

# TUGAS AKHIR

## PEMBUATAN KONDENSOR AC MOBIL YANG MEMANFAATKAN AIR SEBAGAI MEDIA PENDINGIN

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

**Disusun Oleh:**

**Ari Purnomo**  
**1507230020**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ari purnomo  
NPM : 1507230020  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pembuatan Kondensor AC mobil yang  
memanfaatkan air sebagai media pendingin  
Dengan Tembaga spiral 3/8  
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, Februari 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



H. Muharnif.S.T.M.Sc

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis.S.T.M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani S.T.M.T

Dosen Penguji IV



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

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,

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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ari purnomo  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /30 Agustus 1996  
NPM : 1507230020  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Pembuatan Kondensor AC mobil yang memanfaatkan air sebagai media pendingin”**,

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 orisinil 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, Februari 2022



## ABSTRAK

Perkembangan teknologi otomotif didasarkan pada tiga hal pokok yaitu kenyamanan, keamanan dan ramah lingkungan. Sistem AC (Air Conditioner) merupakan bagian dari sistem yang ada pada mobil. Berdasarkan pentingnya sistem AC pada mobil, maka penulis tertarik untuk membuat dudukan sensor temperatur pada sistem AC menggunakan thermocouple. Thermocouple memiliki prinsip kerja yang sederhana, dua logam konduktor yang berbeda dihubungkan pada ujung logam. Satu logam sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap), dan logam yang lain berfungsi untuk mendeteksi suhu panas. Material yang digunakan pada pipa yaitu tembaga dengan setebal 3/8 inchi, katup ekspansi direncanakan memiliki minimal 10 lilitan dan paling banyak adalah 13 lilitan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bahan yang akan dilas pada dudukan sensor temperature AC mobil dan mengetahui komponen dan fungsi yang ada pada sistem AC mobil. Manfaat dari peneletian ini adalah Mampu menambah ilmu pengetahuan tentang sistem pendingin AC mobil dan diharap dapat mengetahui proses pengelasan menggunakan bahan tembaga. Hasil yang didapat setelah dilakukan pengujian adalah Persentase suhu pada thermocouple 1 suhu tertinggi adalah 447,550 °C dan suhu terendah adalah 0,086 °C, Persentase suhu pada thermocouple 2 suhu tertinggi adalah 73,969 °C dan suhu terendah adalah 3,376 °C, Persentase suhu pada thermocouple 3 suhu tertinggi adalah 114,447 °c dan suhu terendah adalah 1,569 °C, Persentase suhu pada thermocouple 4 suhu tertinggi adalah 52,441 °C dan suhu terendah adalah 0,282 °C, Persentase suhu pada thermocouple 5 suhu tertinggi adalah 35,030 °C dan suhu terendah adalah 1,805 °C

Kata kunci : AC, Thermocouple, Tembaga

## **ABSTRACT**

*The development of automotive technology is based on three main things, namely comfort, safety and environmentally friendly. Air Conditioner system is part of the system in the car. Based on the importance of the air conditioning system in the car, the author is interested in making a temperature sensor mount on the air conditioning system using a thermocouple. Thermocouple has a simple working principle, two different metal conductors are connected at the metal end. One metal as a reference reference with a constant temperature (fixed), and the other metal serves to detect the heat temperature. The material used in the pipe is copper with a material to be made a stand 2.5 mm thick, temperature sensor mounts in the form of T and V with 2 holes (liquid flow), there are 5 temperature sensors. This study aims to determine the material to be welded on the seat of the car's air conditioning temperature sensor and design the position of the car's air conditioning thermoperatured sensor holder. The benefit of this research is able to add knowledge about the car's air conditioning cooling system and hopefully be able to know the welding process using copper material. The result obtained after testing is the percentage of temperature at thermocouple 1 highest temperature is 447.550 °c and the lowest temperature is 0.086 °c, The percentage of temperature on thermocouple 2 highest temperature is 73.969 °c and the <sup>lowest</sup> temperature is 3.376 °c, The percentage of temperature on thermocouple 3 highest temperature is 114.447 °c and the lowest temperature is 1.569 °c, The percentage of temperature on thermocouple 4 highest temperature is 52.441 °c and the lowest temperature is 0.282 °c , The percentage of temperature on thermocouple 5 highest temperature is 35.030 °c and the lowest temperature is 1.805 °c*

*Keywords : AC, Thermocouple, Copper*

## 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 “Pembuatan Kondensor AC Mobil Yang Memanfaatkan Air Sebagai Media Pendingin ”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,ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar.ST.,MT selaku Dosen Pimbimbing 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 Pembanding 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 Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Muhammad Ardy dan Rodyah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Bayu pratama, Yudi Prasetyo, Muhammad Prayogi, Abimanyu Rizkiandi 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 konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Februari 2022



Ari Purnomo

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. AC ( <i>Air Conditioning</i> )	4
2.1.1 Sejarah AC ( <i>Air conditioning</i> ) Mobil	4
2.2. Defenisi AC Mobil	5
2.3. Komponen AC Mobil	6
2.3.1 Kompresor AC Mobil	6
2.3.2 Kondensor	6
2.3.3 Evaporator	7
2.3.4 Receiver Dryer	7
2.3.5 Katub Ekpansi	7
2.3.6 Blower	7
2.4. Prinsip Kerja AC Mobil	8
2.5. Sistem Refrigerasi	8
2.5.1 Siklus Refrigerasi KompresiUap	8
2.5.2 Proses Kompresi	9
2.5.3 Proses Kondensasi	10
2.5.4 Proses Ekspansi	10
2.5.5 Proses Evaporasi	10
2.6. Kondensor	11
2.7. Pipa tembaga spiral 3/8	11
2.8. Cara Kerja Pipa Tembaga Spiral 3/8	12
2.9. Fungsi Pipa Tembaga Spiral 3/8	13
2.10. Katup Ekspansi Termostatik ( <i>Thermostatic Expansion Valve</i> )	13
2.11. Thermocouple	14
2.12. <i>Microcontroller</i>	14
2.13. Sensor Temperature DS18B20	15
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>16</b>
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.1.1 Tempat	16
3.1.2 Waktu	16

3.2. Bahan dan Alat	16
3.2.1 Bahan Pembuatan Kondensor	16
3.2.2 Bahan Yang Akan Dibuat	24
3.2.3. Alat Penguji	25
3.3. Bagan Alir Penelitian	30
3.4. Pembuatan Kondensor AC Mobil Berpendingin	31
3.4.1 Langkah-langkah Pembuatan Kondensor AC	31
3.4.2 Proses Pengujian Kondensor AC Mobil Yang Memanfaatkan Air Sebagai Media Pendingin	32
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1. Desain Kondensor AC Mobil Berpendingin Air	35
4.2. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Thermocouple Type K	39
4.2.1 Proses Pembuatan Kondensor	39
4.2.2 Proses Pemasangan Sensor Thermocouple	41
4.2.3 Proses Pengisian Refrigeran R134a Untuk AC Mobil	43
4.3. Hasil Pengujian Sensor Suhu AC Mobil	47
4.3.1 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 1	47
4.3.2 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 2	49
4.3.3 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 3	51
4.3.4 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 4	52
4.3.5 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 5	54
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>56</b>
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Dari <i>Air Conditioning</i> (AC) Mobil	4
Gambar 2.2 Diagram T-S dan P – h Siklus Kompresi Uap	9
Gambar 2.3 Pipa Tembaga Spiral 3/8	12
Gambar 2.4 Katup Ekspansi Termostatik	13
Gambar 2.5 Thermocouple 2.10	14
Gambar 2.6 Arduino Uno(Sumber : <i>Arduino 2014</i> )	15
Gambar 2.7 Bentuk Fisik Sensor Suhu DS18B20	15
Gambar 3.1 Gerinda Tangan	17
Gambar 3.2 palu	17
Gambar 3.3 Penggaris Siku	17
Gambar 3.4 kaca mata las	18
Gambar 3.5 Mesin Las	18
Gambar 3.6 Kompresor AC Mobil	19
Gambar 3.7 Kondensor Berpendingin Air	19
Gambar 3.8 Ekstra Fan	20
Gambar 3.9 Motor Listrik 3 Fasa	20
Gambar 3.10 Evaporator	21
Gambar 3.11 Receiver Dryer Sebagai Penyaring	21
Gambar 3.12 Baterai 12 Volt	22
Gambar 3.13 Katup Ekspansi	22
Gambar 3.14 Refrigeran R-134A	23
Gambar 3.15 Pompa Air Elektrik High Preasure 12v	23
Gambar 3.16. Thermocouple Type K	24
Gambar 3.17 Pipa Tembaga Spiral yang Belum Menjadi Kondensor	24
Gambar 3.18 Hasil Yang Sudah Selesai Dibuat Menjadi Kondensor	25
Gambar 3.19 Preassure Gauge	25
Gambar 3.20 <i>Arduino UNO</i>	26
Gambar 3.21 Thermocouple	26
Gambar 3.22 Laptop	27
Gambar 3.23 Wadah Berisikan Air Sabun	27
Gambar 3.24 Sealtape	28
Gambar 3.26 Kunci 14 Pas Ring	28
Gambar 3.27 Digital Thermometer	29
Gambar 3.28 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.29 pemotongan pipa tembaga	31
Gambar 3.30 sesudah menjadi kondensor AC	31
Gambar 3.31 Menguji Melihat Ada Kebocoran Tidak	32
Gambar 3.33 Pemasangan Sensor Arduino uno	33
Gambar 3.34 Pengoprasian AC Mobil	33
Gambar 3.35 Menimbang Refrigerant	34
Gambar 3.36 Pengisian Refrigerant	34
Gambar 3.37 Pengukuran TemperaturBAB 4	34
Gambar 4.1. Tampilan Awal <i>Solidworks</i>	35
Gambar 4.2 <i>Window</i> Untuk Memulai Membuat Gambar	35
Gambar 4.3. Tampilan <i>Top Plane</i>	36

Gambar 4.4 Membuat Diameter Kondensor	36
Gambar 4.5. Tampilan <i>Helix And Spiral</i>	37
Gambar 4.6 Membuat Plane Baru	37
Gambar 4.7 Membuat Ukuran Pipa Kondensor 3/8 Inchi	38
Gambar 4.8 Tampilan Swept Boss	38
Gambar 4.9 Pipa tembaga spiral	39
Gambar 4.10 Merenggangkan Pipa Tembaga	39
Gambar 4.11 Dudukan Nipple Dan Kondensor	40
Gambar 4.12 Proses meletakkan kondensor pada wadah	40
Gambar 4.13 Sensor thermocouple tipe K	41
Gambar 4.14 Selotip	41
Gambar 4.15 Memasang sensor pada kondensor	41
Gambar 4.16 Pemasangan sensor dari driyer ke evaporator	42
Gambar 4.17 Pemasangan sensor menuju radiator	42
Gambar 4.18 Pemasangan sensor ke saluran buang dari radiator	42
Gambar 4.19 Memasang selang manifold	43
Gambar 4.20 Menyiapkan pompa vakum	43
Gambar 4.21 Proses pemvakuman	44
Gambar 4.22 Pengisian freon pada selang tekanan tinggi	44
Gambar 4.23 Memasukkan freon tekanan rendah	45
Gambar 4.24 Saat AC mobil hidup	45
Gambar 4.25 Rangkaian Arduino	46
Gambar 4.26 Tampilan awal sebelum membuka software arduino	46
Gambar 4.27 Tampilan software Arduino	46
Gambar 4.28 Tampilan software plx daq	47
Gambar 4.29 Pengujian/pengambilan data suhu	47
Gambar 4.30 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1	48
Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1	49
Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2	50
Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2	50
Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3	51
Gambar 4.35 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3	52
Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4	53
Gambar 4.37 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4	53
Gambar 4.38 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5	54
Gambar 4.39 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	16
Tabel 4. 1. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 1	48
Tabel 4. 2. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 2	49
Tabel 4. 3. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 3	51
Tabel 4. 4. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 4	52
Tabel 4. 5. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 5	54

## DAFTAR NOTASI

LAMBANG	KETERANGAN	SATUAN
T	suhu	°C
P	tekanan	Psi/bar

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Teknologi otomotif merupakan salah satu bidang yang perkembangan teknologinya selalu mengikuti perkembangan zaman dan tuntutan. Perkembangan teknologi otomotif didasarkan pada tiga hal pokok yaitu kenyamanan, keamanan dan ramah lingkungan. Suatu mobil dapat dikatakan baik bila memberikan tiga hal pokok itu. Sistem AC (*Air Conditioner*) merupakan bagian dari sistem yang ada pada mobil untuk mencapai kenyamanan dan keamanan dalam berkendara.

Fitur penyejuk udara atau AC (*Air Conditioner*) telah menjadi bagian penting dalam sebuah kendaraan. Tidak hanya di daerah tropis, di daerah sub tropis pun perangkat ini sangat diperlukan. Khusus di daerah tropis yang panas, perangkat AC lebih berfungsi sebagai pendingin. Apalagi di kota-kota besar, dengan kondisi jalanan yang macet dan suhu udara yang sangat panas, AC (*Air Conditioner*) diperlukan untuk mendapatkan kenyamanan saat berkendara. Ini penting, sebab kenyamanan berkendara akan mempengaruhi perilaku di jalan, sehingga pengemudi menjadi tenang dan tidak emosional, selain itu dari sisi keamanan pengemudi dan penumpang lebih terjamin keamanannya karena pintu dan jendela mobil harus ditutup waktu AC dihidupkan, hal tersebut menyebabkan penggunaan AC pada mobil semakin banyak.

Kondensor merupakan alat penukar kalor pada sistem refrigerasi yang berfungsi untuk melepaskan kalor. Kondensor banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik itu dalam industri rumah tangga, industri otomotif, maupun industri farmasi dan obat-obatan . Di Indonesia sendiri kondensor bukanlah hal yang asing. Kondensor banyak kita jumpai dalam perangkat pendingin pada mobil maupun pada *Air Conditioner* yang terpasang pada gedung-gedung instalasi perkantoran atau fasilitas umum seperti mall dan supermarket. (Kristanto, 2009)

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.

Dalam sebuah mesin pendingin terdapat beberapa komponen utama, salah satu dari komponen tersebut adalah ikondensor. Kondensor ini berfungsi sebagai alat pemindahan panas yang dilepaskan dari uap panas refrigeran ke media pendingin sehingga uap panas refrigeran akan mengalami pengembunan dan perubahannya fase dari keadaan uap menjadi cairan.

Kondensor berguna membuang kalor ke lingkungan dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair. Kondensor akan mengkondensasikan uap yang berasal dari kompresor yang bertemperatur dan bertekanan tinggi menjadi refrigeran cair yang akan mengalir ke katup ekspansi untuk diturunkan tekanannya. Kondensor harus ditempatkan diluar ruangan yang didinginkan agar dapat membuang panasnya keluar.

Berdasarkan pentingnya sistem AC (Air Conditioner) pada mobil maka penulis tertarik untuk mempelajari sistem AC dan menjadikan objek penulisan pada tugas akhir dengan judul **“PEMBUATAN KONDENSOR AC MOBIL YANG MEMANFAATKAN AIR SEBAGAI MEDIA PENDINGIN**

## **1.2. Rumusan masalah**

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang perlu di perhatikan dalam sistem AC (*Air Conditioner*) adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat kondensor AC mobil yang memanfaatkan air sebagai media pendingin.
2. Bagaimana proses pengisian refrigerant pada kondensor AC mobil yang memanfaatkan air sebagai media pendingin
3. Bagaimana menganalisa suhu pada kondensor AC mobil yang memanfaatkan air sebagai media pendingin.

## **1.3. Batasan Masalah**

Agar penelitian menjadi lebih terarah dan fokus pada ruang lingkup maka, dalam penelitian ini diberikan :

1. katup ekspansi direncanakan memiliki minimal 10 lilitan dan paling banyak adalah 13 lilitan dari tembaga spiral 3/8
2. tembaga spiral 3/8 ditentukan oleh jumlah lilitan dari pipa tembaga

#### **1.4. Tujuan**

Adapun tujuan yang diharapkan dari analisis sistem AC (*Air Conditioner*) ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat kondensor AC mobil yang memanfaatkan air sebagai media pendingin
2. Mengetahui proses pengisian refrigerant pada kondensor AC mobil yang memanfaatkan air sebagai media pendingin
3. Mendesain kondensor AC mobil berpendingin air
4. Menganalisa suhu kondensor berpendingin air pada sistem AC

#### **1.5. Manfaat**

Penulisan proyek akhir ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

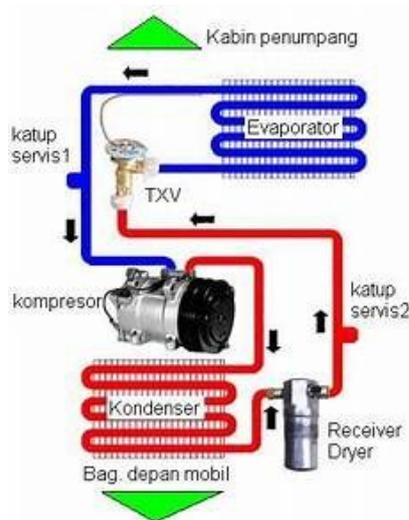
1. Manfaat teoritis
  - a) Memberikan hasil yang di analisis terhadap pengembangan ilmu bagi teknik mesin.
  - b) Hasil dari tugas akhir akan menjadi kajian dan informasi bagi mahasiswa teknik mesin dan dunia kerja terutama di otomotif.
2. Manfaat praktis
  - a) Mendapat ilmu pengetahuan mengenai sistem AC menggunakan air sebagai media pendingin
  - b) Mampu melakukan pengosongan dan pengisian refrigerant pada AC mobil

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. AC (*Air Conditioning*)

*Air Conditioner* atau yang biasa juga disebut dengan AC merupakan salah satu sistem di dalam kendaraan yang berfungsi untuk membuat temperatur di dalam ruangan menjadi nyaman. Apabila suhu di dalam ruangan terasa panas, kemudian AC diaktifkan maka udara panas ini akan diserap sehingga temperatur udara di ruangan tersebut menurun. Dan jika di dalam ruangan udaranya lembab, kelembaban akan dikurangi oleh sistem AC sehingga udara dipertahankan pada tingkat yang menyenangkan. Udara lembab dapat terjadi ketika hujan, dimana kelembaban ini dapat menyebabkan kondensasi atau timbulnya embun-embun pada kaca mobil sehingga dapat menghalangi pandangan ketika mengemudi. Dengan mengaktifkan air conditioner ini kondensasi dapat dikurangi bahkan dihilangkan. Udara yang keluar dari sistem AC merupakan udara yang kering dan telah melalui filter saringan sehingga udara tersebut bersih dan terhindar dari kotoran atau debu.



Gambar 2.1 Bentuk Dari *Air Conditioning* (AC) Mobil

##### 2.1.1 Sejarah AC (*Air conditioning*) Mobil

Pada tahun 1884, William Whiteley mencoba menaruh balok-balok es (es batu) pada bagian bawah gerobak penumpang yang masih ditarik oleh kuda untuk

mendinginkan penumpang yang ada. Sebuah kipas/fan dengan tenaga angin ditaruh didepannya yang akan berputar jika gerobak tersebut berjalan. Dengan dimasukkan kedalam ruangan adalah udara dari luar, sehingga udara yang dihirup juga tidak bersih karena bercampur dengan debu (ini merupakan suatu masalah tersendiri yang juga harus dipecahkan).

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 mengaplikasikan unruk sistem 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 sistem pendingin kompresi uap yang menggunakan bahan Refrigerant R-12

Pada waktu yang hampir bersamaan, 1930, Laboratorium Penelitian General Motors menyampaikan konsep sistem pendingin dengan memakai *refrigerant R12*. Proposal tersebut disetujui untuk diaplikasikan pada mobil Cadillac pada tanggal 23 september 1932. Pekerjaan ini dimulai pada tahun 1933 dan dapat diaplikasikan pada tahun 1939 pada sebuah trunk. *Compressor* digerakkan oleh *v-belt*, tetapi belum memakai *magnetic clutch*, sehingga jika ingin memamatkannya harus melepas *v-belt*nya terlebih dahulu.

Pada tahun 1940, *PACkard Motor Car* merilis sistem dual pendingin dan pemanas. Sampai tahun 1942 telah terjual 1.500 buah. Tahun 1947 pabrikan pembuat alat penyejuk udara pada kendaraan menjadi berkembang dan bertambah besar

## **2.2. Defenisi AC Mobil**

*Air conditioner* atau yang biasa juga disebut dengan AC merupakan salah satu sistem di dalam kendaraan yang berfungsi untuk membuat temperatur di dalam ruangan menjadi nyaman. Apabila suhu di dalam ruangan terasa panas, kemudian AC diaktifkan maka udara panas ini akan diserap sehingga temperatur udara di ruangan tersebut menurun. Dan jika di dalam ruangan udaranya lembab, kelembaban akan dikurangi oleh sistem AC sehingga udara dipertahankan pada tingkat yang menyenangkan.AC mobil. Air Conditioner atau yang biasa juga

disebut dengan AC merupakan salah satu sistem di dalam kendaraan yang berfungsi untuk membuat temperatur di dalam ruangan menjadi nyaman. Apabila suhu di dalam ruangan terasa panas, kemudian AC diaktifkan maka udara panas ini akan diserap sehingga temperatur udara di ruangan tersebut menurun. Dan jika di dalam ruangan udaranya lembab, kelembaban akan dikurangi oleh sistem AC sehingga udara dipertahankan pada tingkat yang menyenangkan.

### **2.3 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

#### **2.3.1 Kompresor AC Mobil**

Kompresor berfungsi mengalirkan serta menaikkan tekanan refrigera dari tekanan evaporasi ketekanan kondensasi. meningkatkan tekanan berarti menaikkan temperatur. Uap refrigran bertekanan tinggi didalam kondensor akan cepat mengembun dengan cara melepaskan panas kesekelilingnya. Kompresor mesin refrigrasi dapat dikelompokkan berdasarkan gerakan rotor dan berdasarkan letak motor dan kompresor.

#### **2.3.2 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 mengunakan pipa fleksibel atau lazim disebut house. Pipa ini dapat menahan getaran deangan 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 dari tembaga atau aluminium.

### 2.3.3 Evaporator

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

### 2.3.4 Receiver Dryer

Pada umumnya, AC mobil menggunakan receiver-dryer yang dipasang antara kompresor dan evaporator. Fungsi receiver dryer adalah untuk menampung refrigeran sama dilakukan pekerjaan pemeliharaan atau service. Pada umumnya, Receiver dilengkapi bahan pengering kimia. Bahan kimia ini (desiccant) akan menyerap uap air dan penyimpanan, sehingga refrigeran yang masuk ke katup ekspansi sudah terbebas dari uap air. Receiver dilengkapi juga dengan kasa baja untuk penyaring debu dan kotoran masuk ke katup ekspansi. Biasanya, untuk alasan keamanan liquid receiver dilengkapi dengan safety fusible plug, yang akan terbuka pada saat suhunya mencapai  $177^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3.5 Katup Ekspansi

Seperti halnya pada sistem refrigerasi kompresi uap pada umumnya. AC mobil juga dilengkapi dengan katup ekspansi thermostatic, untuk menurunkan secara gradual liquid refrigerant tekanan tinggi dari kondensor menjadi liquid tekanan menjadi rendah yang akan dimasukkan ke evaporator. Beberapa katup ekspansi yang digunakan AC mobil dapat diatur setting superheatnya, beberapa lagi tidak dapat diatur. Pada umumnya setting superheat katup ekspansi thermostatic ini adalah  $8^{\circ}$ .

### 2.3.6 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.

#### **2.4. Prinsip Kerja AC Mobil**

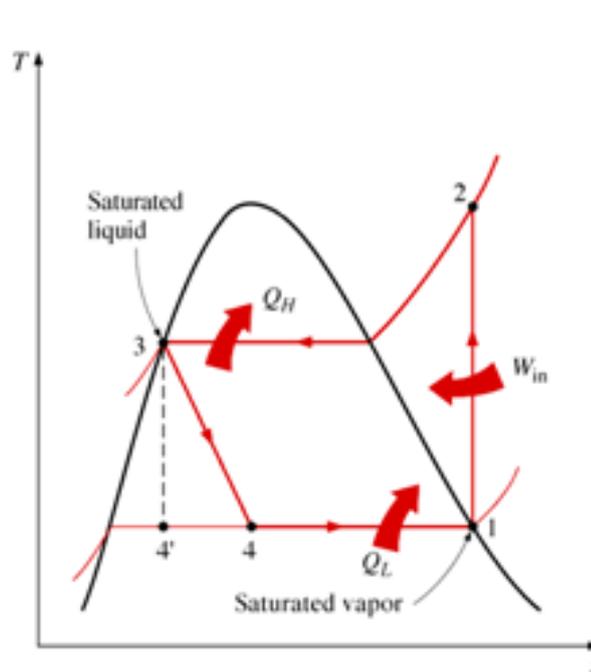
Sedikit banyak haruslah diketahui konsumen agar bila sewaktu-waktu terjadi masalah misalnya AC tidak dingin dan sebagainya, maka Anda sudah mengetahui seperti apa sistem kerja AC mobil yang dimiliki. Walaupun bukan berarti Anda langsung yang mengerjakannya bila bagian tersebut mengalami kerusakan. Namun 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 diuapkan 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.

#### **2.5 Sistem Refrigerasi**

Sistem refrigerasi 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.

### 2.5.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

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 dapat dilihat dalam Gambar 2.2. di bawah ini.



Gambar 2.2 Diagram T-S dan P – h Siklus Kompresi Uap

(Himsar Ambarita, 2010)

Proses-proses yang terjadi pada siklus kompresi uap seperti pada gambar 2.2 diatas adalah sebagai berikut:

### 2.5.2 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 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 *isentropic*. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah

setelah dikompresi rendah setelah dikompresi. Besarnya daya atau kinerja kompresi yang dilakukan kompresor adalah :

$$Q_{wk} = (h_2 - h_1)$$

Sedangkan besarnya kerja persatuan massa refrigeran yang dikompresikan adalah:

$$q_w = h_2 - h_1$$

$$W = m \cdot w$$

$$W = h_2 - h_1$$

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

### 2.5.3 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 kondenser, 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 kondenser seluruhnya menjadi cair.

Besarnya kalor yang dibuang di kondenser dapat dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$Q_{out} = (h_2 - h_3)$$

$$Q_{out} = m \cdot q_c$$

$$Q_{out} = h_2 - h_3$$

$$Q_{out} = m \cdot (h_2 - h_3)$$

### 2.5.4 Proses Ekspansi

Proses (3-4) ini terjadi di pipa kapiler. Setelah refrigeran melepas kalor di kondenser, 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).

### 2.5.5 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.

Proses evaporasi pada siklus ideal terjadi secara *isothermal* dan *isobar*. Besarnya kalor yang diserap oleh refrigeran di evaporator dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

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

## 2.6 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.

## 2.7 Pipa tembaga spiral 3/8

Pipa tembaga spiral dimanfaatkan dalam berbagai hal. Dibandingkan pipa lainnya jenis pipa ini memiliki banyak sekali kelebihan dengan ketersediaan berbagai macam ketebalan tabung untuk disesuaikan menurut kebutuhan. Pipa

tembaga merupakan salah satu material logam yang memiliki karakter elastis dan mudah ditempa sehingga dapat dibentuk menjadi berbagai model seperti kondensor AC mobil dengan 10 lilitan



Gambar 2.3 Pipa Tembaga Spiral 3/8

## 2.8 Cara Kerja Pipa Tembaga Spiral 3/8

Mesin pendingin AC Split merupakan jenis mesin AC yang memiliki dua unit utama yaitu cold side yang terletak didalam ruangan dan hot side yang terletak diluar ruangan. Adapun unit cold side yang terletak didalam ruangan terdiri dari katup ekspansi dan koil evaporator, sedangkan untuk hot side yang terletak diluar ruangan terdiri dari kompresor, koil pada kondensor, kipas, dan beberapa komponen elektrik. Mesin pendingin AC Split ini telah dimodifikasi dengan menambah pemasangan katup ekspansi termostatik yang diparalel dengan pipa tembaga spiral 3/8, sehingga dapat diperoleh perbandingan unjuk kerja antara pipa kapiler dengan katup ekspansi termostatik terhadap instalasi sistem pendingin AC Split 1 HP. Perbandingan unjuk kerja tersebut dapat diketahui dengan mengolah hasil data yang telah diperoleh setelah merencanakan, membuat dan melakukan pengujian terhadap alat uji mesin pendingin; yaitu menghitung harga laju aliran massa, laju pengeluaran kalor pada kondensor, laju pemasukan kalor pada evaporator dan menghitung koefisien prestasi dari mesin pendingin baik yang menggunakan pipa tembaga spiral 3/8 maupun yang menggunakan katup ekspansi termostatik. .

## 2.9 Fungsi Pipa Tembaga Spiral 3/8

Pipa tembaga tersedia dalam berbagai bentuk, mulai dari pipa tembaga spiral, batangan panjang, gulungan hingga kaku. Dengan ketebalan yang sangat variatif untuk disesuaikan menurut kebutuhan, jenis pipa tembaga ini biasa difungsikan sebagai media penyaluran air pada instalasi AC mobil saluran air dingin dan air panas, gas, udara, dan oksigen

Pipa tembaga bersifat tahan bocor sehingga dapat mengalirkan air dalam volume besar. Selain itu, karakter pipa air dari tembaga yang fleksibel membuat material ini dapat dibentuk menjadi kondensor AC

## 2.10 Katup Ekspansi Termostatik (*Thermostatic Expansion Valve*)

Katup Ekspansi Termostatik merupakan alat pengatur refrigeran yang paling banyak dipakai untuk mesin pendingin. Katup ekspansi tersebut dapat mengatur jumlah refrigeran yang mengalir dalam evaporator sesuai dengan beban evaporator yang maksimum pada setiap keadaan beban evaporator yang berubah-ubah. Katup ekspansi termostatik dapat mempertahankan uap panas lanjut yang konstan. Katup ekspansi ini tidak hanya mengatur tekanan dan temperatur dalam evaporator, tetapi mengontrol jumlah refrigeran yang mengalir masuk ke dalamnya. Refrigeran yang mengalir melalui Katup ekspansi termostatik diteruskan ke evaporator, selain dikontrol oleh tekanan rendah dalam evaporator, juga oleh temperatur dan tekanan pada akhir evaporator, seperti terlihat pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Katup Ekspansi Termostatik

Untuk menyatakan performansi dari suatu Katup ekspansi termostatik yang diperhatikan adalah [8,9] dampak refrigerasi, laju pelepasan kalor, kerja kompresi, *Coefficient Of Performance* (COP).

## 2.11 Thermocouple

Thermocouple adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “Thermo-electric

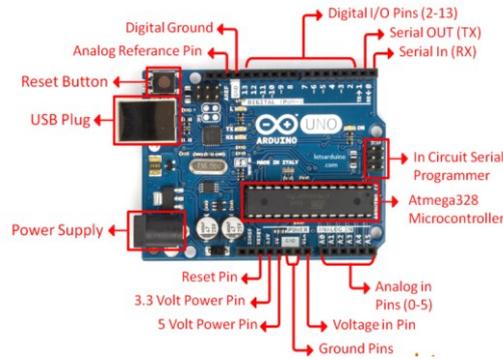


Gambar 2.5 Thermocouple 2.10

## 2.12 Microcontroller

*Micricontroller* 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 2.11



Gambar 2.6 Arduino Uno(Sumber : Arduino 2014)

### 2.13. Sensor Temperature 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 2.8.



Gambar 2.7 Bentuk Fisik Sensor Suhu DS18B20

(Sumber : ilearning 2105)

## 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 Jadwal Kegiatan Penelitian

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

#### 3.2.1 Bahan Pembuatan Kondensor

Adapun bahan yang di gunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

- 1 . Gerinda tangan

Berfungsi untuk memotong selang pipa tembaga spiral menjadi 3/8



Gambar 3.1 Gerinda Tangan

## 2. Palu atau martil

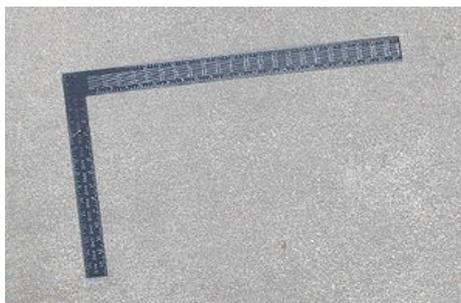
Palu alat yang digunakan untuk memberi tumbukan bagian-bagian pipa. Jika terjadi peot ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 palu

## 3. Penggaris siku

Penggaris siku berfungsi untuk mengukur bagian-bagian suatu objek yang akan diukur pipa tembaga ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Penggaris Siku

#### 4 .Kaca Mata Las

Berfungsi saat memulai pengelasan kondensor AC wajib memakai kaca mata las agar tidak terjadi hal-hal yang tak diinginkan ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar 3.4 kaca mata las

#### 5 . Mesin Las

Mesin las merupakan alat menyambungkan material tembaga yang terpisah menjadi satu sehingga bisa menjadi bagian yang kita inginkan ditunjukkan pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Mesin Las

#### 6. Kompresor Mobil

Kompresor mobil digunakan untuk menghisap freon pada tekanan rendah dan mendistribusikannya ke kondensor dalam tekanan dan suhu tinggi, yakni mengkompres suhu dan tekanan refrigeran yang akan di salurkan ke kondesor. Kompresor dapat kita lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kompresor AC Mobil

Jenis kompresor : *swash plate*

Voltase : 220 V

#### 7. Kondensor Media Berpendingin Air

Kondensor berfungsi untuk mengembunkan atau mengkondensasikan refrigeran bertekanan tinggi dari kompresor pada saat freon mulai masuk ke kompresor. Kondensor dapat kita lihat pada gambar 3.7

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



Gambar 3.7 Kondensor Berpendingin Air

#### 8. Ekstra Fan

Ekstra fan berfungsi untuk mensirkulasikan udara di luar kabin. Ekstra fan dapat kita lihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Ekstra Fan

#### 9. Motor Listrik 3 Fasa

Motor listrik digunakan untuk memutar kompresor dengan menggunakan Vbelt berukuran 48 pcs. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9.

Daya Motor listrik : 3 hp

Voltase : 220 V



Gambar 3.9 Motor Listrik 3 Fasa

#### 10. Evaporator

Evaporator digunakan untuk mengambil kalor dari suatu ruangan atau suatu benda yang bersentuhan dengannya. Pada evaporator terjadi pendedahan atau

penguapan (evaporation) atau perubahan faserefrigarsi dari cair menjadi uap.Pada gambar 3.10 dapat kita lihat bentuk dari 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



Gambar 3.10 Evaporator

#### 11. Receiver Dryer

Receiver Dryer berfungsi untuk menyerap kotoran serta air yang mungkin terserap saat terjadi sirkulasi refrigerant pada AC mobil. Ada dua komponen penting dalam receiver dryer yakni dryer (pengering) dan filter. Receiver dryer dapat kita lihat pada gambar 3.11

Bahan Tabung *Receiver Dryer* : Besi

Diameter : 6,3 cm

Tinggi : 20 cm



Gambar 3.11 Receiver Dryer Sebagai Penyaring

## 12. Baterai 12 Volt

Baterai 12 Volt di gunakan sebagai sumber arus pertama untuk menjalankan sistem rangkaian AC mobil. Baterai dapat kita lihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Baterai 12 Volt

## 13. Katup Ekspansi

Katup ekspansi berfungsi untuk menurunkan suhu dan tekanan refrigerant atau freon AC mobil pada sirkulasi AC mobil, setelah gas freon dipompa oleh kompressor dan dirubah wujudnya menjadi cair oleh condensor AC.



Gambar 3.13 Katup Ekspansi

#### 14. Refrigeran R-134A



Gambar 3.14 Refrigeran R-134A

#### 15. Pompa Air Elektrik Hight Preasure 12v.

Pompa yang dapat memberikan daya semprot yang kuat, dapat anda gunakan untuk membantu anda membersihkan mobil, menyiram tanaman ditaman, ataupun keperluan lainnya yang membutuhkan semprotan air.



Gambar 3.15 Pompa Air Elektrik High Preasure 12v

#### 16. Thermocouple Type K

Terbuat dari bahan Ni-Cr (+) dan Ni-Al(-). Sering digunakan untuk ruang bakar seperti boiler, reformer, high temperature steam dll.kabelnya berwarna kuning untuk positif dan merah untuk negative dengan range -260 degC hingga 1200 degC.



Gambar 3.16. Thermocouple Type K

#### 3.2.2 Bahan Yang Akan Dibuat

Bahan yang akan dibuat adalah pipa tembaga spiral yang belum selesai dan yang sudah selesai Berikut adalah dua gambar pipa tembaga spiral yang telah dibuat.dan menjadi kondensor ditunjukkan dalam gambar 3.15, gambar 3.16,



Gambar 3.17 Pipa Tembaga Spiral yang Belum Menjadi Kondensor



Gambar 3.18 Hasil Yang Sudah Selesai Dibuat Menjadi Kondensor

### 3.2.3. Alat Penguji

1. Pressure Gauge

Pressure gauge digunakan untuk mengukur tekanan isian refrigeran yang akan di uji. ditunjukkan dalam gambar 3.19



Gambar 3.19 Pressure Gauge

## 2. *Arduino UNO*

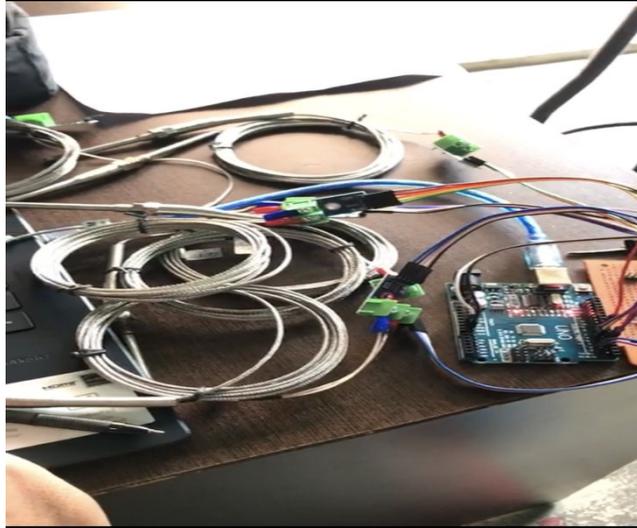
*Arduino UNO* digunakan sebagai *microcontroller* pembaca sensor getaran dan sensor kecepatan motor AC yang terhubung dengan komputer. Hasil pencatatan data berupa data sheet, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.20



Gambar 3.20 *Arduino UNO*

## 3. Thermocouple

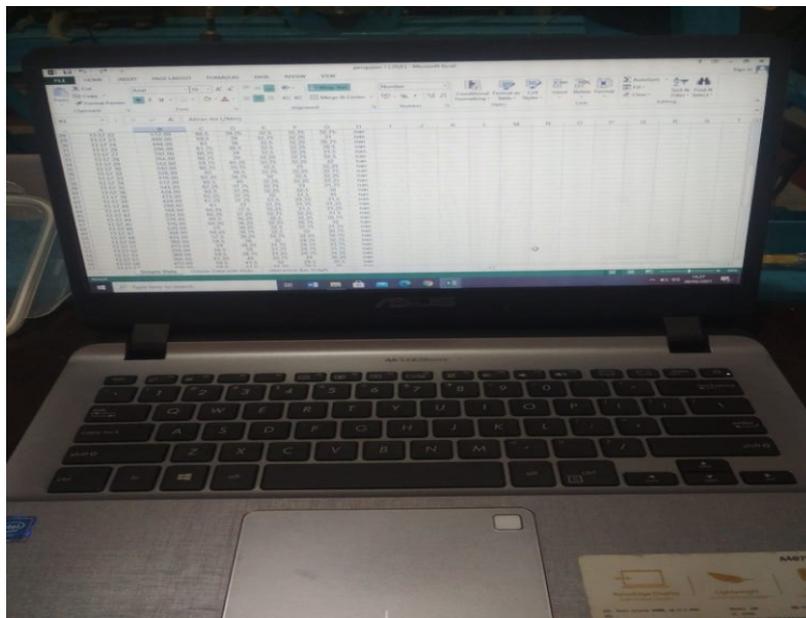
Thermocouple adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "Thermo-electric



Gambar 3.21 Thermocouple

4. Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data sheet yang dideteksi oleh program *Arduino UNO*. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.22



Gambar 3.22 Laptop

5. Air Sabun

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



Gambar 3.23 Wadah Berisikan Air Sabun

6. Sealtape

Untuk di gunakan untuk mengatasi kebocoran pada sambungan katub ekspansi.



Gambar 3.24 Sealtape

7. Kunci Inggris

Kunci Inggris di gunakan untuk membuka dan memasang katup ekspansi.



Gambar 3.25 Kunci Inggris

8. Kunci 14 Pass ring

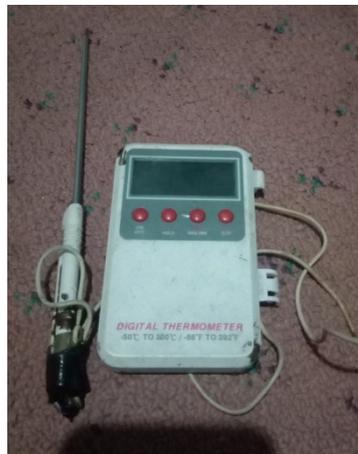
Kunci 14 Pass ring digunakan untuk membuka dan memasang katub ekspansi.



Gambar 3.26 Kunci 14 Pas Ring

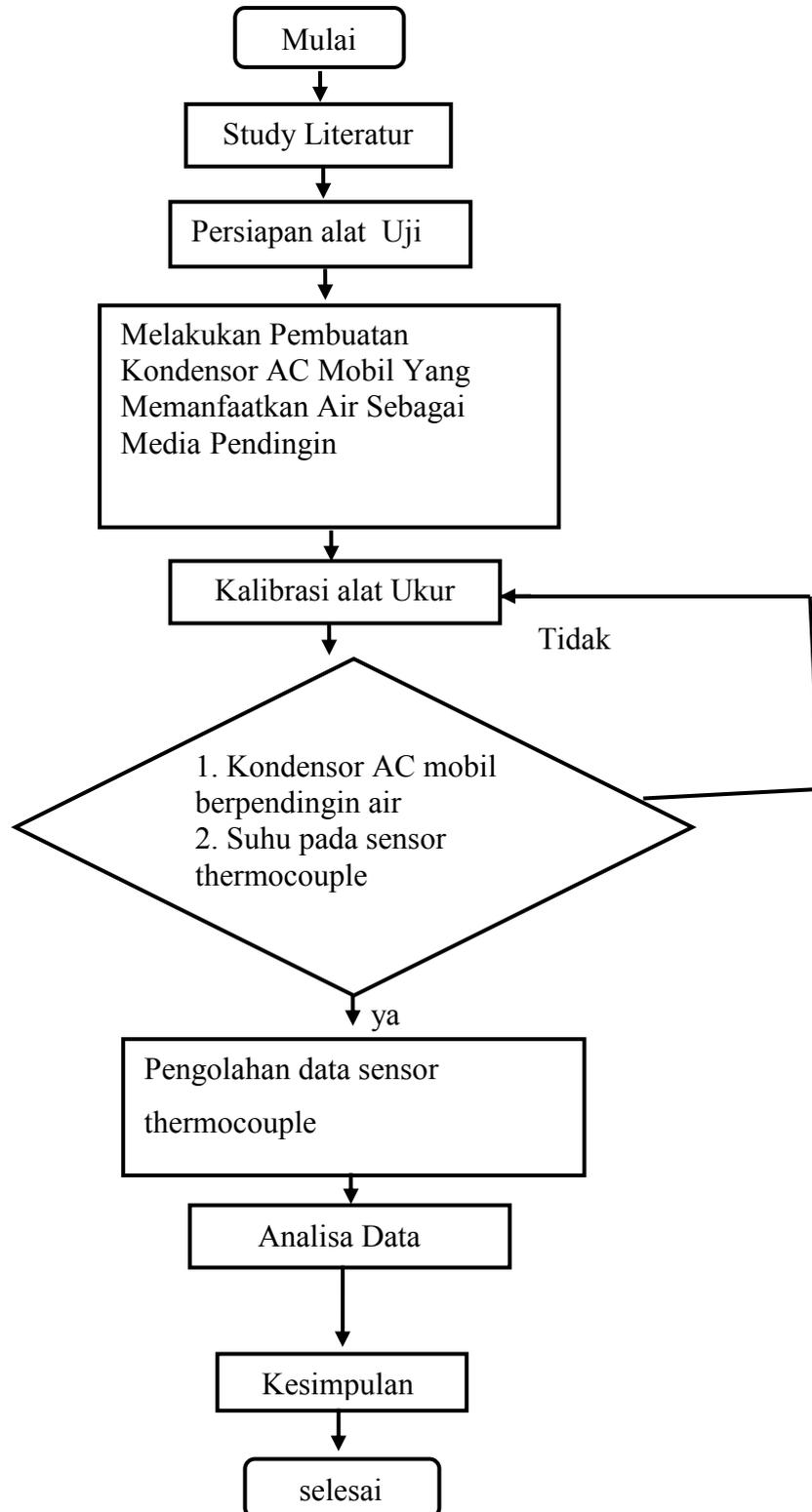
9. Digital thermometer

Digital thermometer digunakan untuk mengukur temperatur di dalam kabin.



Gambar 3.27 Digital Thermometer

### 3.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.28 Bagan Alir Penelitian

### 3.4. Pembuatan Kondensor AC Mobil Berpendingin

#### 3.4.1. Langkah-langkah Pembuatan Kondensor AC

Adapun langkah-langkah pembuatan kondensor AC adalah sebagai berikut :

1. Memotong pipa tembaga dengan gerinda dengan ukuran yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.29.



Gambar 3.29 pemotongan pipa tembaga

2. Membentuk pipa tembaga dari belum jadi menjadi selesai seperti ditunjukkan dalam gambar 3.30



Gambar 3.30 sesudah menjadi kondensor AC

3. Pipa tembaga spiral yang sudah menjadi kondensor setelah itu dicek dimasukan kedalam bak yang berisi air untuk menguji ada yang kebocor atau tidak gambar ditunjukkan dalam gambar 3.31



Gambar 3.31 Menguji Melihat Ada Kebocoran Tidak

### 3.4.2. Proses Pengujian Kondensor AC Mobil

1. Pemvakuman

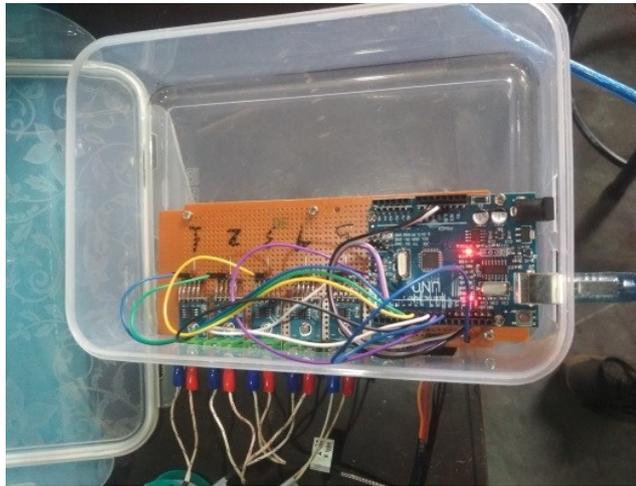
Pemvakuman bertujuan untuk mengosongkan refrigerant dan menghindari air di dalam laju aliran refrigerant.



Gambar 3.32 Proses Pemvakuman

2. Memasang Sensor Arduino Uno

Memasang sensor dallas bertujuan untuk membACA laju aliran refrigeran



Gambar 3.33 Pemasangan Sensor Arduino uno

3. Menghidupkan Rangkain Sistem AC Mobil

Menghidupkan rangkaian sistem ACmobil bertujuan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian tersebut.



Gambar 3.34 Pengoprasian AC Mobil

4. Menimbang Refrigerant

Menimbang refrigerant bertujuan untuk mengetahui berat dari refrigerant yang akan di gunakan.



Gambar 3.35 Menimbang Refrigerant

5. Mengisi Refrigerant

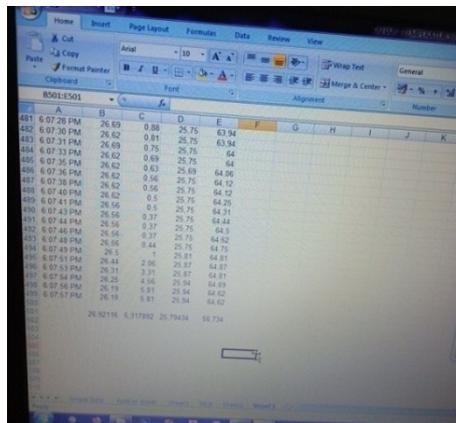
Mengisi refrigerant bertujuan untuk kebutuhan sistem pendingin



Gambar 3.36 Pengisian Refrigerant

6. Mengukur Temperatur Laju Aliran Pada Pipa

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



Gambar 3.37 Pengukuran Temperatur

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

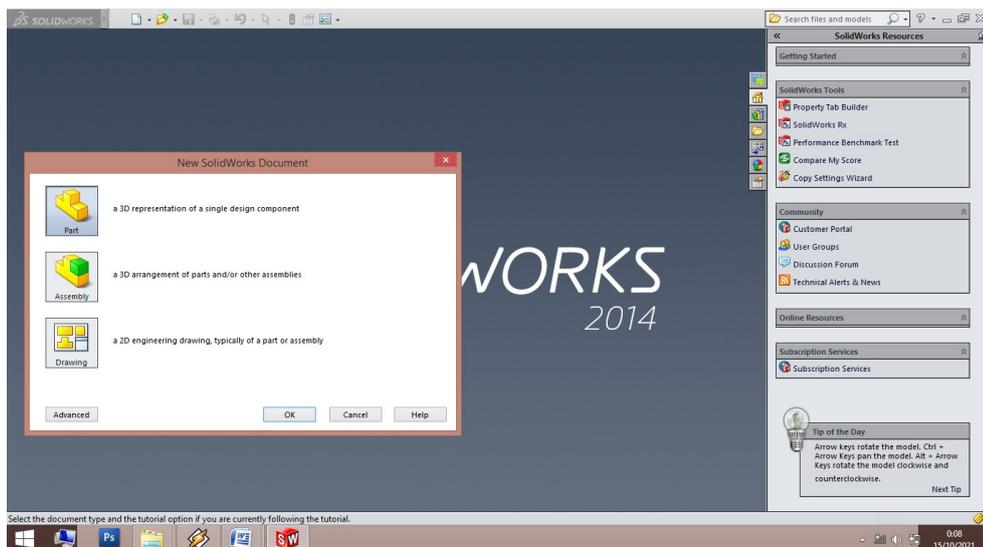
#### 4.1. Desain Kondensor AC Mobil Berpendingin Air

1. Membuka *Software Solidworks* 2014. Dapat dilihat dari gambar 4.1 berikut.



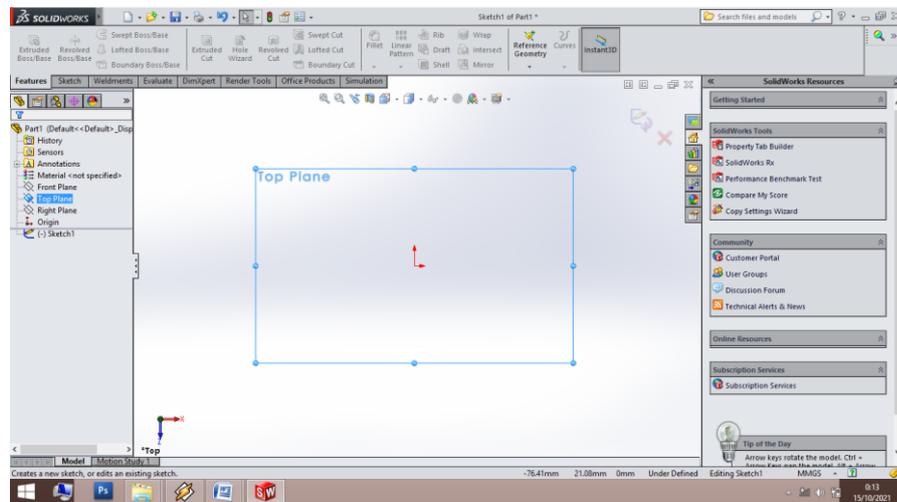
Gambar 4.1. Tampilan Awal *Solidworks*

2. Membuka *window* untuk memulai membuat gambar. Disini kita pakai menu *part*/menu paling atas dari tampilan berikut. Dapat dilihat dari gambar 4.2 berikut.



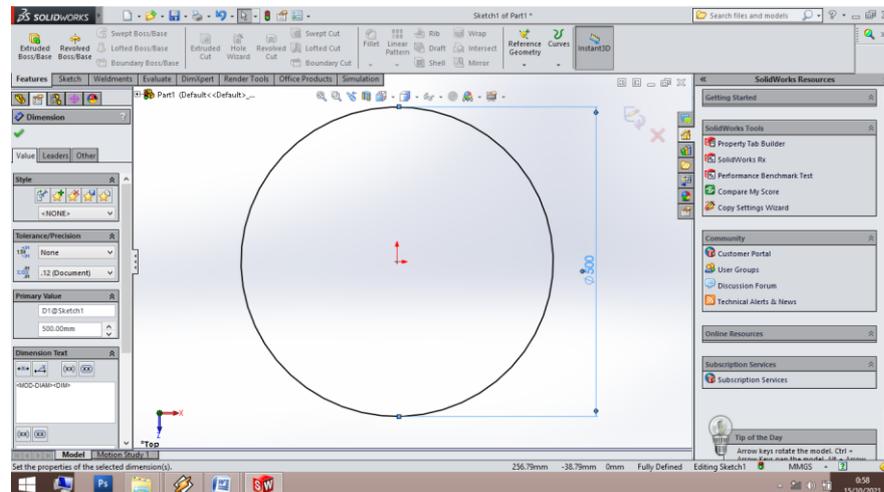
Gambar 4.2 *Window* Untuk Memulai Membuat Gambar

3. setelah tampilan terbuka, pilih *top plane* untuk tahap awal menggambar. Dapat dilihat dari gambar 4.3 berikut.



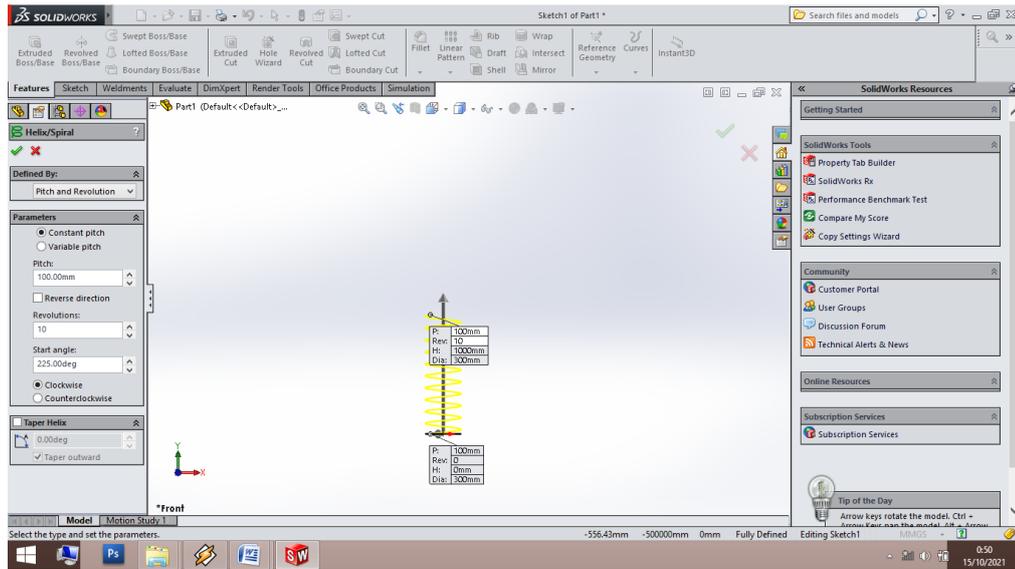
Gambar 4.3. Tampilan *Top Plane*

4. kemudian pilih *sketch* lalu pilih *circle*, tarik gambar lingkaran lalu buat ukuran 500mm untuk membuat diameter kondensor. dapat dilihat dari gambar 4.4 berikut.



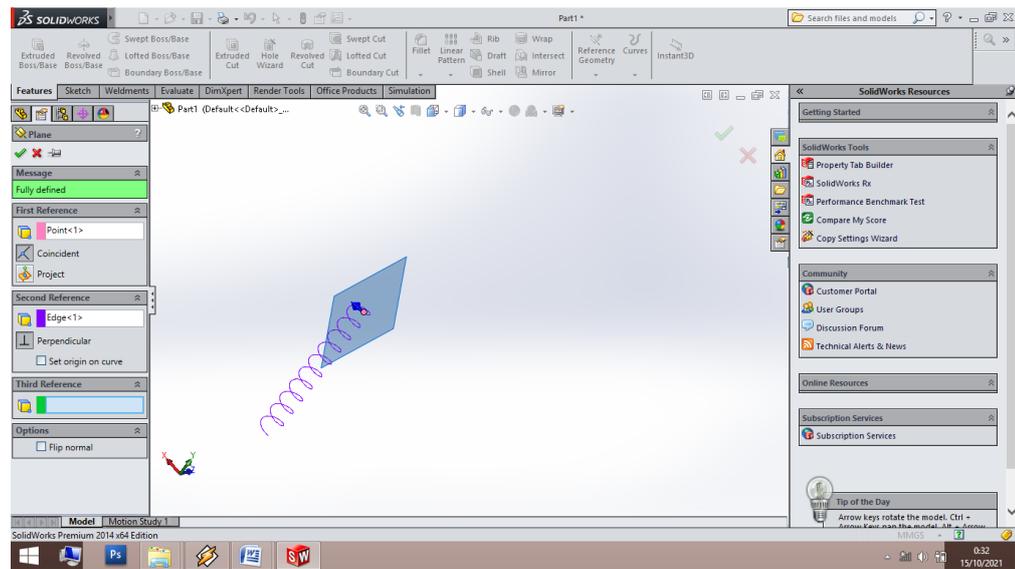
Gambar 4.4 Membuat Diameter Kondensor

5. Lalu pilih *features*, kemudian pilih *curves* untuk menu *helix and spiral*. Pada *pitch* diangka 100 mm untuk tinggi kondensor, dan *revolutions* diangka 10 untuk jumlah lilitan kondensor. Dapat dilihat dari gambar 4.5 berikut



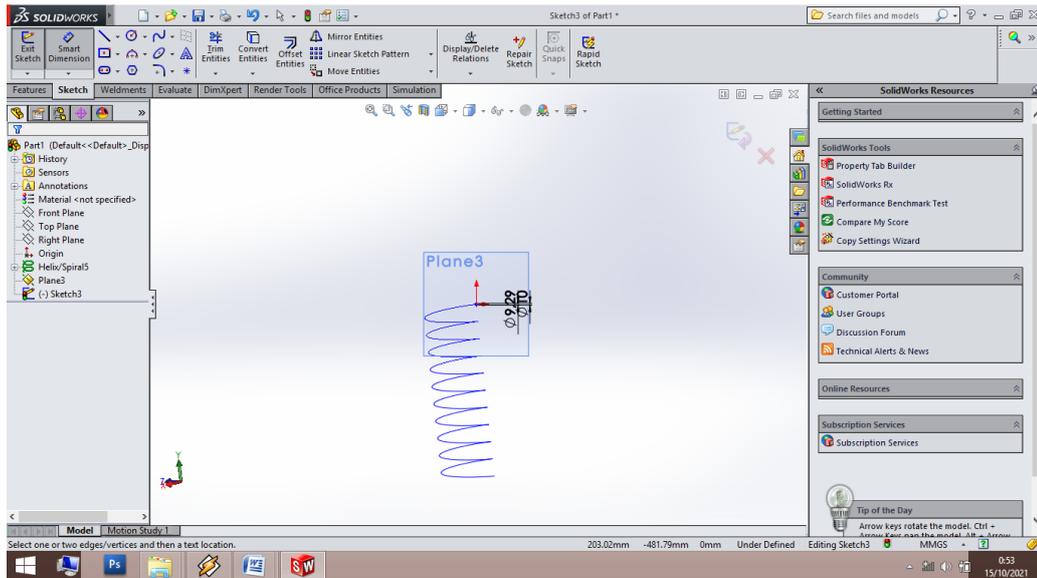
Gambar 4.5. Tampilan *Helix And Spiral*

6. Setelah itu pilih *features*, lalu pilih *reference geometry* untuk menu *plane*. Pada *first reference* klik ujung *spiral* dan pada *second reference* klik badan *spiral*. Dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini.



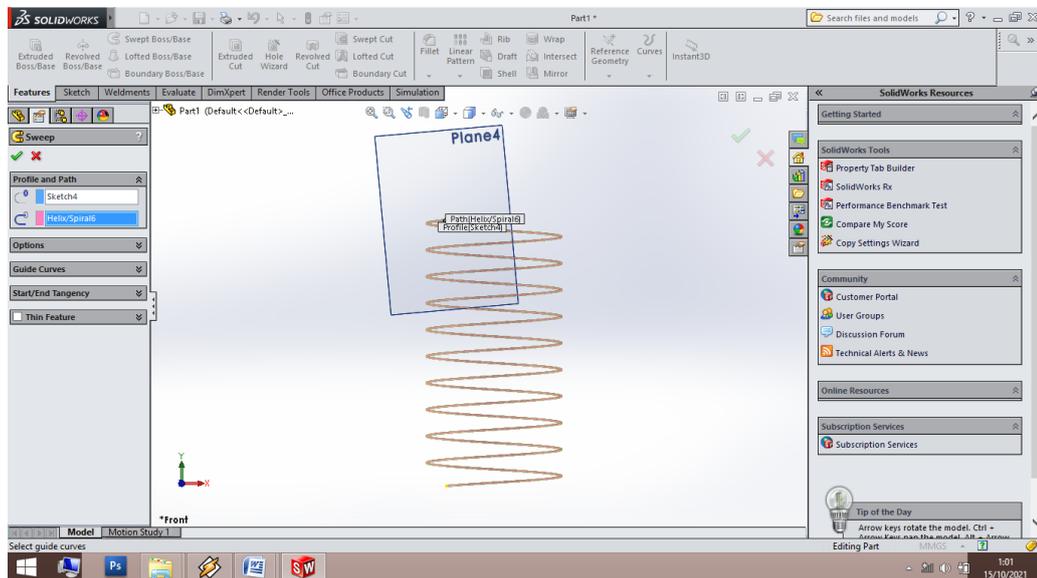
Gambar 4.6. Membuat Plane Baru

7. Kemudian pilih *sketch* lalu pilih *circle*, untuk membuat pipa ukuran lingkaran 3/8 inci. Dapat dilihat dari gambar 4.7 berikut ini



Gambar 4.7. Membuat Ukuran Pipa Kondensor 3/8 Inchi

8. Lalu keluarkan dari menu edit agar bisa memilih menu *swept boss/base* pada menu *features*. Pada *profile and path* pilih lingkaran pipa 3/8 inchi pada bagian atas (*sketch2*), sedangkan badan pipa pilih untuk bagian kedua (*helix/spiral3*). dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Tampilan Swept Boss

## 4.2. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Thermocouple Type K

### 4.2.1 Proses Pembuatan Kondensor

Adapun langkah-langkah dalam membuat dudukan sensor thermocouple adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan pembuatan dudukan sensor ini yang pertama kali saya lakukan adalah menyiapkan bahan yaitu: pipa tembaga spiral (sebagai bahan dudukan). Seperti pada Gambar 4.9. berikut.



Gambar 4.9. Pipa tembaga spiral

2. Lalu renggangkan pipa tembaga dengan jumlah 10 lilitan 5 cm seperti pada Gambar 4.10.



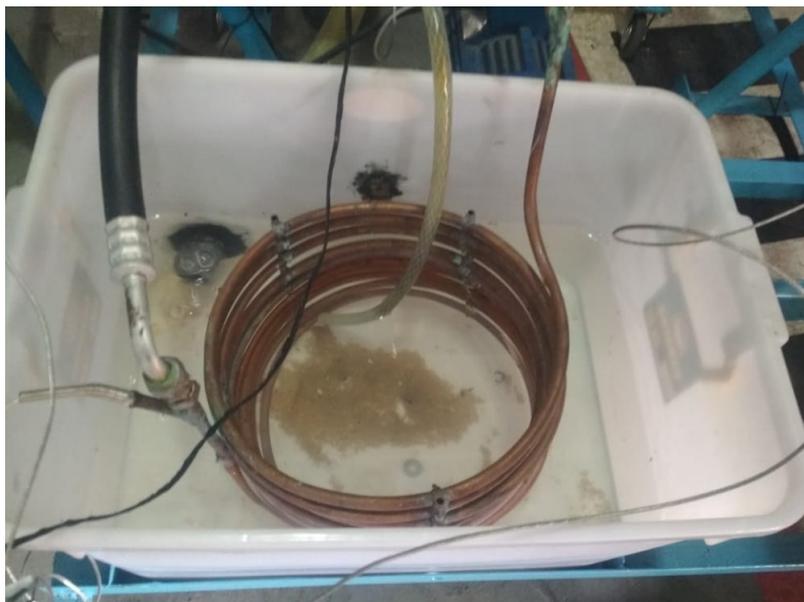
Gambar 4.10. Merenggangkan Pipa Tembaga

3. Pembuatan dudukan nipple dan kondensor masuk dan keluar. Seperti terlihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Dudukan Nipple Dan Kondensor

4. Setelah bahan dudukan sudah dilas, selanjutnya adalah meletakkan kondensor pada wadah. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12. Proses meletakkan kondensor pada wadah

#### 4.2.2 Proses Pemasangan Sensor Thermocouple

Adapun langkah-langkah dalam pemasangan sensor thermocouple adalah sebagai berikut:

1. Pertama kita siapakan bahan yang akan di pasang ke dudukan sensor. Seperti pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13. Sensor thermocouple tipe K

2. Lapisi drat sensor dengan seltif . Seperti pada Gambar 4.14 agar semakin padat dan tidak terjadi kebocoran.



Gambar 4.14 Selotip

3. Masukkan sensor pada jalur kondensor seperti pada Gambar 4.15 ke dudukan nya lalu kunci dengan ketat.



Gambar 4.15. Memasang sensor pada kondensor

4. Memasang sensor pada jalur receiver driyer seperti yang terlihat pada Gambar 4.16 menuju evaporator.



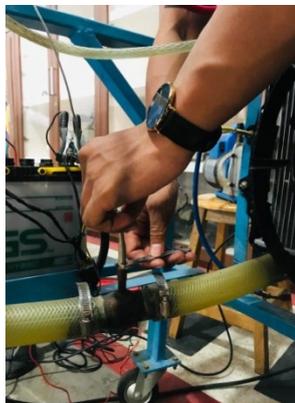
Gambar 4.16. Pemasangan sensor dari driyer ke evaporator

5. Pemasangan sensor pada saluran hisap menuju radiator. Seperti pada Gambar 4.17 berikut.



Gambar 4.17. Pemasangan sensor menuju radiator

6. Pemasangan sensor ke saluran buang dari radiator. Seperti pada Gambar 4.18. berikut.



Gambar 4.18. Peasangan sensor ke saluran buang dari radiator

#### 4.2.3 Proses Pengisian Refrigeran R134a Untuk AC Mobil

Adapun langkah-langkah dalam pengisian refrigerant R134a untuk AC mobil adalah sebagai berikut

1. Pasang manifold gauge seperti pada Gambar 4.19. untuk proses pemvakuman. Selang merah pada posisi selang tekanan tinggi, selang biru pada tekanan rendah dan selang kuning ke pompa vakum. Proses ini bertujuan untuk mengosongkan sisa freon dan untuk mengecek kebocoran.



Gambar 4.19. Memasang selang manifold

2. Selanjutnya siapkan pompa vakum Seperti pada Gambar 4.20 berikut. untuk pengujian kebocoran/pengosongan sisa freon dengan memakai pompa vakum, buka katup hisap pada vakum pada posisi on dan biarkan mesin hidup. Buka katup merah dan biru pada manifold dan selanjutnya diamkan selama 15 menit dari mesin di hidupkan sampai mati.



Gambar 4.20. Menyiapkan pompa vakum

3. Lihat kembali jarum manifold merah dan biru seperti pada Gambar 4.21 sampai menunjukkan -30 psi. Sebelum mesin vakum mati tutup kembali katub merah dan biru, lalu matikan mesin vakum. Tunggu sampai 15 menit jika tidak terjadi peningkatan pada jarum manifold, berarti tidak terjadi kebocoran.



Gambar 4.21. Proses pemvakuman

4. Buka selang yang dari pompa vakum, lalu pasang ke freon yang sudah di persiapkan seperti pada Gambar 4.22 Buka katup freon perlahan lalu di balik agar yang masuk freon cair, lalu buka katup tekanan tinggi berwarna merah dan isi sampai penuh sampai jarum menunjukkan angka (20 - 30 psi). Lalu tutup kembali katup freon dan katup tekanan tinggi.



Gambar 4.22. Pengisian freon pada selang tekanan tinggi

5. Untuk pengisian selang tekanan rendah *suction* seperti pada Gambar 4.23 mesin harus kondisi hidup dan AC harus hidup agar freon mudah terhisap dan jarum manifold menunjukkan angka (30 bar) yang artinya freon sudah terisi penuh.



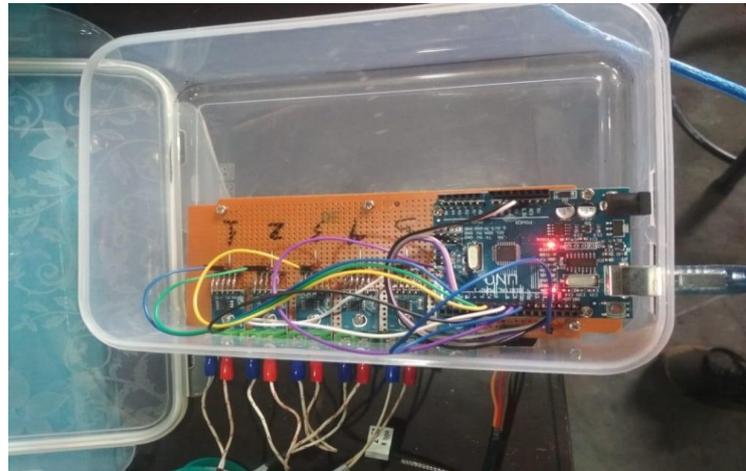
Gambar 4.23. Memasukkan freon tekanan rendah

6. Saat AC dihidupkan dan magnet clutch bekerja, maka yang terjadi adalah dari selang tekanan tinggi menunjukkan pada jarum manifold tekanan mencapai (180-215 psi) seperti pada Gambar 4.24 dan selang tekanan rendah menunjukkan angka (1.5 - 2 bar). Dan pengisian freon pun selesai.



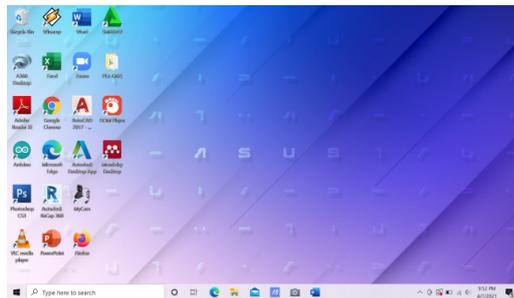
Gambar 4.24. Saat AC mobil hidup

7. Merakit Arduino pada rangkaian nya, Lalu hidupkan laptop. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.25. berikut.



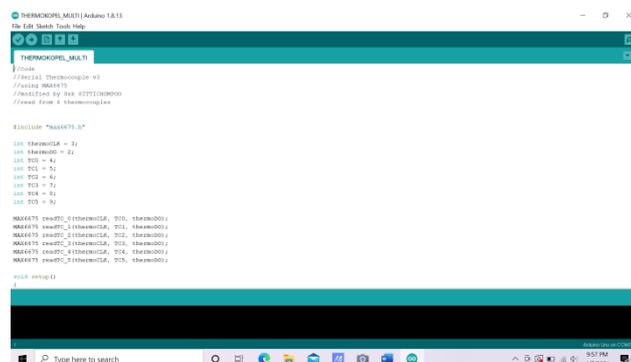
Gambar 4.25. Rangkaian Arduino

8. Menghidupkan laptop untuk melakukan pengujian pada thermokopel. Seperti pada Gambar 4.26 berikut.



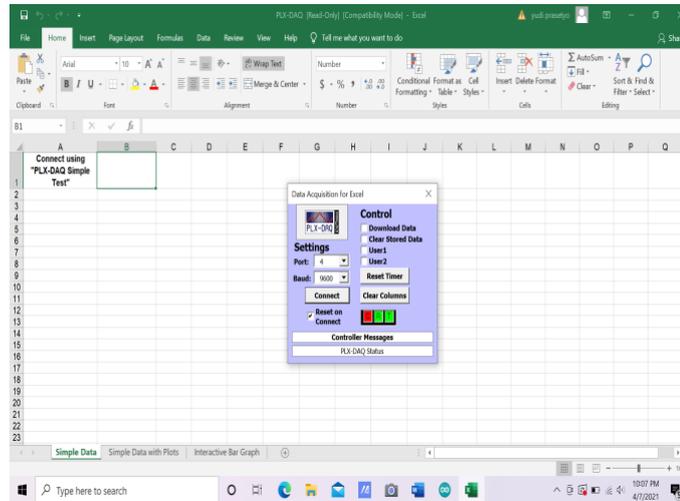
Gambar 4.26. Tampilan awal sebelum membuka software arduino

9. Membuka software arduino UNO yang telah di install pada laptop seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.27 berikut.



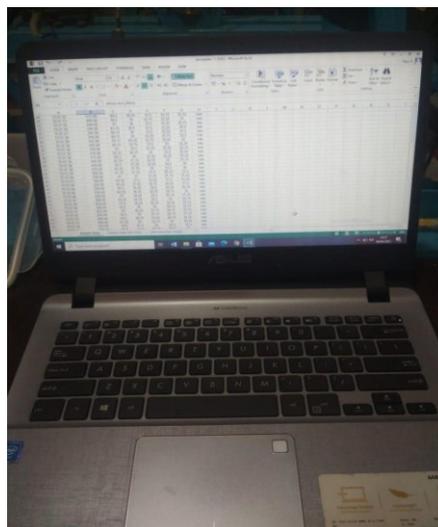
Gambar 4.27. Tampilan software Arduino

10. Masuk ke software plx daq untuk menampilkan data pengujian dengan tampilan seperti pada Gambar 4.28.berikut.



Gambar 4.28. Tampilan software plx daq

11. Melakukan pengujian/pengambilan data pada saat kondisi AC hidup dan freon telah diisi penuh untuk mengetahui kondisi suhu seperti yang terlihat pada Gambar 4.29. berikut.



Gambar 4.29. Pengujian/pengambilan data suhu

### 4.3. Hasil Pengujian Sensor Suhu AC Mobil

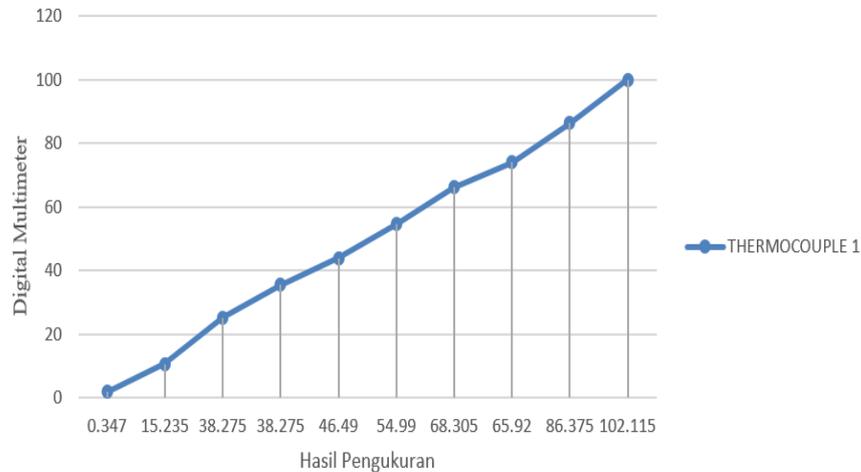
#### 4.3.1 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 1

Hasil pengujian perbandingan suhu thermocouple 1, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 1

Digital Multimeter ( <sup>o</sup> C)	Hasil Pengukuran ( <sup>o</sup> C)	Persentase Suhu ( <sup>o</sup> C)
1.9	0.347	447.550
10.7	15.235	29.767
25.2	38.275	34.161
35.4	38.275	7.511
43.9	46.49	5.572
54.6	54.99	0.709
66.1	68.305	3.228
73.9	65.92	12.106
86.3	86.375	0.087
100	102.115	2.071

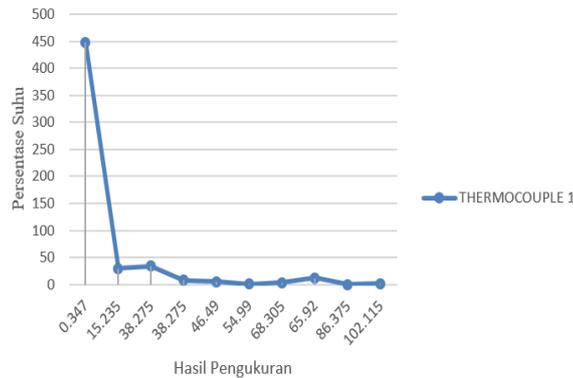
Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 1 yang terlihat pada gambar 4.30



Gambar 4.30 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1

Dapat kita lihat pada gambar 4.30. Grafik menunjukkan suhu terendah pada digital multimeter di angka 1,9 dan hasil pengukuran 0,347, sedangkan suhu tertinggi pada digital multimeter di angka 100 dan hasil pengukuran 102,11.

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 1 yang terlihat pada gambar 4.31



Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1

Dapat kita lihat pada gambar 4.31. Grafik menunjukkan suhu terendah pada hasil pengukuran di angka 0,347 dan persentase suhu 447,55, sedangkan suhu tertinggi pada hasil pengukuran di angka 102,11 dan persentase suhu 2,071.

#### 4.3.2 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 2

Hasil pengujian perbandingan suhu thermocouple 2, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 2. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 2

Digital Multimeter ( <sup>o</sup> C)	Hasil Pengukuran ( <sup>o</sup> C)	Persentase Suhu ( <sup>o</sup> C)
1.9	7.299	73.969
10.7	14.380	25.591
25.2	39.194	35.704
35.4	39.194	9.680
43.9	46.647	5.889
54.6	58.677	6.948
66.1	68.617	3.668
73.9	76.482	3.376
86.3	89.380	3.446
100	103.855	3.712

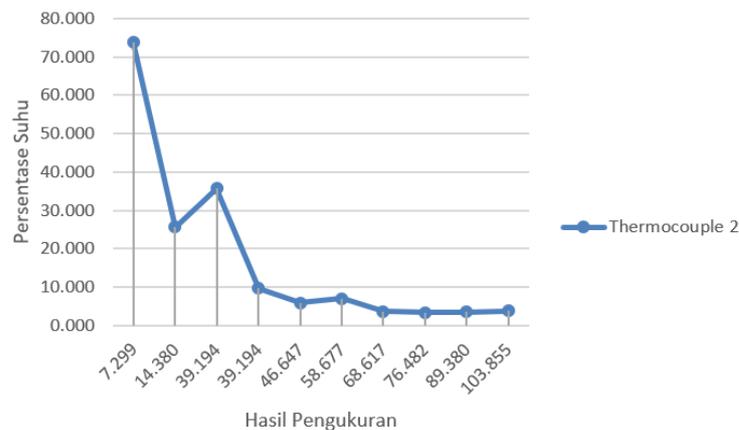
Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 2 yang terlihat pada gambar 4.32



Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2

Dapat kita lihat pada gambar 4.32. Grafik menunjukkan suhu terendah pada digital multimeter di angka 1,9 dan hasil pengukuran 7,299, sedangkan suhu tertinggi pada digital multimeter di angka 100 dan hasil pengukuran 103,855.

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 2 yang terlihat pada gambar 4.33



Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2

Dapat kita lihat pada gambar 4.33. Grafik menunjukkan suhu terendah pada hasil pengukuran di angka 7,299 dan persentase suhu 73,969, sedangkan suhu tertinggi pada hasil pengukuran di angka 103,85 dan persentase suhu 3,712.

### 4.3.3 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 3

Hasil pengujian perbandingan suhu thermocouple 3, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 3. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 3

Digital Multimeter ( <sup>o</sup> C)	Hasil Pengukuran ( <sup>o</sup> C)	Persentase Suhu ( <sup>o</sup> C)
1.9	0.886	114.447
10.7	12.302	13.0222
25.2	36.426	30.819
35.4	36.426	2.817
43.9	47.45	7.482
54.6	58.017	5.890
66.1	68.215	3.101
73.9	71.992	2.651
86.3	84.967	1.569
100	101.953	1.916

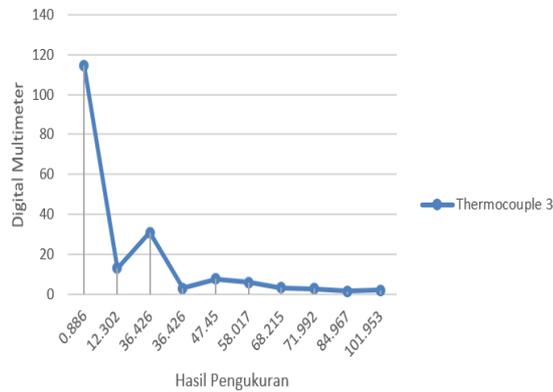
Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 3 yang terlihat pada gambar 4.34



Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3

Dapat kita lihat pada gambar 4.34. Grafik menunjukkan suhu terendah pada digital multimeter di angka 1,9 dan hasil pengukuran 0,886, sedangkan suhu tertinggi pada digital multimeter di angka 100 dan hasil pengukuran 101,953.

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 3 yang terlihat pada gambar 4.35



Gambar 4.35 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3

Dapat kita lihat pada gambar 4.35. Grafik menunjukkan suhu terendah pada hasil pengukuran di angka 0,886 dan persentase suhu 114,447, sedangkan suhu tertinggi pada hasil pengukuran di angka 101,953 dan persentase suhu 1,916.

#### 4.3.4 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 4

Hasil pengujian perbandingan suhu thermocouple 4, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 4. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 4

Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
( <sup>o</sup> C)	( <sup>o</sup> C)	( <sup>o</sup> C)
1.9	3.995	52.441
10.7	13.937	23.226
25.2	39.618	36.393
35.4	39.618	10.647
43.9	48.504	9.492
54.6	58.56	6.762
66.1	68.677	3.752
73.9	73.692	0.282
86.3	81.332	6.108
100	102.911	2.829

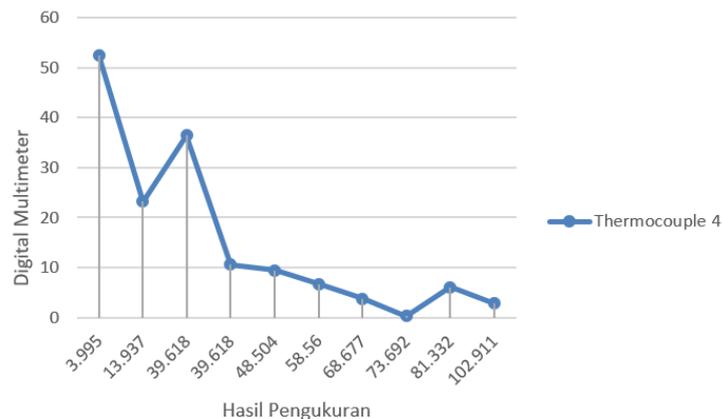
Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 4 yang terlihat pada gambar 4.36



Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4

Dapat kita lihat pada gambar 4.36. Grafik menunjukkan suhu terendah pada digital multimeter di angka 1,9 dan hasil pengukuran 3,995, sedangkan suhu tertinggi pada digital multimeter di angka 100 dan hasil pengukuran 102,911.

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 4 yang terlihat pada gambar 4.37



Gambar 4.37 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4

Dapat kita lihat pada gambar 4.37. Grafik menunjukkan suhu terendah pada hasil pengukuran di angka 3,995 dan persentase suhu 52,441, sedangkan suhu tertinggi pada hasil pengukuran di angka 102,911 dan persentase suhu 2,829.

#### 4.3.5 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 5

Hasil pengujian perbandingan suhu thermocouple 5, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 5. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 5

Digital Multimeter ( <sup>o</sup> C)	Hasil Pengukuran ( <sup>o</sup> C)	Persentase Suhu ( <sup>o</sup> C)
1.9	2.613	27.287
10.7	14.485	26.130
25.2	38.787	35.030
35.4	38.787	8.732
43.9	48.227	8.972
54.6	55.950	2.413
66.1	68.627	3.682
73.9	72.377	2.104
86.3	84.770	1.805
100	102.144	2.099

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 5 yang terlihat pada gambar 4.38



Gambar 4.38 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5

Dapat kita lihat pada gambar 4.38. Grafik menunjukkan suhu terendah pada digital multimeter di angka 1,9 dan hasil pengukuran 2,613, sedangkan suhu tertinggi pada digital multimeter di angka 100 dan hasil pengukuran 102,144.

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 5 yang terlihat pada gambar 4.39



Gambar 4.39 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5

Dapat kita lihat pada gambar 4.39. Grafik menunjukkan suhu terendah pada hasil pengukuran di angka 2,613 dan persentase suhu 27,287, sedangkan suhu tertinggi pada hasil pengukuran di angka 102,144 dan persentase suhu 2,099.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Pada pembuatan kondensor AC mobil dengan sensor temperatur ini digunakan untuk melakukan pengujian terhadap thermocouple tipe k dan didapat beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Bahan untuk pembuatan kondensor yaitu tembaga dapat digunakan dan cocok untuk penerapan sistem pendingin AC mobil.
2. Bahan kondensor AC mobil dengan sensor yang akan digunakan untuk pengujian sensor thermocouple tidak ada masalah dan tidak terjadi kebocoran.
3. Sensor ini mampu mengukur suhu hingga  $-50^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ .
4. Persentase suhu pada thermocouple 1 suhu tertinggi adalah  $447,550^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah adalah  $0,086^{\circ}\text{C}$
5. Persentase suhu pada thermocouple 2 suhu tertinggi adalah  $73,969^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah adalah  $3,376^{\circ}\text{C}$
6. Persentase suhu pada thermocouple 3 suhu tertinggi adalah  $114,447^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah adalah  $1,569^{\circ}\text{C}$
7. Persentase suhu pada thermocouple 4 suhu tertinggi adalah  $52,441^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah adalah  $0,282^{\circ}\text{C}$
8. Persentase suhu pada thermocouple 5 suhu tertinggi adalah  $35,030^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah adalah  $1,805^{\circ}\text{C}$

#### 5.2. Saran

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa pembuatan dudukan sensor suhu untuk thermocouple type k ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar pembuatan dan pengujian untuk thermocouple type K ini bisa lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Marabdi Siregar, C A Siregar (2019)Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna Mengurangi Pencemaran Udara, *Jurrnal rekayasa material, manufaktur, dan energi-UMSU* Vol 2, No 2
- Barita, B., Silaban, E. R., Zainuddin, Z., & Eswanto. (2018). Pengaruh kinerja kompresor pada mesin pendingin dengan penggunaan variasi bahan refrigran. *Jurnal Ilmiah "MEKANIK" Teknik Mesin ITM*, 4(1).
- Effendy, M., Saputra, E., & Surono, A. (2020). Pelatihan perawatan dan perbaikan AC mobil bagi siswa smk siap lulus. *LOGISTA - Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2). <https://doi.org/10.25077/logista.4.2.63-69.2020>
- Fahmi, W. (2015). Rekayasa Rancang Bangun Trainer Sistem Kelistrikan AC Mobil Daihatsu. *Jrm*, 2(2).
- Hermawan, S., & Novianto, R. (2017). Trouble Shooting Sistem Air Cnditioner ( AC ) Pada Trainer AC Mobil. *Surya Teknika*, 1.
- Kusuma, I. (2014). Studi Komparasi Kinerja Refrigeran R134a dengan R600a. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*, 03 No.1(1).
- Prasetyo, Yudi (2021) Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur AC Mobil Dengan Tembaga, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan
- Pratama, Bayu (2021) Analisis COP AC Mobil Yang Menggunakan Kondensor Yang Berpendingin Air, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan
- Syahyuniar, R., Ningsih, Y., & Kurniawan, R. D. (2018). Perancangan sistem kerja simulator AC (Air Conditioner) mobil. *Jurnal Elemen*, 5(1). <https://doi.org/10.34128/je.v5i1.71>
- Umurani, K. (2018). Rancang bangun instrumen untuk mengukur gaya potong , kecepatan , dan temperatur spesimen pada mesin bubut. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING, MANUFACTURES, MATERIALS AND ENERGY*, 1(1). <https://doi.org/10.31289/jmemme.v1i1.1199>

Yusuf, M., & Wisnujati, A. (2017). Analisa performa sistem pendingin ramah lingkungan untuk kabin mobil city car menggunakan modul termo elektrik cooler terhadap konsumsi bahan bakar. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v6i2.580>

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

pembuatan Kondensator AC Mobil Yang Memanfaatkan Air Sebagai Media Pendingin

Nama : Ari Purnomo  
NPM : 1507230020

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Kamis, 18-03-2021	Pembelajaran awal	ke
2	Senin, 19-04-2021	Perbincangan	ke
3	Sabtu, 08-05-2021	Perbincangan	ke
4	Senin, 23-06-2021	Perbincangan	ke
5	Selasa, 13-07-2021	Perbincangan Metode	ke
6	Jumat, 20-08-2021	Perbincangan	ke
7	Selasa, 7-09-2021	Jajant ke keluarga	ke
8	Senin, 22-09-2021	See, seminar	ke

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pembuatan Kondensator AC Mobil Yang Memanfaatkan Air Sebagai Media Pendingin

Nama : Ari Purnomo  
 NPM : 1507230020

Dosen Pembanding 1 : H. Muharnif, M, S.T., M.Sc  
 Dosen Pembanding 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Senin, 11 Oktober 2021	Perbaiki Halaman	f
2	Sabtu, 26 Oktober 2021	Perbaiki Hitungan	f
3	Kamis, 4 November 2021	Perbaiki Daftar Isi	f
4	Senin, 22 November 2021	Perbaiki gambar	Sh
5	Kamis, 2 Desember 2021	tambahkan gambar	Sh
6	Rabu, 12 Januari 2022	Perbaiki huruf dan rumus	Sh
7	Jumat, 18 Feb 2022	tambahkan data pustaka	Sh
8	Sabtu, 5 maret 2022	Acc sidang	Sh



UMSU  
Bisa meningkatkan 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/1867 /II.3AU/UMSU-07/F/2020**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 01 Desember 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : ARI PURNOMO  
NPM : 1507230020  
Program Studi : TEKNIK Mesin  
Semester : X1 ( Sebelas )  
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN KONDENSOR AC MOBIL YANG MEMANFAATKAN AIR SEBAGAI MEDIA PENDINGIN .

Pembimbing I : KHAIRUL UMURANI ST.MT  
Pembimbing II : AHMAD MARABDI SIREGAR ST.MT

1. Bila judul tugas akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah Mendapat persetujuan dari program studi teknik mesin

Penulisan tugas akhir dinyatakan batal setelah 1 ( Satu ) Tahun tanggal yang Ditetapkan .

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 15 Rabiul Akhir 1442 H  
01 Desember 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar ST.MT

NIDN : 0101017202

Cc. File

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

### **CURRICULUM VITAE**



#### **A. DATA PRIBADI**

1. Nama : Ari Purnomo
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 30 Agustus 1996
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 160 cm / 70 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Jl. Budi utomo  
Kel. Sampali  
Kec. Percut Sei Tuan
9. No. Hp : 085261213449
10. Email : purnomotanari@gmail.com

#### **B. Riwayat Pendidikan**

1. 2002 – 2008 : SD Negeri 064977 Medan
2. 2008 – 2011 : SMP Pahlawan Nasional
3. 2011 – 2014 : SMK Prayatna Medan
4. 2015 – 2021 : Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara, Fakultas Teknik,  
Program Studi Teknik Mesin S1