi dengan sirip-sirip fin, terbuat daritembaga atau aluminium.

2.2.3 Evaporator

Evaporator biasanya diletakan didalam suatu kontainer yang disebut *plenum chamber*. *Pleum camber* disebut di dalam kompartemen atau di dashboard. Evaporator AC mobil merupakan finned evaporator, dengan tipe *forced convection*, ditempatkan pada suatu countainer dari metal atau plastik, dilengkapi dengan saluran pembuangan air kondensat.

2.2.4 Receiver Dryer

Pada umumnya, AC mobil meggunaka *receiver-dryer* yang dipasang antara kompresor dan evaporator. Fugsi *receiver dryer* adalah untuk menampung refrigeran sama dilakukan pegerjaaan pemeliharaan atau service. Pada umumnya, *Receiver* dilengkapi bahan pengering kimiawi. Bahan kimia ini (*dessicant*) akan penyerap uap air dan penyimpanan, sehinga refrigerant yang masuk kekatup ekspansi sudah terbebas dari uap air. *Receiver* dilengkapi juga dengan kasa baja untuk penyaring debu dan kotoran masuk kekatup ekspansi. Biasanya, untuk alasan keamanan *liquid receiver* dilengkapi degan *safety fusible plug*, yang akan terbuka pada saat suhunya mencapai 177°C .

2.2.5 Katub Ekpansi

Seperti halnya pada sistem refrigerasi kompresi uap pada umumnya. AC mobil juga dilengkapi dengan katub ekspansi *thermostatic*, untuk menurunkan secara *gradual liquid refrigerant* tekanan tinggi dari kondensor menjadi liquid tekanan mejadi rendah yang akan dimasukan ke evaporator. Beberapa katub ekspansi yang di gunakan AC mobil dapat di atur *settingsuperheatnya*, beberapa lagi tidak dapat diataur pada umumnya *setting superheat* katub ekspansi *thermostatik* ini adalah 8° .

2.2.6 Blower

Blower digunakan untuk menghisap udara segar atau udara yang telah disirkulasikan kedalam ruangan kendaraan. *Blower* terdiri dari motor dan kipas (*fan*). *fan* dapat dibagi menjadi tipe *axial flow* dan *centrifugal flow*, tergantung dari arah aliran udaranya. Pada umumnya yang digunakan untuk unit pendingin AC mobil adalah tipe *centrifugal flow* dengan motor tipe *ferrite* dan kipas tipe *sirocco*, seperti yang digunakan pada pengujian ini.

2.3 Prinsip Kerja AC Mobil

Sedikitbanyak haruslah diketahui konsumen agar bila sewaktu-waktu terjadi masalah misalnya AC tidak dingin dan sebagainya, maka Anda sudah mengetahui seperti apa sistem kerja AC mobil yang dimiliki. Walaupun bukan berarti Anda langsung yang mengerjakannya bila bagian tersebut mengalami kerusakan. Namun setidaknya bila terjadi masalah Anda dapat mengerti di bagian mana masalah tersebut terjadi dan bagaimana penanganannya. Kalau pun harus ke bengkel, maka tidak akan datang ke sembarang bengkel, namun akan datang ke bengkel khusus AC mobil yang sudah berpengalaman dan mempunyai jam terbang tinggi. Dikarenakan sistem AC mobil yang bekerja bergantung dari fungsi kerja beberapa komponen di dalamnya, maka secara umum pun Anda harus memahami bagaimana proses kerjanya. Berawal dari bagian kompresor yang bertugas mengkompresikan gas dari refrigerant yang biasa disebut Freon dengan suhu dan tekanan yang tinggi mengalir ke dalam kondensor. Kemudian gas tersebut di kondensasikan menjadi berbentuk cair dengan adanya pengembunan di bagian refrigerant dan mengalir kembali ke *receiver* agar dapat di saring dengan oli sehingga dapat diupayakan dengan bantuan evaporator. Selanjutnya refrigerant akan menyerap panas dari angin yang ada di luar mobil dan menguap sehingga suhu di dalam mobil pun akan lebih dingin.

Prinsip kerja AC mobil Anda dari uraian tersebut sebenarnya akan berbeda tekanannya bila mobil dalam kondisi mati mesin dengan ketika mesin dalam kondisi hidup. Sistem pendingin pada mobil atau AC mobil umumnya akan bekerja ketika mesin mobil dinyalakan. Saat itu Freon yang masih berwujud gas dialirkan oleh *valve* menuju evaporator dan berubah menjadi uap dingin kemudian dialirkan kembali oleh blower ke seluruh kabin kendaraan. Dengan

begitu lubang yang ada pada *expansi valve* membesar dan mempercepat proses pendinginan ruangan. Berbeda halnya bila suhu udara ruangan lebih rendah maka lubang pada *expansi valve* akan mengecil sehingga pengabutannya pun akan lebih sedikit dibandingkan sebelumnya. Walaupun AC mobil sudah mencapai suhu dingin yang maksimal, maka kompresor akan mati dan mulai bekerja dari awal kembali agar suhu dingin tetap stabil.

2.4 Sistem refrigrasi

Sistem refrigrasi kompresi uap merupakan suatu sistem yang menggunakan kompresor sebagai alat kompresi refrigerant, yang dalam keadaan bertekanan rendah akan menyerap kalor dari tempat yang diinginkan, kemudian masuk pada sisi penghisap (*suction*) dimana uap refrigerant tersebut ditekan didalam kompresor sehingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi yang dikeluarkan pada sisi keluaran (*discharge*). Dari proses ini kita bisa menentukan sisi bertekanan tinggi dan bertekanan rendah.

2.4.1 Siklus Refrigrasi KompresiUap

Pada siklus kompresi uap, di evaporator refrigeran akan ‘menghisap’ panas dari lingkungan sehingga panas tersebut akan menguapkan refrigeran. Kemudian uap refrigeran akan dikompres oleh kompresor hingga mencapai tekanan kondensor, dalam kondensor uap refrigeran dikondensasikan dengan cara membuang panas dari uap refrigeran ke lingkungannya. Kemudian refrigeran akan kembali di teruskan ke dalam evaporator. Dalam diagram P-h siklus kompresi uap ideal.

Proses-proses yang terjadi pada siklus kompresi uap sebagai berikut:

2.4.2 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 kondensor. Hal ini dimaksudkan agar temperatur refrigeran di kondensor menjadi lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga mampu memindahkan panas ke lingkungan dengan proses kondensasi.

Pada siklus ideal proses kompresi ini berlangsung secara *isentropic*. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah setelah dikompresi rendah setelah dikompresi.

2.4.3 Proses Kondensasi

Proses selanjutnya (proses 2-3) merupakan proses kondensasi. Pada proses ini uap refrigeran turun temperaturnya kemudian berubah fasanya pada tekanan dan temperatur yang konstan dari fasa gas ke fasa cair dengan cara membuang kalor ke lingkungan. Kalor refrigeran dapat pindah ke lingkungan karena memiliki temperatur dan tekanan jenuh yang lebih tinggi dari lingkungan. Kalor yang berpindah dari refrigeran ke udara pendingin bergantung pada berbagai faktor, antara lain luas permukaan kondensor, jenis material yang digunakan, selisih temperatur kondensasi dengan temperatur lingkungan. Semakin banyak panas yang dibuang di kondenser, semakin banyak pula refrigeran yang mencair, diharapkan saat keluar kondensor seluruhnya menjadi cair.

2.4.4 Proses Ekspansi

Proses (3-4) ini terjadi di pipa kapiler. Setelah refrigeran melepas kalor di kondensor, refrigeran berfasa cair akan mengalir menuju pipa kapiler untuk diturunkan tekanan dan temperaturnya. Diharapkan temperatur yang terjadi lebih rendah daripada temperatur lingkungan, sehingga dapat menyerap kalor pada saat berada di evaporator. Dalam proses ekspansi ini tidak terjadi proses penerimaan atau pelepasan energi (*enthalpy* konstan).

2.4.5 Proses Evaporasi

Setelah keluar dari alat ekspansi kemudian refrigeran yang berfasa campuran dialirkan ke evaporator. Pada kondisi ini refrigeran memiliki tekanan yang rendah, sehingga temperatur jenuhnya berada di bawah temperatur ruangan, lingkungan atau produk yang didinginkan. Kalor kemudian terserap oleh refrigeran kemudian refrigeran berubah fasanya menjadi gas sementara temperatur ruangan, kabin, atau produk yang didinginkan menjadi lebih dingin.

2.5 Kondensor

Kondensor adalah suatu alat untuk terjadinya kondensasi refrigeran uap dari kompresor dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi. Kondensor sebagai alat penukar kalor berguna untuk membuang kalor dan mengubah wujud refrigeran dari uap menjadi cair. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas kondensor adalah :

1. Luas muka perpindahan panasnya meliputi diameter pipa kondensor, panjang pipa kondensor dan karakteristik pipa kondensor.

2. Aliran udara pendinginnya secara konveksi natural atau aliran paksa oleh fan.
3. Perbedaan suhu antara refrigeran dengan udara luar.
4. Sifat dan karakteristik refrigeran di dalam system.

Kondensor ditempatkan di dalam bak atau wadah yang berisi air yang sedang didinginkan, agar dapat melepas keluar kepada zat yang mendinginkannya. Tekanan refrigeran yang meninggalkan kondensor harus cukup tinggi untuk mengatasi gesekan pada pipa dan tahanan dari alat ekspansi, sebaliknya jika tekanan di dalam kondensor sangat rendah dapat menyebabkan refrigeran tidak mampu mengalir melalui alat ekspansi.

2.6 Klasifikasi Kondensor

Menurut zat yang mendinginkannya, kondensor dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

2.6.1 Kondensor berpendingin udara

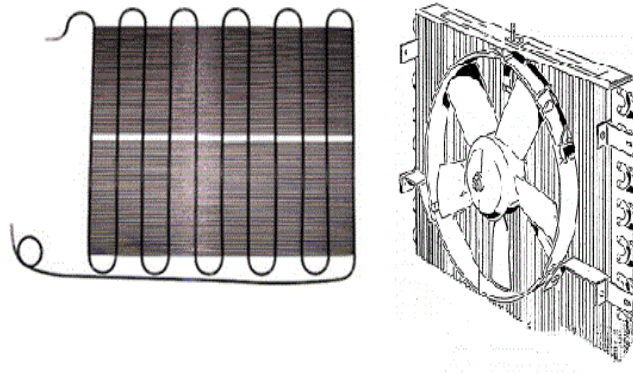
Air Cooled Condenser adalah kondensor yang menggunakan udara sebagai cooling mediumnya, biasanya digunakan pada sistem berskala rendah dan sedang dengan kapasitas hingga 20 ton refrigerasi. *Air Cooled Condenser* merupakan peralatan AC (*Air Conditioner*) standard untuk keperluan rumah tinggal (*residential*) atau digunakan di suatu lokasi di mana pengadaan air bersih susah diperoleh atau mahal. Untuk melayani kebutuhan kapasitas yang lebih besar biasanya digunakan *multiple air cooled condenser*.

Udara sebagai pendingin kondensor dapat mengalir secara alamiah atau dialiri paksa oleh fan. Kulkas pada umumnya menggunakan kondensor berpendingin udara secara alamiah (konveksi natural) yang umum disebut sebagai kondensor statis. Fan dapat meniupkan udara ke arah kondensor dalam jumlah yang lebih besar, sehingga dapat memperbesar kapasitas pelepasan panas oleh kondensor.

Refrigeran dari kompresor pada suhu dan tekanan tinggi dialirkan ke bagian paling atas kondensor. Di dalam kondensor, refrigeran melepas kalor embunnya sehingga mengembun, wujudnya berubah dari uap menjadi cair. Refrigeran dengan tekanan tinggi ini dialirkan dari bagian bawah kondensor ke saringan dan alat

ekspansi. Pelepasan panas ini dapat dirasakan yaitu muka kondensor menjadi hangat.

Kondensor berpendingin udara bentuknya sederhana, tidak memerlukan perawatan khusus. Ini adalah keuntungan dari kondensor berpendingin udara. Sistem refrigerasi yang berkapasitas kurang dari 1 kw umumnya menggunakan kondensor jenis ini.



Gambar 2.2 Kondensor Berpendingin Udara

(Sumber :Jaka 2012)

2.6.2 Kondensor berpendingin air

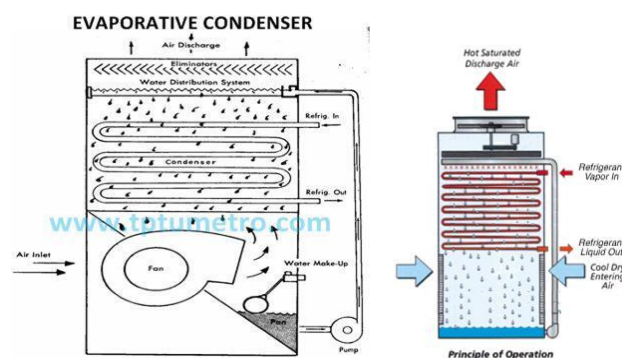
Kondensor jenis ini digunakan pada system yang berskala besar untuk keperluan komersil di lokasi yang mudah memperoleh air bersih. Kondensor jenis ini menjadi pilihan yang ekonomis bila terdapat suplai air bersih mudah dan murah.

Pada umumnya kondensor seperti ini berbentuk tabung yang di dalamnya berisi pipa (tubes) tempat mengalirnya air pendingin. Uap refrigeran berada di luar pipa tetapi di dalam tabung (*shell*). Kondensor seperti ini disebut *shell and tube water cooled condenser*. Air yang menjadi panas, akibat kalor yang dilepas oleh refrigeran yang mengembun, kemudian air yang telah menjadi panas ini didinginkan di dalam alat yang disebut menara pendingin (*cooling tower*). Setelah keluar dari *cooling tower*, air menjadi dingin kembali dan disalurkan dengan pompa kembali ke kondensor. Dengan cara inilah pendingin disirkulasikan. Kondensor jenis ini biasanya digunakan pada sistem berkapasitas besar.

2.6.3 Kondensator Berpendingin Campuran Udara dan Air

Kondensator jenis ini merupakan kombinasi dari kondensator berpendingin udara dan kondensator berpendingin air. Koil kondensator ini diletakkan berdekatan dengan media pendinginnya yang berupa udara tekan dan air yang disemprotkan melalui suatu lubang nozzle.

Kondensator jenis ini disebut juga *evaporative condenser*. Kondensornya sendiri berbentuk seperti kondensator dengan pendingin air, namun diletakkan di dalam menara pendingin. Percikan air dari atas menara akan membasahi muka kondensator jadi kalor dari refrigeran yang mengembun diterima oleh air dan kemudian diberi pada aliran udara yang mengalir dari bagian bawah ke bagian atas menara. Sebagai akibatnya air yang telah menjadi panas tersebut diatas, didinginkan oleh aliran udara, sehingga pada saat air mencapai bagian bawah menara, air ini sudah menjadi dingin kembali. Selanjutnya air dingin ini dipompakan ke bagian atas menara demikian seterusnya. Dalam Negara yang bemsim empat, pada musim dingin sering kali tidak dibutuhkan percikan air dari atas menara, karena udara sudah cukup dingin dan mampu secara langsung menerima beban kondensator. Dalam keadaan seperti ini, dikatakan bahwa *evaporative condenser* dioperasikan secara kering. Dengan cara ini maka *evaporative condenser* dioperasikan secara kering. Maka *evaporative condenser* ini akan berfungsi seperti kondensator berpendingin udara.



Gambar 2.2 Kondensator Berpendingin Udara dan Air (*Evaporative Condenser*)

(Sumber :Ahmad Wahyudi 2016)

Pada sistem refrigerasi siklus adsorpsi ini akan digunakan kondensator yang menggunakan jenis *Air Cooled Condenser*, dimana media pendingin yang

digunakan udara yang nantinya udara itu akan digerakkan menggunakan angin, sehingga efek pendinginannya akan lebih efektif. Alasan mengapa digunakan kondensor tipe tersebut adalah mudah proses pembuatannya tidak terlalu rumit, tempatnya yang memang hanya memungkinkan untuk tipe kondensor jenis ini.

2.7. Prinsip Kerja Kondensor Berpendingin Air.

Uap refrigeran yang keluar dari generator akan memasuki kondensor. Uap yang bersuhu tinggi ini sebelum masuk ke evaporator terlebih dahulu didinginkan di kondensor. Panas uap dari refrigeran secara konveksi akan mengalir ke pipa kondensor. Panas akan mengalir ke sirip-sirip kondensor sehingga panas tersebut dibuang ke dalam bak air melalui sirip kondensor dengan cara konveksi alamiah.

Sehingga untuk memperluas daya konveksi maka luas sirip dirancang semaksimal mungkin. Suhu uap refrigeran didalam kondensor ini akan turun tetapi tekanannya tetap tidak berubah. Bila penurunan suhu gas mencapai titik pengembunannya maka akan terjadi proses pengembunan (kondensasi), dalam hal ini terjadi perubahan wujud gas menjadi liquid yang tekanan dan suhunya masih cukup tinggi (tekanan kondensing). Proses pendinginan dikondensasikan tersebut menghasilkan refrigeran berbentuk cairan (*liquid*).

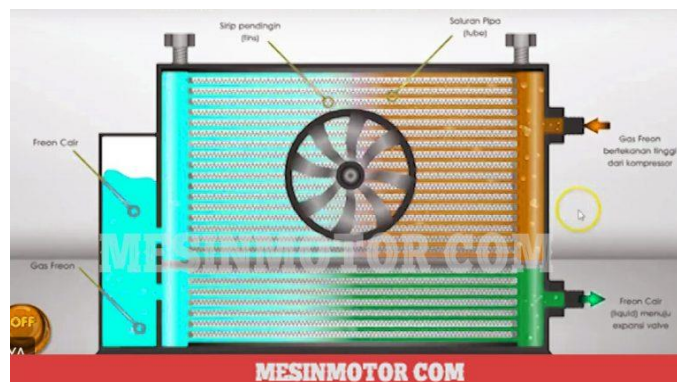
2.8. Fungsi Kondensor Berpendingin Air

Komponen ini memiliki fungsi adalah untuk membuang udara panas dari Freon yang digunakan yang berasal dari kompresor AC. Jadi Freon yang awalnya berbentuk gas berubah menjadi cair setelah dibantu *cooling fan* atau kipas pendingin. Dengan begini, tanpa adanya kondensor, maka bentuk Freon yang awalnya gas tidak akan berubah menjadi cair. Untuk itulah mengapa bagian ini lumayan mempengaruhi dinginnya *Air Conditioner*.

2.9. Cara Kerja Kondensor Berpendingin Air

1. Kondensor dapat dikenal dengan *heat exchange* yang bisa memindahkan panas ke air.
2. Komponen ini merupakan bagian yang lumayan panas dari AC Mobil, letak kondensor umumnya diletakan dibagian depan radiator mobil. Untuk kondensor berpendingin air ini kami modifikasi di letakan kondensor ke dalam wadah bak air untuk mendinginkan kondensor.

3. Freon yang sudah di pompa oleh kompresor ac mobil akan masuk kedalam kondensor dalam wujud gas bertekanan tinggi dan bersuhu sangat panas.
4. Media air yang berfungsi sebagai pendingin kondensor akan menyerap kalor yang menempel pada kondensor dan media air akan menyerap panas yang di hasilkan serta menurunkan tekanan Freon dan terjadi perubahan wujud dari gas menjadi cair.
5. Air yang berada dalam kondensor di hisap oleh pompa air untuk di alirkan ke dalam radiator. Setelah itu air yang mengalir di dalam radiator akan didinginkan oleh *fan* (kipas) untuk mendinginkan suhu air yang berada di dalam radiator. Air yang keluar dari radiator akan kembali keluar menuju kedalam bak atau wadah air. dan proses itu akan secara berulang terus menerus.



Gambar 2.4 Cara Kerja Kondensor Berpendingin Air

(Sumber : Mesin Motor 2019)

2.10. Kondensor Berpendingin Air (*Water Cooled Condensor*)

Air adalah media pendingin lain yang mudah tersedia dan pada suhu jauh lebih rendah daripada udara atmosfer. Air lebih disukai sebagai media pendingin daripada udara karena alasan berikut :

1. Ini tersedia pada suhu lebih rendah dari pada udara. Suhnya mendekati suhu bola basah dari udara di sekitarnya.
2. Panas spesifik air adalah sekitar empat kali lipat dari udara. Karenanya untuk penolakan panas yang sama dan aliran massa yang sama, kenaikan suhu air adalah seperempatnya dari udara dan suhu penolakan panas lebih rendah.

3. Air memiliki koefisien perpindahan panas yang lebih tinggi daripada udara terutama karena konduktivitas termal yang tinggi. Jadi untuk penolakan panas yang sama dan area yang sama dari penukar panas, perbedaan suhu yang diperlukan di penukar panas lebih sedikit yang juga menghasilkan nilai yang lebih rendah dari suhu penolakan panas.

Oleh karena itu penggunaan air sebagai media pendingin menghasilkan suhu penolakan panas yang lebih rendah pada kondensor, yang akan menurunkan daya kompresor dan karenanya juga akan meningkat.

Semua ini akan menghasilkan sistem hemat energi. Menggunakan air sebagai media pendingin akan ada kondensor yang lebih kompak dan lebih kecil bahkan dengan nilai perbedaan suhu rata-rata yang lebih kecil. Oleh karena itu untuk mengurangi konsumsi energi dan memiliki kinerja penggunaan pendingin air yang lebih baik sebagai media pendingin di sisi kondensor dapat menjadi pilihan yang baik.

Sistem kondensor berpendingin air dapat terdiri dari dua jenis yaitu. kondensor berpendingin air pendingin terbuka dan lainnya adalah kondensor berpendingin air pendingin tertutup. Dalam sistem kondensor berpendingin air pendingin terbuka, air secara langsung ditaburkan atau dibuat mengalir di atas tabung kondensor. Sistem pendingin ini mirip dengan menara pendingin. Sistem pendingin ini membutuhkan sistem pompa untuk memercikkan air di atas tabung kondensor dan sistem pengumpulan untuk mengumpulkan air yang ditaburkan di atas tabung kondensor. Dalam sistem kondensor berpendingin air pendingin tertutup ini umumnya kami menggunakan penukar panas untuk bertukar panas antara air pendingin dan kondensor.

Sistem pendingin air internal lebih disukai daripada eksternal karena keuntungan sebagai berikut :

1. Ini meningkatkan fleksibilitas dalam masalah lokasi situs. Umumnya sistem kondensor berpendingin air pendingin eksternal harus dipasang di atas sumber panas dan sistem pendingin internal dapat ditempatkan di mana saja.

2. Secara umum kita dapat mempertahankan tekanan tinggi media pendingin dalam sistem kondensor berpendingin air pendingin internal, yang mengarah pada pendinginan yang lebih baik dalam waktu singkat
3. Sistem kondensor berpendingin air pendingin eksternal memerlukan lebih banyak ruang dibandingkan dengan sistem kondensor berpendingin air pendingin internal.
4. Sistem air pendingin internal lebih kompak daripada sistem kondensor berpendingin air pendingin terbuka

Oleh karena itu sistem kondensor berpendingin air pendingin eksternal adalah pilihan yang lebih baik.

2.11. Desain Kondensor Berpendingin Air

Banyak desain komersial dan jenis penukar panas tersedia di pasar. Pemilihan jenis penukar panas untuk aplikasi yang diberikan didasarkan pada pertimbangan / kendala berikut:

1. Kekompakan penukar panas
2. Biaya minimum
3. Gangguan minimum ke jalur proses yang ada karena instalasi baru ini
4. Aplikasi
5. Kebutuhan Ruang

Tergantung pada suhu penolakan panas pada kondensor, penukar panas yang cocok harus dipilih yang memfasilitasi penukar panas. Penukar panas seperti cangkang dan tabung, tipe pelat dan sirip, pipa ganda, dll. Tersedia. Sangat diinginkan untuk memiliki penukar panas yang ringkas, hemat biaya dan kinerja yang lebih baik. Penukar panas shell dan tabung yang tidak kompak atau hemat biaya, tidak dipertimbangkan. Lebih lanjut, penukar panas tipe pelat sirip adalah yang terbaik baik dari segi kinerja maupun dari segi kekompakan, tetapi biaya yang tinggi tidak membuatnya cocok untuk aplikasi kita. Penukar panas pipa ganda kompak dan hemat biaya, karena itu bisa menjadi pilihan yang lebih baik untuk aplikasi kita. Oleh karena itu diputuskan untuk mengganti kondensor berpendingin udara yang ada dengan kondensor berpendingin air pipa ganda dengan pengaturan untuk menggunakan air limbah pendingin.

Desain termal dari penukar panas dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Laju aliran kedua cairan; suhu masuk air pendingin, daya yang dikonsumsi oleh kompresor, kapasitas pendinginan, massa air yang akan didinginkan, kecepatan air pendingin diperlukan.
2. Perlawanan *fouling* untuk kedua aliran harus dilengkapi, perancang harus mengadopsi nilai-nilai yang ditentukan dalam standar atau berdasarkan pengalaman masa lalu.
3. Sifat fisik dan termal dari kedua aliran meliputi kecepatan, konduktivitas termal, kepadatan, panas spesifik dan nomor Prandtl, lebih disukai pada suhu inlet dan outlet. Data kecepatan harus disediakan pada suhu saluran masuk dan keluar, terutama untuk cairan, karena variasi dengan suhu mungkin besar dan tidak teratur
4. Ukuran saluran kondensor diinginkan untuk banyak ukuran nozzle dengan ukuran saluran yang ada untuk menghindari ekspansi atau reduksi.
5. Ukuran tabung yang disukai ditetapkan sebagai I.D., O.D., ketebalan dan panjangnya. Beberapa pemilik pabrik telah menawarkan I.D., O.D., ketebalan dan area plot yang tersedia akan menentukan panjang tabung maksimum. Banyak pemilik pabrik lebih memilih untuk membakukan keempat dimensi, sekali lagi berdasarkan pertimbangan inventaris.
6. Bahan konstruksi, untuk transfer panas maksimum pada refrigeran sisi tembaga ditempatkan dan untuk luar baja sisi cor digunakan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat di laksanakan kegiatan penelitian ini yaitu di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muktar Basri No.3 Medan, 20238.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sahkannya usulan judul penelitian oleh ketua program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera utara dan akan dikerjakan selama kurang lebih 6 bulan samapai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan

No	Uraian Kegiatan	Waktu (bulan)						
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktber
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.

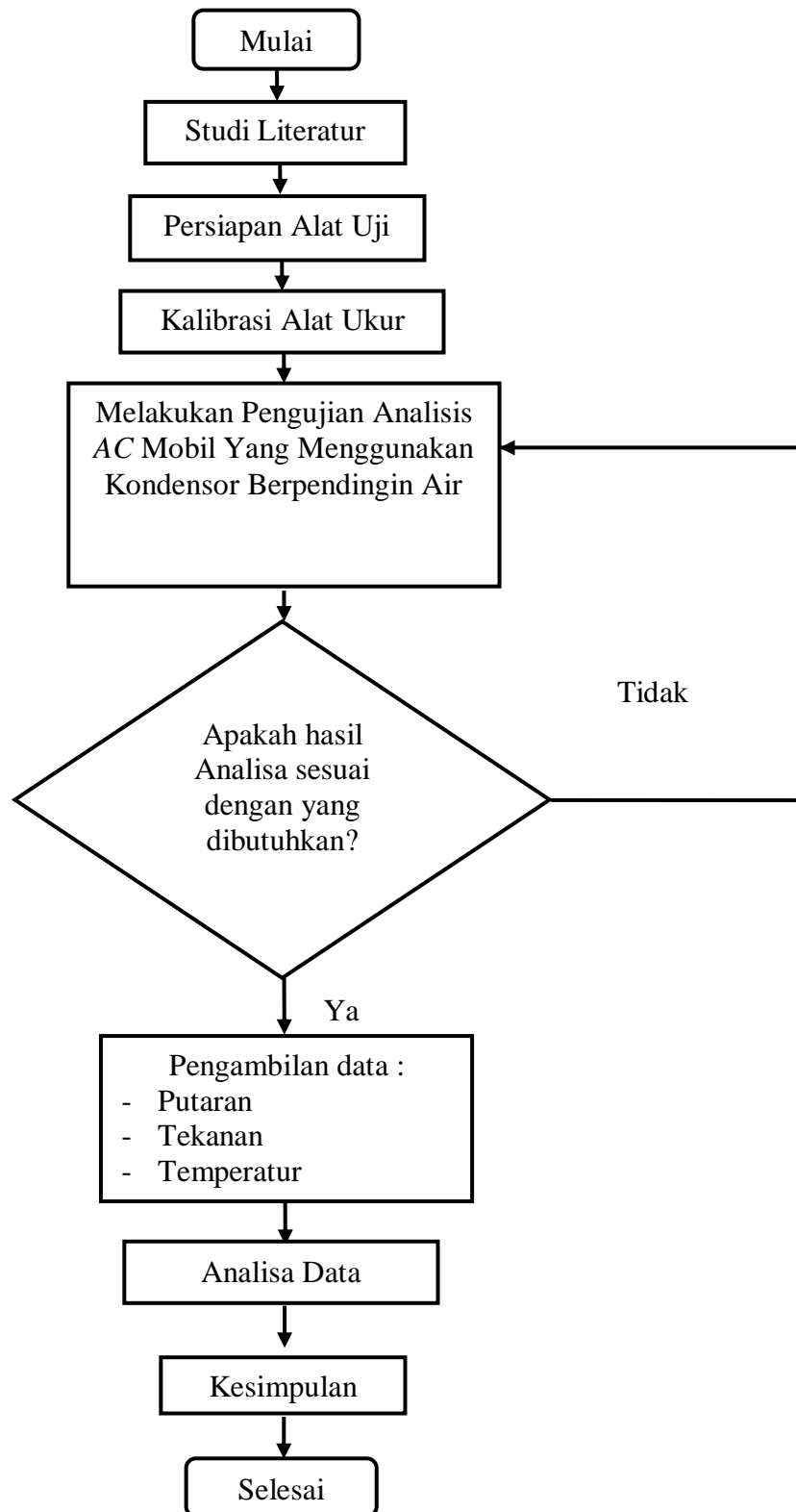
Adapun bahan dan Alat yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah se
Preassure Gauge

Preassure gauge digunakan untuk mengukur tekanan isian refrigeran yang akan di uji.



Gambar 2.5 Preassure Gauge.

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2.6 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

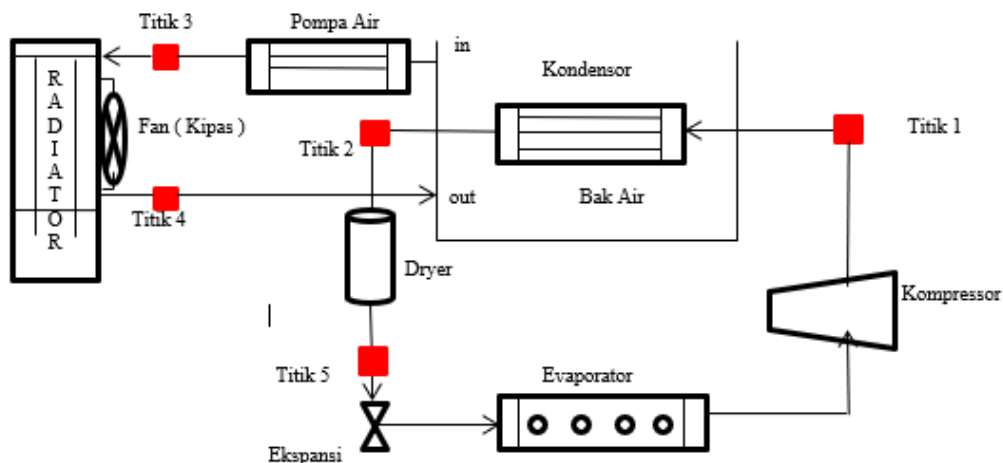
Adapun prosedur penelitian pada saat pengujian di lakukan adalah sebagai berikut:

Prosedur Penelitian :

Alat yang digunakan dalam pengujian sistem refrigerasi ditunjukkan pada Gambar 1 terdiri dari komponen utama yang terdiri atas kompresor, kondensor, katup ekspansi serta evaporator. Aliran refrigeran dihubungkan dengan menggunakan house AC yang telah disesuaikan dengan ukuran setup eksperimen. Sistem pengukuran tekanan dilakukan dengan menggunakan *manifold double multi starmec*. Tekanan cairan refrigeran divariasikan dengan tekanan 100, 125 dan 150 psi dengan menggunakan refrigeran jenis R-134a.

KeteranganKomponen :

- | | | |
|--------------------|---------------------------|-------------|
| 1. Rangka | 11. Thermocopel tipe K | 21. Arduino |
| 2. Evaporator | 12. Kondensor | 22. Dryer |
| 3. Adaptor | 13. Pompa air eletrik | |
| 4. Motor listrik | 14. Fan (kipas) | |
| 5. V-belt | 15. Laptop | |
| 6. Kompresor | 16. Preasure gauge | |
| 7. Refrigeran | 17. Bak / wadah air | |
| 8. Kabin | 18. Sensor Dallas Arduino | |
| 9. Blower | 19. Selang Air | |
| 10. Katup ekspansi | 20. Radiator | |



Gambar 2.7 Rangkaian Siklus Refrigerasi AC Mobil DanLetak

TitikThermocopel

3.5 Letak Titik Sensor Pada Komponen Ac Mobil

Dalam perhitungan nilai *coefficient of performance* dari sistem pendingin, diperlukan pembacaan temperatur refrigeran pada 5 titik diantaranya. *Thermocouple* tipe K terpasang pada lima titik yaitu pada titik pertama di letakan di selang yang menuju ke kondensor (*thermocouple1*). Pada titik kedua di letakan di selang yang keluar dar kondensor menuju ke reciver dryer (*thermocouple2*), pada titik ke tiga di letakan di selang air yang akan menuju ke radiator (*thermocouple3*), pada titik ke empat di letakan di selang air yang setelah keluar dari radiator menuju ke bak atau wadah air (*thermocouple4*), dan pada bagian titik yang ke lima di letakan pada selang yang akan menuju ke katub ekspansi dan ke evaporator (*thermocouple5*). Pembacaan 5 lokasi dari *thermocouple* yang didapatkan dari pembacaan *Thermocouple* tipe K yang terpasang pada sistem pendingin. Pembacaan pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur thermometer tipe HT-9815 dengan ketelitian [8]. Hasil pembacaan temperatur selanjutnya digunakan sebagai menentukan nilai eltalpi untuk menghitung kerja kompresor dan kapasitas pendingin sehingga dari nilai eltalpi tersebut didapatkan dari sistem pendingin.

3.6 Prosedur Persiapan Alat Uji Penelitian:

1. Pemasangan Kondensor

Pemasangan kondensor bertujuan untuk mengetahui perbandingan pada alat tersebut.

2. Pevakuman

Pevakuman bertujuan untuk mengosongkan refrigerant dan menghindari air di dalam laju aliran refrigerant.

3. Memasang Sensor Dallas

Memasang sensor dallas bertujuan untuk membaca laju aliran refrigera

4. Proses Menghidupkan Rangkaian Sistem AC Mobil

Menghidupkan rangkaian sistem AC mobil bertujuan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian tersebut.

5. Proses Mengukur Temperatur Laju Aliran Pada Pipa

Mengukur temperatur bertujuan untuk mengontrol tekanan laju aliran yang akan masuk ke kompresor.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Berikut ini pengukuran didapatkan nilai rata-rata sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian.

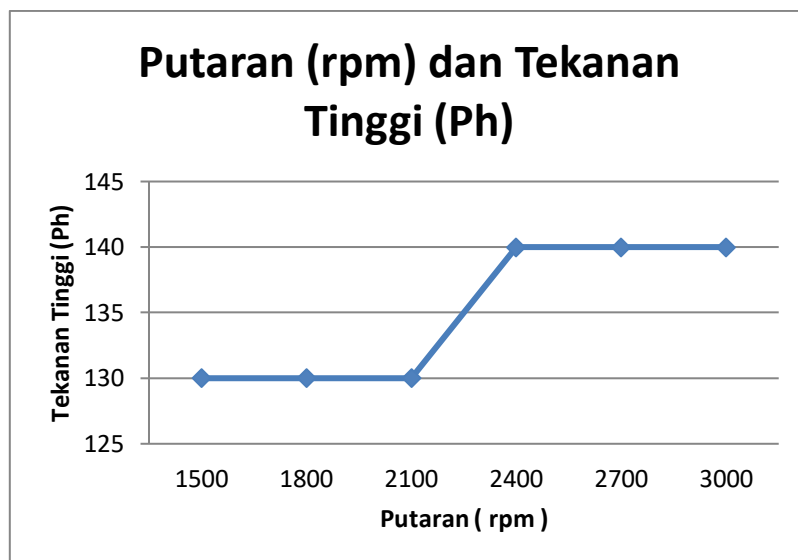
Putaran	Temperatur					Kerja Kompresor	Kalor yang di lepas kondensor	Laju Aliran
	T ₁ ^{0C}	T ₂ ^{0C}	T ₃ ^{0C}	T ₄ ^{0C}	T ₅ ^{0C} in Ekspansi & Evaporator			
rpm	in Kondensor	Out Kondensor	in Radiator	Out Radiator		Kj/Kg	Kj/Kg	m ³ /s
1500	60,035	39,379	32,593	32,082	33,609	39,66	167,8	28,575
1800	63	40,17	33,31	34,45	34,63	39,66	167,8	34,29
2100	72,81	36,47	30,7	27,58	28,95	39,66	167,8	40,005
2400	74,38	35,28	30,16	27,12	28,63	38,81	163,76	45,72
2700	76,55	35,61	31,49	28,56	29,2	38,81	163,76	51,435
3000	80,67	38,43	32,43	29,7	30,99	38,81	163,76	57,15

Berdasarkan data hasil pengujian tabel di atas kita dapat menghitung hasil nilai putaran (rpm), tekanan (p), suhu (t), kerja kompresor, kalor yang di lepas kondensor dan cop.

Tabel 4.2 Hasil Putaran (rpm) dan Tekanan (P)

Putaran	Tekanan		
	Rpm	P High	P Low
1500		130	10
1800		130	10
2100		130	10
2400		140	5
2700		140	5
3000		140	5

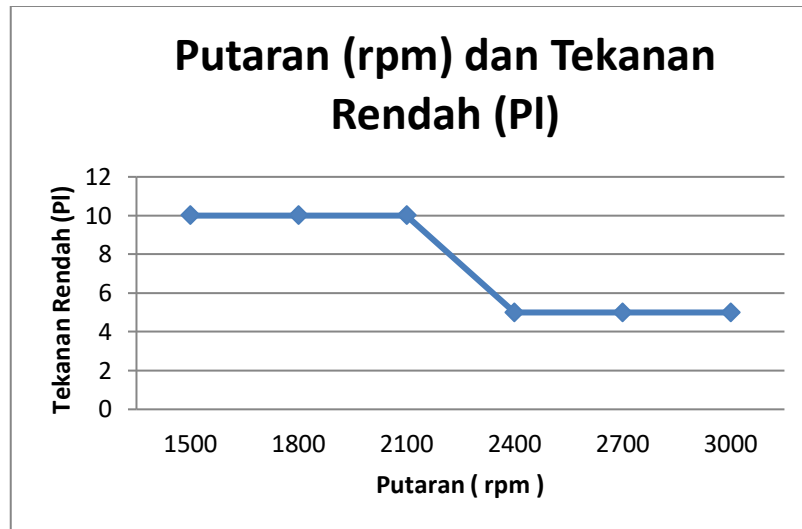
Berdasarkan data hasil perbandingan putaran (rpm) dengan tekanan tinggi (Ph) dan tekanan rendah di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Putaran (rpm) vs Tekanan Tinggi (Ph)

Dari Gambar 4.1 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik tekanan tinggi terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka tekanan tinggi akan naik menjadi 140 Ph. Apabila garis grafik

putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka tekanan tinggi akan menurun menjadi 130 psi .



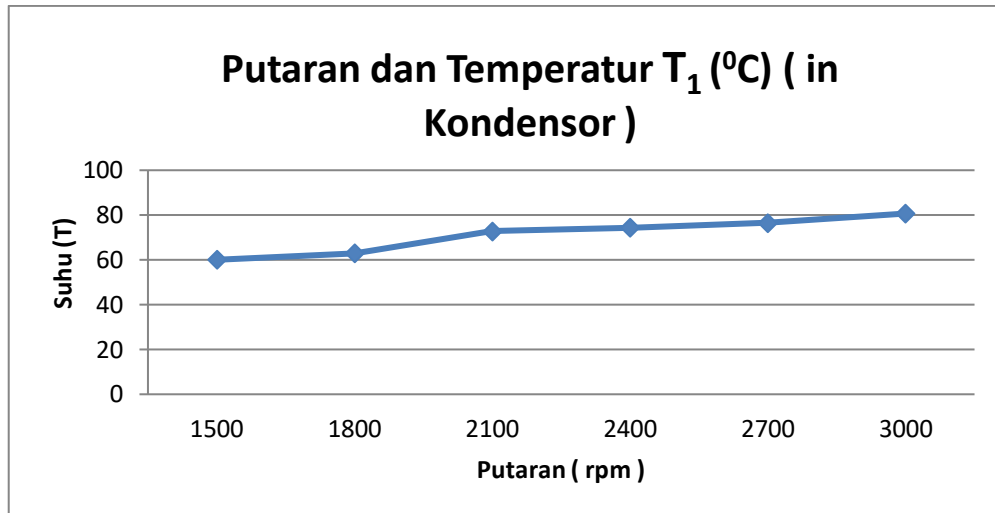
Gambar 4.4 Grafik Putaran (rpm) vs Tekanan Rendah (PI)

Dari Gambar 4.2 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik tekanan rendah terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka tekanan rendah akan turun menjadi 5 psi. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka tekanan rendah akan naik menjadi 10 psi.

Tabel 4.5 Putaran (rpm) dan Temperatur (T_1) (In Kondensor).

Putaran Rpm	Temperatur T_1 °C (in Kondensor)
1500	60,035
1800	63
2100	72,81
2400	74,38
2700	76,55
3000	80,67

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan temperatur (T_1) masuk menuju ke kondensor di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



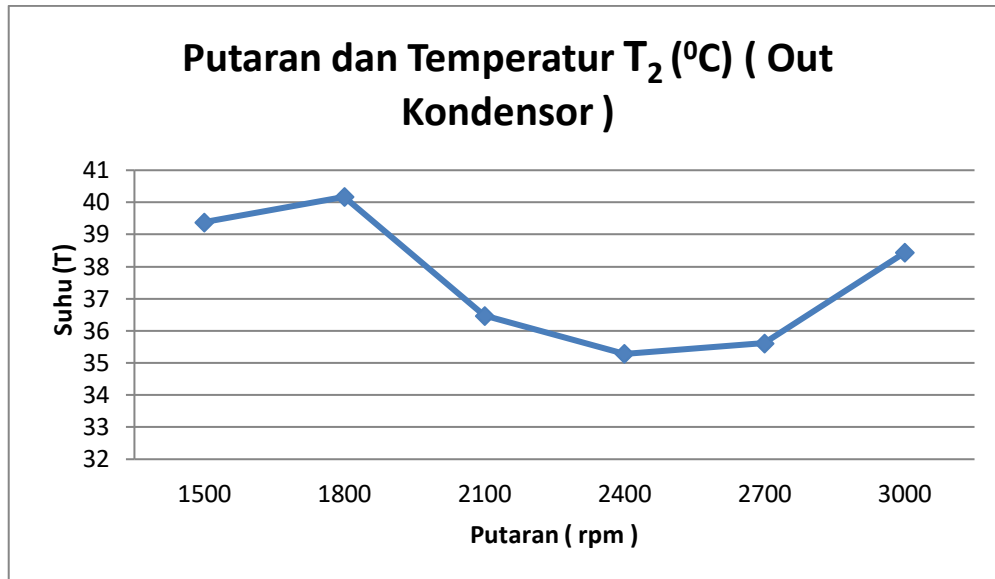
Gambar 4.6 Grafik Putaran (rpm) dan Suhu T_1 ($^{\circ}\text{C}$) In Kondensor

Dari Gambar 4.3 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu T_1 masuk menuju ke kondensor. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu T_1 masuk menuju ke kondensor akan naik menjadi $80,67^{\circ}\text{C}$. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu T_1 masuk menuju ke kondensor akan menurun menjadi $60,035^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.7 Putaran (rpm) dan Temperatur (T_2) (Out Kondensor).

Putaran rpm	Temperatur $T_2^{\circ}\text{C}$ Out Kondensor
1500	39,379
1800	40,17
2100	36,47
2400	35,28
2700	35,61
3000	38,43

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan temperatur (T_2) masuk menuju ke kondensor di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



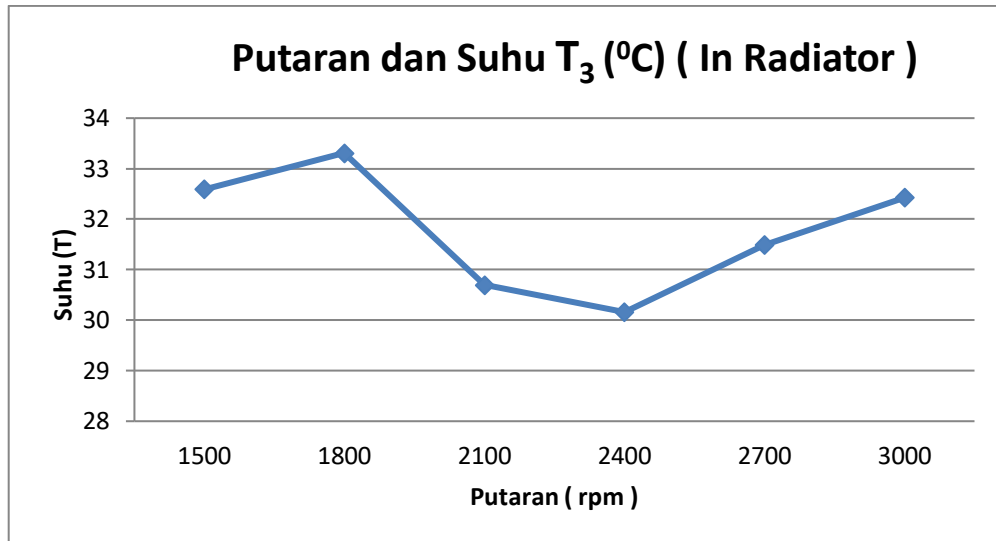
Gambar 4.8 Grafik Putaran (rpm) dan Temperatur T_2 ($^{\circ}\text{C}$) In Kondensor

Dari Gambar 4.4 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu T_2 keluar menuju ke kondensor. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu T_2 keluar menuju ke kondensor akan turun menjadi $38,43^{\circ}\text{C}$. Apabila garis grafik kecepatan putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu T_2 keluar menuju ke kondensor akan naik menjadi $39,379^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.9 Putaran (rpm) dan Temperatur (T_3) (In Radiator).

Putaran rpm	Temperatur $T_3^{\circ}\text{C}$ In Radiator
1500	32,593
1800	33,31
2100	30,7
2400	30,16
2700	31,49
3000	32,43

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu (T_3) masuk menuju ke radiator di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



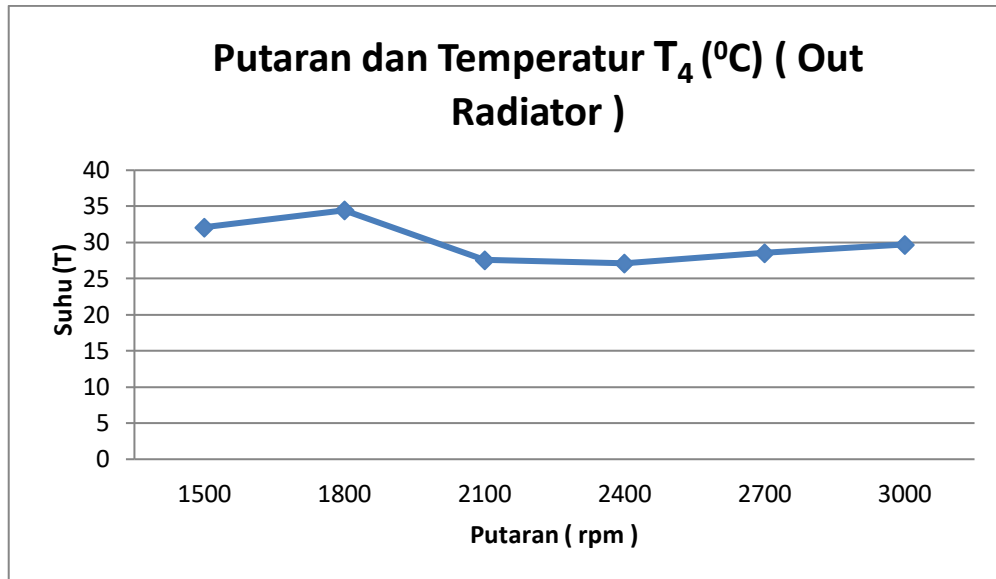
Gambar 4.7 Grafik Putaran (rpm) dan Temperatur $T_3(^{\circ}\text{C})$ In Radiator

Dari Gambar 4.5 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu T_3 masuk menuju ke radiator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu T_3 masuk menuju ke radiator akan turun menjadi 32,43 $^{\circ}\text{C}$. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu T_3 masuk menuju ke radiator akan naik menjadi 32,593 $^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.8 Putaran (rpm) dan Temperatur (T_4) (Out Radiator).

Putaran rpm	Temperatur $T_4^{\circ}\text{C}$ Out Radiator
1500	32,082
1800	34,45
2100	27,58
2400	27,12
2700	28,56
3000	29,7

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu (T_4) keluar menuju ke radiator di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



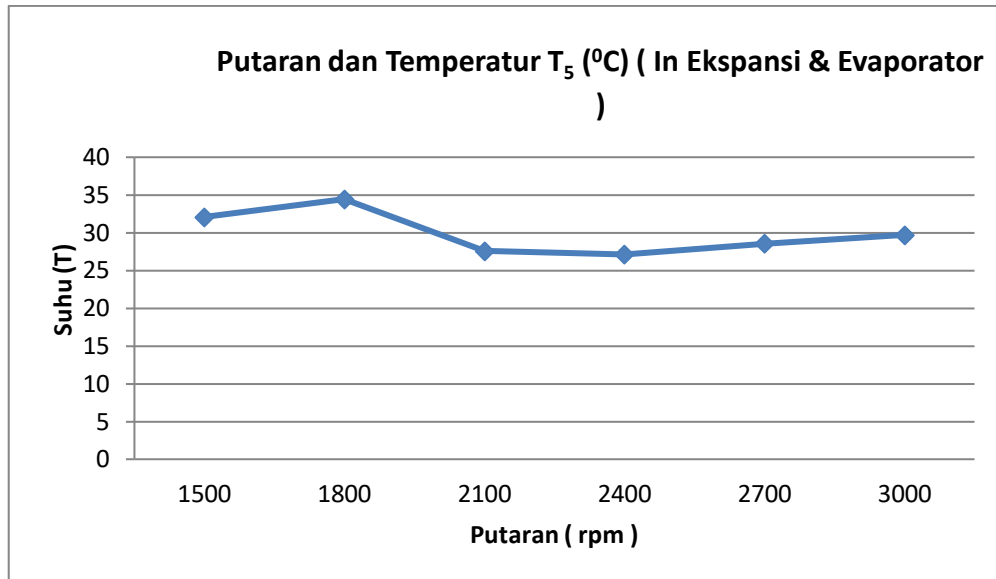
Gambar 4.8 Grafik Putaran (rpm) dan Temperatur $T_4(^{\circ}\text{C})$ Out Radiator

Dari Gambar 4.6 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu T_4 keluar menuju ke radiator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu T_4 keluar menuju ke radiator akan turun menjadi 29,7. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu T_4 keluar menuju ke radiator akan naik menjadi 32,082 $^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.8 Putaran (rpm) dan Temperatur (T_5) (In Ekspansi & Evaporator).

Putaran Rpm	Temperatur $T_5^{\circ}\text{C}$ In Ekspansi & Evaporator
1500	32,082
1800	34,45
2100	27,58
2400	27,12
2700	28,56
3000	29,7

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan temperatur (T_5) masuk menuju ke ekspansi dan evaporator di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



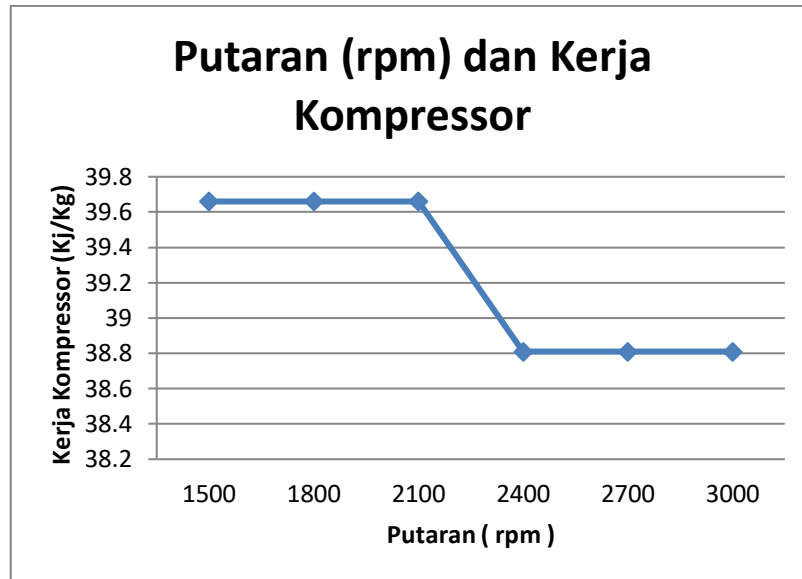
Gambar 4.7 Grafik Putaran (rpm) dan Temperatur $T_5(^{\circ}\text{C})$ In Ekspansi & Evaporator

Dari Gambar 4.7 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu T_5 masuk menuju ke ekspansi dan evaporator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu T_5 masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan turun menjadi $30,99^{\circ}\text{C}$. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu T_5 masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan naik menjadi $33,609^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.9 Putaran (rpm) dan Kerja Kompresor.

Putaran	Kompresor
Rpm	Kj/Kg
1500	39,66
1800	39,66
2100	39,66
2400	38,81
2700	38,81
3000	38,81

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan kerja kompresor (Kj/Kg) di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



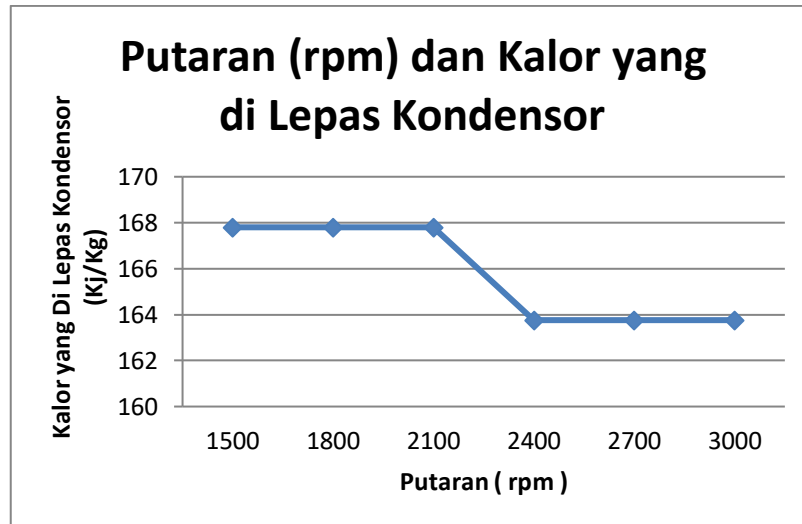
Gambar 4.8 Grafik Putaran dan Kerja Kompresor

Dari Gambar 4.8 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik kerja kompresor terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka kerja kompresor akan turun menjadi 38,81 *Kj/Kg*. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka kerja kompresor akan naik menjadi 39,66 *Kj/Kg*.

Tabel 4.10 Putaran (rpm) dan Kondensor.

Putaran	Kondensor
Rpm	Kj/Kg
1500	167,8
1800	167,8
2100	167,8
2400	163,76
2700	163,76
3000	163,76

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan kalor yang di lepas kondensor (*Kj/Kg*) di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



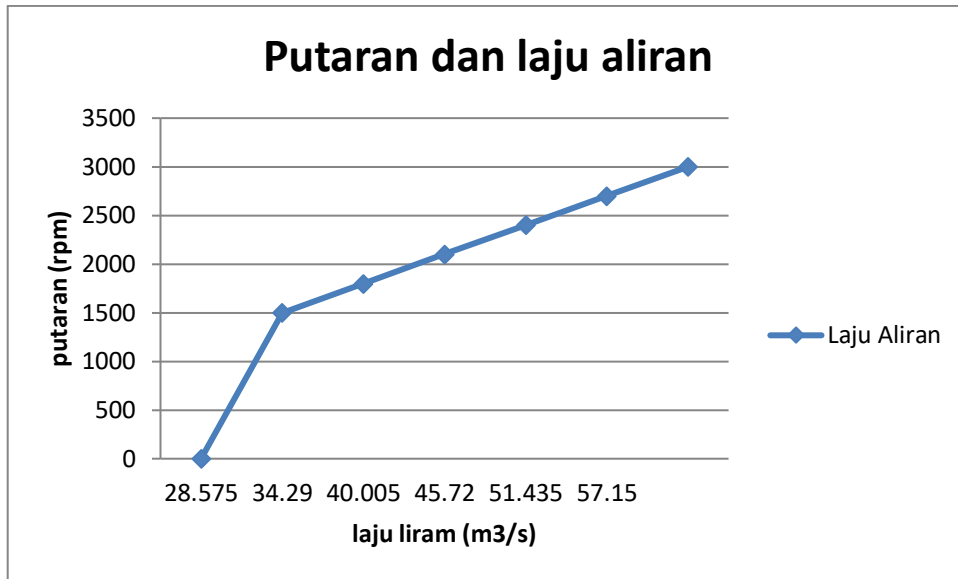
Gambar 4.9 Grafik Putaran (rpm) dan Kalor yang di lepaskan Kondensor

Dari Gambar 4.9 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik putaran terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka kalor yang di lepas kondensor akan turun menjadi 163,76 *Kj/Kg*. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka kalor yang di lepas kondensor akan naik menjadi 167,8 *Kj/Kg*.

Tabel 4.11 Putaran (rpm) dan Laju Aliran

Putaran Rpm	Laju Aliran
1500	28,575
1800	34,29
2100	40,005
2400	45,72
2700	51,435
3000	57,15

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan Laju Aliran di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



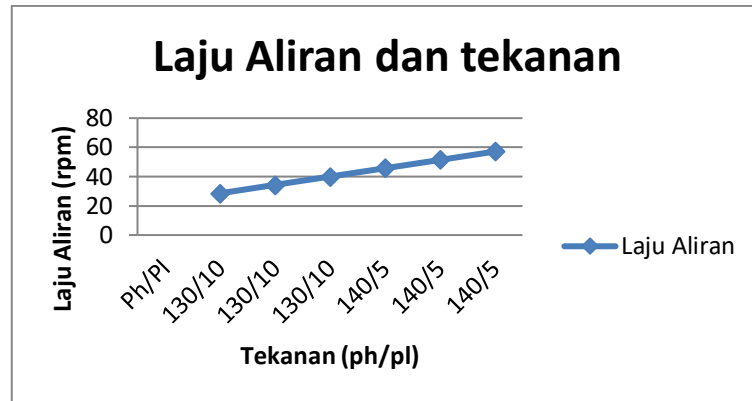
Gambar 4.10 Grafik Putaran (rpm) dan Laju Aliran

Dari Gambar 4.10 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Laju Aliran terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm berbanding lurus dengan putaran kompresor.

Tabel 4.12 Tekanan

Tekanan Ph/Pl	Laju Aliran
130/10	28,575
130/10	34,29
130/10	40,005
140/5	45,72
140/5	51,435
140/5	57,15

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan Laju Aliran di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



Gambar 4.11 Grafik Tekanan (Ph/ Pl) dan Tekanan

Dari Gambar 4.11 grafik di atas kita lihat perbandingan garis tekanan dengan garis grafik Laju Aliran terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik tekanan sebanding dengan Laju Aliran.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian Analisis Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor AC Mobil sebagai berikut:

1. Tinggi tekanan refrigerant sebanding dengan laju aliran air .
2. Tinggi putaran kompresor sebanding dengan laju aliran air.
3. Semakin tinggi putaran kompresor maka nilai kalor yang di lepaskan kondensor akan menurun dan apabila putaran kompresor menurun maka nilai kalor yang di lepaskan kondensor akan menjadi naik.
4. Apa yang menyebabkan kenapa Grafik naik maupun turun. Penyebabnya yaitu terjadi karena Putaran dan Tekanan, apabila grafik putaran naik maka grafik tekanan akan naik dan apabila grafik putaran turun maka grafik tekanan akan turun. Dan kenapa bisa terjadi seperti itu, karena hasil tersebut di dapatkan ketika Ac mobil di hidupkan udara dari evaporator keluar ke kabin, kemudian di hisap dengan kompresor ke Tekanan rendah dan di kompres lagi ke Tekanan tinggi sehingga sewaktu putaran mesin lebih cepat maka tekanan tinggi semakin tinggi dan tekanan rendah semakin rendah.

5.2 Saran

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa pembuatan rangkaian sistem AC mobil masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar alat sistem AC mobil ini bisa lebih di kembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Imam Rifa'i, Novarini *Pengaruh Tekanan Refrigerant R-134A Terhadap Nilai Coefficient Of Performance* .
- Aji Maulana, (2019) *Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Kapiler Terhadap Coefficient Of Performance (Cop) Sistem Pendingin Ac Mobil*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Dossat, R. J (1981) *Principles Of Refrigeration*. John Wiley and Sons, Ins. Toppan Company, Ltd. Tokyo Japan
- Freon R-134A [online https://repository.usd.ac.id/9321/2/105214082_full.pdf diakses pada tanggal 22Februari 2021 pukul 14:15 WIB]
- Kemas.Ridhuan1), I Gede Angga J.2)*Pengaruh Media Pendingin Air Pada Kondensor Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin*.Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Metro.Jl Ki Hjar Dewantara No. 116 Kota Metro kmsridhuan@yahoo.co.id.
- Khairil Anwar *Efek Beban Pendingin Terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin*.
- Stoecker.F Wilbert, dkk (1989) *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*. Terjemah oleh Ir. Supratman Hara. Jakarta: Erlangga.
- Sudiro, S.T,M.Si. (2015) *Visualisasi Sistem Ac Mobil Dengan Pompa Compressor Model Rotary Sebagai Upaya Peningkatan Mutu Pendidikan Dan Keterampilan Bagi Siswa Smk*. Jurnal, Surakarta:Politeknik Indonesia.
- Tito Hadji Agung Santosa, Muhammad Nadjib, Thoharuddin, Muhammad Akhid Riza *Efek Variasi Beban Pendingin Terhadap Coefficient Of Performance (C.O.P) Alat Uji Pengukuran Koefisien Evaporasi Menggunakan Refrigerant R-134A*.
- Prasetyo Yudi, (2021), *Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur Ac Mobil Dengan Tembaga*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Lampiran - Lampiran

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor Ac Mobil

Nama : Fajar Dimas Aditya
NPM : 1407230251

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
----	--------------	----------	-------

		- Perbaiki Spesifikasi Tugas	h
--	--	------------------------------	---

		- Perbaiki Tujuan penelitian.	h
--	--	-------------------------------	---

		- Perbaiki Rumus ² yg digunakan	h
--	--	--	---

		- Perbaiki Metode	h
--	--	-------------------	---

		- Perbaiki Analisis	h
--	--	---------------------	---

		- Perbaiki Tabel	h
--	--	------------------	---

Luas ke purling 2 h

Ice, sumbu h

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH LAJU ALIRAN AIR TERHADAP EFEKTIFITAS KONDENSOR AC MOBIL

Nama : Fajar dimas aditya
NPM : 1407230251

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

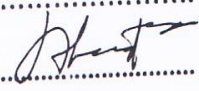

Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
--------------	----------	-------

- Perbaiki Spesifikasi Tugas A.H.
- Perbaiki Tujuan penelitian A.H.
- Perbaiki Rumus² yg digunakan A.H.
- Perbaiki metode A.H.
- Perbaiki Analisis A.H.
- Perbaiki Tabel. A.H.
- Aca, Seminar A.H.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar
 Nama : Fajar Dimas Aditya
 NPM : 1407230251
 Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor Ac Mobil

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T	:	
Pemanding – I	: Munawar A Siregar.S.T.M.T	:	
Pemanding – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230252	Reby Putra Harmawan	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 18 Shafar 1443 H
29 September 2021 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T



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

Nomor : / II.3.AU / UMSU- 07 / F / 2021
Lamp :
Hal : **Undangan Seminar Tugas Akhir
Program Studi Teknik Mesin**

18 Shafar 1443 H
Medan, -----
24 September 2021 M

Kepada : Yth. Sdr.

1. Munawar A Siregar.S.T.M.T
2. Sudirman Lubis.S.T.M.T
3. Khairul Umurani.S.T.M.T
4. Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

- (Dosen Pembanding - I)
(Dosen Pembanding-II)
(Dosen Pembimbing - I)
(Dosen Pembimbing-II)

di,-

Medan

Bismillahirrahmanirrahimb

Assalamu'alaikum. Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan hormat, sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi. Teknik Mesin Tanggal 24 September 2021 tentang Dosen Pembimbing dan Pembanding Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang saudara untuk menghadiri Seminar Tugas Akhir Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, atas nama mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : Fajar Dimas Aditya
NPM : 1407230251
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor AC Mobil.

Insya Allah akan dilaksanakan pada :

Hari / tanggal : Sabtu / 6 Oktober 2021
Waktu : 10.00 / Wib S/D Selesai
Tempat : Fakultas Teknik UMSU
Jalan Mukhtar Basri No.03 . Medan

Demikian undangan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kehadiran saudara kami ucapkan terima kasih. Akhirnya semoga selamat sejahteralah kita semua.



Munawar Alfansury Siregar.S.T.M.T
NIDN : 0101017202

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

NAMA : Fajar Dimas Aditya
NPM : 1407230251
Judul T.Akhir : Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas Kondensor Ac Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Munawar Alfansury Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 18 Shafar 1443H
29 September 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pembanding- I

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Munawar A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Fajar Dimas Aditya
NPM : 1407230251
Judul T.Akhir : Analisa Pengaruh Laju Aliran Air Terhadap Efektifitas
Kondensor Ac Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Munawar Alfansury Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan18 Shafar 1443H
29 September 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pemanding- II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Sudirman Lubis.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP
CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Nama | : Fajar Dimas Aditya |
| 2. Jenis Kelamin | : Laki – Laki |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Sawit Seberang, 14 09 1996 |
| 4. Kebangsaan | : Indonesia |
| 5. Status | : Pelajar |
| 6. Tinggi / Berat Badan | : 175 cm / 57 kg |
| 7. Agama | : Islam |
| 8. Alamat | : Dusun Rakyat Rejo
Desa, Sukaramai
Kec. Padang Tualang
Kab. Langkat |
| 9. No. Hp | : 082276669691 |
| 10. Email | : FajarAditya094@gmail.com |

B. Riwayat Pendidikan

- | | |
|----------------|---|
| 1. 2002 – 2008 | : SDN 050690 Sawit Seberang |
| 2. 2008 – 2011 | : SMP Yayasan Pendidikan Pancasila |
| 3. 2011 – 2014 | : SMK Taman Siswa |
| 4. 2014 – 2021 | : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik,
Program Studi Teknik Mesin S1 |