

# TUGAS AKHIR

## PEMBUATAN SIRIP KONDENSOR AC MOBIL

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

**Disusun Oleh:**

**Aulia Asthatama Siregar**  
**1407230238**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aulia Asthatama Siregar  
NPM : 1407230238  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil  
Bidang Ilmu : Konversi Alat Berat

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, 27 oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T

Dosen Penguji II



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

Dosen Pembimbing I



Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing II



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

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aulia Asthatama Siregar  
Tempat /Tanggal Lahir: Stabat /25 Mei 1996  
NPM : 1407230238  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

### **"Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil",**

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

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

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

Medan, Juni 2021

Saya yang menyatakan,



Aulia Asthatama Siregar

## ABSTRAK

Pada zaman sekarang ini sudah banyak ditemukan perkembangan akan alat pendingin atau AC (*Air Conditioner*). Dan pemanasan global yang semakin terasa kebumi membuat hampir seluruh element masyarakat , baik perkantoran, gedung perbenanjaan, maupun industri otomotif memerlukan akan kebutuhan alat pendingin seperti *Air Conditioner* (Ac). Penelitian kali ini menggunakan kondensor berbahan tembaga dengan jumlah lilitan sebanyak 11 lilitan dan sirip berbahan alumium dengan ketebalan 0,5mm dan jumlah sirip sebanyak 24. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain, dan membuat sirip kondensor ac mobil. Metode penelitian kali ini menggunakan software *Solidworks* sebagai media untuk mendesain dan merancang sirip kondensor dan dalam pengujian yang dilakukan oleh rekan kelompok penelitian saya Ditra andeanata aspin, dengan menggunakan *thermocouple type K* yang dipasang pada beberapa titik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat penghitung suhu *thermocouple tipe k* yang telah terpasang pada jalur masuk dan keluarnya refrigerant pada kondensor. Dari pengujian Putaran kompressor AC mobil dengan putaran 3000 rpm didapatkan  $T_1$  sebesar  $80,67^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2$  sebesar  $38,43^{\circ}\text{C}$ ,  $T_3$  sebesar  $32,43^{\circ}\text{C}$ ,  $T_4$  sebesar  $29,7^{\circ}\text{C}$ ,  $T_5$  sebesar  $30,99^{\circ}\text{C}$  putaran kompressor AC mobil turun dengan putaran 1500 rpm didapatkan  $T_1$  sebesar  $035^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2$  sebesar  $39,379^{\circ}\text{C}$ ,  $T_3$  sebesar  $32,593^{\circ}\text{C}$ ,  $T_4$  sebesar  $32,082$ . Hasil tersebut didapatkan ketika AC Mobil dihidupkan udara dari evaporator keluar ke kabin, kemudian dihisap dengan kompresor ke tekanan rendah dan dikompres lagi ke tekanan tinggi sehingga sewaktu putaran mesin lebih cepat maka tekanan tinggi semakin tinggi dan tekanan rendah semakin rendah.

Kata kunci : Sirip, Kondendensor, *Thermocouple* Tipe K

## **ABSTRACT**

*In this day and age there have been many developments in cooling devices or air conditioners . And global warming that increasingly feels the earth makes almost all elements of society, both offices, building buildings, and the automotive industry need the need for cooling devices such as Air Conditioner (Ac). This time the study used a condenser made of tembabaga with a total of 11 windings and fins made of pestilence with a thickness of 0.5mm and the number of fins as much as 24. The purpose of this study was to design, and make the fins of the car ac condenser. This research method uses Solidworks software as a medium to design and design condenser fins and in tests conducted by my research group colleague Ditra Andeanata Aspin, using a type K thermocouple installed at some point. The test was carried out using a type k thermocouple temperature counter that has been installed in the entry and exit of refrigerant on the condenser. From the test of the car's AC compressor rotation with a rotation of 3000 rpm obtained T1 of 80,670C, T2 of 38.43 0C, T3 of 32.43 0C, T4 of 29.7 0C, T5 of 30.99 0C of the car AC compressor rotation down with a turn of 1500 rpm obtained by T1 of 035 0C, T2 of 39,379 0C, T3 of 32,593 0C, T4 of 32,082. The result is obtained when the car's air conditioner is turned on air from the evaporator out to the cabin, then sucked with the compressor to low pressure and compressed again to high pressure so that when the engine rotation is faster, the high pressure is higher and the low pressure is lower.*

*Keywords : Fin, Condenser, Thermocouple type k*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Wakil Dekan III Fakultas Teknik UMSU yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
3. bapak, Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. bapak, Chandra A Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Badrun Muliadi Siregar dan Siti Marliah, 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:, Ari Purnomo, Yudi Prasetyo, Ditra Andreanata Aspin, Bayu Pratama, Redi Putra Hermawan, Fajar Aditya dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Oktober 2021

Aulia Asthatama Siregar

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>KATA PENGANTAR</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR TABEL</b>	xii
<b>DAFTAR NOTASI</b>	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
2.1. Perpindahan Panas	4
2.1.1 perpindahan Panas Konduksi	4
2.1.2 Perpindahan Panas Konveksi	5
2.1.3 Perpindahan Panas Radiasi	7
2.2. Kondensor	7
2.2.1 Laju Perpindahan Kalor Pada Kondensor	8
2.3. Sirip ( <i>Fin</i> )	12
2.3.1. Aplikasi Sirip Dalam Kehidupan	15
2.4. Alumunium	15
2.4.1. Sifat-sifat Alumunium	16
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	17
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.1.1 Tempat	17
3.1.2 Waktu	17
3.2. Bahan dan Alat	17
3.2.1 Laptop	18
3.2.2 Software Solidwork	18
3.3. Diagram Alir Penelitian	20
3.4. Pembuatan Sirip Kondensor	21
3.4.1. Langkah-langkah pembuatan kondensor.	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	23
4.1. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Sirip Kondensor	23
4.1.1. Desain Sirip kondensor	23
4.2. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Sirip Kondensor	25
4.2.1. Hasil Pembuatan Sirip Kondensor	25
4.2.2. Hasil Pengujian Sirip Kondensor	26
<b>BAB 5 Kesimpulan Dan Saran</b>	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	33

**DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN  
LEMBAR ASISTENSI  
DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 laju perpindahan panas konduksi	5
Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konveksi	6
Gambar 2.3 Perpindahan Panas Radiasi	7
Gambar 2.4 Selisih perbedaan temperatur rata-rata logaritmik kondensor	11
Gambar. 2.5 sirip	14
Gambar 2.5 Alumunium 0,5 mm	15
Gambar 3.1 Laptop	18
Gambar 3.2 Solidworks 2018	19
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 3.4 Pematangan Plat Amlumunium	21
Gambar 3.5 Melubangi PLat Alumunium	21
Gambar 3.6 Sirip Kondensor	22
Gambar 3.7 Menyambung Potongan Alumunium Ke Kondensor	22
Gambar 4.1 Tampilan Awal Solidworks 2018	23
Gambar 4.2 Window Memulai Membuat Gambar	23
Gambar 4.3 Tampilan Front Plane	24
Gambar 4.4 Sketch Sirip Kondensor	24
Gambar 4.5 Desain Setelah di Boos-Extrude	25
Gambar 4.6 Plat Amlumunium 0,5mm	25
Gambar 4.7 Memasang Potongan Alumunium	26
Gambar 4.8 Hasil Pembuatan Sirip Kondensor	26
Gambar 4.9 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu $T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) In Kondensor	27
Gambar 4.10 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu $T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) In Kondensor	28
Gambar 4.11 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu $T_3$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) In Radiator	29
Gambar 4.11 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu $T_3$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) In Radiator	30
Gambar 4.13 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu $T_5$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) In Ekspansi & Evaporator	31



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor pengotoran beberapa fluida	10
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	17
Tabel 4.1 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_1$ ) ( In Kondensor )	27
Tabel 4.2 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_2$ ) ( Out Kondensor )	28
Tabel 4.3 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_3$ ) ( In Radiator )	29
Tabel 4.4 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_4$ ) ( Out Radiator )	30
Tabel 4.5 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_5$ ) ( In Ekspansi & Evaporator )	31

## DAFTAR NOTASI

- $U$  = Koefisien perpindahan panas menyeluruh ( $W/m^2\text{ }^{\circ}C$ )
- $H_i$  = Koefisien perpindahan panas sisi refrijeran ( $W/m^2\text{ }^{\circ}C$ )
- $h_o$  = Koefisien perpindahan panas sisi udara ( $W/m^2\text{ }^{\circ}C$ )
- $D_o$  = Diameter luar pipa (m)
- $D_i$  = Diameter dala pipa (m)
- $l$  = Tebal pipa
- $K$  = Konduktivitas termal pipa ( $W/m^{\circ}C$ )
- $R_{f_o}$  = Faktor pengotoran sisi luar ( $m^2\text{ }^{\circ}C/W$ )
- $R_{f_i}$  = Faktor pengotoran sisi dalam ( $m^2\text{ }^{\circ}C/W$ )
- $h_i$  = Koefisien perpindahan panas konveksi bagian dalam ( $W/m^2K$ )
- $k_{l,r}$  = Konduktifitas thermal cair refrijeran ( $W/m^2K$ )
- $g$  = Gaya grafitasi ( $m/s^2$ )
- $\rho_{l,r}$  = Massa jenis cair refrijeran ( $kg/m^3$ )
- $\rho_{v,r}$  = Massa jenis uap refrijeran ( $kg/m^3$ )
- $\mu_{l,r}$  = Viskositas dinamik cair refrijeran ( $kg/m.s$ )
- $T_{sat}$  = Temperatur saturasi (K)
- $T_s$  = Temperatur dinding (K)
- $h_{fg}$  = Kalor laten (kJ/kg)
- $C_{p,l,r}$  = Spesifik thermal cair refrijeran
- $h_o$  = koefisien perpindahan panas konveksi bagian luar ( $W/m^2K$ )
- $k$  = Konduktifitas thermal ( $W/m^2\text{ }^{\circ}C$ )
- $D_o$  =  $D_o$ Diameter luar (m)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini sudah banyak ditemukan perkembangan akan alat pendingin, dan pemanasan global yang semakin terasa ke bumi membuat hampir seluruh elemen masyarakat, baik di perkantoran, gedung perbelanjaan, maupun industri otomotif memerlukan akan kebutuhan alat pendingin seperti *Air Conditioner* (AC).

Kondensor yang merupakan salah satu komponen penting dari mesin pendingin yang berfungsi sebagai alat penukar kalor yaitu mengubah fase refrigeran dari ujud gas menjadi cair. Kondensor dapat memindahkan panas ke lingkungan dengan cepat jika digunakan media pendingun yang baik. Unsur penting dari kondensor di dalam mesin pendingin untuk mendinginkan evaporator dengan lebih cepat adalah rasio pelepasan kalor, yaitu nilai perbandingan pelepasan kalor di kondensor dengan nilai penyerapan kalor di evaporator dan *coefisen of performancenya* (COP). Berbagai cara dapat dilakukan agar mesin pendingin dapat mendinginkan evaporataor lebih cepat, salah satunya adalah dengan memodifikasi pada sirip kondensornya.

Pengendalian temperatur pada suatu piranti atau mesin sangat dibutuhkan dalam teknologi saat ini. Kerja yang dilakukan oleh sistem tertentu dapat memunculkan perbedaan temperatur yang berbeda saat kerja dilakukan. Hal ini memungkinkan terjadinya aliran kalor pada suatu piranti . Panas yang berlebihan pada suatu piranti yang tidak dapat dipindahkan akan mengakibatkan beberapa kurangnya kemampuan kerja pada suatu piranti tersebut. Pada umumnya agar proses perpindahan kalor dapat berjalan baik dan tidaj memunculkan masalah, peralatan dipasang suatu sirip yang berfungsi untuk memindahkan kalor secara cepat.

Untuk meningkatkan efektivitas pelepasan panas pada kondensor dapat dilakukan dengan memperbesar luas permukaan dengan menambahkan sirip pada kondensor. Sirip pada kondensor berfungsi untuk membantu memperbesar laju perpindahan panas dari permukaan kondensor terhadap lingkungan.

Sirip sangat membantu dalam mendinginkan kondensor. Kondensor yang bekerja terus menerus akan menghasilkan panas yang harus dibuang agar tidak mengganggu kerja kondensor. Sirip bekerja dengan memperluas bidang pelepasan kalor. Dengan adanya banyak celah yang terdapat pada sirip, mengakibatkan semakin luasnya permukaan yang melepas panas ke udara atau fluida pendingin, maka proses pendinginan pada kondensor semakin cepat.

Dalam penelitian ini jarak sirip dan material sirip kondensor divariasikan dari kondensor standar pada umumnya, untuk mendapatkan efektivitas laju perpindahan panasnya. Material yang digunakan sebagai sirip yaitu aluminium dengan ketebalan 1mm dengan nilai konduktivitas termal bahannya adalah 207 W/m°C. Dengan jarak variasi sirip yaitu ukuran sirip P40mm x L30mm dengan jumlah sirip sebanyak 24 dengan ketebalan sirip 0,5mm. Dari penelitian ini penulis mengambil tugas akhir yang berjudul **Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil**

### **1.2. Rumusan masalah**

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang perlu diperhatikan dalam pembuatan sirip kondensor adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana Membuat Sirip Kondensor AC Mobil .
- b. Apa saja yang diperlukan untuk Membuat Sirip kondensor Ac Mobil.

### **1.3. Ruang Lingkup**

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

1. Perancangan sirip kondensor dengan jumlah sirip sebanyak 24
2. Membuat gambar teknik hasil desain dengan menggunakan aplikasi SOLIDWORKS
3. Membuat sirip kondensor ac mobil

#### **1.4.Tujuan**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan bahan yang akan dipasang pada kondensor AC mobil.
2. Untuk merancang posisi sirip pada kondensor AC mobil.
3. Untuk membuat sirip kondensor AC mobil
4. Untuk menambah pengetahuan tentang sistem pendingin AC mobil.

#### **1.5. Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :**

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang pembuatan sirip kondensor AC mobil.
2. Diperolehnya Alat peraga AC mobil dengan konstruksi sederhana yang memudahkan pemahaman terhadap kinerja kondensor AC mobil.
3. Hasil penelitian dapat dipergunakan sebagai referensi bagi para peneliti yang tertarik pada pembuatan sirip kondensor AC mobil.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

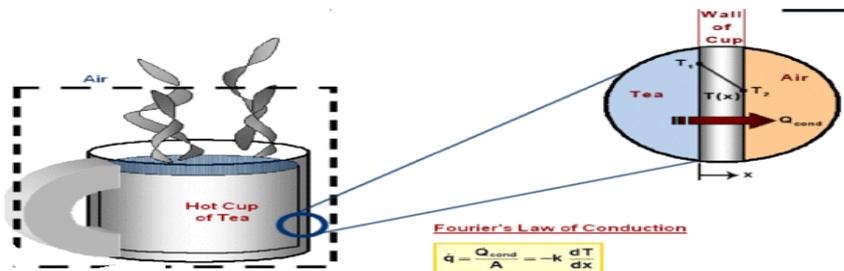
### 2.1 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi yang terjadi pada benda atau material yang bersuhu tinggi ke benda atau material yang bersuhu rendah, hingga tercapainya kesetimbangan panas. Perpindahan kalor (*heat transfer*) adalah ilmu untuk meramalkan atau menggambarkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Bila dua sistem yang suhunya berbeda disinggungkan maka akan terjadi perpindahan energi. Proses di mana perpindahan energi itu berlangsung disebut perpindahan panas. Perpindahan panas akan terjadi apabila ada perbedaan temperatur antara 2 bagian benda. Panas akan berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. (Intan dan Pujayanto, 2015) Terdapat tiga macam proses perpindahan energi kalor. Proses tersebut adalah perpindahan energi secara konduksi, konveksi dan radiasi.

#### 2.1.1 Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor dari suatu bagian benda padat atau material ke bagian lainnya. Pada perpindahan seperti pada gambar 2.1, kalor secara konduksi tidak ada bahan dari logam yang berpindah. Yang terjadi adalah molekul-molekul logam yang diletakkan di atas nyala api membentur molekul-molekul yang berada di dekatnya dan memberikan sebagian panasnya. Molekul di bagian yang lebih panas dari gas mempunyai energi rata-rata yang lebih tinggi bertumbukan dengan molekul berenergi rendah, maka sebagian energi molekul berenergi tinggi ditransfer ke molekul berenergi rendah (Klara, 2008).

$$q = KA \frac{dt}{dx} \quad (2.1)$$



Gambar 2.1 laju perpindahan panas konduksi

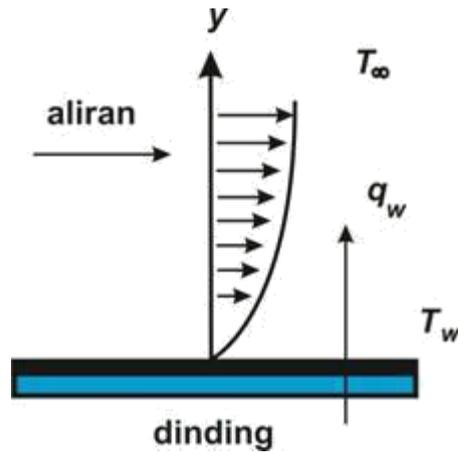
### 2.1.2 Perpindahan Panas Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas antara permukaan padat yang berbatasan dengan fluida yang mengalir, fluida dapat berupa cair maupun gas. Syarat utama mekanisme perpindahan panas konveksi adalah adanya aliran fluida. Konveksi secara alami terjadi karena perbedaan temperatur, massa jenis fluida akan berbeda sehingga fluida yang suhunya lebih tinggi menjadi lebih ringan. Akibatnya fluida akan mengalir dengan sendirinya atau tanpa adanya gaya luar. Sedangkan konveksi paksa terjadi jika fluida sebagai medium perpindahan panas dipaksa mengalir misalkan dengan menggunakan fan atau pompa. (Helen riupasa,2019)

Perpindahan panas konveksi terjadi di antara permukaan benda dan suatu fluida. perpindahan panas konveksi adalah perpaduan perpindahan panas konduksi dengan suatu aliran fluida. Perpindahan panas konveksi terdiri dari tiga jenis, yaitu konveksi paksa aliran dalam, aliran luar, dan alamiah. Apabila aliran fluida disebabkan oleh blower/fan maka disebut konveksi paksa dan apabila disebabkan oleh gradien massa jenis maka disebut konveksi alamiah. (Ambarita Himsar,2011)

Perpindahan panas konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$q = hA(T_W - T_\infty) \quad (2.2)$$



Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konveksi

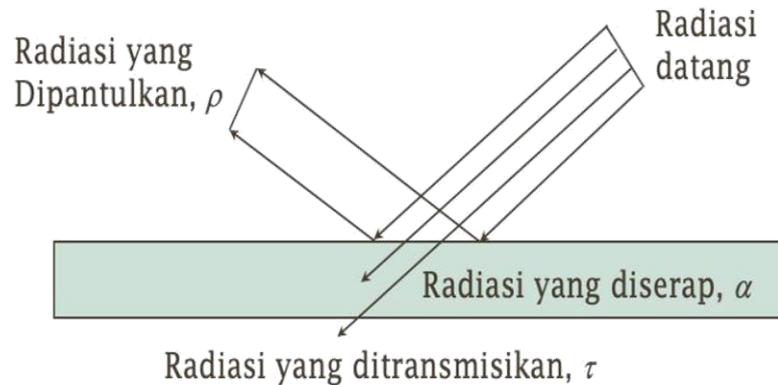
### 2.1.2 Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas melalui gelombang elektromagnet atau paket-paket energi (photon) yang dapat di bawah sampai jarak yang sangat jauh tanpa memerlukan interaksi dengan medium (ini yang menyebabkan mengapa perpindahan panas radiasi sangat penting pada ruang vakum), selain itu jumlah energi yang dipancarkan sebanding dengan temperatur benda tersebut. Kedua hal tersebut yang membedakan antara peristiwa perpindahan panas konduksi konveksi dengan perpindahan panas radiasi. Sedangkan perpindahan panas radiasi ialah distribusi energi berupa panas yang terjadi melalui pancaran gelombang cahaya dari suatu zat ke zat yang lain tanpa zat perantara, besar kecilnya radiasi suatu benda tergantung pada suhu benda dan jaraknya. Semakin tinggi suhunya semakin besar radiasi yang dikeluarkan, dan semakin jauh jaraknya semakin kecil pancaran panasnya. (Adib johan dkk,2016).

Persamaan perpindahan panas radiasi adalah :

$$Q_{\text{pancaran}} = \sigma AT^4$$

Dimana:  $\sigma$  ialah konstanta proporsional dan disebut konstanta stefan boltzman dengan nilai 5,669 . . Persamaan diatas disebut hukum stefan boltzman tentang radiasi thermal, dan berlaku hanya untuk benda hitam. Perlu dicatat bahwa persamaan diatas hanya berlaku untuk radiasi thermal saja, radiasi elektromagnetik lain tidaklah sesederhana itu.



Gambar 2.3 Perpindahan Panas Radiasi

## 2.2 Kondensor

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

1. Luas muka perpindahan panasnya meliputi diameter pipa kondensor, panjang pipa kondensor dan karakteristik pipa kondensor.
2. Aliran udara pendinginnya secara konveksi natural atau aliran paksa oleh fan.
3. Perbedaan suhu antara refrigeran dengan udara luar.
4. Sifat dan karakteristik refrigeran di dalam system.
5. Luas muka perpindahan panasnya meliputi diameter pipa kondensor, panjang pipa kondensor dan karakteristik pipa kondensor.
6. Aliran udara pendinginnya secara konveksi natural atau aliran paksa oleh fan.
7. Perbedaan suhu antara refrigeran dengan udara luar.
8. Sifat dan karakteristik refrigeran di dalam system.

Kondensor ditempatkan di dalam bak atau wadah yang berisi air yang sedang didinginkan, agar dapat melepas keluar kepada zat yang mendinginkannya. Tekanan refrigeran yang meninggalkan kondensor harus cukup tinggi untuk mengatasi gesekan pada pipa dan tahanan dari alat ekspansi,

sebaliknya jika tekanan di dalam kondensor sangat rendah dapat menyebabkan refrigeran tidak mampu mengalir melalui alat ekspansi.

### 2.2.1. Laju Perpindahan Kalor Pada Kondensor

Pada dasarnya laju perpindahan kalor pada kondensor dalam hal ini kondensor dipengaruhi oleh adanya tiga (3) hal, yaitu :

#### 1. Koefisien perpindahan kalor menyeluruh (U)

Koefisien perpindahan panas yang terjadi pada kondensor adalah konveksi yang terjadi di dalam dan di luar tube serta konduksi pada tubenya. koefisien perpindahan panas total yang terjadi merupakan kombinasi dari ketiganya. Harga koefisien perpindahan panas menyeluruh ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$U = \frac{1}{\frac{d_o}{h_o \cdot d_i} + \frac{d_o}{2k} \cdot \ln\left(\frac{d_o}{d_i}\right) + \frac{1}{h_i}} \quad (2.3)$$

Dimana:

U = Koefisien perpindahan panas menyeluruh (W/m<sup>2</sup>°C)

Hi = Koefisien perpindahan panas sisi refrijeran (W/m<sup>2</sup> °C)

ho = Koefisien perpindahan panas sisi udara (W/m<sup>2</sup> °C)

Do = Diameter luar pipa (m)

Di = Diameter dala pipa (m)

l = Tebal pipa

K = Konduktivitas termal pipa (W/m°C)

Rfo = Faktor pengotoran sisi luar (m<sup>2</sup> °C/W)

Rfi = Faktor pengotoran sisi dalam (m<sup>2</sup> °C/W)

Koefisien perpindahan kalor pada masing masing proses perpindahan kalor dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Menghitung nilai koefisien perpindahan panas konveksi bagian dalam (hi). Berdasarkan perhitungan perubahan fasa pada kondensasi digunakan rumus persamaan Cato yaitu :

Keterangan

$h_i$  = Koefisien perpindahan panas konveksi bagian dalam ( $W/m^2K$ )

$k_{l,r}$  = Konduktifitas thermal cair refrijeran ( $W/m^2K$ )

$g$  = Gaya grafitasi ( $m/s^2$ )

$\rho_{l,r}$  = Massa jenis cair refrijeran ( $kg/m^3$ )

$\rho_{v,r}$  = Massa jenis uap refrijeran ( $kg/m^3$ )

$\mu_{l,r}$  = Viskositas dinamik cair refrijeran ( $kg/m.s$ )

$T_{sat}$  = Temperatur saturasi (K)

$T_s$  = Temperatur dinding (K)

$h_{fg}$  = Kalor laten (kJ/kg)

$C_{pl,r}$  = Spesifik thermal cair refrijeran

- Menghitung nilai koefisien perpindahan panas konveksi bagian luar ( $h_o$ )

$$h_o = \frac{k}{D_o} Nu_o \quad (2.4)$$

Keterangan :

$h_o$  = koefisien perpindahan panas konveksi bagian luar ( $W/m^2K$ )

$k$  = Konduktifitas thermal ( $W/m^2^0C$ )

$D_o$  = Diameter luar (m)

- Menghitung Faktor Pengotoran Koefisien Perpindahan Panas

Setelah dipakai beberapa lama, permukaan perpindahan kolar penukar kalor mungkin dilapisi oleh endapan yang biasa terdapat dalam aliran, atau permukaan itu mungkin mengalami korosi sebagai akibat interaksi antara fluida dengan bahan yang digunakan dalam kontruksi penukar kalor. Dari kedua hal tersebut, lapisan itu memberikan tahanan termal tambahan terhadap aliran kalor, dan hal ini menyebabkan menurunnya kemampuan kerja alat itu. Pengaruh menyeluruh daripada hal tersebut diatas dinyatakan dengan faktor pengotoran, tahanan pengotoran ( $R_f$ ). Beberapa besaran faktor pengotoran hasil pengujian dan penelitian sebagai berikut

$$R_f = \frac{1}{h'_i} - \frac{1}{h_i} \quad (2.5)$$

$$R_f = \frac{1}{h'_o} - \frac{1}{h_o} \quad (2.6)$$

Keterangan :

' = Koefisien konveksi internal total (W/m<sup>2</sup>K)

' = Koefisien konveksi eksternal total (W/m<sup>2</sup>K)

Tabel 2.1 Faktor pengotoran beberapa fluida

Fluida	Rf(m <sup>2</sup> .K/W)
Air laut, air sungai, air mendidih, air suling	0,0001
Dibawah 50 °C	0,0002
Diatas 50 °C	
Bahan bakar	0,0009
Uap air (bebas minyak)	0,0001
Refrijeran (cair)	0,0002
Refrijeran (gas)	0,0004
Alkohol (gas)	0,0001
Udara	0,0004

## 2. Luas perpindahan panas

- Menghitung luas aliran dalam pipa

Luas permukaan perpindahan panas permukaan dalam pipa (Ai)

$$A_i = \frac{\pi}{4} D_i^2 \quad (2.7)$$

Luas permukaan penukar kalor total dapat juga dihitung berdasarkan

Persamaan :

- Luas permukaan penukar panas

= .Atotal. TLMTD

$$A_{total} = \frac{Q_k}{U_o \cdot \Delta T_{LMTD}} \quad (2.8)$$

Keterangan :

$A_o$  = Luas permukaan total, dalam ( $m^2$ )

$A_i$  = Luas permukaan total, luar ( $m^2$ )

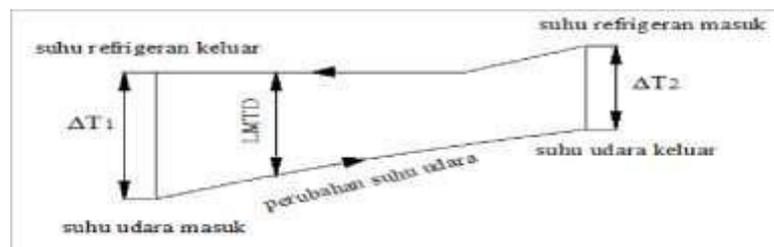
$L$  = Panjang pipa (m)

$U$  = Koefisien perpindahan panas menyeluruh ( $W/m^2K$ )

$\Delta T_{LMTD}$  = Beda suhu rata-rata logaritmik

### 3. Beda suhu rata-rata log atau *Logarithmic Mean Temperatur Difference* ( $\Delta T_{LMTD}$ )

Di dalam kondensor, banyaknya perpindahan kalor dihitung berdasarkan perbedaan temperatur logaritmik. Makin besar perbedaan temperatur rata-rata, makin kecil ukuran penukar kalor (luas bidang perpindahan kalor) yang bersangkutan.



Gambar 2.4 Selisih perbedaan temperatur rata-rata logaritmik kondensor

$$T_1 = T_{r,o} - T_{u,i} \quad (2.9)$$

$$T_2 = T_{r,i} - T_{u,o} \quad (2.10)$$

$$\Delta_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

$T_{r,i}$  = Temperatur refrijeran masuk ( $^{\circ}C$ )

$T_{r,o}$  = Temperatur refrijeran keluar ( $^{\circ}C$ )

$T_{u,i}$  = Temperatur udara masuk ( $^{\circ}C$ )

$T_{u,o}$  = Temperatur udara keluar ( $^{\circ}C$ )

Dimana LMTD ini disebut beda suhu rata-rata log atau beda suhu pada satu ujung kalor dikurangi beda suhu pada ujung lainnya dibagi dengan logaritma alamiah daripada perbandingan kedua beda suhu pada ujung lainnya. Konfigurasi aliran alternative adalah alat penukar panas dimana fluida bergerak dalam arah aliran melintang (*cross flow*) atau dengan sudut tegak lurus satu sama lainnya melalui alat penukar panas tersebut, jika suatu penukar kalor yang bukan jenis pipa ganda digunakan, perpindahan kalor dihitung dengan menerapkan faktor koreksi terhadap LMTD untuk pipa susunan ganda aliran lawan arah dengan suhu fluida panas dan dingin yang sama, maka persamaan perpindahan panas menjadi  $Q = U.A.\Delta T_{LMTD}$

### 2.3. Sirip (*Fin*)

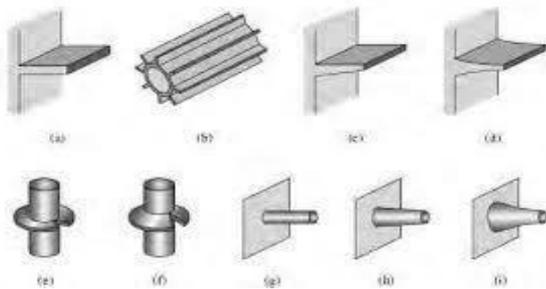
Sirip adalah sebuah permukaan yang memanjang dari objek untuk meningkatkan laju panas ke atau dari lingkungan dengan meningkatkan jumlah konduksi, konveksi, radiasi dari sebuah objek menentukan jumlah transferan panas. Aplikasi sirip juga sering dijumpai pada sistem pendinginan ruangan, peralatan elektronik, motor bakar, trailing edge sudu turbin gas dan alat penukar kalor. Sirip juga banyak digunakan untuk pendinginan perangkat komputer. Salah satu tipe sirip pada peralatan penukar kalor yang mempunyai banyak pemakaian dalam berbagai aplikasi industri adalah sirip pin.

Sirip digunakan pada alat penukar kalor untuk meningkatkan luasan perpindahan panas antara permukaan utama dengan fluida di sekitarnya. Idealnya, material untuk membuat sirip harus memiliki konduktivitas termal yang tinggi untuk meminimalkan perbedaan temperatur antara permukaan utama dengan permukaan yang diperluas. Aplikasi sirip sering dijumpai pada system pendinginan ruangan, peralatan elektronik, motor bakar, *trailing edge* sudu turbin gas, alat penukar kalor kompak, dengan udara sebagai media perpindahan panasnya. Ada berbagai tipe sirip pada alat penukar kalor yang telah digunakan, mulai dari bentuk yang relatif sederhana seperti sirip segiempat, silindris, anular, tirus atau pin sampai dengan kombinasi dari berbagai geometri yang berbeda dengan jarak yang teratur dalam susunan segaris (*in-line*) ataupun selang-seling (*staggered*).

Salah satu tipe sirip pada peralatan penukar kalor yang mempunyai banyak pemakaian dalam berbagai aplikasi industri adalah sirip pin. Sirip pin adalah elemen berbentuk silinder atau bentuk lainnya yang dipasang secara tegak lurus terhadap dinding alat penukar kalor dengan fluida pendingin mengalir dalam arah aliran melintang terhadap dinding alat penukar kalor tersebut. Sirip-sirip pin dapat meningkatkan luas permukaan pelepas panas, dan menyebabkan aliran yang turbulen sehingga meningkatkan unjuk kerja disipasi panas yang berdampak pada meningkatnya ketahanan dan umur peralatan. Terdapat berbagai parameter yang menggolongkan sirip pin, seperti bentuk pin, tinggi pin, diameter pin, perbandingan tinggi dan diameter pin dan sebagainya yang dapat disusun secara segaris ataupun secara selang-seling terhadap arah aliran fluida pendinginnya

Laju perpindahan panas dari suatu rakitan sirip pin ke lingkungan tergantung pada distribusi temperatur pada sirip pin dan plat dasar, geometri sirip pin, jarak antara ujung sirip pin dengan permukaan atas saluran udara (*shroud clearance*), sifat-sifat fluida, laju aliran udara, jarak antara titik pusat sirip (*inter-pin pitch*), susunan sirip pin dan orientasi dari alat penukar kalor. Laju perpindahan panas pada plat dasar dengan temperatur tertentu dapat ditingkatkan dengan menaikkan koefisien perpindahan panas rata-rata, menaikkan luas permukaan perpindahan panas atau kedua-duanya. Kenaikan perpindahan panas dapat dicapai dengan cara konveksi paksa atau mengubah konfigurasi geometri dari alat penukar panas. Dalam praktiknya, cara-cara ini dibatasi oleh penurunan tekanan maksimum yang diijinkan melalui susunan sirip pin tersebut karena kenaikan perpindahan panas akan disertai penurunan tekanan. Energi yang hilang karena penurunan tekanan dapat melebihi energi yang didapatkan dari usaha peningkatan perpindahan panas tersebut

Sirip adalah piranti yang berfungsi untuk mempercepat laju perpindahan panas dengan cara memperluas luas permukaan benda. Ketika suatu benda mengalami perpindahan panas secara konveksi, maka laju perpindahan panas dari benda tersebut dapat dipercepat dengan cara memasang sirip sehingga luas permukaan benda semakin luas dan pendinginannya semakin cepat. Berbagai jenis muka sirip dapat dilihat pada Gambar 2.4 (J.P. Holman 2010)



Gambar. 2.5 sirip

Sirip yang maksimum tidak didapatkan berdasarkan panjang sebuah sirip. Namun, efisiensi maksimum suatu sirip bisa didapatkan dari kuantitas material sirip (massa, volume, atau biaya), dan proses memaksimumkan ini jelas mempunyai arti ekonomi. Perlu dicatat pula bahwa sirip yang dipasang pada muka perpindahan kalor tidak selalu mengakibatkan peningkatan laju perpindahan kalor.. Hal ini disebabkan karena dibandingkan dengan tahanan konveksi, tahanan konduksi merupakan halangan yang lebih besar terhadap aliran kalor.(J.P. Holman 2010)

Untuk menunjukkan efektivitas sirip dalam memindahkan sejumlah kalor tertentu kita rumuskan suatu parameter baru, yang disebut efisiensi sirip(*fin efficiency*):

$$\eta_f = \frac{Q}{h_o PL\theta_o} = \frac{Q}{h_o 2L\theta_o} \quad (2.12)$$

Laju perpindahan panas akan meningkat dengan meningkatnya jumlah fin pada silinder, namun pada aliran udara rendah, pendinginan silinder akan berkurang dengan penyempitan jarak antar fin akibat penambahan jumlah fin. Hal tersebut disebabkan udara tidak mengalir dengan baik pada ruang antar fin (Yoshida dkk, 2006).

### 2.3.1. Aplikasi sirip dalam kehidupan

#### 2.3.1.1 Di dunia Industri

Salah satu penerapan (*fins*) di industri besar adalah pada komponen penukar kalor . pada pipa tipe double pipe dipergunakan aliran fluida tidak terlalu banyak. Penggunaan sirip disini adalah tipe double pipe, dimana HE menggunakan sirip sebagai alat untuk melepaskan kalor ke lingkungan sekitar.

#### 2.3.1.2 Di kehidupan sehari-hari

Salah satu aplikasi sirip dalam kehidupan sehari-hari adalah sistem pendingin mesin pada sepeda motor. Sirip berguna menjadi perantara pelepasan energi panas yang dihasilkan ruang bakar motor. Jika energi panas yang dihasilkan ruang bakar tidak dialirkan atau dilepaskan ke udara, maka akan terjadi pemuaian yang berlebihan pada logam komponen mesin yang akan berakhir dengan macet nya piston pada silinder.

## 2.5. Aluminium

Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang memiliki sifat hantar listrik yang baik, tahan korosi dan ringan. Aluminium juga merupakan logam yang memiliki kekuatan rendah dan lunak. Material ini banyak digunakan untuk peralatan rumah tangga, konstruksi, industri dan lain-lain



Gambar 2.5. Aluminium 0,5 mm

#### 2.4.1. Sifat-sifat Aluminium:

##### 1. Sifat fisik Aluminium

- a. Penghantar panas dan listrik yang baik
- b. Tahan terhadap korosi
- c. Memiliki berat jenis ringan ( $2,7\text{gr/cm}^2$ )
- d. Kekuatannya akan meningkat bila dipadukan dengan logam lain (alloy)
- e. Mudah ditempa atau difabrikasi
- f. Harga yang ekonomis

##### 2. Sifat Mekanik Aluminium

Sifat mekanik adalah sifat yang menyatakan kemampuan suatu material atau komponen menerima beban, gaya atau energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material ataupun komponen tersebut. Kekuatan (strength) merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi menjadi beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi dan kekuatan lengkung.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

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

#### 3.1.2 Waktu

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

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Waktu (bulan)						
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1	pengajuan judul	■						
2	Studi Literature	■	■					
3	Desain alat			■				
4	Perakitan Alat				■			
5	Pengujian Alat					■		
6	Pengolahan Data						■	
7	Penulisan Laporan						■	■
8	Seminar dan sidang						■	■

### 3.2. Bahan dan Alat

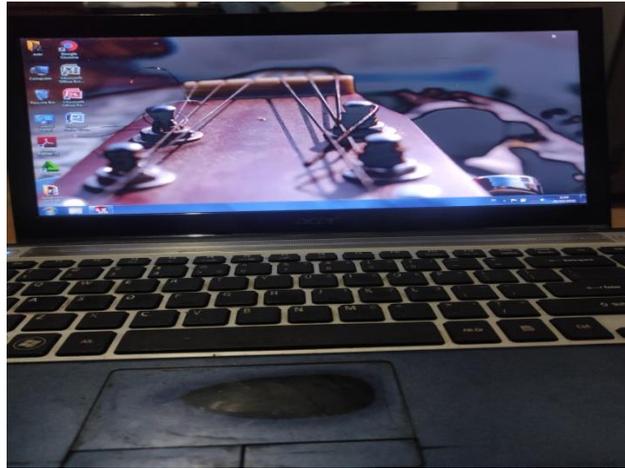
#### 3.2.1 Bahan pembuatan kondensor

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

### 3.2.1.1. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam analisa numerik ini adalah sebagai berikut :

- a. Proccesor : Windows 7
- b. Ram : 4,00 GB
- c. Operating system : Intel(R) Core (TM) i3 CPU M380 2,53ghz



Gambar 3.1 Laptop

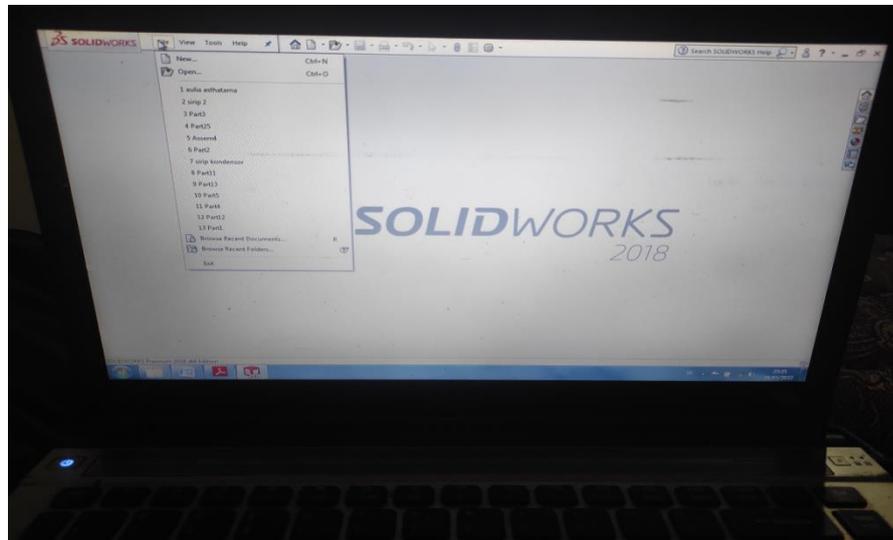
### 3.2.1.2. Software Solidwork

*Software solidworks* yang sudah terinstal pada laptop adalah solidworks 2018 dengan persyaratan sistem pada komputer. Program solidworks merupakan program komputer yang berfungsi untuk melakukan desain dan analisa kekuatan. Program tersebut dapat membantu kita dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, waktu market dari benda pun dapat dipercepat. *Solidworks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Parameter mengacu pada kendala yang nilainya menentukan bentuk atau geometri dari model atau perakitan. Parameter dapat berupa parameter numerik, seperti panjang garis atau diameter lingkaran, atau parameter geometris, tangen paralel, paralel konsentris, horizontal atau vertikal parameter ( Prabowo, 2009).

Program ini relatif lebih mudah digunakan dibandingkan program-program sejenisnya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *solidworks*

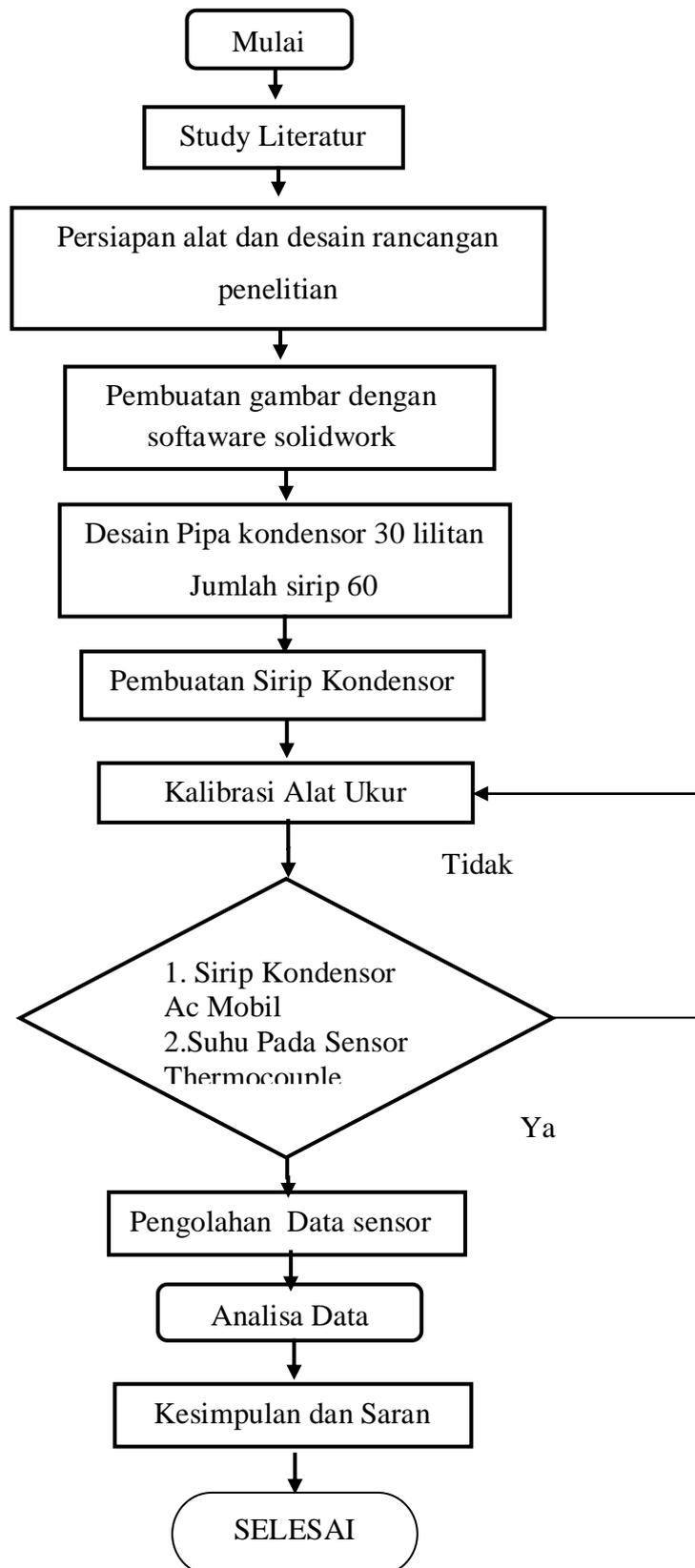
juga biasa digunakan untuk menggambar 2D dari komponen tersebut bisa dikonversi ke format dwg yang dapat dijalankan pada program CAD.

Dibawah ini adalah contoh gambar tampilan dari *Solidworks 2018*



Gambar 3.2 Solidworks 2018

### 3.3.Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

### 3.4 Pembuatan Sirip kondensor

#### 3.4.1. Langkah-langkah pembuatan sirip kondensor Ac mobil

Adapun langkah-langkah pembuatan sirip kondensor Ac mobil adalah sebagai berikut:

1. Memotong palt alumunium dengan ukuran yang telah di tentukan Seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.4



Gambar 3.4 Pemotongan sirip kondensor

2. Melubangi plat alumunium dengan menggunakan bor dengan ukuran diameter lubang yang telah ditentukan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6



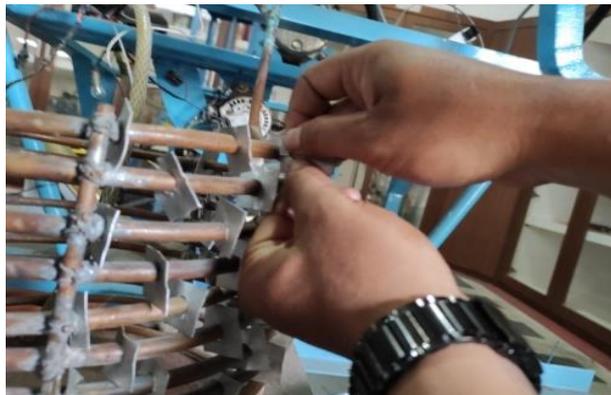
Gambar 3.5 Melubangi plat alumunium

3. Plat alumunium yang sudah menjadi sirip kondensor seperti pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Sirip Kondensor

4. Penyambungan potongan plat alumunium yang sudah menjadi sirip pada pipa kondensor, seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Menyambung potongan aluminium

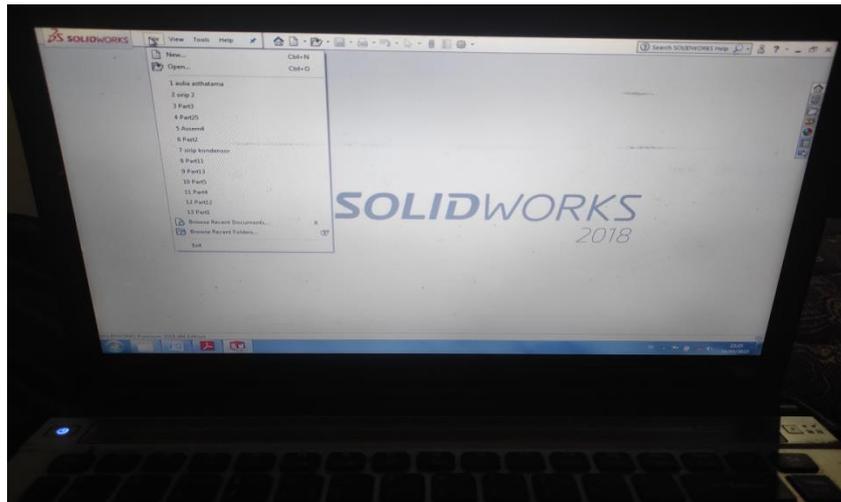
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Pembuatan Dan Pengujian sirip kondensor Ac Mobil

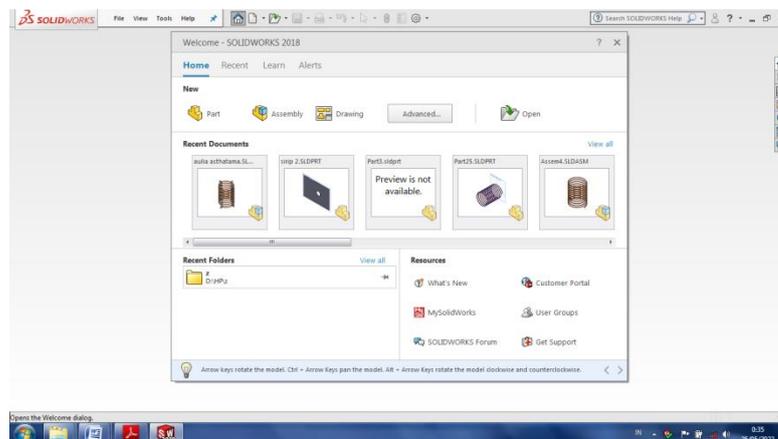
##### 4.1.1. Desain Sirip Kondensor Ac Mobil

1. Membuka *software solidworsk* 2018, seperti pada gambar 4.1



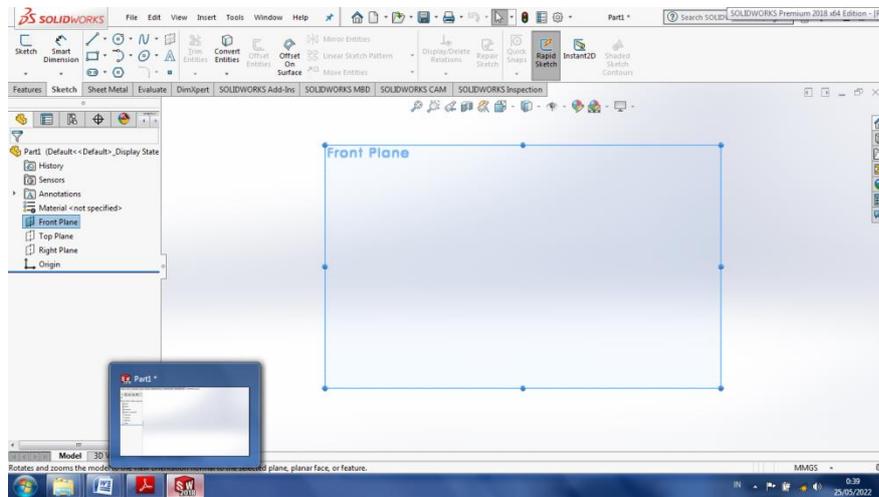
Gambar 4.1. Tampilan Awal *Solidwork* 2018

2. Selanjutnya membuka *window* untuk memulai membuat gambar desain. Disini kita pakai menu Part/menu paling atas dari tampilan berikut. Seperti pada gambar 4.2



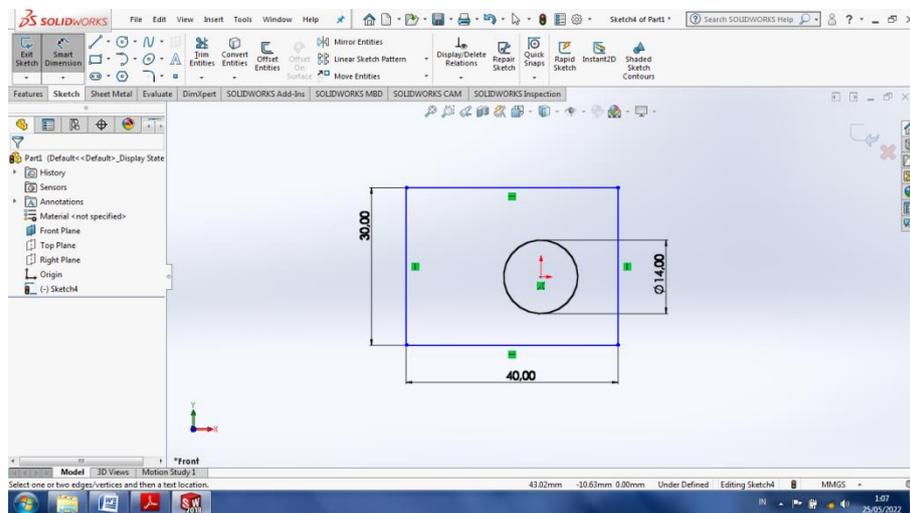
Gambar 4.2 *Window* untuk memulai membuat gambar

3. Setelah tampilan terbuka, pilih *front plane* untuk tahap awal menggambar, seperti pada gambar 4.3



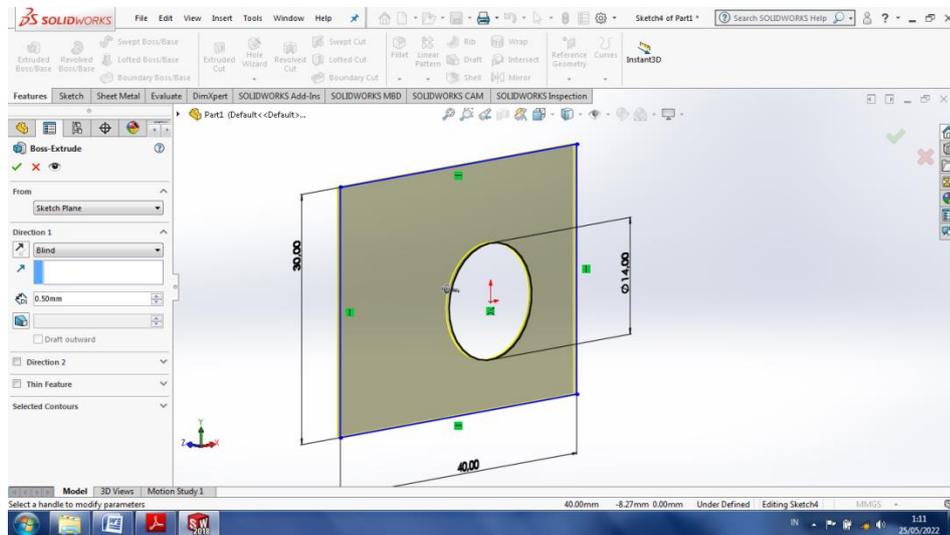
Gambar 4.3. tampilan *Front plane*

4. Selanjutnya pilih *sketch* lalu pilih *orner ractangel*, tarik gambar lalu buat ukuran dengan panjang 40 mm, lebar 30mm, dan diametr lingkaran dalam 14mm. Seperti pada Gambar 4.4.tadi ke dudukan pipa yang sudah di buat sebelumnya.



Gambar 4.4. *Sketch* srip kondensator ac mobil

5. Gambar desain sirip kondensor setelah di *Boos-Extrude*, seperti pada gambar 4.5



Gambar 4.5. Desain sirip kondensor setelah di *Boos-Extrude*

## 4.2. Hasil Pembuatan Dan Pengujian Sirip kondensor

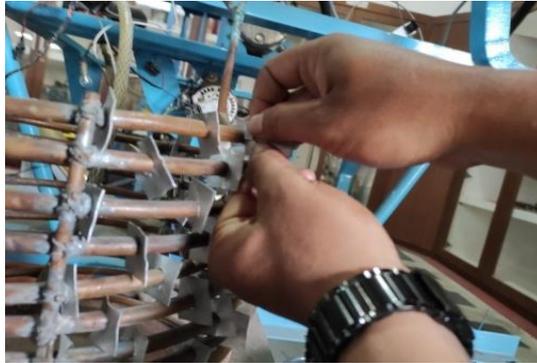
### 4.2.1 Hasil Pembuatan Sirip Kondensor

1. Adapun langkah-langkah dalam melakukan pembuatan sirip kondensor ini yang pertama kali saya lakukan adalah menyiapkan bahan yaitu: plat aluminium dengan ketebalan 0,5mm , seperti pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Plat aluminium 0,5mm

2. Lalu memasang potongan plat aluminium yang sudah di potong dan di lubang sebanyak 24 keping potongan, dan memasangkannya pada kondensor pipa tembaga spiral, seperti pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Memasang potongan aluminium

3. Berikut adalah hasil dari pembuatan sirip kondensor ac mobil, seperti pada gambar 4.8



Gamabr 4.8 Hasil pembuatan sirip kondensor

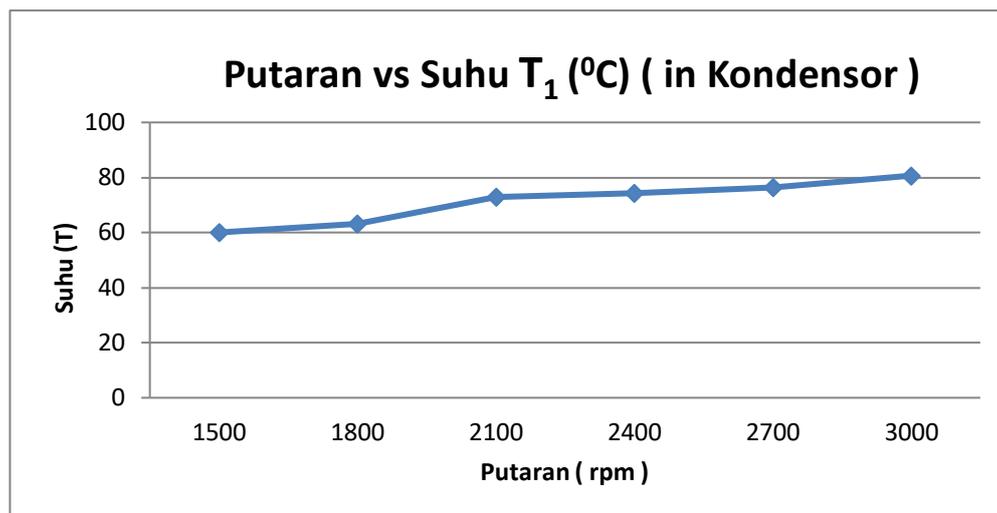
#### 4.2.2 Hasil Pengujian Sirip Kondensor

Hasil pengujian sirip kondensor terhadap putaran dan tekanan, yang dilakukan oleh rekan kelompok penelitian saya DITRA ANDREANATA ASPIN (Pengujian Sirip Kondensor Ac mobil) 2021

Tabel 4.1 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_1$ ) ( In Kondensor )

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

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



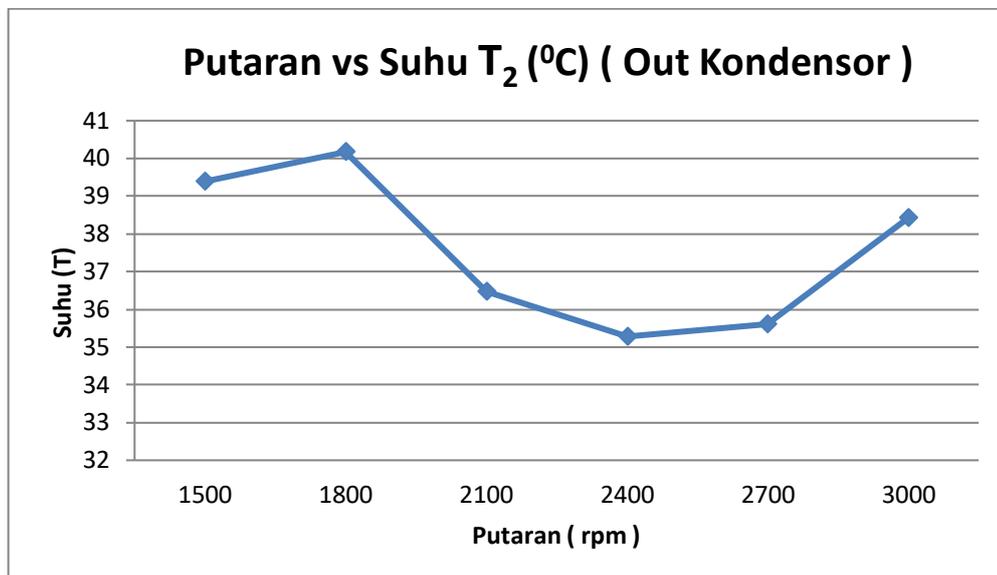
Gambar 4.9 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_1$  (°C) In Kondensor

Dari Gambar 4.9 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor akan naik menjadi 80,67°C. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor akan menurun menjadi 60,035°C.

Tabel 4.2 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_2$ ) ( Out Kondensor ).

Putaran	Suhu
Rpm	$T_2$ °C
Out Kondensor	
1500	39,379
1800	40,17
2100	36,47
2400	35,28
2700	35,61
3000	38,43

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



Gambar 4.10 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_2$  (°C) In Kondensor

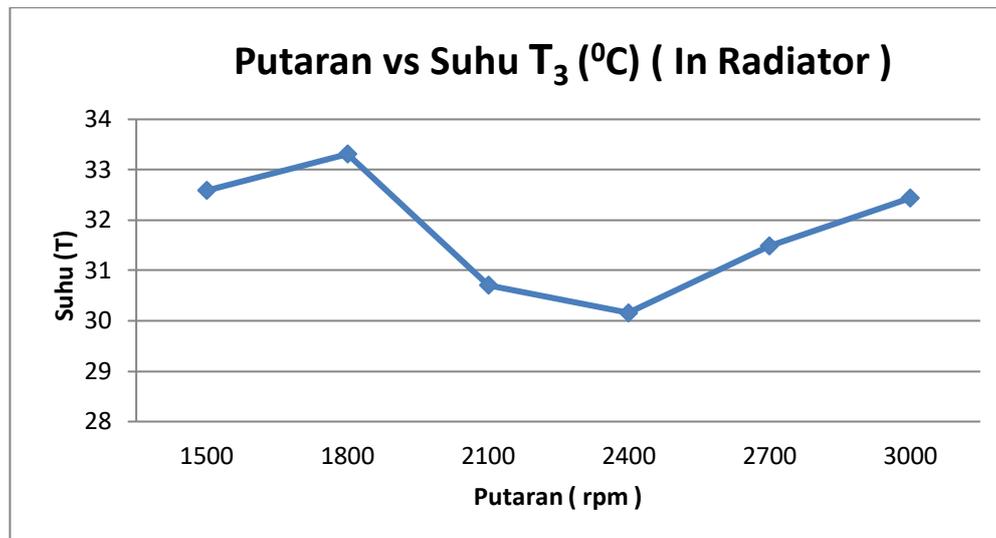
Dari Gambar 4.10 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor akan turun menjadi 38,43 °C. Apabila garis grafik kecepatan putaran kompresor Ac mobil turun dengan

putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor akan naik menjadi 39,379 °C.

Tabel 4.3 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_3$ ) ( In Radiator ).

Putaran rpm	Suhu $T_3$ °C In Radiator
1500	32,593
1800	33,31
2100	30,7
2400	30,16
2700	31,49
3000	32,43

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



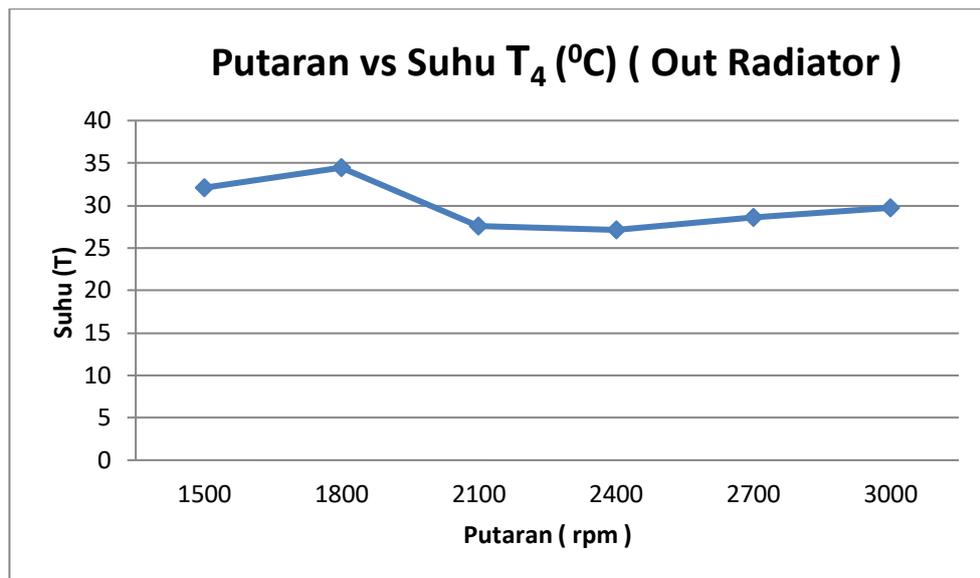
Gambar 4.11 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_3$ (°C) In Radiator

Dari Gambar 4.11 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator akan turun menjadi 32,43 °C. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator akan naik menjadi 32,593 °C.

Tabel 4.4 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_4$ ) ( Out Radiator ).

Putaran rpm	Suhu $T_4$ °C Out Radiator
1500	32,082
1800	34,45
2100	27,58
2400	27,12
2700	28,56
3000	29,7

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



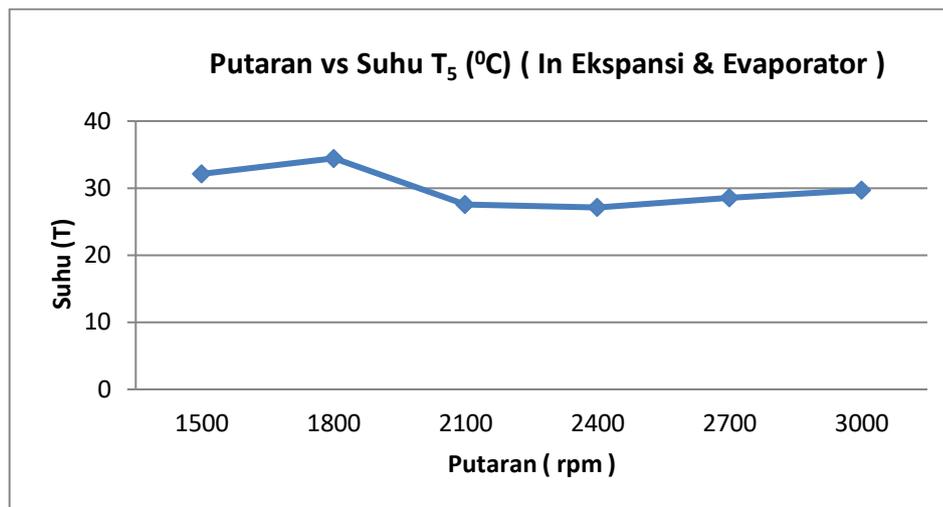
Gambar 4.12 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_4$ (°C) Out Radiator

Dari Gambar 4.12 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator akan turun menjadi 29,7. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator akan naik menjadi 32,082 °C.

Tabel 4.5 Putaran (rpm) vs Suhu ( $T_5$ ) ( In Ekspansi & Evaporator ).

Putaran rpm	Suhu $T_5$ °C In Ekspansi & Evaporator
1500	32,082
1800	34,45
2100	27,58
2400	27,12
2700	28,56
3000	29,7

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



Gambar 4.13 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_5$ (°C) In Ekspansi & Evaporator

Dari Gambar 4.13 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan turun menjadi 30,99 °C. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan naik menjadi 33,609 °C.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil dan Simulasi yang telah dilakukan maka dengan ini dapat di beri kesimpulan sebagai Berikut :

1. Putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor akan naik menjadi  $80,67^{\circ}\text{C}$ . Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor akan menurun menjadi  $60,035^{\circ}\text{C}$ .
2. Putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor akan turun menjadi  $38,43^{\circ}\text{C}$ . Apabila garis grafik kecepatan putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor akan naik menjadi  $39,379^{\circ}\text{C}$ .
3. Putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator akan turun menjadi  $32,43^{\circ}\text{C}$ . Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator akan naik menjadi  $32,593^{\circ}\text{C}$
4. Putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator akan turun menjadi  $29,7^{\circ}\text{C}$ . Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator akan naik menjadi  $32,082^{\circ}\text{C}$
5. Putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan turun menjadi  $30,99^{\circ}\text{C}$ . Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan naik menjadi  $33,609^{\circ}\text{C}$ .
6. Penyebabnya yaitu terjadi karena Putaran dan Tekanan, apabila grafik putaran naik maka grafik tekanan akan naik dan apabila grafik putaran turun maka

grafik tekanan akan turun. Dan kenapa bisa terjadi seperti itu, karena hasil tersebut di dapatkan ketika Ac mobil di hidupkan udara dari evaporator keluar

## **5.2. Saran**

Penulis sepenuhnya menyadari simulasi pembuatan sirip kondensor ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar di kembangkan lagi dengan menggunakan software-software lainnya yang sejenis, dan juga karena ini merupakan bahasan yang menarik dan masih bisa di kembangkan lebih banyak lagi agar menjadi sempurna dan bisa lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita H. (2017) *Perpindahan Panas Dan Massa*. Penerbit Intelegensi Media, Malang .
- Aspin Andreanata Ditra, Pengujian Sirip Kondensor Ac Mobil, 2021
- Awaluddin, Muhammad (2007). *Analisis Perpindahan Kalor Pada Heat Exchanger Pipa Ganda Dengan Sirip Berbentuk Delta Wing*. Laporan Tugas Akhir, Semarang : Program Studi Teknik Mesin UNS
- Fachrudin,Rochman dan Gumono. (2019). *Pengaruh Jumlah Sirip Terhadap Perpindahan Panas Pada Double Pipe Heat Exchanger*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 2 No. 2. Politeknik Negeri Malang.
- Holman.J.P, *Heat and Mass Transfer*, Second Edition.,McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering: New York, (2007). (hal.4,26-31)
- Janna, William. 2000. *Engineering Heat Transfer, Second Edition*. CRC Press LLC : Florida
- Janna, William. 2000. *Engineering Heat Transfer, Second Edition*. CRC Press LLC : Florida
- Siregar C.A, dan Irfansyah, (2018) *Numerical Study Of Performance Using Winglets In The Compact Type Heat Exchanger*, Vol. 1 No. 1, 20-29
- Sitompul, M., 1993, *Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger) Edisi 1*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persad
- Suswanto, dkk. (2015). *Perpindahan Panas Pada Heat Exchanger Dobel Pipa Dengan Sirip Berbentuk Siku Empat*. Program Studi Teknik Industri, Vol. 10 No. 1. Universitas Pancasakti Tegal
- 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>

## LAMPIRAN

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil

Nama : aulia asthatama siregar  
NPM : 1407230238

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

o	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
-		- Pembelian sponges tugas	u
		- Pembelian rujukan penelitian	u
		- Pembelian rumus & diagram	u
		- Pembelian Metalle	u
		- Pembelian Analisa	u
		- lanjut ke Pembimbing	u
		- Aco, amir	u

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil

Nama : Aulia Asthatama Siregar  
NPM : 1407230238

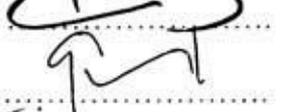
Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

o Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	- Perbaiki margin	AH.
	- Perbaiki jarak spasi	AH.
	- Perbaiki taba	AH.
	- Perbaiki bagian air Pencelitan	AH.
	- Perbaiki prosedur Pencelitan	AH.
	- Perbaiki Daftar pustaka	AH.

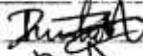
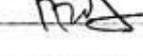
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : **Aulia Athatama Siregar**  
 NPM : 1407230238  
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	:	KhairulUmurani.S.T.M.T	
Pembimbing – II	:	Ahmad Marabdi.Siregar.S.T.M.T	
Pemanding – I	:	Munawar A Siregar.S.T.M.T	
Pemanding – II	:	Chandra A Siregar.S.T.M.T	

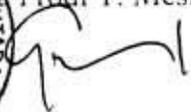
  

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230235	DITR ANDREA NATA ASPIN	
2	1607230027	MASNUR HADI PRATAMA	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 18 Shafar 1443 H  
 29 September 2021 M



Prodi T. Mesin

  
 Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

---

NAMA : Aulia Asthatama Siregar  
NPM : 1407230238  
Judul T.Akhir : Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.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 :

.....  
*Perbaikan sisi dan penguatan saat*  
*Seminar*  
.....

- 3 Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 18 Shafar 1443 H  
29 September 2021 M

Diketahui :  
Ketua Prodi T. Mesin

Chandra A Siregar.S.



Dosen Pembanding - I

Munawar A Siregar.S.T.M.T

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

---

NAMA : Aulia Asthatama Siregar  
NPM : 1407230238  
Judul T.Akhir : Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.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 :

..... *lihat laporan Skripsi* .....

- 3 Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 18 Shafar 1443 H  
29 September 2021 M

Diketahui :  
Ketua Prodi T. Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T



Dosen Pembanding - II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

---

NAMA : Aulia Asthatama Siregar  
NPM : 1407230238  
Judul T.Akhir : Pembuatan Sirip Kondensor AC Mobil.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.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 :

..... *lihat laporan Skripsi* .....

- 3 Harus mengikuti semina: kembali  
Perbaikan :

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

Medan 18 Shafar 1443 H  
29 September 2021 M

Diketahui :  
Ketua Prodi T. Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T



Dosen Pemanding - II

Chandra A Siregar.S.T.M.T



UMSU

Cerdas | Terpercaya

Alamat surat-menyurat: Jl. Sisinga No. 100, Medan 20135  
Telp. (061) 6622400 Fax. (061) 6622401

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 :1825//II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 23 November 2020 ini Menetapkan :

Nama : AULIA ASTHATAMA SIREGAR  
Program Study : TEKNIK Mesin  
Semester : X111 ( Tiga Belas )  
Npm : 1407230238  
Judul TugaS Akhir : PEMBUATAN SIRIP KONDENSOR AC MOBIL .

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 07 Rabiul Akhir 1442 H  
23 November 2020 M



Dekan

M. Afansury Siregar, ST.,MT

0101017202

Cc. File

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**  
**CURRICULUM VITAE**



**A. DATA PRIBADI**

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. Nama                  | : Aulia Asthatama Siregar  |
| 2. Jenis Kelamin         | : Laki – Laki  |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Teluk, 25 Mei 1996   |
| 4. Kebangsaan            | : Indonesia  |
| 5. Status                | : Belum Menikah  |
| 6. Tinggi / Berat Badan  | : 160 cm / 48 kg   |
| 7. Agama                 | : Islam  |
| 8. Alamat                | : Telaga Jernih blok A<br>Kel/ Desa Telaga Jernih<br>Kec. Secanggang<br>Kab. Langkat |
| 9. No. Hp                | :  |
| 10. Email                | : auliaasthatama.siregar@gmail.com   |

**B. Riwayat Pendidikan**

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. 2002 – 2008 | : SDN 050707  |
| 2. 2008 – 2011 | : SMP Negri 2 Stabat  |
| 3. 2011 – 2014 | : SMK Putra Jaya Stabat   |
| 4. 2014 – 2021 | : Universitas Muhammadiyah<br>Sumatera Utara, Fakultas Teknik,<br>Program Studi Teknik Mesin S1 |