

# **TUGAS AKHIR**

## **PEMBUATAN DUDUKAN SENSOR TEMPERATUR AC MOBIL DENGAN TEMBAGA**

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

**Disusun Oleh:**

**YUDI PRASETYO**

**1407230247**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

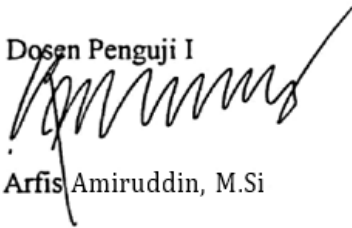
Nama : Yudi Prasetyo  
NPM : 1407230247  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur AC Mobil Dengan Tembaga  
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Pembimbing 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, 20 Agustus 2021

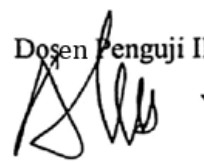
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Ir Arfis Amiruddin, M.Si

Dosen Penguji II



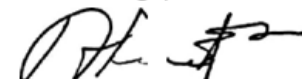
Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III

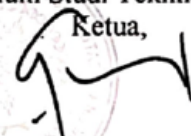


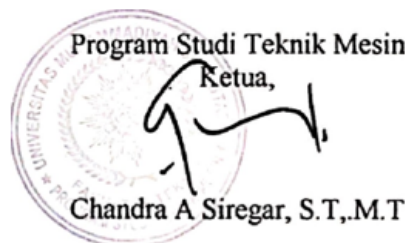
Khairul Umurani, S.T., M.T

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 : Yudi Prasetyo  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /22 Oktober 1996  
NPM : 1407230247  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur AC Mobil Dengan Tembaga”,**

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,20 Agustus 2021

Saya yang menyatakan,  
  
Yudi Prasetyo  


## 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 bahan yang akan dibuat dudukan setebal 2,5 mm, dudukan sensor temperatur berbentuk T dan V dengan 2 lubang (aliran cairan), terdapat 5 buah sensor suhu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bahan yang akan dilas pada dudukan sensor temperature AC mobil dan merancang posisi dudukan sensor temperatur AC mobil. Manfaat dari penelitian ini adalah Mampu menambah ilmu pengetahuan tentang system pendingin AC mobil dan diharapkan 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 menyebut 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 Dudukan Sensor Temperatur AC Mobil Dengan Tembaga” 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 yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sekaligus Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar.ST.,MT selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Arfis Amiruddin .M.Si. selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sudirman Lubis ST.,MT. selaku Dosen Pembanding II 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 nya kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Ngadimin dan Suriani, 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: Muhammad Zulfikar, Muhammad Rinaldy Salim Siregar, Rio Sudi Pratama, 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, Agustus 2021



Yudi Prasetyo

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penulisan	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penulisan	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Air Conditioning (AC)	4
2.1.1 Sejarah AC Mobil	4
2.2 Defenisi AC Mobil	7
2.3. Komponen AC Mobil	7
2.3.1 Kompresor AC Mobil	7
2.3.2 Evaporator	8
2.3.3 Katub Ekspansi	8
2.3.4 Blower	9
2.3.5 Kondensor	9
2.3.6 Receiver Dryer	10
2.4. Prinsip Kerja AC Mobil	11
2.5. Sistem Refrigerasi	12
2.6. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	12
2.6.1 Proses Kompresi	13
2.6.2 Proses Kondensasi	13



2.6.3	Proses Ekspansi	14
2.6.4	Proses Evaporasi	14
2.7.	Pipa Kapiler	15
2.8.	Cara Kerja Sensor Temperature AC Mobil	16
2.9.	Logam Tembaga (Cu)	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>		<b>23</b>
3.1.	Tempat dan Waktu	23
3.1.1	Tempat	23
3.1.2	Waktu	23
3.2.	Bahan dan Alat	24
3.2.1	Bahan Pembuatan Dudukan	24
3.2.2	Bahan Yang Akan Diuji	28
3.2.3	Alat Pembuatan Dudukan	28
3.3.	Diagram Alir Eksperimen	30
3.4.	Pembuatan Dudukan Sensor	31
3.4.1	Langkah-langkah pembuatan Dudukan Sensor Dengan Tembaga.	31
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>32</b>
4.1.	Hasil Pembuatan Dan Pengujian Thermocouple Type K	32
4.1.1	Proses Pembuatan Dudukan	32
4.1.2	Proses Pemasangan Sensor Thermocouple	34
4.1.3	Proses Pengisian Refrigeran R134a Untuk Ac Mobil	36
4.2.	Hasil Pengujian Sensor Suhu AC Mobil	42
4.2.1	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 1	42
4.2.2	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 2	43
4.2.3	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 3	45
4.2.4	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 4	46
4.2.5	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 5	48
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>50</b>
5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>52</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR</b>		<b>55</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>		<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Sistem Pendingin Udara (AC) Mobil	6
Gambar 2. 2. Kompresor AC Mobil	8
Gambar 2. 3. Evaporator	8
Gambar 2. 4. Katup Ekspansi	9
Gambar 2. 5. Blower	9
Gambar 2. 6. Kondensor	10
Gambar 2. 7. Receiver Drier	10
Gambar 2. 8. Prinsip kerja AC mobil	12
Gambar 2. 9. Diagram P-h siklus kompresi uap ideal	13
Gambar 2. 10. Pipa Kapiler	16
Gambar 2. 11. Sensor PTC dan Sensor NTC	16
Gambar 2. 12. Sensor Thermocouple Tipe K	17
Gambar 2. 13. Module MAX6675	17
Gambar 2. 14. Arduino Uno	18
Gambar 2. 15. Data Akuisisi	19
Gambar 2. 16. Software PLX DAQ	19
Gambar 2. 17. Fluktuasi Naik Dan Turun Dari Suatu Pengukuran	20
Gambar 2. 18. Kalibrasi Dengan Alat Ukur Digital Multimeter	20
Gambar 3. 1. Pipa Tembaga	24
Gambar 3. 2. Pipa Aluminium	24
Gambar 3. 3. Neple TEE Kuningan	25
Gambar 3. 4. Air Keras	25
Gambar 3. 5. Kawat Las Timah	26
Gambar 3. 6. Wadah Air Keras	26
Gambar 3. 7. Kuas	26
Gambar 3. 8. Sarung Tangan Las	27
Gambar 3. 9. Kawat Las Kuningan	27
Gambar 3. 10. Tang Penjepit	27
Gambar 3. 11. Sensor Thermocouple Type K	28
Gambar 3. 12. Mesin Las Karbid	28
Gambar 3. 13. Gerinda Tangan	29
Gambar 3. 14. Ragum Penjepit	29
Gambar 3. 15. Diagram Alir Eksperimen	30
Gambar 4. 1. Pipa Tembaga Spiral	32
Gambar 4. 2. Membuat Lubang Dudukan Sensor	32
Gambar 4. 3. Menyambung Dudukan Sensor Ke Bahan	33
Gambar 4. 4. Pemberian Asam Sulfat Pada Bahan	33
Gambar 4. 5. Proses Pengelasan Tembaga Dengan Timah	33
Gambar 4. 6. Hasil Pembuatan Dudukan Sensor	34
Gambar 4. 7. Sensor Thermocouple Tipe K	34
Gambar 4. 8. Selotip	35
Gambar 4. 9. Memasang Sensor Pada Kondensor	35
Gambar 4. 10. Pemasangan Sensor Dari Driyer Ke Evaporator	35
Gambar 4. 11. Pemasangan Sensor Menuju Radiator	36

Gambar 4. 12. Pemasangan Sensor Ke Saluran Buang Dari Radiator	36
Gambar 4. 13. Memasang Selang Manifold	37
Gambar 4. 14. Menyiapkan Pompa Vakum	37
Gambar 4. 15. Proses Pemvakuman	38
Gambar 4. 16. Pengisian Freon Pada Selang Tekanan Tinggi	38
Gambar 4. 17. Memasukkan Freon Tekanan Rendah	39
Gambar 4. 18. Saat AC Mobil Hidup	39
Gambar 4. 19. Rangkaian Arduino	40
Gambar 4. 20. Tampilan Awal Sebelum Membuka Software Arduino	40
Gambar 4. 21. Tampilan Software Arduino	40
Gambar 4. 22. Tampilan Software Plx Daq	41
Gambar 4. 23. Pengujian/Pengambilan Data Suhu	41
Gambar 4. 24. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1	42
Gambar 4. 25. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1	43
Gambar 4. 26. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2	44
Gambar 4. 27. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2	44
Gambar 4. 28. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3	45
Gambar 4. 29. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3	46
Gambar 4. 30. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4	47
Gambar 4. 31. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4	47
Gambar 4. 32. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5	48
Gambar 4. 33. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	23
Tabel 4. 1. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 1	42
Tabel 4. 2. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 2	43
Tabel 4. 3. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 3	45
Tabel 4. 4. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 4	46
Tabel 4. 5. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 5	47

## 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 pengendara menjadi tenang dan tidak emosional, selain itu dari sisi keamanan pengendara dan penumpang lebih terjamin keamanannya karena pintu dan jendela mobil harus ditutup waktu AC dihidupkan, hal tersebut menyebabkan penggunaan AC pada mobil semakin banyak. Berdasarkan pentingnya sistem AC (Air Conditioner) pada mobil, maka penulis tertarik untuk mempelajari dan membuat dudukan sensor temperatur pada sistem AC (Air Conditioner).

*Thermocouple sensor* merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi suhu, karena *thermocouple* mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik. *Thermocouple* yang sederhana mudah dipasang, dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta dapat mengukur suhu dalam jangkauan suhu yang cukup besar. *Thermocouple* ditemukan oleh seorang ilmuwan sekaligus fisikawan berkebangsaan Estonia yaitu Thomas Johann Seebeck.

*Thermocouple* pertama kali ditemukan pada Tahun 1821 dengan percobaan sebuah logam induktor. Thomas Johann Seebeck meletakkan sebuah logam konduktor dan diberi perbedaan panas secara gradient dan kemudian menghasilkan

listrik. Perbedaan tegangan listrik yang terjadi antara dua persimpangan logam disebut efek Seebeck. 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.

#### 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada tulisan ini yaitu:

1. Bagaimana pembuatan dudukan sensor atau sensor jenis apa yang digunakan pada AC mobil ?

#### 1.3. Ruang Lingkup

Pada penulisan laporan akhir ini, adapun ruang lingkupnya yaitu:

1. Material yang digunakan pada pipa, yaitu tembaga.
2. Bahan yang akan dibuat dudukan, setebal 2,5 mm.
3. Dudukan sensor temperatur berbentuk T dan V dengan 2 lubang (aliran cairan).
4. Terdapat 5 buah sensor suhu.

#### 1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menentukan bahan yang akan dilas pada dudukan sensor temperature AC mobil.
2. Untuk merancang posisi dudukan sensor temperature AC mobil.
3. Untuk mengetahui data hasil pengujian sensor temperature AC mobil.

##### 1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum pada penulisan ini adalah sebagai berikut

1. Untuk membuat dudukan sensor temperature AC mobil dengan tembaga.
2. Untuk menambah pengetahuan tentang system pendingin AC mobil.

#### 1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan ini adalah sebagai berikut

1. Untuk menentukan bahan dudukan sensor temperature AC mobil.
2. Untuk mengukur suhu kinerja dalam AC mobil.
3. Untuk mengetahui perbandingan suhu yang terjadi dalam 1 siklus percobaan.

#### 1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan ini adalah:

1. Mampu menambah ilmu pengetahuan tentang system pendingin AC mobil kepada penulis maupun pembaca.
2. Dari hasil penulisan ini dapat dijadikan bahan pembelajaran dan penerapan lebih lanjut.
3. Bagi mahasiswa hasil penulisan ini diharap dapat mengetahui proses pengelasan menggunakan bahan tembaga.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Air Conditioning (AC)

Penyejuk udara atau AC (*air conditioner*) adalah sistem atau mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembapan suatu area (yang digunakan untuk pendinginan maupun pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu). Umumnya menggunakan siklus ‘refrigerasi’ tetapi kadang-kadang menggunakan ‘penguapan’ (*evaporative cooling*), biasanya untuk kenyamanan pendingin di gedung-gedung dan ‘kendaraan bermotor’. Konsep pendingin udara diketahui telah diterapkan di ‘Romawi’ dan ‘Persia’ abad pertengahan. Pendingin modern muncul dari kemajuan dalam ilmu kimia selama abad 19, dan pendingin udara skala besar listrik pertama ditemukan dan digunakan pada tahun 1902 oleh Willis Haviland Carrier. AC ramah lingkungan menjadi isu yang gencar dalam penelitian. Ditinjau secara micro dalam penggunaan sitem pendingin dapat diterapkan pada pendingin kabin mobil. System pendingin mobil konvensional menimbulkan 2 kerugian.(Hermawan & Novianto, 2017) yaitu lebih boros bahan bakar karena couple pulley compressor AC membebani putaran mesin dan penggunaan CFC yang tidak ramah lingkungan dan dapat menyebabkan trouble. System pendingin ramah lingkungan dan mampu menghemat bahan bakar mesin tersebut. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk memaksimalkan proses pendinginan, maka sisi panas Thermo Electric Cooler (TEC) harus diturunkan temperaturnya serendah mungkin dengan menggunakan alat penukar kalor heat sink serta dibantu kipas(fan). semakin lama proses pendinginan, maka semakin optimal suhu ruangan yang didinginkan. (Yusuf & Wisnujati, 2017)

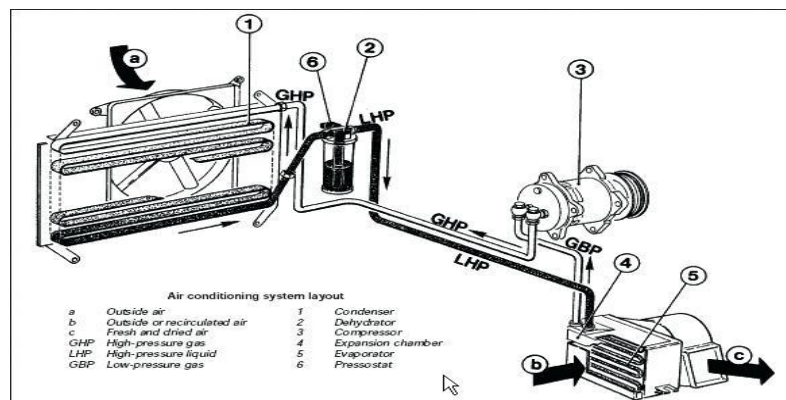
##### 2.1.1 Sejarah AC Mobil

Fitur penyejuk udara (*air conditioner*) yang banyak digunakan pada kendaraan mobil ini terjadi begitu saja, tetapi melalui proses dan pengembangan yang cukup panjang. Awalnya, untuk menyejukkan kabin kendaraan dilakukan dengan cara memasang ventilasi dibagian bawah dashboard dan bukaan pada kaca depan. Namun cara ini belum memuaskan, karena udara yang 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 cukup lumayan, 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. 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/fandengan tenaga angin ditaruh didepannya yang akan berputar jika gerobak tersebut berjalan. Dengan adanya angin tersebut melewati balok-balok es / evaporator menuju ruang penumpang sehingga ruangan gerobak menjadi dingin. Karena udara yang 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) seperti pada Gambar 2.1 dimulai pada tahun 1930-an. Mesin penyejuk ruangan mekanis yang digunakan untuk gudang, bioskop, dan bangunan publik lainnya mulai diaplikasikan untuk 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 R-12. 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 mematakannya harus melepas v-beltnya terlebih dahulu. Pada tahun 1940, Packard Motor Carmerilis 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. Diawali dengan komponen dasar dan sistem kerja mesin AC

mobil cara pencucian unit AC (pembersihan indoor dan outdoor), pengecekan kerja mesin dan trouble shooting dalam AC.(Effendy et al., 2020).

Pada tahun 1953, General Motors membuat sistem A/C mobil yang berbeda dengan sebelumnya, seperti sistem yang sekarang ini, yaitu compressor dan condensor pada bagian engine compartment. Dan diaplikasikan untuk yang pertama kali pada mobil Pontiac pada tahun 1954 oleh Harrison Radiator. Sepanjang tahun 1960, perbaikan dan inovasi sistem penyejuk udara pada kendaraan pun dilakukan. Sebagai contoh pada Chrysler Auto-Temp System, pengemudi dapat mensetting temperatur dan kecepatan udara yang diinginkan. Inilah yang kemudian dikenal dengan Climate Control System. Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 1970-an, diketahui bahwa salah satu penyebab rusaknya lapisan ozon adalah lepasnya refrigerant (R-12) ke udara, sehingga perlu bahan pengganti R-12. Refrigerant pengganti tersebut adalah Refrigerant R134a dan mulai diujicobakan pada kendaraan Chevrolet sekitar tahun 1978 oleh Harrison Radiator dan Allied Chemicals. Kontroversi penggunaan refrigeran R-12 semakin memuncak saat Montreal Protocol pada bulan September 1987 yang menuntut adanya penghapusan refrigerant R-12 dan menggantinya dengan bahan yang lebih ramah lingkungan. Pengurangan pemakaian refrigerant R-12 sudah dilakukan pada kendaraan keluaran tahun 1990-an dan segera dihilangkan pada tahun-tahun berikutnya. Perkembangan di negara selain Amerika juga begitu pesat. Sampai akhirnya bisa kita lihat, kita sebagai generasi tahun 2000-an, telah menikmati hasil dari jerih payah pendahulu-pendahulu kita tersebut.



Gambar 2. 1. Sistem Pendingin Udara (AC) Mobil

## 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. Mesin-mesin pendingin saat ini telah banyak berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Pada umumnya mesin ini digunakan untuk pengawetan makanan, peyerapan kalor dari bahan-bahan kimia dan industri bahan kimia. Dalam hal tersebut salah satu dari mesin ini adalah refrigerator yaitu suatu bahan/zat pendingin pada refrigerator yang disebut refrigeran atau Freon.(Barita et al., 2018)

## 2.3. Komponen AC Mobil

Komponen utama AC mobil dapat digolongkan menjadi komponen utama dan tambahan. Komponen utama AC mobil meliputi antara lain kompresor, evaporator, katub ekspansi, blower, kondensor, receiverdryer.

### 2.3.1 Kompresor AC Mobil

Kompresor berfungsi mengalirkan serta menaikkan tekanan refrigeran dari tekanan evaporasi ketekanan kondensasi.meningkatkan tekanan berarti menaikkan temperatur. Uap refrigeran bertekanan tinggi didalam kondensor akan cepat mengembun dengan cara melepaskan panas sekelilingnya. Kompresor AC mobil seperti yang terlihat pada Gambar 2.2 sebuah mesin refrigerasi yang dapat dikelompokkan berdasarkan gerakan rotor dan berdasarkan letak motor dan kompresornya.



Gambar 2. 2. Kompresor AC Mobil

### 2.3.2 Evaporator

Evaporator biasanya diletakkan didalam suatu kontainer yang disebut plenum chamber. Plenum chamber disebut di dalam kompartemen atau di dashboard. Evaporator AC mobil seperti pada Gambar 2.3 merupakan finned evaporator, dengan tipe forced convection, ditempatkan pada suatu container dari metal atau plastik, dilengkapi dengan saluran pembuangan air kondensat.



Gambar 2. 3. Evaporator

### 2.3.3 Katub Ekspansi

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 menjadi rendah yang akan dimasukan ke evaporator. Beberapa katub ekspansi seperti pada Gambar 2.4. yang di gunakan AC mobil dapat di atur setting superheatnya, beberapa lagi tidak dapat diatur. pada umumnya setting superheat katub ekspansi thermostataik ini adalah 8°.



Gambar 2. 4. Katup Ekspansi

#### 2.3.4 Blower

*Blower* digunakan untuk menghisap udara segar atau udara yang telah disirkulasikan kedalam ruangan kendaraan. *Blower* seperti pada Gambar 2.5 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.



Gambar 2. 5. Blower

#### 2.3.5 Kondensor

Kondensor seperti pada Gambar 2.6. biasanya dipasang di depan radiator mobil. Saluran pipa panas dari kompresor (discharger) hingga ke kondensor biasanya mengalami vibrasi atau getaran tinggi, oleh karena itu biasanya dilengkapi dengan peredam khusus yang di sebut vibration absorber. Ada pula yang menggunakan pipa fleksibel atau lazim disebut house. Pipa ini dapat menahan getaran dengan baik. Sistem penyambungan pemipaannya menggunakan sistem flaring, yaitu dengan menggunakan flare fitting, O-ring fitting, dan house clamp

fitting. Kondensor AC mobil dapat terdiri dari satu, dua atau tiga lapis pipa yang dilengkapi dengan sirip-sirip fin, terbuat dari tembaga atau aluminium



Gambar 2. 6. Kondensor

### 2.3.6 Receiver Dryer

Pada umumnya, AC mobil menggunakan receiver-dryer yang dipasang antara kompresor dan evaporator. Fungsi receiver dryer adalah untuk menampung refrigeran sama dilakukan pengerjaan pemeliharaan atau service. Pada umumnya, receiver dilengkapi bahan pengering kimiawi. Bahan kimia ini (dessicant) akan menyerap uap air dan penyimpanan, sehingga refrigeran yang masuk ke katup ekspansi sudah terbebas dari uap air. Receiver seperti pada Gambar 2.7 dilengkapi juga dengan kasa baja untuk penyaring debu dan kotoran masuk kekatup ekspansi. Biasanya, untuk alasan keamanan liquid receiver dilengkapi dengan safety fusible plug, yang akan terbuka pada saat suhunya mencapai  $177^{\circ}\text{C}$ .

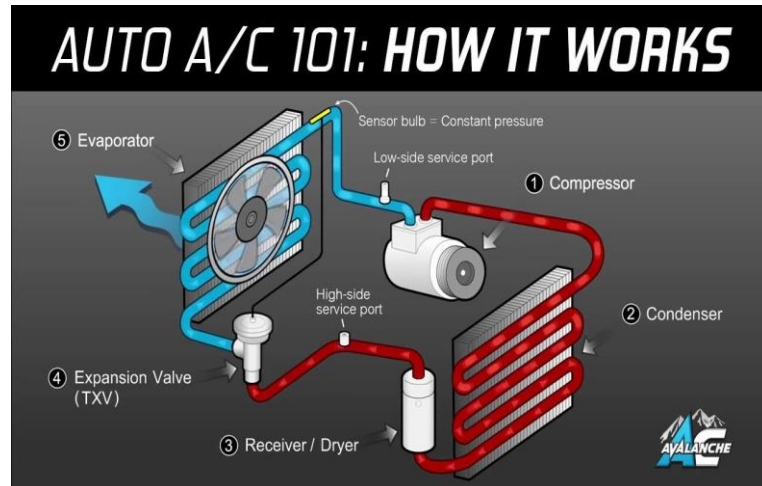


Gambar 2. 7. Receiver Drier

#### 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. Prinsip kerja AC mobil seperti pada Gambar 2.8. 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 ekspansi valve membesar dan mempercepat proses pendinginan ruangan. Berbeda halnya bila suhu udara ruangan lebih rendah maka lubang pada ekspansi valve akan mengecil sehingga pengabutannya pun akan lebih sedikit dibandingkan sebelumnya. Kalaupun AC mobil sudah mencapai suhu dingin yang maksimal, maka kompresor akan mati dan mulai bekerja dari awal kembali agar suhu dingin tetap stabil.(Fahmi, 2015)





Gambar 2. 8. Prinsip kerja AC mobil

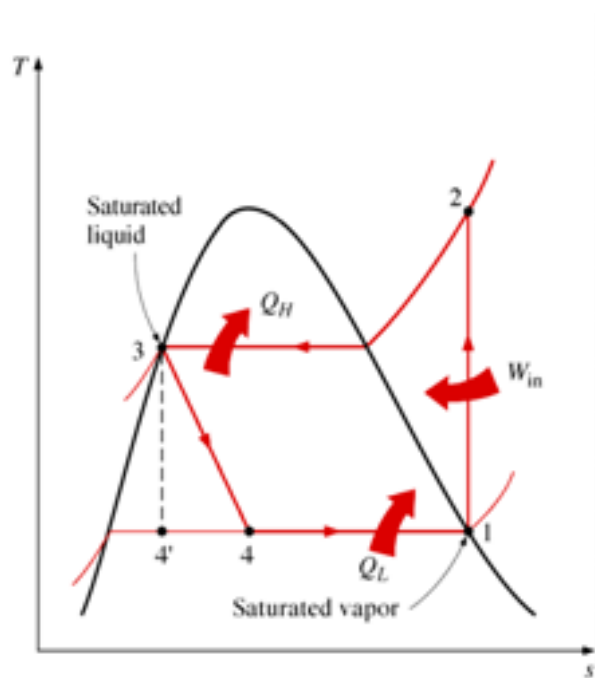
## 2.5. Sistem Refrigerasi

Sistem refrigerasi kompresi uap merupakan suatu sistem yang menggunakan kompresor sebagai alat kompresi refrigerant, yang dalam keadaan bertekanan rendah dan 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. Sistem AC memiliki beberapa komponen yaitu kompresor, kondensor, receiver dryer, katup ekspansi dan evaporator, yang mana memiliki fungsinya tersendiri. Untuk itu perlu adanya suatu simulator untuk mensimulasikan sistem kerja dari simulator AC mobil. Metode pengujianya adalah dengan memasukkan beberapa variasi massa refrigerant (100 gram, 200 gram, 300 gram) kedalam sistem simulator AC mobil kemudian mencatat hasil pengujian. (Syahyuniar et al., 2018)

## 2.6. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Pada siklus kompresi uap, seperti pada Gambar 2.9. 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.



Gambar 2. 9. Diagram P-h siklus kompresi uap ideal

Proses-proses yang terjadi pada siklus kompresi uap seperti pada Gambar 2.9 diatas adalah sebagai berikut:

### 2.6.1 Proses Kompresi

Proses 1-2 merupakan proses kompresi dimana refrigeran ditekan sehingga tekanannya menjadi lebih tinggi sehingga temperatur jenuhnya menjadi lebih tinggi pada saat masuk kondenser. Hal ini dimaksudkan agar temperatur refrigeran di 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

### 2.6.2 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. Proses ini juga

yang disebut ‘Perpindahan panas’ adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu. Perpindahan panas meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas. Penentu terjadinya perpindahan panas ialah adanya perbedaan suhu. Arah perpindahan panas dimulai dari media dengan suhu tinggi menuju ke media dengan suhu yang lebih rendah. Perpindahan panas dapat terjadi dengan satu proses tunggal maupun proses ganda 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.

#### 2.6.3 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 dari pada temperatur lingkungan, sehingga dapat menyerap kalor pada saat berada di evaporator. Dalam proses ekspansi ini tidak terjadi proses penerimaan atau pelepasan energi (*enthalpy* konstan).

#### 2.6.4 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*. Koefisien Unjuk Kerja (*COP*) *Thermal*

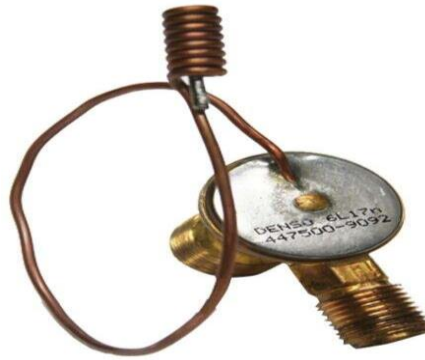
Unjuk kerja dari sebuah mesin kalor dapat dideskripsikan sebagai efisiensi thermal. Unjuk kerja dari mesin pendingin dan pompa kalor dapat diekspresikan

oleh rasio dari penggunaan panas yang bekerja, atau dapat juga disebut dengan rasio energi atau *coefficient of performance* (COP).”(Cengel, 1998, 266).

Unjuk kerja (COP) dari siklus pendingin dapat diekspresikan pada sebuah sistem siklus efisiensi. Secara ketetapan matematika COP didefinisikan sebagai rasio dari panas yang dihisap dari ruang yang didinginkan terhadap kerja yang digunakan untuk memindahkan panas tersebut. Untuk dapat menghitung COP secara benar, maka energi yang dialirkan menuju kompresor harus diubah kedalam energi panas pada tiap unitnya. Dari panas yang dihisap pada evaporator (*Q<sub>evaporator</sub>*) dibagi dengan kerja kompresi dari kompresor (*W<sub>compression</sub>*) (*Raharjo, Samsudi. 2010*).

## 2.7. Pipa Kapiler

Sistem pengontrol laju refrigeran yang paling sederhana adalah pipa kapiler. Seperti namanya pipa kapiler terdiri dari pipa panjang dengan diameter yang sangat kecil. Pada ukuran panjang dan diameter tertentu, pipa kapiler memiliki tahanan gesek yang cukup tinggi sehingga dapat menurunkan tekanan kondensasi yang tinggi ke tekanan evaporasi yang rendah. Pipa kapiler memiliki banyak macam dan ukuran berdasarkan ukuran diameter dalam dan luar. Pipa kapiler seperti pada Gambar 2.10 dapat dipakai dengan bahan pendingin R-12, R-22, R-134, R-500, R-502, dan lain-lain. Sistem yang memakai pipa kapiler berbeda dengan sistem yang memakai katup ekspansi. Pipa kapiler tidak dapat menahan atau menghentikan aliran bahan pendingin pada waktu kompresor sedang bekerja maupun waktu kompresor sedang berhenti. Waktu kompresor dihentikan, bahan pendingin dari sisi tekanan tinggi akan terus mengalir ke sisi tekanan rendah, sampai tekanan pada kedua bagian tersebut menjadi sama disebut waktu penyama tekanan (*Equalization time*). Secara umum, cara kerja AC sama dengan cara kerja alat pendingin lain yaitu memanfaatkan proses perpindahan panas dan terjadi proses pendinginan. Untuk keperluan pemindahan energi panas tersebut, dibutuhkan suatu fluida penukar kalor yang selanjutnya disebut refrigerant. Refrigerant yang digunakan pada AC mobil saat ini adalah R134a. Namun berdasarkan penelitian, refrigerant R134a memiliki potensi sebagai zat yang dapat menyebabkan efek pemanasan global.:(Kusuma, 2014).



Gambar 2. 10. Pipa Kapiler

## 2.8. Cara Kerja Sensor Temperature AC Mobil

Sensor temperatur pada sistem pendingin mesin mobil berfungsi untuk mengukur suhu pada sistem pendingin mesin pada sistem pembakaran mesin. Informasi yang berasal dari sensor ini merupakan respon terhadap engine control unit, yang menggunakan data ini untuk menyesuaikan injeksi bahan bakar dan waktu pembakaran yang tepat. (Yudhanto et al., 2020)

Sensor temperatur terdiri dari berbagai variasi. Sensor ini memiliki kemampuan untuk bertahan pada berbagai temperatur.

1. Sensor NTC (Negative Temperature Coefficient), seperti pada Gambar 2.11 adalah sensor temperatur pada sistem pendingin mesin ini akan menurunkan suhu saat terjadi peningkatan temperatur panas.
2. Sebaliknya pada sensor PTC (Positive Temperatur Coeffecient), seperti pada Gambar 2.12. sensor ini akan meningkatkan suhu panas, jika terjadi kenaikan temperatur panaa pada sistem pendingin mesin mobil.



Gambar 2. 11. Sensor PTC dan Sensor NTC

### 3. Sensor Thermocouple Tipe K

Thermocouple adalah perangkat listrik yang terdiri dari dua berbeda konduktor listrik membentuk sambungan listrik. Thermocouple tipe K seperti pada Gambar 2.12. menghasilkan tegangan yang bergantung pada suhu sebagai akibat dari efek seeback, dan tegangan ini dapat diartikan untuk mengukur suhu. Thermocouple tipe K adalah yang paling umum digunakan dengan sensitifitas  $41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ , dengan operasi temperature  $-50-400^\circ\text{C}$  dan panjang 50mm yang digunakan dalam percobaan kali ini.



Gambar 2. 12. Sensor Thermocouple Tipe K

### 4. Module Max6675

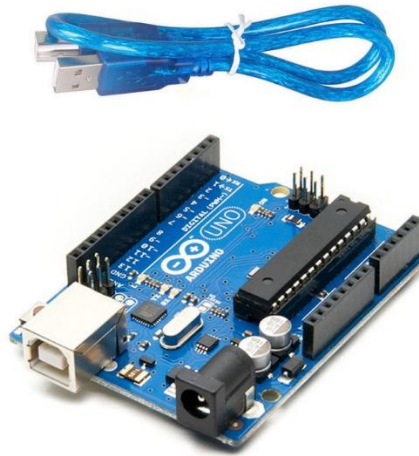
Module Max6675 seperti pada Gambar 2.9. ini berfungsi untuk mengubah tegangan menjadi data digital dengan konversi ADC sebesar 12bit. Data digital yang dikirim dari Max6675 ini berupa data digital dengan komunikasi mirip dengan komunikasi SPI. Dengan begitu, perlu adanya data digital yang ditangkap Arduino melalui komunikasi SPI.



Gambar 2. 13. Module MAX6675

## 5. Arduino Uno

Arduino uno ini berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Arduino seperti pada Gambar 2.14 ini dibuat untuk memudahkan dalam membuat prototyping berbasis mikrokontroler, dan membuat alat-alat canggih lainnya.

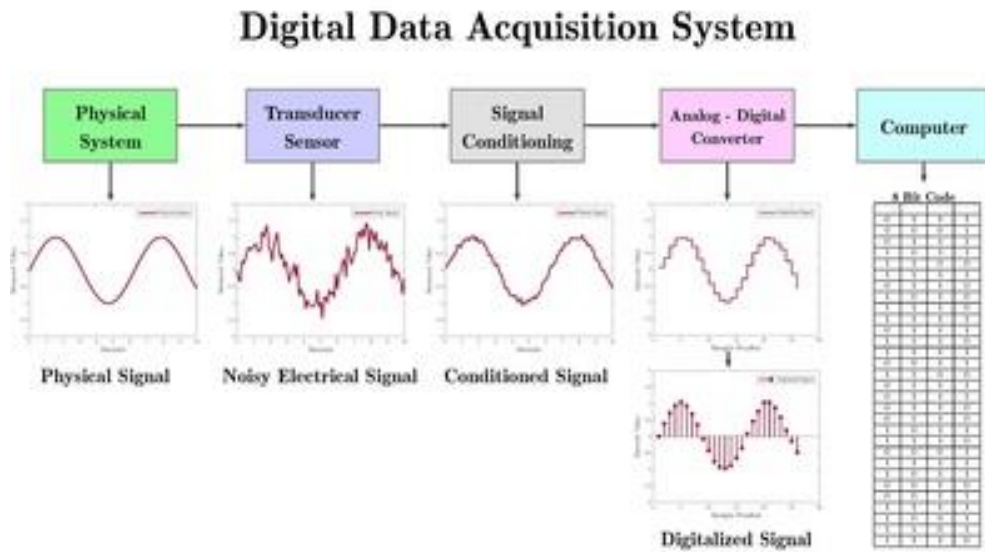


Gambar 2. 14. Arduino Uno

Pemrograman Arduino ini berdasarkan metode pemotongan (Umurani, 2018)...

## 6. Data Akuisisi

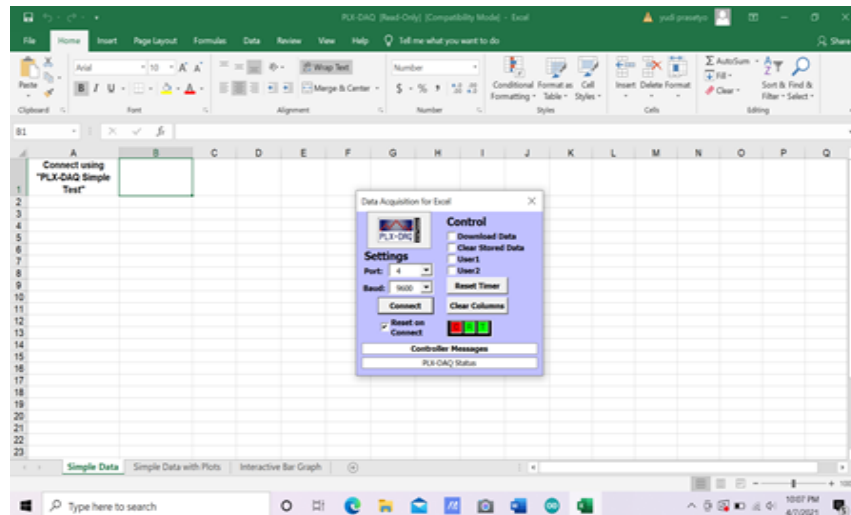
Data akuisisi adalah proses pengambilan sampel sinyal yang mengukur kondisi fisik dunia nyata dan mengubah sampel yang dihasilkan menjadi nilai numerik digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. Sistem akuisisi data seperti pada Gambar 2.15, disingkat dengan inisialisme DAS, DAQ, atau DAU, biasanya mengubah bentuk gelombang analog menjadi nilai digital untuk diproses.



Gambar 2. 15. Data Akuisisi

## 7. Software PLX DAQ

PLX-DAQ seperti pada Gambar 2.16 singkatan dari parallax Data Acquisitions adalah add-on dari data akuisisi mikrokontroler parallax untuk Microsoft Excel. Setiap mikrokontroler yang dihubungkan ke sensor dan port serial PC sekarang dapat mengirim data langsung ke Excel.



Gambar 2. 16. Software PLX DAQ



## 8. Data Fluktuasi

Definisi fluktuasi seperti pada Gambar 2.17 atau pengertian fluktuasi adalah lonjakan atau ketidaktetapan segala sesuatu yang bisa digambarkan dalam sebuah grafik. Contohnya seperti fluktuasi, guncangan atau fluktuasi dalam pengukuran gelombang listrik.



Gambar 2. 17. Fluktuasi Naik Dan Turun Dari Suatu Pengukuran

## 9. Kalibrasi

Kalibrasi seperti pada Gambar 2.18 adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (traceable) ke standar nasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional.(Yunita et al., 2020)



Gambar 2. 18. Kalibrasi Dengan Alat Ukur Digital Multimeter

## 2.9. Logam Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) adalah logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546, titik lebur 1083 °C, titik didih 2310 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion  $\text{Cu}^{2+}$  0,96 Å. Tembaga adalah logam transisi (golongan I B) yang berwarna kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa. Tembaga bersifat racun bagi makhluk hidup. Isoterm adsorpsi merupakan suatu keadaan kesetimbangan yaitu tidak ada lagi perubahan konsentrasi adsorbat baik difase terserap maupun pada fase gas atau cair. Isoterm adsorpsi biasanya digambarkan dalam bentuk kurva berupa plot distribusi kesetimbangan adsorbat antara fase padat dengan fase gas atau cair pada suhu konstan. Isoterm adsorpsi merupakan hal yang mendasar dalam penentuan kapasitas dan afinitas adsorpsi suatu adsorbat pada permukaan adsorben. Tembaga memiliki banyak sifat yang diinginkan untuk penukar panas yang efisien secara termal dan tahan lama. Pertama dan terpenting, tembaga adalah konduktor panas yang sangat baik. Kombinasi sifat-sifat ini memungkinkan tembaga untuk ditentukan untuk penukar panas di fasilitas industri, sistem HVAC, pendingin kendaraan dan radiator, dan sebagai heat sink untuk mendinginkan komputer, disk drive, televisi, monitor komputer, dan peralatan elektronik lainnya. Tembaga juga dimasukkan ke bagian bawah peralatan masak berkualitas tinggi karena logam menghantarkan panas dengan cepat dan mendistribusikannya secara merata. (Utamaningrat & Eskani, 2018).

### Keunggulan Tembaga

1. Dimanfaatkan untuk berbagai alat listrik dan rumah tangga. Hampir semua alat rumah tangga terutama yang berhubungan dengan listrik menampilkan label 'Terbuat dari Tembaga'. Karena logam ini memang sangat handal digunakan untuk penghantar listrik'
2. Komponen utama perlengkapan handphone dan komputer dan elektronik.
3. Komponen pembuat perhiasan. Tembaga juga dapat digunakan untuk membuat berbagai perhiasan menarik, terutama ketika dicampurkan dengan emas atau logam lainnya.
4. Dalam bidang pertanian, logam tembaga dapat digunakan sebagai racun.

5. Digunakan sebagai algisida (pembunuhganggang)dalam pemurniaan air .Dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pembuatan uang logam.
6. Campuran tembaga dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan logam lainnya.
7. Digunakan sebagai campuran untuk menghilangkan belerang dalam pengolahan minyak.

## BAB 3 METODE 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 sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Waktu (Bulan)/2020-2021						
		November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
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 Dudukan

##### 1. Pipa Tembaga Spiral

Pipa tembaga seperti pada Gambar 3.1 digunakan sebagai bahan pembuatan untuk membuat dudukan sensor yang akan dipakai. Pipa tembaga ini berbentuk spiral.



Gambar 3. 1. Pipa Tembaga

##### 2. Pipa Aluminium

Pipa aluminium seperti pada Gambar 3.2. sendiri merupakan logam non ferro/atau logam yang tidak dapat berkarat. Untuk proses pengelasan nya sendiri disarankan menggunakan las listrik yang jenis perlingungannya menggunakan gas argon dan dibutuhkan skill khusus karena material aluminium mempunyai titik lebur yang jika dicampur dengan bahan lain hasil lasan akan terjadi cacat las.



Gambar 3. 2. Pipa Aluminium

### 3. Neple TEE Kuningan

Neple Tee kuningan seperti pada Gambar 3.3 ini digunakan sebagai bahan yang akan disambung dengan pipa tembaga. Dan yang nantinya akan di las untuk dudukan sensor.



Gambar 3. 3. Neple TEE Kuningan

### 4. Air Keras

Air keras/asam sulfat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 digunakan sebagai bahan untuk membersihkan pipa tembaga agar dapat dilas nantinya.



Gambar 3. 4. Air Keras

### 5. Kawat Las Timah

Kawat Las seperti yang terlihat pada Gambar 3.5 ini digunakan sebagai alat untuk membuat pengecoran/ pengelasan dudukan sensor.



Gambar 3. 5. Kawat Las Timah

#### 6. Wadah Air keras

Wadah air keras seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 ini digunakan untuk air keras yang akan digunakan untuk memoles pipa tembaga.



Gambar 3. 6. Wadah Air Keras

#### 7. Kuas.

Kuas. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 ini digunakan sebagai alat untuk memoles pipa tembaga dengan air keras.



Gambar 3. 7. Kuas

## 8. Sarung Tangan Las

Sarung tangan seperti yang terlihat pada Gambar 3.8 ini digunakan sebagai alat pelindung diri agar tangan terhindar dari hal yang tidak diinginkan.



Gambar 3. 8. Sarung Tangan Las

## 9. Kawat Las Kuningan

Kawat las kuningan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9 digunakan untuk mengelas bahan dudukan sensor yang terbuat dari kuningan.



Gambar 3. 9. Kawat Las Kuningan

## 10. Tang Penjepit

Tang seperti Gambar 3.10 digunakan untuk menjepit bahan yang akan di las agar bisa di bolak balik.



Gambar 3. 10. Tang Penjepit



### 3.2.2 Bahan Yang Akan Diuji

#### 1. Sensor Thermocouple Type K

Sensor seperti pada Gambar 3.11 ini digunakan sebagai alat untuk mengukur hasil dari percobaan suhu yang akan di uji di tiap titik yang di aliri freon dan air.



Gambar 3. 11. Sensor Thermocouple Type K

### 3.2.3 Alat Pembuatan Dudukan

#### 1. Mesin Las Karbid

Mesin las yang ditunjukkan pada Gambar 3.12. ini digunakan sebagai alat untuk menyambungkan logam yang akan dibuat dudukan sensor. Prosesnya sendiri adalah dengan membakar bahan bakar yang telah menjadi gas dengan oksigen sehingga menimbulkan nyala suhu sekitar 3.500°c yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi.



Gambar 3. 12. Mesin Las Karbid

## 2. Gerinda

Gerinda seperti yang terlihat pada Gambar 3.13. digunakan sebagai alat untuk memotong sebagian dari pipa tembaga yang akan dibuat dudukan sensor agar mudah saat pengelasan.



Gambar 3. 13. Gerinda Tangan

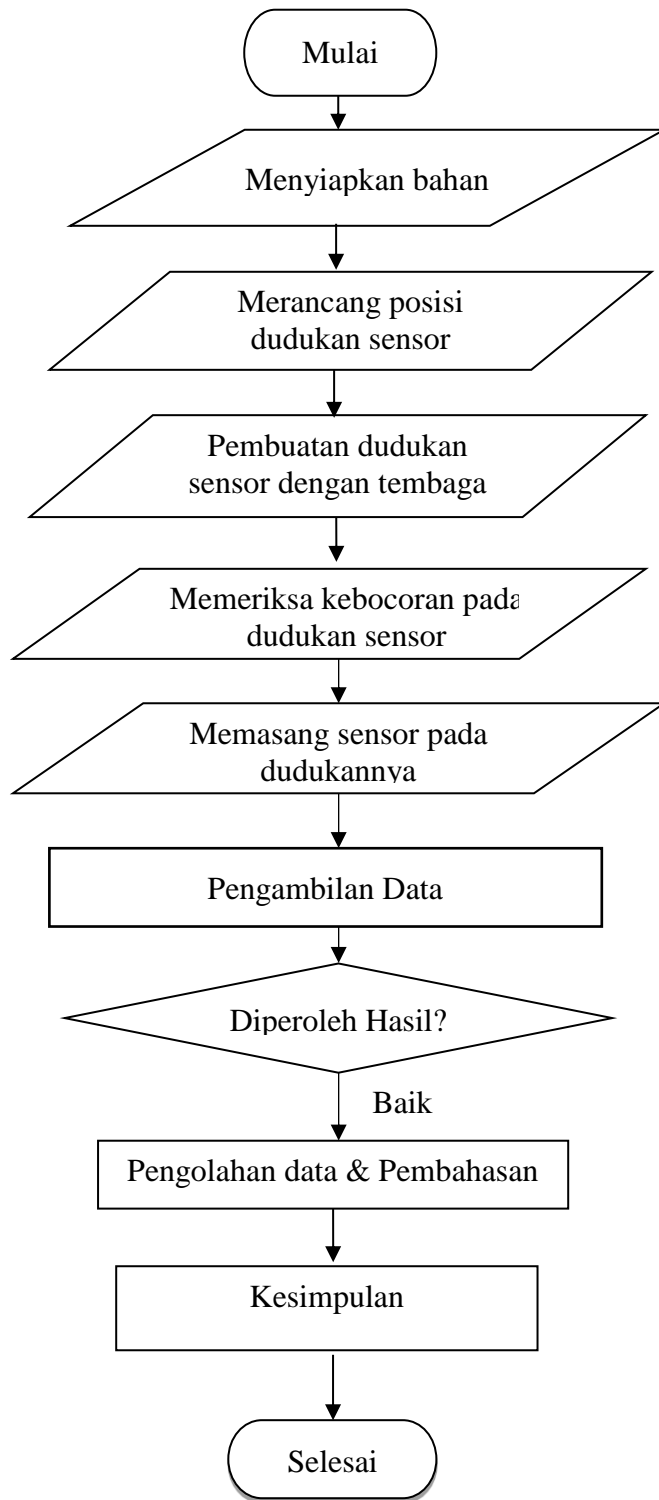
## 3. Ragum

Ragum seperti yang terlihat pada Gambar 3.14.digunakan untuk menjepit bahan yang akan digunakan sebagai dudukan sensor, agar mudah saat pengelasan/pengecoran.



Gambar 3. 14. Ragum Penjepit

### 3.3. Diagram Alir Eksperimen



Gambar 3. 15. Diagram Alir Eksperimen

### 3.4. Pembuatan Dudukan Sensor

#### 3.4.1 Langkah-langkah pembuatan Dudukan Sensor Dengan Tembaga.

Adapun langkah-langkah pembuatan dudukan sensor thermocouple adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat dudukan sensor.
2. Memotong sedikit dari pipa tembaga dengan gerinda tangan yang akan dibuat jalur untuk dudukan sensor.
3. Mencocokkan lubang dudukan sensor yang telah di potong sebelumnya.
4. Memanaskan pipa tembaga dengan bahan dudukan sensor agar dapat di las
5. Memulai proses pengelasan yang akan dibuat dudukan sensor.
6. Memulai proses pembuatan dudukan sensor dengan bahan tembaga.
7. Proses pembuatan dudukan sensor dengan bahan tembaga.
8. Menyatukan potongan tembaga untuk dibuat sebagai dudukan sensor.
9. Panaskan kawat las timah sampai meleleh lalu tempelkan di bahan yang akan di sambung.
10. Lakukan pengelasan sampai permukaan yang di las tertutup rapat dan tidak ada celah.
11. Lakukan pengelasan dudukan sensor tersebut sampai semua selesai
12. Lakukan pengecekan ulang terhadap sambungan dan lakukan pengujian kebocoran.
13. Selesai

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Thermocouple Type K

##### 4.1.1 Proses Pembuatan Dudukan

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) dengan panjang 15 M, diameter pipa 3/8 mm. Seperti pada Gambar 4.1. berikut.



Gambar 4. 1. Pipa Tembaga Spiral

2. Lalu selanjutnya kita persiapkan alat grinda tangan seperti pada Gambar 4.2 untuk membuat lubang di masing-masing ujung bahan tadi.



Gambar 4. 2. Membuat Lubang Dudukan Sensor

3. Selanjutnya adalah menyambungkan potongan tembaga roll seperti pada Gambar 4.3.tadi ke lubang yang sudah di buat sebelumnya, setelah itu di jepit pada ragum agar bahan tidak bergerak.



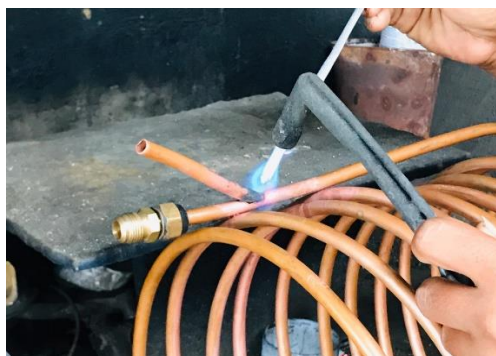
Gambar 4. 3. Menyambung Dudukan Sensor Ke Bahan

4. Pertama bahan yang akan kita las kita oleskan terlebih dahulu dengan cairan asam/asam sulfat seperti pada Gambar 4.4, agar timah menempel dengan tembaga saat proses pengelasan.



Gambar 4. 4. Pemberian Asam Sulfat Pada Bahan

5. Setelah bahan dudukan sudah di oles cairan asam, selanjutnya adalah proses pengelasan. Dalam proses ini harus lah teliti agar semua sisi terlapisi oleh cairan timah dan agar tidak terjadi kebocoran. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 5. Proses Pengelasan Tembaga Dengan Timah

6. Berikut adalah Gambar 4.6. hasil dari pembuatan dudukan sensor dengan bahan tembaga. Dengan spesifikasi ukuran:

- Diameter pipa: 3/8 mm
- Diameter ulir pipa 32 cm
- Panjang dudukan sensor: 10 cm
- Tinggi: 50 cm
- Sudut kemiringan dudukan : 20 °
- Jarak antar ulir: 5 cm



Gambar 4. 6. Hasil Pembuatan Dudukan Sensor

#### 4.1.2 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 4.7 berikut.



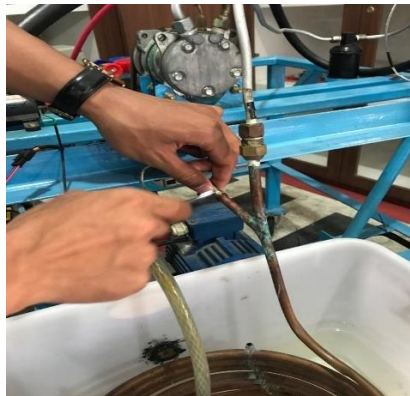
Gambar 4. 7. Sensor Thermocouple Tipe K

2. Lapisi drat sensor dengan seltif . Seperti pada Gambar 4.8 agar semakin padat dan tidak terjadi kebocoran.



Gambar 4. 8. Selotip

3. Masukkan sensor pada jalur kondensor seperti pada Gambar 4.9 ke dudukannya lalu kunci dengan ketat.



Gambar 4. 9. Memasang Sensor Pada Kondensor

4. Memasang sensor pada jalur receiver driyer seperti yang terlihat pada Gambar 4.10 menuju evaporator.



Gambar 4. 10. Pemasangan Sensor Dari Driyer Ke Evaporator

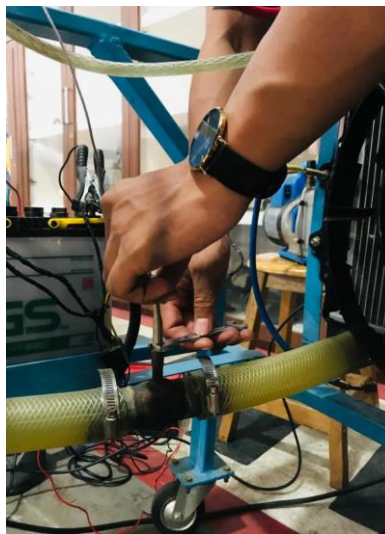


5. Pemasangan sensor pada saluran hisap menuju radiator. Seperti pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4. 11. Pemasangan Sensor Menuju Radiator

6. Pemasangan sensor ke saluran buang dari radiator. Seperti pada Gambar 4.12. berikut.



Gambar 4. 12. Pemasangan Sensor Ke Saluran Buang Dari Radiator

#### 4.1.3 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 4.13. 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. 13. Memasang Selang Manifold

2. Selanjutnya siapkan pompa vakum Seperti pada Gambar 4.14 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. 14. Menyiapkan Pompa Vakum

3. Lihat kembali jarum manifold merah dan biru seperti pada Gambar 4.15 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. 15. Proses Pemvakuman

4. Buka selang yang dari pompa vakum, lalu pasang ke freon yang sudah di persiapkan seperti pada Gambar 4.16. 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. 16. Pengisian Freon Pada Selang Tekanan Tinggi

5. Untuk pengisian selang tekanan rendah *suction* seperti pada Gambar 4.17 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.



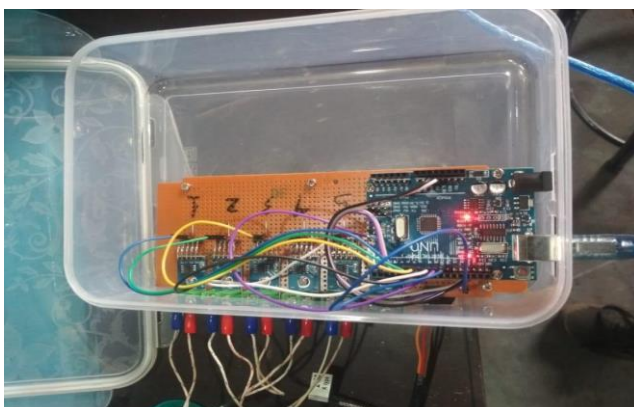
Gambar 4. 17. Memasukkan Freon Tekanan Rendah

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 4.18 dan selang tekanan rendah menunjukkan angka (1.5 - 2 bar). Dan pengisian freon pun selesai.



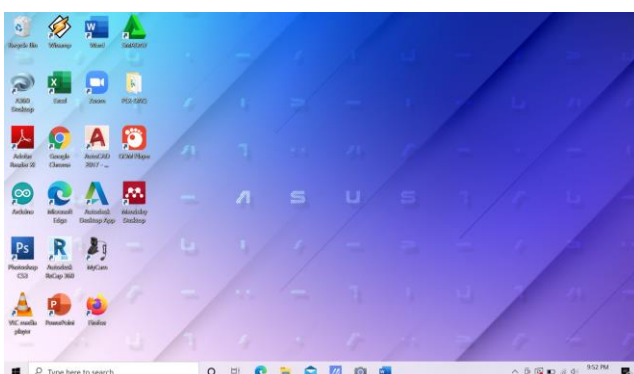
Gambar 4. 18. Saat AC Mobil Hidup

7. Merakit Arduino pada rangkaian nya, Lalu hidupkan laptop. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.19. berikut.



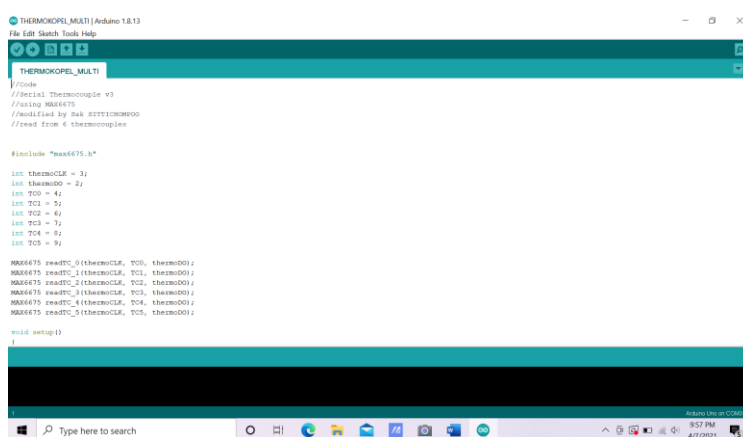
Gambar 4. 19. Rangkaian Arduino

8. Menghidupkan laptop untuk melakukan pengujian pada thermokopel. Seperti pada Gambar 4.20. berikut.



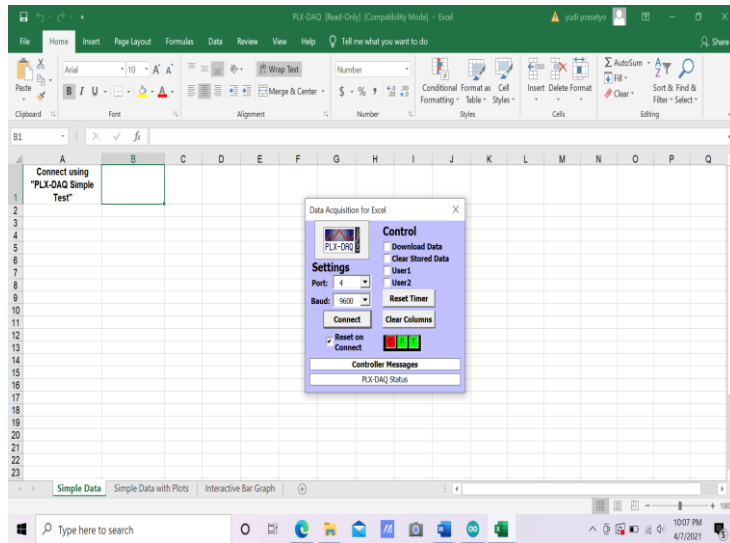
Gambar 4. 20. Tampilan Awal Sebelum Membuka Software Arduino

9. Membuka software arduino UNO yang telah di install pada laptop seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.21 berikut.



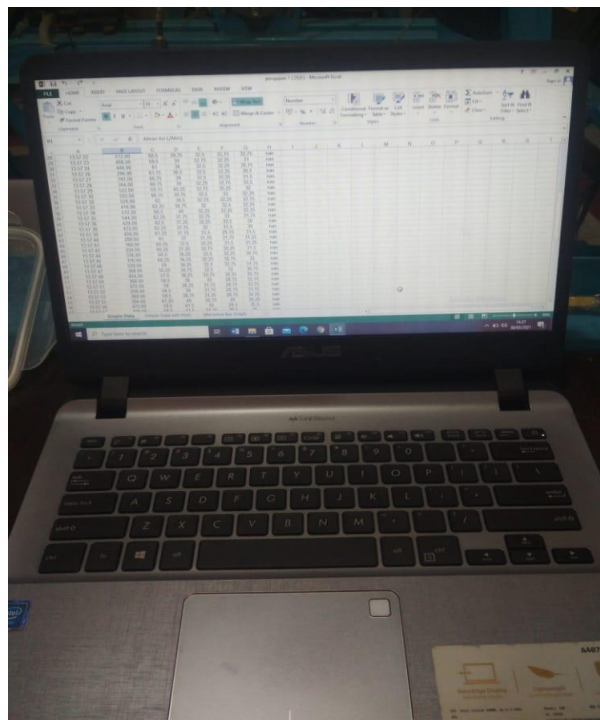
Gambar 4. 21. Tampilan Software Arduino

10. Masuk ke software plx daq untuk menampilkan data pengujian dengan tampilan seperti pada Gambar 4.22.berikut.



Gambar 4. 22. 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 4.23. berikut.



Gambar 4. 23. Pengujian/Pengambilan Data Suhu

## 4.2. Hasil Pengujian Sensor Suhu AC Mobil

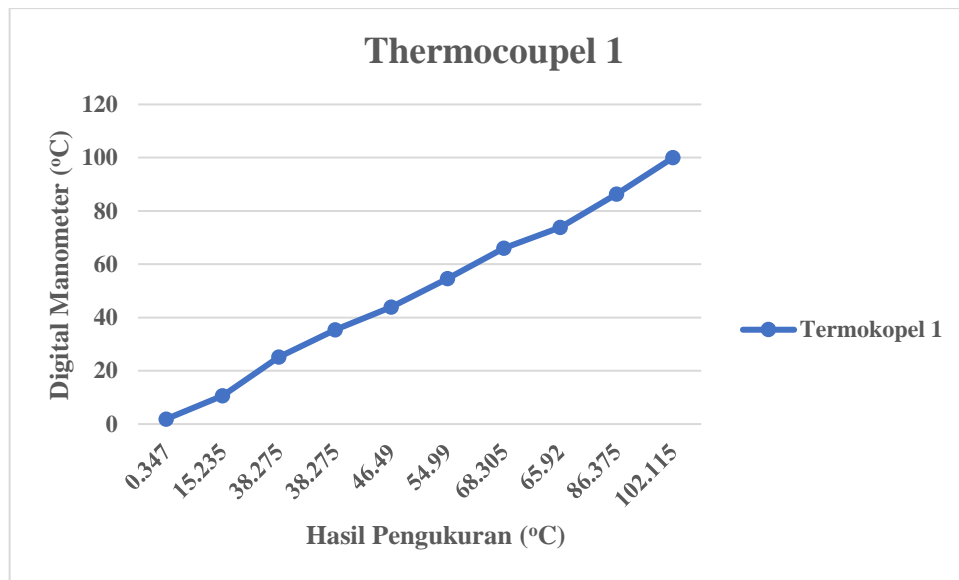
### 4.2.1 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 1

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

Tabel 4. 1. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 1

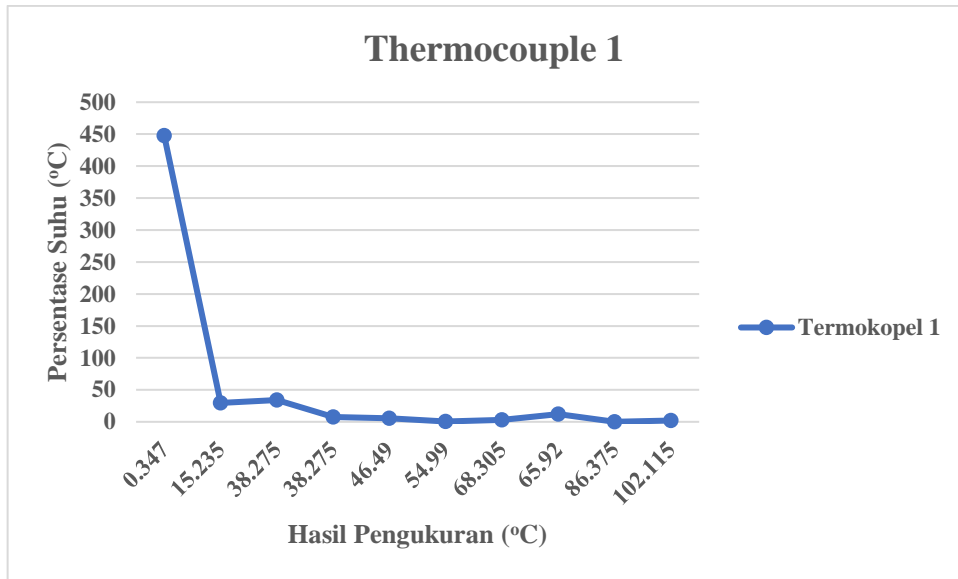
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	0.347	447.550
10.7	15.235	29.767
25.2	38.275	34.161
35.4	38.275	7.511
43.9	46.49	5.572
54.6	54.99	0.709
66.1	68.305	3.228
73.9	65.92	12.106
86.3	86.375	0.087
100	102.115	2.071

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada Digital Multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 1 yang terlihat pada gambar 4.24



Gambar 4. 24. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 1

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 1 yang terlihat pada gambar 4.25



Gambar 4. 25. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 1

#### 4.2.2 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 2

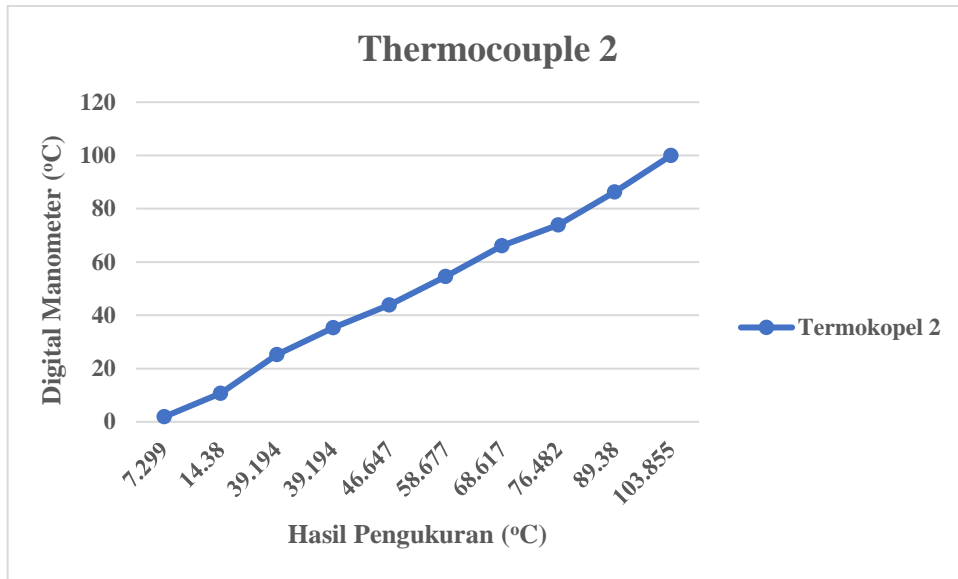
Hasil pengujian perbandingan suhu Thermocouple 2, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 2. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 2

Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
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

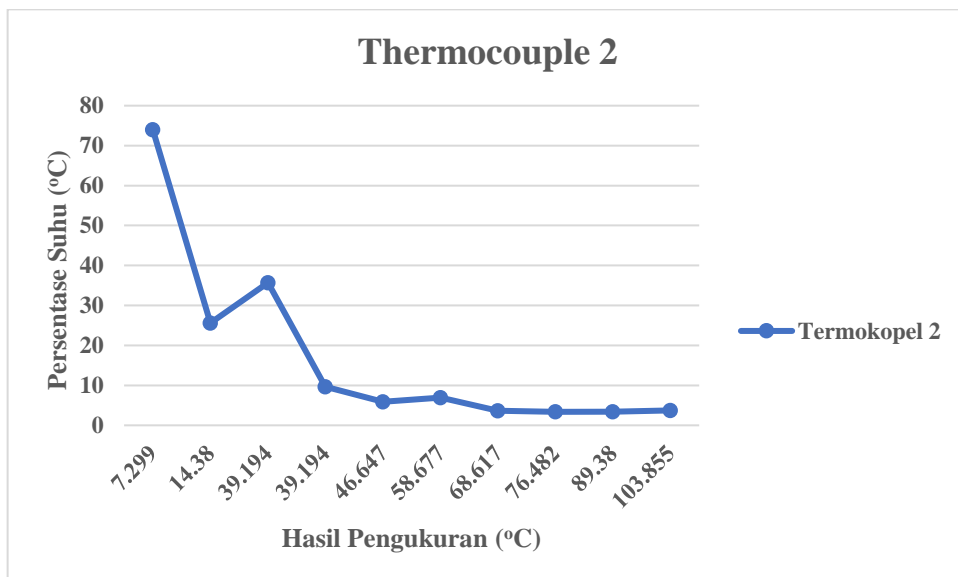
Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada Digital Multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 2 yang terlihat pada gambar 4.26





Gambar 4. 26. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 2

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 2 yang terlihat pada gambar 4.27



Gambar 4. 27. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2

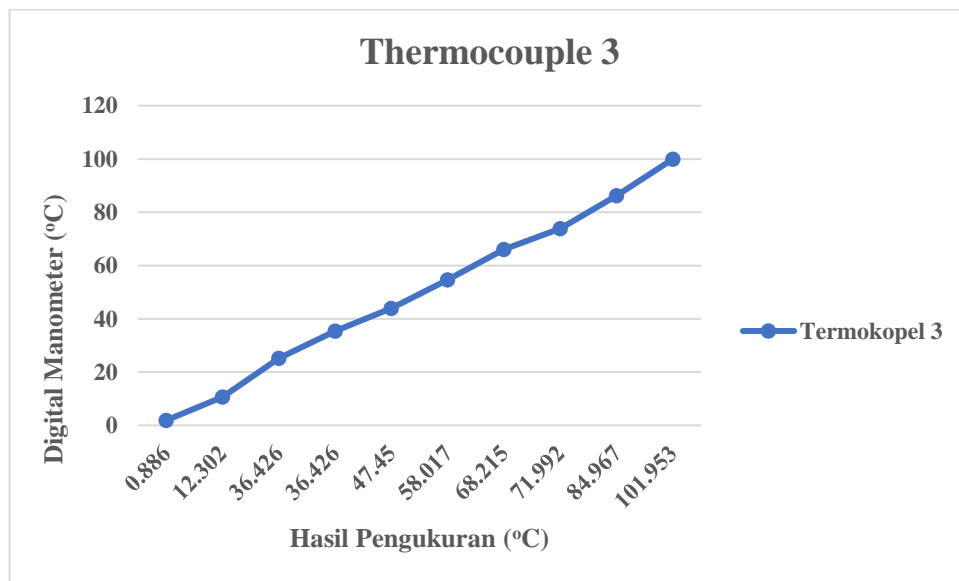
#### 4.2.3 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 3

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

Tabel 4. 3. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 3

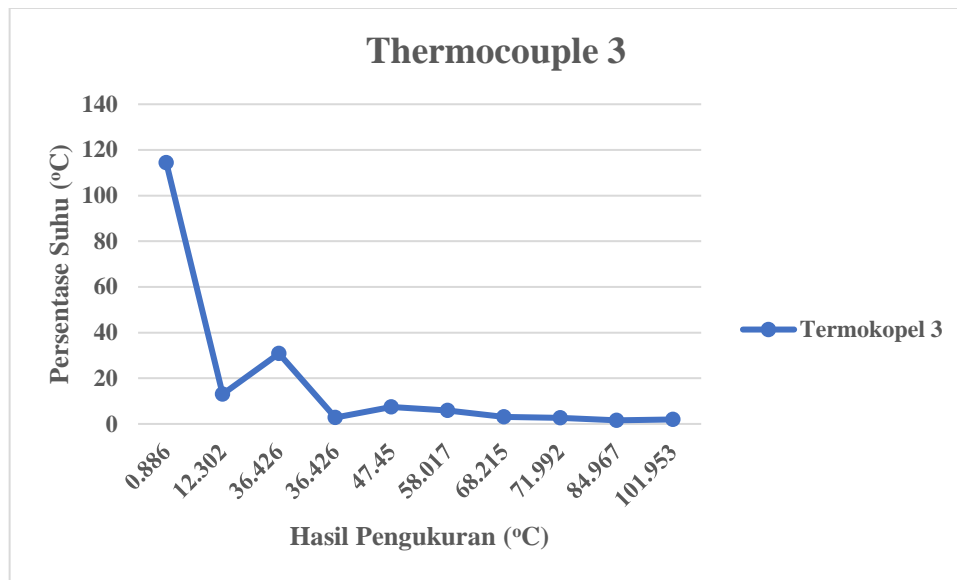
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	0.886	114.447
10.7	12.302	13.0222
25.2	36.426	30.819
35.4	36.426	2.817
43.9	47.45	7.482
54.6	58.017	5.890
66.1	68.215	3.101
73.9	71.992	2.651
86.3	84.967	1.569
100	101.953	1.916

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada Digital Multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 3 yang terlihat pada gambar 4.28



Gambar 4. 28. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 3

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 3 yang terlihat pada gambar 4.29



Gambar 4. 29. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3

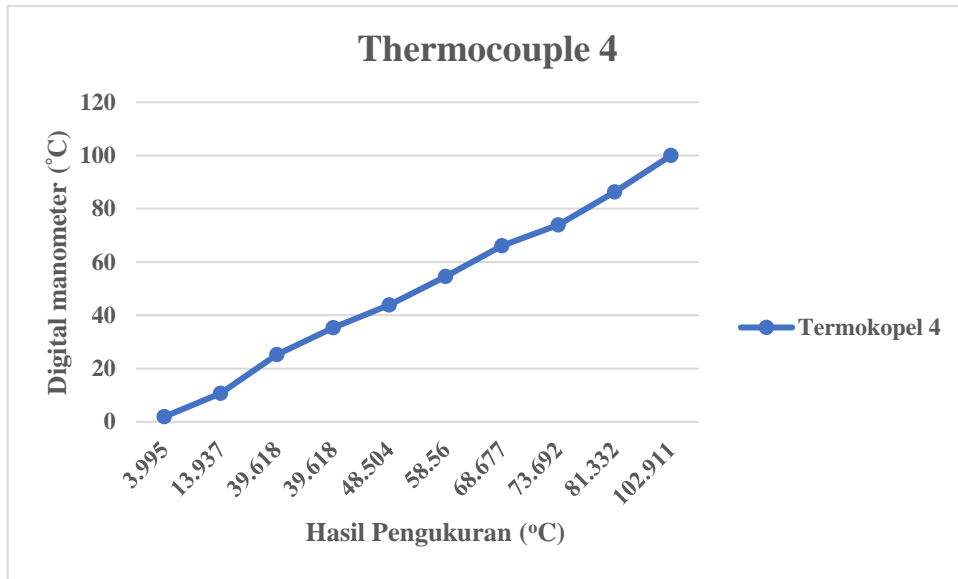
#### 4.2.4 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 4

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

Tabel 4. 4. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 4

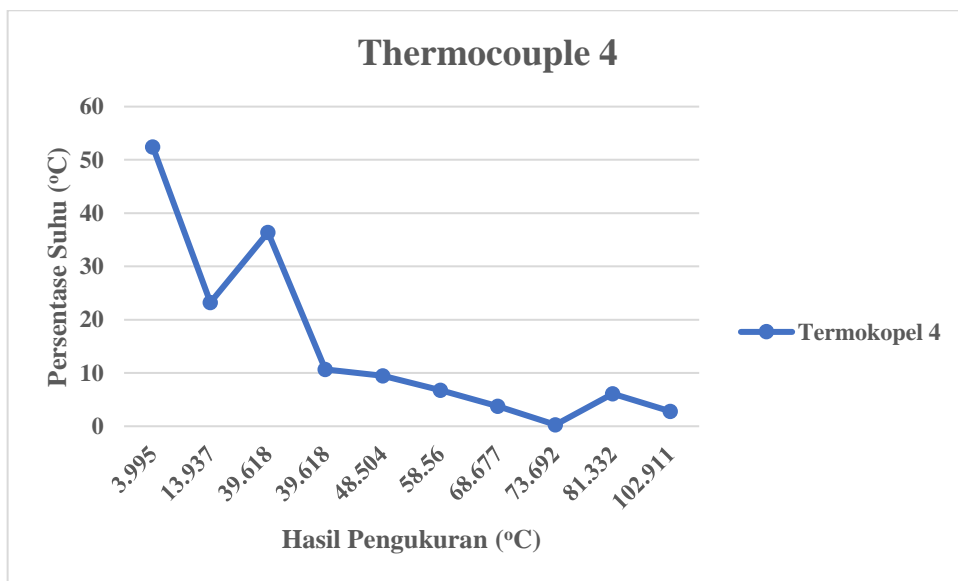
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	3.995	52.441
10.7	13.937	23.226
25.2	39.618	36.393
35.4	39.618	10.647
43.9	48.504	9.492
54.6	58.56	6.762
66.1	68.677	3.752
73.9	73.692	0.282
86.3	81.332	6.108
100	102.911	2.829

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada Digital Multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 4 yang terlihat pada gambar 4.30



Gambar 4. 30. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 4

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 4 yang terlihat pada gambar 4.31



Gambar 4. 31. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 4

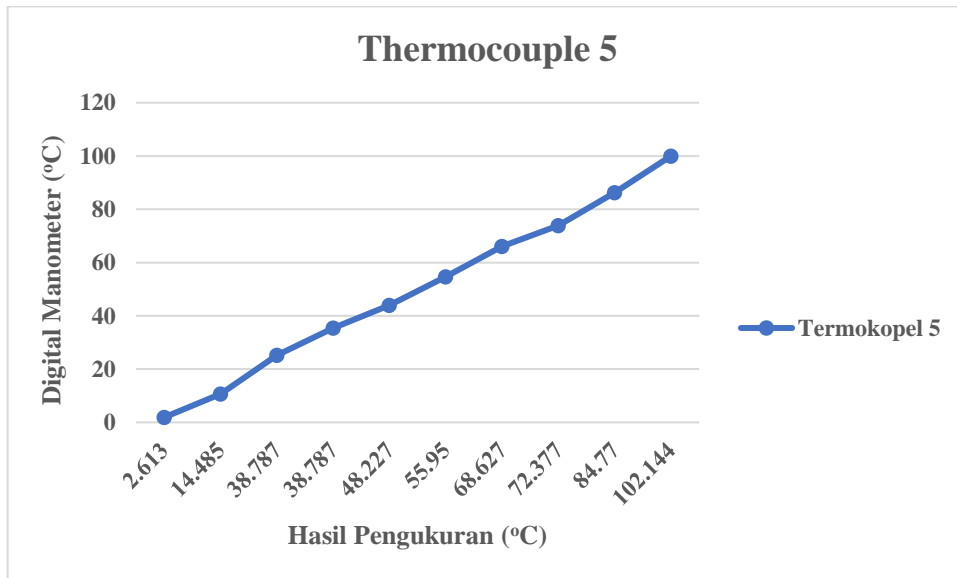
#### 4.2.5 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 5

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

Tabel 4. 5. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 5

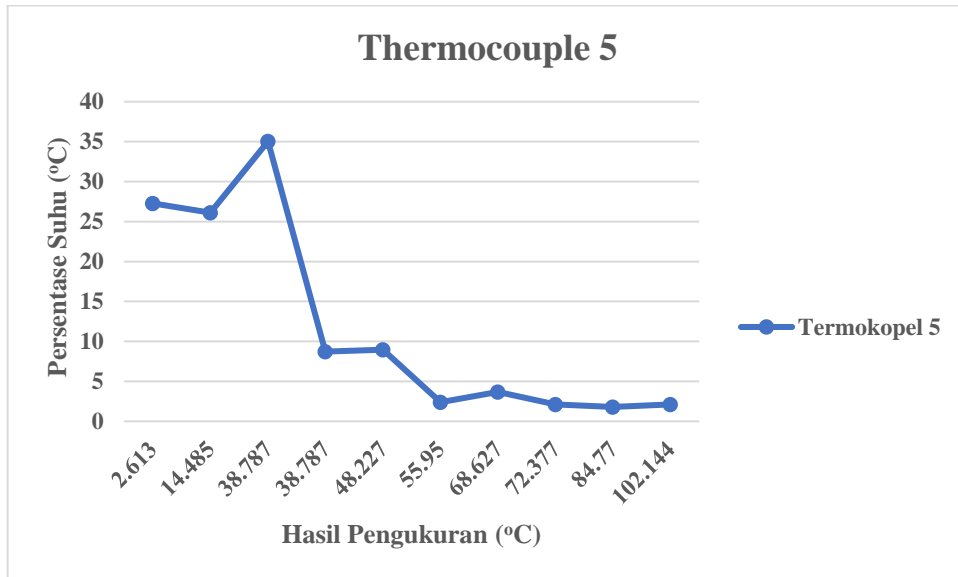
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	2.613	27.287
10.7	14.485	26.130
25.2	38.787	35.030
35.4	38.787	8.732
43.9	48.227	8.972
54.6	55.950	2.413
66.1	68.627	3.682
73.9	72.377	2.104
86.3	84.770	1.805
100	102.144	2.099

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada Digital Multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 5 yang terlihat pada gambar 4.32



Gambar 4. 32. Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 5

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor Thermocouple 5 yang terlihat pada gambar 4.33



Gambar 4. 33. Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Thermocouple 5

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Pada pembuatan dudukan sensor temperature ini digunakan untuk melakukan pengujian terhadap Thermocouple Type K dan didapat beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Bahan untuk pembuatan dudukan yaitu tembaga dapat digunakan dan cocok untuk penerapan system pendingin ac mobil.
2. Bahan dudukan 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

- Barita, B., Silaban, E. R., Zainuddin, Z., & Eswanto. (2018). Pengaruh kinerja kompresor pada mesin pendingin dengan penggunaan variasi bahan refrigeran. *Jurnal Ilmiah "MEKANIK" Teknik Mesin ITM*, 4(1).
- Effendy, M., Saputra, E., & Suro, 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).
- Kusuma, I. (2014). Studi Komparasi Kinerja Refrigeran R134a dengan R600a. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*, 03 No.1(1).
- 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 instrument untuk mengukur gaya potong, kecepatan, dan temperatur spesimen pada mesin bubut. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING, MANUFACTURES, MATERIALS AND ENERGY*, 1(1), 38. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v1i1.1199>
- Utamaningrat, I. M. A., & Eskani, I. N. (2018). Studi pelapisan tembaga pada bahan non-logam untuk aplikasi produk dengan kerajinan dengan metode elektroforming. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 35(1). <https://doi.org/10.22322/dkb.v35i1.994>
- Yudhanto, A., Puspita, A., & Rachman, N. (2020). Implementasi Sensor Thermocouple Berbasis Telemetri Untuk Mengukur Thermal Pembakaran Propelan Roket. *Jasiek*, 2(1).
- Yunita, O. R., Titisari, D., & Hamzah, T. (2020). Kalibrator Suhu dengan Thermocouple Dilengkapi dengan Tampilan Grafik. *Jurnal Teknokes*, 13(1). <https://doi.org/10.35882/teknokes.v13i1.5>
- 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>



LAMPIRAN

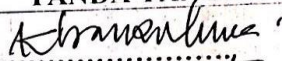
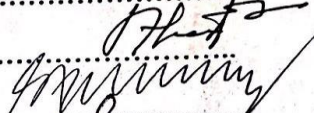
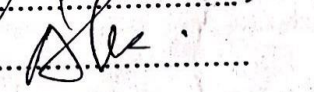
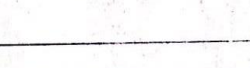
DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021

Peserta seminar

Nama : Yudi Prasetyo

NPM : 1407230247

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Dudukan Sensor AC Mobil Dengan Tembaga.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing- II	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: Ir.Arifis Amiruddin.M.Si	:	
Pembanding – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 14 Ramadhan 1442 H  
28 April 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin

  
Alfandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Yudi Prasetyo  
NPM : 1407230247  
Judul T.Akhir : Pembuatan Dudukan Sensor AC Mobil Dengan Tembaga.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing –II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - I : Ir.Arifis Amiruddin M.Si  
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

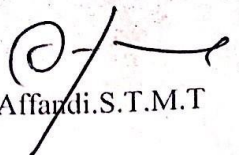
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

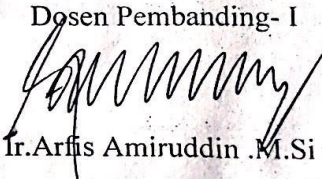
*Reskripsi Heat Transfer, Termodinamika  
dan perhitungannya*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 29 Syawal 1442H  
10 Juni 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I  
  
Ir.Arifis Amiruddin .M.Si

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

---

NAMA : Yudi Prasetyo  
NPM : 1407230247  
Judul T.Akhir : Pembuatan Dudukan Sensor AC Mobil Dengan Tembaga.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing –II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Ir.Arifis Amiruddin M.Si  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

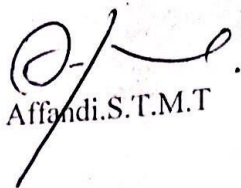
**KEPUTUSAN**

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

*Kembali* .....  
*Jamban* .....  
*Gravel* .....  
*Rambu* .....  
*Passage* .....

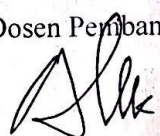
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Medan 29 Syawal 1442H  
10 Juni 2021M

Dosen Pembanding- II

  
Sudirman Lubis.S.T.M.T

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur AC Mobil Dengan Tembaga

Nama : Yudi Prasetyo  
 NPM : 1407230247

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

Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1. Senin, 12/09-2021	Perbaiki spesifikasi tugas	PH.
2. Rabu, 14/09-2021	Perbaiki pendahuluan	PH.
3. Jumat, 18/09-2021	Perbaiki Rumusan masalah	PH.
4. Selasa, 20/09-2021	Perbaiki Tinjauan Pustaka	PH.
5. Kamis, 22/09-2021	Lengkapi Tinjauan pustaka dan gambar alat.	PH.
6. Senin, 26/09-2021	Perbaiki metode penelitian	PH.
7. Kamis, 29/09-2021	Lengkapi gambar pembuatan dudukan.	PH.
8. Jumat, 30/09-2021	Perbaiki gambar hasil pembuatan dudukan.	} PH.
9. Kamis, 27/05-2021	Persiapan sumber daya.	PH.

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur AC Mobil Dengan Tembaga

Nama : Yudi Prasetyo  
 NPM : 1407230247

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	Senin, 12/09-2021	- Pembelian spesifikasi tugas	u
	Rabu, 14/09-2021	- Pembelian peralatan	u
	Jumat, 16/09-2021	- Pembelian program penelitian	u
	Setelah, 20/09-2021	- Pembelian tugas pustaka	u
	Rabu, 21/09-2021	- Mengikuti dengan Ofon Aluian	u
	Kamis, 02/09-2021	- Pembelian Metode	u
	Sabtu, 29/09-2021	- Pembelian Analisa data	u
	Senin, 26/09-2021	- Pembelian kesimpulan	u
	Setelah, 27/09-2021	- Acl, Fanning	u



UMSU

Unggul | Liris | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12

Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor ;1635 /II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 07 November 2020 ini Menetapkan :

Nama : YUDI PRASETYO  
Npm : 1407230247  
Program Study : TEKNIK Mesin  
Semester : X111 ( Tiga Belas )  
Judul tugas akhir : PEMBUATAN DUDUKAN SENSOR TEMPERATUR AC MOBIL  
DENGAN PENGECORAN

Pembimbing 1 : KHAIRUL UMURANI ST.MT  
Pembimbing 11 : AHMAD MARABDI SIREGAR ST. MT

Dengan Demikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 ( satu ) tahun tanggal ditetapkan

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan 21 Rabiul Awal 1442 H

07 November 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

Cc. File

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### DATA DIRI

Nama : Yudi Prasetyo  
Tempat/tgl lahir : Medan, 22 Oktober 1996  
Jenis kelamin : Laki- laki  
Tinggi bada : 175 cm  
Berat badan : 65 kg  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Setia Bangun Dusun IV Pasar 3, Sunggal Kanan  
Kel. Sunggal, Kec. Medan Sunggal, Kota. Medan  
Telepon : 08116092306  
Email : [yudiprasetyo83@yahoo.com](mailto:yudiprasetyo83@yahoo.com)



### PENDIDIKAN

2002 – 2008 : SDN 104181  
2008 – 2011 : SMP Swasta Brigjend Katamso  
2011 – 2014 : SMK Panca Budi Medan  
2014 – 2021 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,  
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin S1

### KETERAMPILAN

**Soft Skill** : Disiplin, kemampuan berkomunikasi, mampu bekerja secara mandiri maupun dalam tim, memiliki etos kerja dan kemampuan manajemen waktu dengan baik.

**Hard Skill** : Mampu mengoperasikan Ms. Office dan Analisis Data.