

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN REALISASI SENSOR SUHU AC MOBIL MENGGUNAKAN SISTEM PENDINGIN

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

Disusun Oleh:

REDDY PUTRA HARMAWAN
1407230252



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

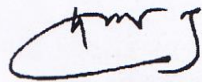
Nama : Reddy Putra Harmawan
NPM : 1407230252
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : **Perancangan Dan Realisasi Sensor Suhu AC Mobil
Menggunakan Sistem Pendingin**
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

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

Medan, Juni 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



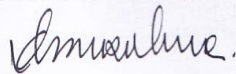
Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing II



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

Dosen Pembimbing I



Khairul Umurani, S.T., M.T

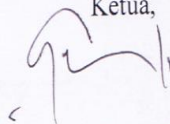
Dosen Pembimbing II



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

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Reddy Putra Harmawan
Tempat /Tanggal Lahir : Dusun Rakyat Rejo /9 November 1996
NPM : 1407230252
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan Dan Realisasi Sensor Suhu AC Mobil (*Air Conditioning*) Menggunakan Sistem 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 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, 28 Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Reddy Putra Harmawan

ABSTRAK

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. Berdasarkan pentingnya sistem AC pada mobil, maka penulis tertarik untuk memasang 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. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bahan yang akan dirancang dan dipasang padaudukan sensor temperature AC mobil, untuk merancang posisi sensor temperatur AC mobil, untuk melakukan pengujian sensor temperature AC mobil. Manfaat dari penelitian ini adalah Mampu menambah ilmu pengetahuan tentang system pendingin AC mobil kepada penulis maupun pembaca, dari hasil penulisan ini dapat dijadikan bahan pembelajaran dan penerapan lebih lanjut, Bagi mahasiswa hasil penulisan ini diharap dapat mengetahui proses pemasangan sensor AC mobil. Hasil yang didapat setelah dilakukan pengujian Sensor ini mampu mengukur suhu hingga $-50^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$, persentase suhu pada *thermocouple* 1 suhu tertinggi adalah $447,550^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah adalah $0,086^{\circ}\text{C}$, Persentase suhu pada *thermocouple* 2 suhu tertinggi adalah $73,969^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah adalah $3,376^{\circ}\text{C}$, Persentase suhu pada *thermocouple* 3 suhu tertinggi adalah $114,447^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah adalah $1,569^{\circ}\text{C}$, Persentase suhu pada *thermocouple* 4 suhu tertinggi adalah $52,441^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah adalah $0,282^{\circ}\text{C}$, Persentase suhu pada *thermocouple* 5 suhu tertinggi adalah $35,030^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah adalah $1,805^{\circ}\text{C}$

Kata Kunci : AC, Sensor, *Thermocouple*

ABSTRACT

Thermocouple sensor is one of the sensors that can be used to detect temperature, because thermocouple converts temperature differences in objects into changes in electrical voltage. The simple thermocouple is easy to install, and has the same standard connector type, and can measure temperature within a considerable temperature range. Based on the importance of the AC system in cars, the author is interested in installing a temperature sensor on the AC system using a thermocouple. Thermocouple has a simple working principle, two different conductor metals are connected at the ends of the metal. One metal refers to a constant (fixed) temperature, and the other metal serves to detect hot temperatures. This research aims to determine the material to be designed and installed on the car's AC temperature sensor mount, to design the position of the car's air conditioning sensor, to conduct tests of the car's AC temperature sensor. The benefit of this research is being able to add knowledge about car air conditioning systems to writers and readers, from the results of this writing can be used as learning materials and further application, For students of this writing are expected to know the process of budgeting car AC sensors. The sensor was able to measure temperatures up to -50°c - 400°c , the percentage of temperature on thermocouple 1 the highest temperature is $447,550^{\circ}\text{c}$ and the lowest temperature is 0.086°c , the percentage of temperature on thermocouple 2 highest temperature is $73,969^{\circ}\text{c}$ and the lowest temperature is 3.376°c , The percentage of temperature on thermocouple 3 highest temperature is $114,447^{\circ}\text{c}$ and the lowest temperature is $1,569^{\circ}\text{c}$, 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 $35,030^{\circ}\text{c}$ and the lowest temperature is 1.805°c

Keywords: AC, Sensor, Thermocouple

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 “Perancangan Dan Realisasi Sensor Suhu Ac Mobil Menggunakan Sistem 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, sekaligus Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansyuri, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T selaku Ketua program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utar

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Ismawan dan Hartati, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Yudi Prasetyo, Fajar Dimas Aditya, Aulia Asthatama Siregar, Ditra Andrianata Aspin, Bayu Pratama, Ari Purnomo, 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

Reddy Putra Harmawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penulisan	2
1.5. Manfaat Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Air Conditioning (AC)	3
2.1.1 Sejarah AC Mobil	3
2.2 Defenisi AC Mobil	6
2.3. Komponen AC Mobil	6
2.3.1 Kompresor AC Mobil	6
2.3.2 Evaporator	7
2.3.3 Katub Ekspansi	7
2.3.4 Blower	8
2.3.5 Kondensor	8
2.3.6 Receiver Dryer	9
2.4. Prinsip Kerja AC Mobil	10
2.5. Sistem Refrigerasi	11
2.6. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	11
2.6.1 Proses Kompresi	12
2.6.2 Proses Kondensasi	12
2.6.3 Proses Ekspansi	13
2.6.4 Proses Evaporasi	13
2.7. Cara Kerja Sensor Temperature AC Mobil	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.1.1 Tempat	19
3.1.2 Waktu	19
3.2. Bahan dan Alat	20
3.2.1 Bahan Yang Akan Diuji	20
3.2.3 Alat Pembuatan Sensor	21
3.3. Diagram Alir Eksperimen	22
3.4. Pemasangan Sensor <i>Thermocouple</i> AC Mobil	23
3.4.1 Langkah-langkah pemasangan sensor <i>Thermocouple</i> AC mobil.	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil Pembuatan Dan Pengujian <i>Thermocouple</i> Type K	24

4.1.1	Proses Pemasangan Sensor Thermocouple	24
4.1.2	Proses Pengisian Refrigeran R134a Untuk Ac Mobil	26
4.2.	Hasil Pengujian Sensor Suhu AC Mobil	31
4.2.1	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 1	31
4.2.2	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 2	33
4.2.3	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 3	34
4.2.4	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 4	36
4.2.5	Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 5	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN		1
LEMBAR ASISTENSI		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pendingin Udara (AC) Mobil	6
Gambar 2.2 Kompresor AC mobil	7
Gambar 2.3 Evaporator	7
Gambar 2.4 Katup Ekspansi	8
Gambar 2.5 Blower	8
Gambar 2.6 Kondensor	9
Gambar 2.7 Receiver Drier	9
Gambar 2.8 Prinsip kerja AC mobil	11
Gambar 2.9 Diagram P-h siklus kompresi uap ideal	12
Gambar 2.10 Sensor PTC dan Sensor NTC	14
Gambar 2.11 Sensor Thermocouple Tipe K	15
Gambar 2.12 Module MAX6675	15
Gambar 2.13. Arduino Uno	16
Gambar 2.14. Data Akuisisi	16
Gambar 2.15. Software PLX DAQ	17
Gambar 2.16. Fluktuasi naik dan turun dari suatu pengukuran	18
Gambar 2.17. Kalibrasi dengan alat ukur thermodigital	18
Gambar 3.1. Sensor Thermocouple Type K	20
Gambar 3.2. Arduino Uno	20
Gambar 3.3. Tang Penjepit	21
Gambar 3.4 Obeng Plus	21
Gambar 3.32 Diagram Alir Eksperimen	22
Gambar 4.7. Sensor thermocouple tipe K	24
Gambar 4.8 Selotip	24
Gambar 4.9. Memasang sensor pada kondensor	25
Gambar 4.10. Pemasangan sensor dari drier ke evaporator	25
Gambar 4.11. Pemasangan sensor menuju radiator	25
Gambar 4.12. Pemasangan sensor ke saluran buang dari radiator	26
Gambar 4.13. Memasang selang manifold	26
Gambar 4.14. Menyiapkan pompa vakum	27
Gambar 4.15. Proses pemvakuman	27
Gambar 4.16. Pengisian freon pada selang tekanan tinggi	28
Gambar 4.17. Memasukkan freon tekanan rendah	28
Gambar 4.18. Saat AC mobil hidup	29
Gambar 4.19. Rangkaian Arduino	29
Gambar 4.20. Tampilan awal sebelum membuka software arduino	30
Gambar 4.21. Tampilan software Arduino	30
Gambar 4.22. Tampilan software plx daq	30
Gambar 4.23. Pengujian/pengambilan data suhu	31
Gambar 4.24 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1	32
Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1	32
Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2	33

Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2	34
Gambar 4.28 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3	35
Gambar 4.29 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3	35
Gambar 4.30 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4	36
Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4	37
Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5	38
Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	19
Tabel 4.1. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 1	31
Tabel 4.2. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 2	33
Tabel 4.3. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 3	34
Tabel 4.4. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 4	36
Tabel 4.5. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 5	37

DAFTAR NOTASI

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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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.

Thermocopel 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 perancangan sensor suhu pada AC mobil ?

1.3. Ruang Lingkup

Pada penulisan laporan akhir ini, adapun ruang lingkupnya yaitu:

1. Material yang digunakan yaitu thermocouple tipe K
2. Terdapat 5 buah sensor suhu.

1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menentukan bahan yang akan dirancang dan dipasang pada dudukan sensor temperature AC mobil.
2. Untuk merancang posisi sensor termperatur AC mobil.
3. Untuk melakukan pengujian sensor temperature AC mobil.

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 pemasangan sensor AC mobil

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 sistem pendingin dapat diterapkan pada pendingin kabin mobil. Sistem 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. Sistem 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)

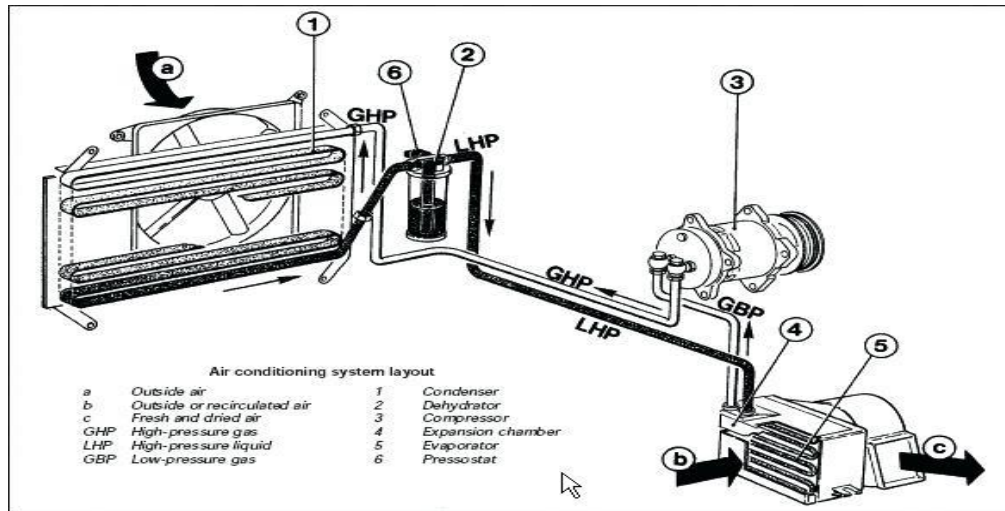
2.1.1 Sejarah AC Mobil

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 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 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 memamatkannya 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 kesekelilingnya. 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 diletakan 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 mejadi 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 diataur.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 di

lengkapi 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 pemipanya 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 (desiccant) akan menyerap uap air dan menyimpannya, sehingga refrigeran yang masuk ke katup ekspansi sudah terbebas dari uap air. Receiver seperti pada Gambar 2.7 dilengkapi juga dengan kasa baja untuk menyaring 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°C.



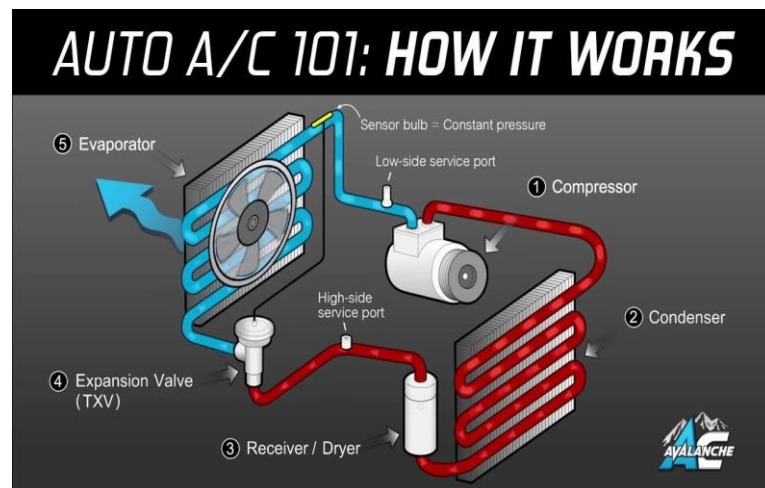
Gambar 2.7 Receiver Drier

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

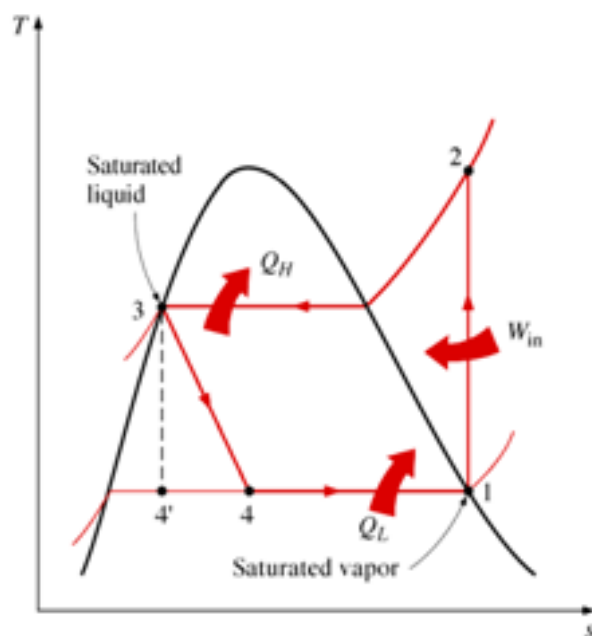
2.5. Sistem Refrigerasi

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 massarefrigerant (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 diteruskan 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 di atas 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 setelah dikompresi rendah setelah dikompresi

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. 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_{evaporator}*) dibagi dengan kerja kompresi dari kompresor (*W_{compression}*) (*Raharjo, Samsudi. 2010*).

2.7. 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.

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 2.10 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 2.11 Sensor Thermocouple Tipe K

4. Module Max6675

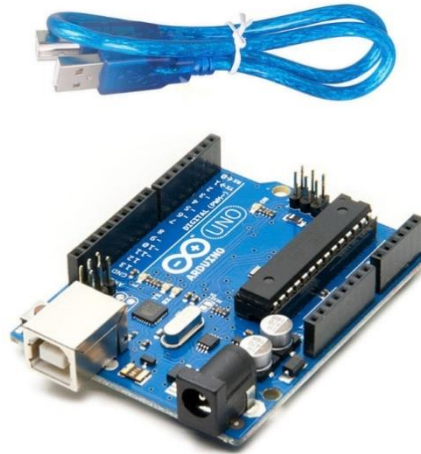
Module Max6675 seperti pada Gambar 2.9. ini berfungsi untuk mengubah tegangan menjadi data digital dengan konversi ADC sebesar 12bit. Data digital yang dikirim dari Max6675 ini berupa data digital dengan komunikasi mirip dengan komunikasi SPI. Dengan begitu, perlu adanya data digital yang ditangkap Arduino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



Gambar 2.12 Module MAX6675

5. Arduino Uno

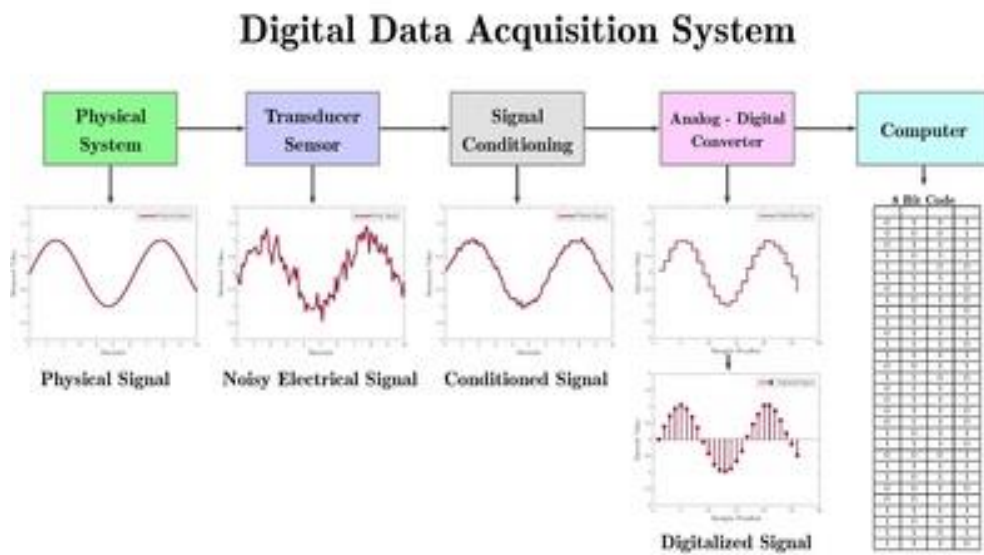
Arduino uno ini berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Arduino seperti pada Gambar 2.14 ini dibuat untuk memudahkan dalam membuat prototyping berbasis mikrokontroler, dan membuat alat-alat canggih lainnya. Pemograman Arduino ini berdasarkan metode pemotongan (Umurani, 2018)...



Gambar 2.13. Arduino Uno

6. Data Akuisisi

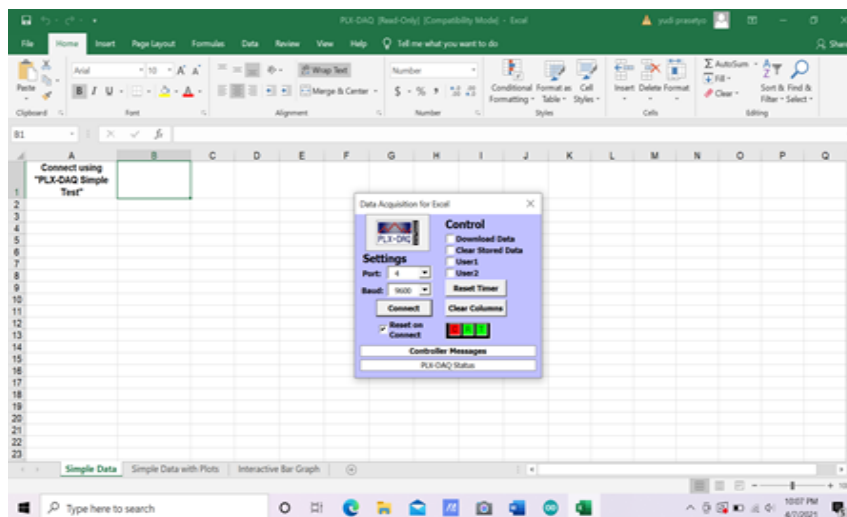
Data akuisisi adalah proses pengambilan sampel sinyal yang mengukur kondisi fisik dunia nyata dan mengubah sampel yang dihasilkan menjadi nilai numerik digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. Sistem akuisisi data seperti pada Gambar 2.15, disingkat dengan inisialisme DAS, DAQ, atau DAU, biasanya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



Gambar 2.14. 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 2.15. 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 2.16. 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.



Gambar 2.17. Kalibrasi dengan alat ukur thermodigital

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 Yang Akan Diuji

1. Sensor Thermocouple Type K

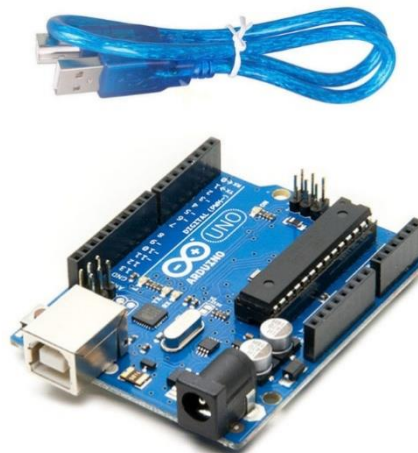
Sensor seperti pada Gambar 3.1 ini digunakan sebagai alat untuk mengukur hasil dari percobaan suhu yang akan di uji ditiap titik yang di aliri freon dan air.



Gambar 3.1. Sensor Thermocouple Type K

2. 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. Pemograman Arduino ini berdasarkan metode pemotongan (Umurani, 2018)



Gambar 3.2. Arduino Uno

3.2.3 Alat Pembuatan Sensor

1. Tang Penjepit

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



Gambar 3.3. Tang Penjepit

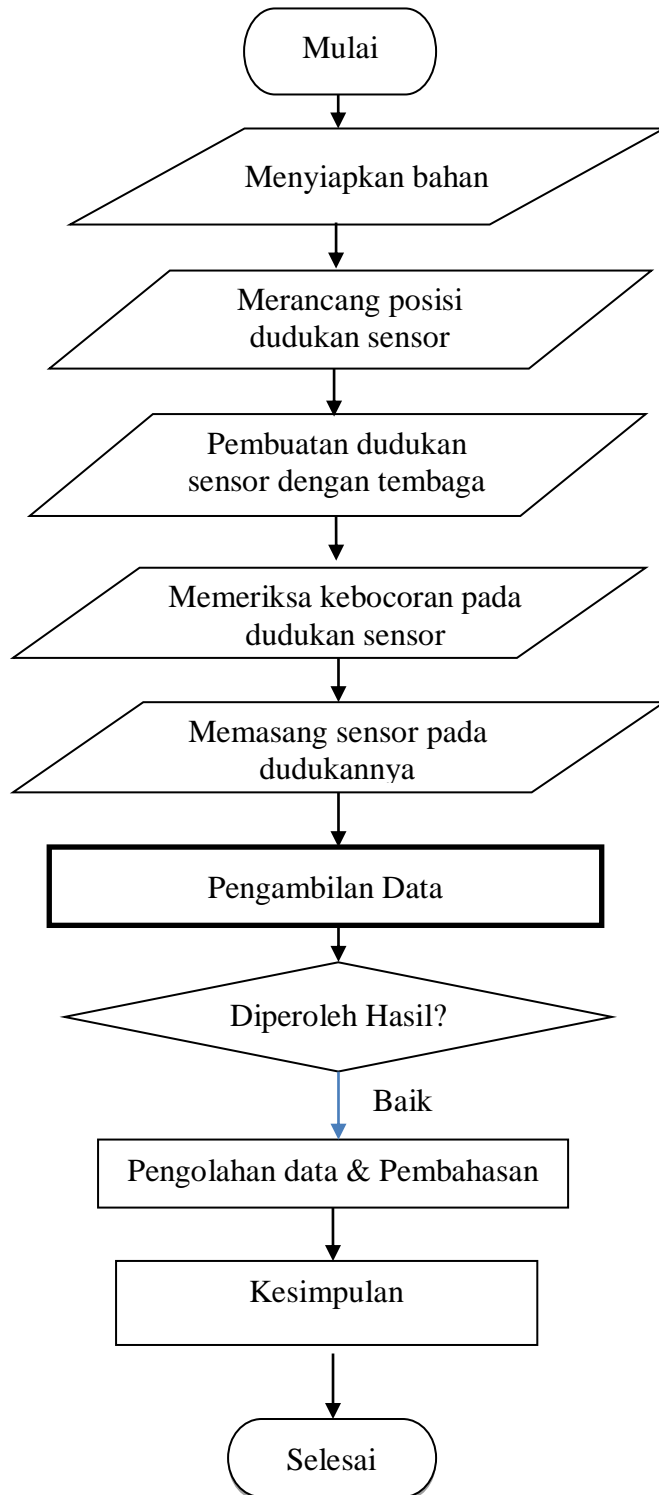
2. Obeng Plus

Obeng plus atau Obeng Kembang atau obeng bintang memiliki bentuk mata sekrup seperti tanda plus atau tanda silang. Obeng jenis ini j memiliki fungsi untuk mengencangkan baut.



Gambar 3.4 Obeng Plus

3.3. Diagram Alir Eksperimen



Gambar 3.32 Diagram Alir Eksperimen

3.4. Pemasangan Sensor *Thermocouple* AC Mobil

3.4.1 Langkah-langkah pemasangan sensor *Thermocouple* AC mobil.

Adapun langkah-langkah pemasangan sensor *Thermocouple* adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk memasang sensor *thermocouple* AC mobil.
2. Merangkai arduino dan komponen elektrikal lain seperti sensor *thermocouple*
3. Merekatkan Arduino UNO pada kotak rangkaian
4. Selesai

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Thermocouple Type K

4.1.1 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.



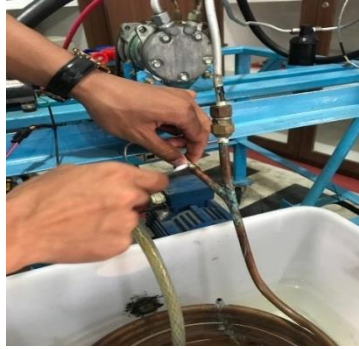
Gambar 4.7. Sensor thermocouple tipe K

2. Lapsi 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 dudukan nya lalu kunci dengan ketat.



Gambar 4.9. Memasang sensor pada kondensor

4. Memasang sensor pada jalur receiver dryer 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. Peasangan sensor ke saluran buang dari radiator

4.1.2 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.



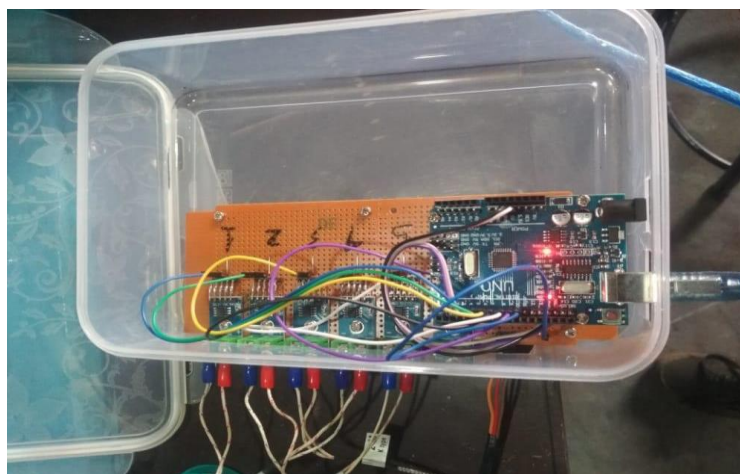
Gambar 4.17. Memasukkan freon tekanan rendah

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.



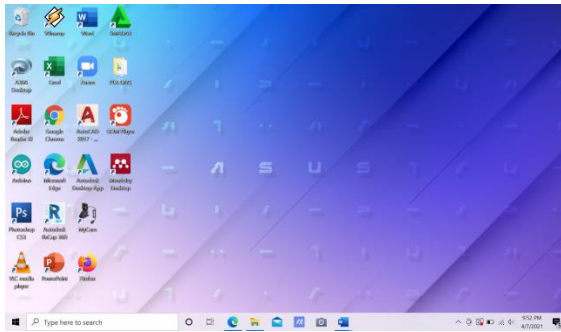
Gambar 4.18. Saat AC mobil hidup

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



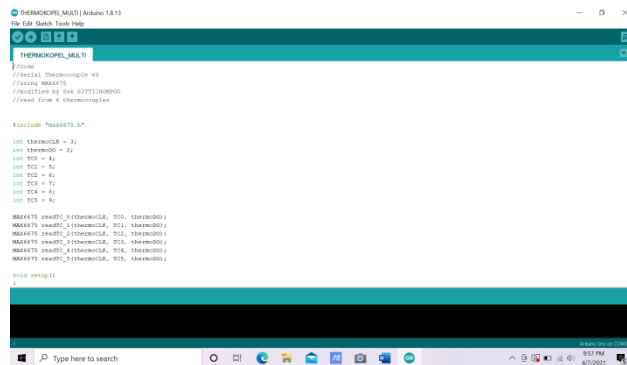
Gambar 4.19. Rangkaian Arduino

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



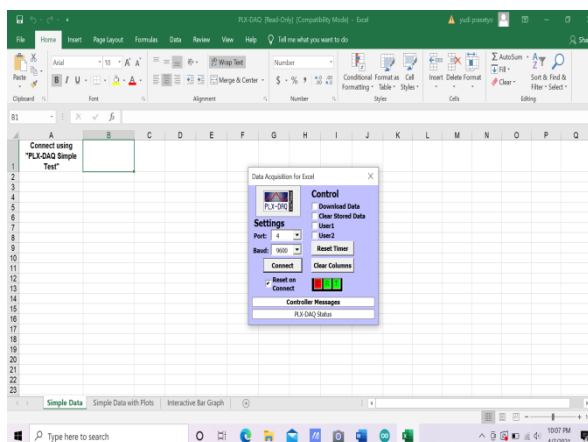
Gambar 4.20. Tampilan awal sebelum membuka software arduino

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



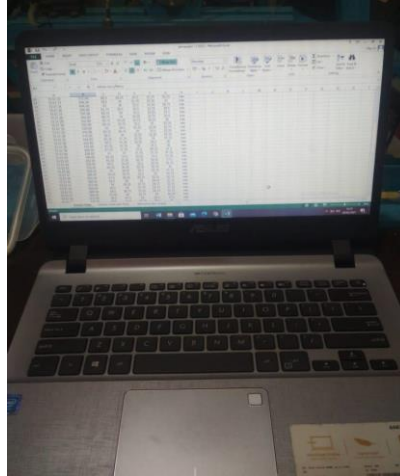
Gambar 4.21. Tampilan software Arduino

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

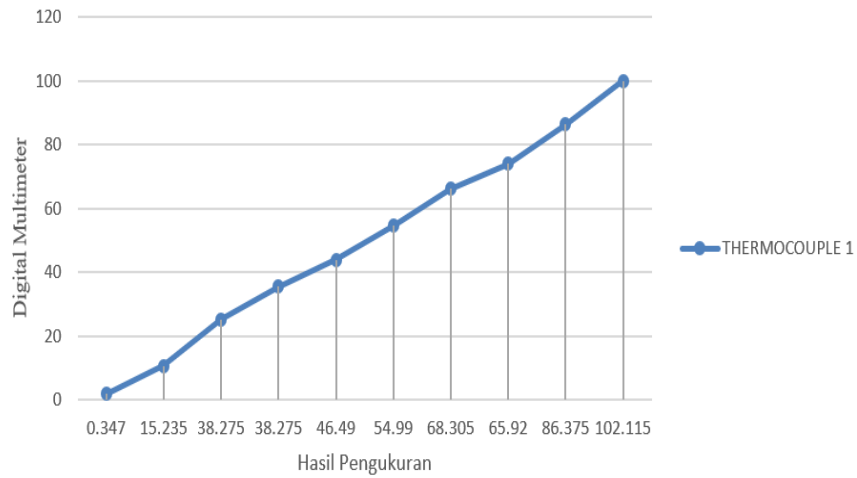
4.2.1 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 1

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

Tabel 4.1. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 1

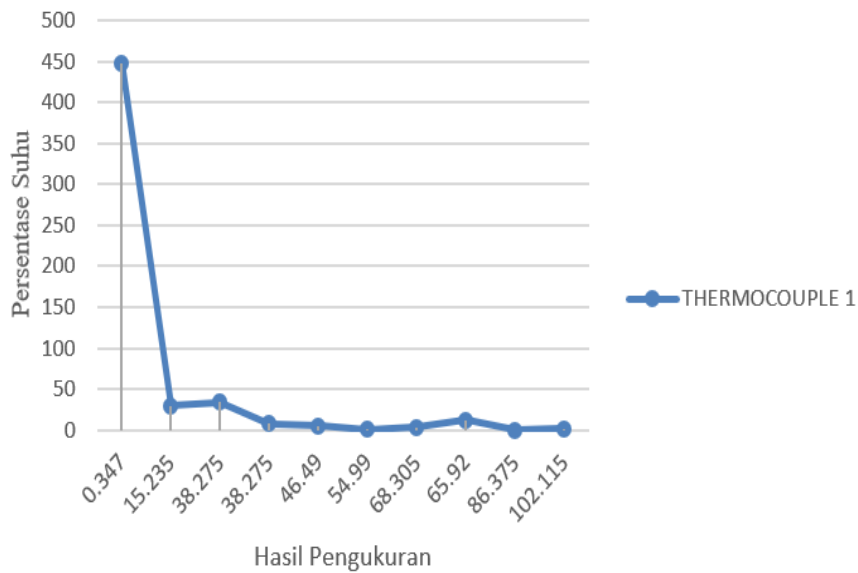
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	0.347	447.550
10.7	15.235	29.767
25.2	38.275	34.161
35.4	38.275	7.511
43.9	46.49	5.572
54.6	54.99	0.709
66.1	68.305	3.228
73.9	65.92	12.106
86.3	86.375	0.087
100	102.115	2.071

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 1 yang terlihat pada gambar 4.24



Gambar 4.24 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 1

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



Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 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

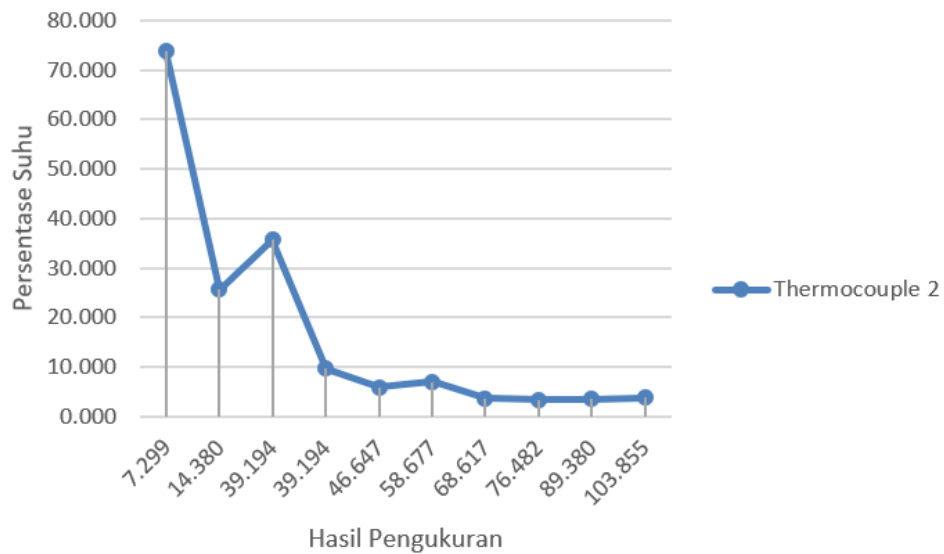
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	7.299	73.969
10.7	14.380	25.591
25.2	39.194	35.704
35.4	39.194	9.680
43.9	46.647	5.889
54.6	58.677	6.948
66.1	68.617	3.668
73.9	76.482	3.376
86.3	89.380	3.446
100	103.855	3.712

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 2 yang terlihat pada gambar 4.26



Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2

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



Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 2

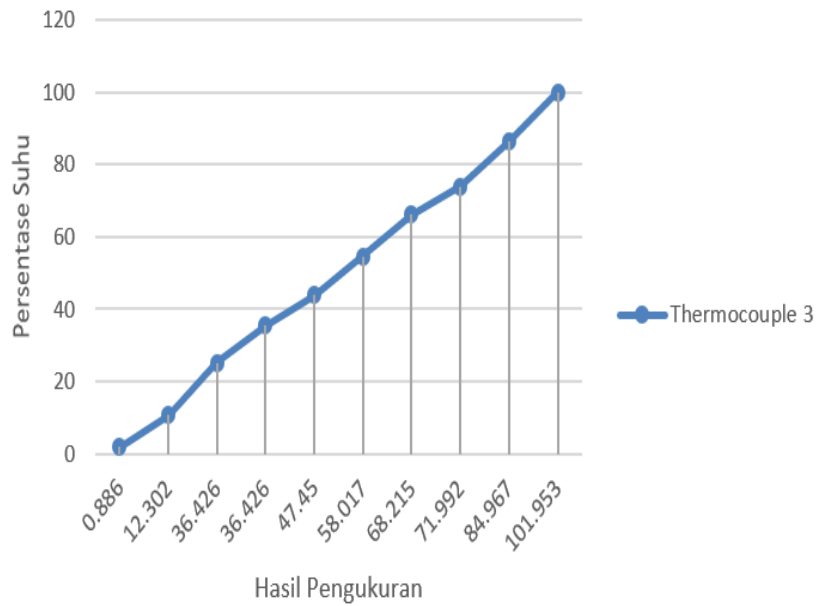
4.2.3 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 3

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 themocouple 3 yang terlihat pada gambar 4.28



Gambar 4.28 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 3

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada persentase suhu dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 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 themocouple 4 yang terlihat pada gambar 4.30



Gambar 4.30 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4

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



Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 4

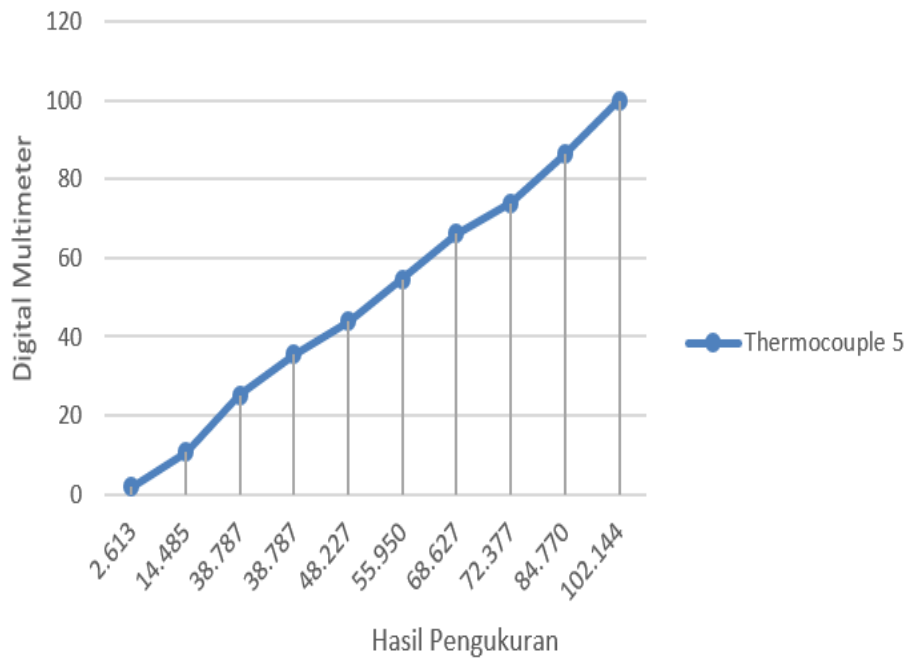
4.2.5 Hasil Pengujian Suhu Thermocouple 5

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

Tabel 4.5. Hasil Kalibrasi Sensor Thermocouple 5

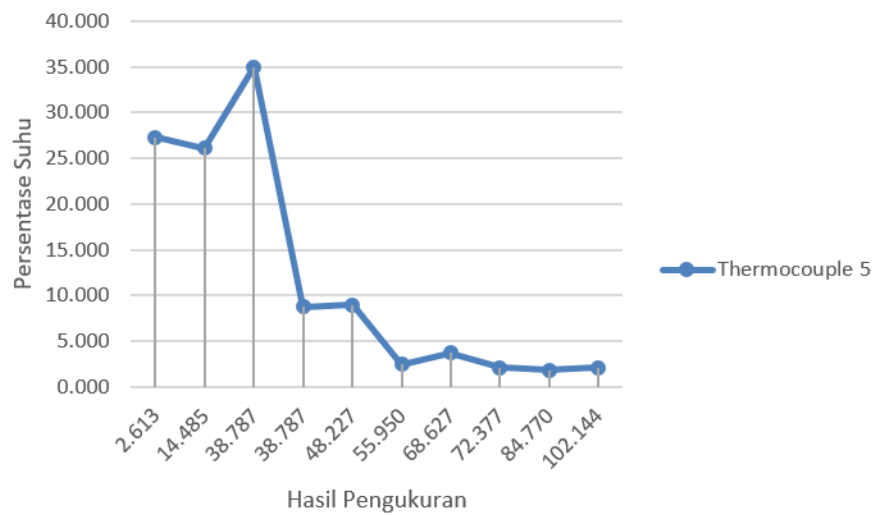
Digital Multimeter	Hasil Pengukuran	Persentase Suhu
1.9	2.613	27.287
10.7	14.485	26.130
25.2	38.787	35.030
35.4	38.787	8.732
43.9	48.227	8.972
54.6	55.950	2.413
66.1	68.627	3.682
73.9	72.377	2.104
86.3	84.770	1.805
100	102.144	2.099

Berikut adalah grafik perbandingan suhu pada digital multimeter dengan hasil pengukuran suhu pada sensor themocouple 5 yang terlihat pada gambar 4.32



Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Suhu Pada Digital Multimeter Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5

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



Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Suhu Pada Persentase Suhu Dengan Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor Themocouple 5

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada perancangandan realisasi 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 perancangan dan realisasi 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 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).
- 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>

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

1. Nama : Reddy Putra Harmawan
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Dusun Rakyat Rejo, 9 November 1996
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 165 cm / 50 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Dusun Rakyat Rejo
Kel/ Desa Suka Ramai
Kec. Padang Tualang
Kab. Langkat

B. Riwayat Pendidikan

1. 2002 – 2008 : SDN 058118
2. 2008 – 2011 : SMP Swasta Yapeksi
3. 2011 – 2014 : SMK Taman Siswa
4. 2014 – 2021 : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik,
Program Studi Teknik Mesin S1

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN REALISASI SENSOR SUHU AC MOBIL MENGUNAKAN SISTEM PENDINGIN

Nama : Reddy putra harmawan
NPM : 1407230252

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

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

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

- Perbaiki spesifikasi Af
- Perbaiki tujuan Af.
- Penelitian
- Perbaiki rumus Af.
- Perbaiki metode Af
- Perbaiki analisa Af.
- Perbaiki tabel Af.
- Aee, Semiar hnd Af.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN REALISASI SENSOR SUHU AC MOBIL MENGUNAKAN SISTEM PENDINGIN

Nama : Reddy putra hermawan
NPM : 1407230252

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

Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	- Perbaiki Spesifikasi Tugas	h
	- Perbaiki tujuan Penelitian	h
	- Perbaiki rumus	h
	TS digunakan	h
	- Perbaiki metode	h
	- Perbaiki analisa	h
	- Perbaiki tabel	h
	lanjut ke pembimbing 2	h
	See, sirman	h



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

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

Bila menjabar surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

Nomor : / II.3.AU / UMSU- 07 / F / 2021 18 Shafar 1443 H
Lamp : - Medan, -----
Hal : **Undangan Seminar Tugas Akhir** 24 September 2021 M
Program Studi Teknik Mesin

Kepada : Yth. Sdr.

1. Munawar A Siregar.S.T.M.T (Dosen Pembanding - I)
2. H. Muharnif.S.T.M.Sc (Dosen Pembanding-II)
3. Khairul Umurani.S.T.M.T (Dosen Pembimbing - I)
4. Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T (Dosen Pembimbing-II)

di,-
Medan

Bismillahirrahmanirrahimb

Assalamu'alaikum.Warrahmatalullahi Wabarakatuh.

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

Nama : Reddy Putra Harnawan
NPM : 1407230252
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Dan Realisasi Sensor Suhu AC.
(*Air Conditioning*) Mobil Menggunakan Sistem Pendingin Air

Insya Allah akan dilaksanakan pada :

Hari / tanggal : Jumat / 5 Oktober 2021
Waktu : 10.00 / Wib S/D Selesai
Tempat : Fakultas Teknik UMSU
Jalan Muktar Basri No.03 . Medan

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




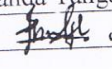
Munawar Alfansury Siregar,ST.M.T
NIDN : 0101017202

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

Peserta seminar

Nama : Reddy Putra Harmawan
 NPM : 1407230252
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Dan Realisasi Sensor Suhu AC Mobil
 Menggunakan Sistem Pendingin Air

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	:
Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T	:
Pembanding – II : H. Muharnif.S.T.M.Sc	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230251	Fajar Dimas Aditya	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 18 Shafar 1443 H
29 September 2021 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Reddy Putra Harmawan
NPM : 1407230252
Judul T.Akhir : Perancangan Dan Realisasi Sensor Suhu AC Mobil
Menggunakan Sistem Pendingin Air

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Munawar Alfansury Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : H. Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

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

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 18 Shafar 1443H
29 September 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pemanding- I

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Munawar A Siregar.S.T.M.T

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

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

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

KEPUTUSAN

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

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 18 Shafar 1443H
29 September 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pembanding- I

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Munawar A Siregar.S.T.M.T