

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN RUSUK V BERLUBANG PADA ALAT PERPINDAHAN PANAS SALURAN SEGIEMPAT

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

Disusun Oleh:

IBNU HADI
1707230076



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : IBNU HADI
Npm : 1707230076
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segiempat
Bidang Ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

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

Medan, 21 juli 2022

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Penguji I



Muharnif M. S.T., M.Sc

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing



Khairul Umurani, 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 : Ibnu Hadi
Tempat / Tanggal Lahir : Laut Dendang / 01 juni 1997
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“PEMBUATAN RUSUK V BERLUBANG PADA ALAT PERPINDAHAN PANAS SALURAN SEGIEMPAT”

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di peroses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/keserjanaan 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 juli 2022

Saya yang Menyatakan,



Ibnu Hadi

ABSTRAK

Sekarang ini ilmu pengetahuan dan teknologi manufaktur telah berkembang dengan pesat. Sejalan dengan ini maka suatu hasil produksi manufaktur harus di imbangin dengan peningkatan kualitas produk, tidak terkecualin pada proses permesinan yang menggunakan mesin perkakas seperti mesin *milling*, mesin sekrup, mesin gerinda, dan mesin bubut. Pada pembuatan rusuk V berlubang pada alat perpindahan panas saluran segiempat. Diameter saluran segiempat panjang 2440 mm, lebar 240 mm, dan tinggi 157 mm. Spesifikasi dimensi bagian dalam saluran segiempat panjang, 700 mm, lebar 216 mm dan tinggi 128 mm. Elemen yang digunakan rusuk V menggunakan material alumunium. Dalam penelitian ini menggunakan rusuk V 90°, jumlah rusuk V 5 dan V 10 memiliki dimensi dengan panjang rusuk 31,07 mm, tebal 10 mm dan sambungan rusuk V panjang 75 mm, lebar 10 mm dan tebal 10 mm, memiliki 5 buah lubang berdensi lubang bagian depan 5 mm dan lubang bagian belakang 3 mm. Jarak antara rusuk V di saluran segiempat 68 mm. Kecepatan udara yang di variasikan dalam penelitian adalah 10 m/s, aliran udara masuk 29.4 °C aliran udara keluar 31 °C, 20 m/s aliran udara masuk 20.7 °C aliran udara keluar 33 °C, 30 m/s aliran udara masuk 30.8 °C aliran udara keluar 32.3 °C, 40 m/s aliran udara masuk 31 °C aliran udara keluar 31.8 °C, 50 m/s aliran udara yang masuk 31 °C aliran udara keluar 33 °C. Laju udara yang terjadi di alat perpindahan panas saluran segiempat.

Kata kunci : Saluran segiempat, Rusuk V 90° Berlubang, Rusuk V alumunium

ABSTRACT

Today, science and manufacturing technology has developed rapidly. In line with this, a manufacturing product must be balanced with an increase in product quality, including machining processes that use machine tools such as milling machines, scrap machines, grinding machines, and lathes. In the manufacture of perforated V ribs in a rectangular channel heat transfer device. The diameter of the rectangular channel is 2440 mm long, 240 mm wide and 157 mm high. The specifications for the inner dimensions of the rectangular channel are 700 mm, width 216 mm and height 128 mm. The elements used are V ribs using aluminum material. In this study using a 90° V rib, the number of V 5 and V 10 ribs has dimensions of 31.07 mm long, 10 mm thick and the V rib connection is 75 mm long, 10 mm wide and 10 mm thick, has 5 holes with hole dimensions. 5 mm front and 3 mm rear holes. The distance between the V ribs in the rectangular channel is 68 mm. The air velocity that was varied in the study was 10 m/s, the incoming air flow was 29.4 °C the outgoing air flow was 31 °C, 20 m/s the incoming air flow was 20.7 °C the outgoing air flow was 33 °C, 30 m/s the incoming air flow was 30.8 °C the air flow out 32.3 °C, 40 m/s airflow in 31 °C airflow out 31.8 °C, 50 m/s airflow in 31 °C airflow out 33 °C. The rate of air that occurs in the rectangular duct heat transfer device.

Keywords: rectangular channel, 90° V-rib with holes, aluminum V-rib

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 yang berjudul “Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada alat Perpindahan Panas Saluran Segiempat” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

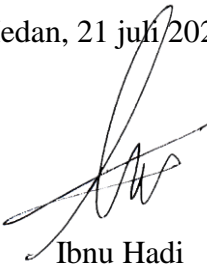
Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan kepada:

1. Bapak Khairul Umrani, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dosen penguji I dan Bapak dosen penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Rizaldi dan Elidawati yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat dan penulis: M Wahyu Rinaldi, Muhammad Walidi, Ikhsan Abdillah, dan lain-lain yang tidak mungkin disebutkan namanya satu per satu.

penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Abangda Abdul Gani Harahap S.T yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

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 Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi dan manufaktur Teknik Mesin.

Medan, 21 juli 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ibnu Hadi', written in a cursive style.

Ibnu Hadi

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	ii
LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENANTAR	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	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Proses Manufaktur	5
2.1.1. Proses Permesinan	6
2.2. Proses Milling	8
2.2.1. Parameter Proses Milling	9
2.3. Pengaplikasi Rusuk	12
2.4. Rusuk	13
2.5. Perpindahan panas	15
2.5.1. Perpindahan Panas Konduksi	15
2.5.2. Perpindahan Panas Konveksi	16
2.5.3. Perpindahan Panas Radiasi	17
2.6. Saluran Segiempat	17
2.7. Alumunium	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1. Tempat Dan Waktu	20
3.1.1. Tempat Penelitian	20
3.1.2. Waktu	20
3.2. Bahan Dan Alat	21
3.2.1. Bahan	21
3.2.2. Alat	24
3.3. Bagan Alir	28
3.4. Rancangan Alat	29
3.5. Prosedur Pembuatan	31

3.5.1. Pembuatan Rusuk V	31
3.5.2. Pembuatan Saluran Segiempat	32
3.5.3. Pembuatan Braket Blower	32
3.5.4. Pembuatan <i>Heatter</i>	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Hasil dari Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segiempat	34
4.1.1. Merancang dan Membuat Rusuk V	34
4.1.2. Pembuatan Sambungan Rusuk V	36
4.2. Pembuatan Saluran Segiempat	39
4.2.1. Pemotongan Triplek	40
4.2.2. Pedempulan	41
4.2.3. Pengamplasan	42
4.2.4. Pengecatan	43
4.3. Pembuatan Braket Blower	44
4.4. Pembuatan <i>Heatter</i>	45
4.5. Perakitan Alat	46
4.6. Merangkai Kelistrikan Thermostart	50
4.7. Percobaan Pengujian Sensor	50
4.8. Pembahasan	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBARAN ASITENSI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Milling	8
Gambar 2.2 Klasifikasi Proses Frais	8
Gambar 2.3 Skematis Proses <i>Milling Vertikal</i> dan <i>Milling Horizontal</i>	9
Gambar 2.4 Skema Alat Penelitihan	12
Gambar 2.5 Conroh Sirip	13
Gambar 2.6 Tulangan Rusuk Turbin	14
Gambar 2.7 Perpindahan Panas Konduksi	16
Gambar 2.8 Perpindahan Panas Konveksi	17
Gambar 2.9 Perpindahan Panas Radiasi	17
Gambar 2.10 Saluran Segiempat	18
Gambar 3.1 Plat Alumunium Alloy	21
Gambar 3.2 Triplek	21
Gambar 3.3 Pemanas Listrik (<i>Electric Heater</i>)	22
Gambar 3.4 Pipa PVC	22
Gambar 3.5 Corong Minyak	23
Gambar 3.6 Paku	23
Gambar 3.7 Thermostat	24
Gambar 3.8 Mesin Milling	24
Gambar 3.9 Mesin Sekrap	25
Gambar 3.10 Mesin Gerinda	25
Gambar 3.11 Jangka Sorong	26
Gambar 3.12 Ragum	26
Gambar 3.13 Pisau Milling	27
Gambar 3.15 Bagan Alir	28
Gambar 3.16 Rancangan Rusuk V	29
Gambar 3.17 Rancangan Saluran Segiempat	30
Gambar 4.1 Rancangan Rusuk V	34
Gambar 4.2 Rancangan Rusuk V Berlubang	35
Gambar 4.3 Pemotongan Alumunium	35
Gambar 4.4 Rancangan Rusuk V Berlubang Dengan Sudut 90°	38
Gambar 4.5 Pemotongan dan Pengikisan Rusuk V	38
Gambar 4.6 Rancangan Sambungan Rusuk V	37
Gambar 4.7 Plat Alumunium	37
Gambar 4.8 Pemotongan Dengan Mesin Sekrap	38
Gambar 4.9 Proses Pemillingan	38
Gambar 4.10 Proses Pembuatan Lubang Alumunium	39
Gambar 4.11 Rancangan Saluran Segiempat	39
Gambar 4.12 Rancangan Saluran Segiempat	39
Gambar 4.13 Proses Pemotongan Triplek	40
Gambar 4.14 Proses Perakitan Saluran Segiempat	40
Gambar 4.15 Proses Pendempulan	41
Gambar 4.16 Proses Pengamplasan	42

Gambar 4.17 Proses Pelapisan Epoxy	43
Gambar 4.18 Proses Pengecatan	43
Gambar 4.19 Corong Minyak dan Pipa PVC	44
Gambar 4.20 Penyambungan Pipa	44
Gambar 4.21 Penyambungan Corong	45
Gambar 4.22 Pemotongan Mika Tahan Panas	45
Gambar 4.23 Rangkaian <i>Heatter</i>	46
Gambar 4.24 Pemasangan Busa Tahan Panas	46
Gambar 4.25 Posisi Mika Tahan Panas	47
Gambar 4.26 Posisi <i>Heatter</i>	47
Gambar 4.27 Posisi Tutup <i>Heatter</i> Menggunakan Mika Tahan Panas	48
Gambar 4.28 Letakan Plat Alumunium	48
Gambar 4.29 Susuna Rusuk V	49
Gambar 4.30 Pemasangan Braket Blower	49
Gambar 4.31 Rangkaian Kelistrikan <i>Heatter</i>	50
Gambar 4.32 Percobaan Sensor	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Cutting Speed Milling</i> (Rahdiyanta and yogyakarta, 2010)	10
Tabel 2.2 <i>Feed</i> untuk proses <i>milling</i> (Rahdiyanta and yogyakarta)	11
Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	20
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Udara Masuk dan Udara Keluar	51

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
V	Cutting Speed	m/menit
d	Diameter Pisau	mm
n	Putaran Mesin	Rpm
fz	Gerak makan per gigi	-
Vf	Kecepatan makan	mm/putaran
z	Jumlah gigi pisau	-
n	Puataran spindel	Rpm
lt	$L_v + l_n$	Mm
lv	1	Untuk <i>Milling</i> datar
lv	≥ 0	Untuk <i>Milling</i> tegak
ln	$\approx d/2$	Untuk <i>Milling</i> tegak
q	Laju Perpindahan panas	(kj/det,W)
k	Konduktivitas termal	(W/m°C)
A	Luas penampang	(m ²)
q	Laju perpindahan panas konveksi	(Watt)
h	Koefisien perpindahan panas konveksi	(W/m°C)
A	Luas permukaan Benda	(m ²)
T	Temperatur rata-rata fluida	(K)
Cos ϕ	Faktor daya	-
ε	Emisivitas Bahan	-
σ	Konstantan	(5,67x10 ⁻⁸), w ² /m ² K ²

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sekarang ini ilmu pengetahuan dan teknologi manufaktur telah berkembang dengan pesat. Sejalan dengan ini maka suatu hasil produksi manufaktur harus diimbangi dengan peningkatan kualitas produk, tidak terkecuali pada proses pemesinan yang menggunakan mesin perkakas seperti mesin *milling*, mesin sekrap, mesin gerinda, dan mesin bubut. Proses pemesinan yang membuat sebagian komponen mesin bisa didominasi dengan menggunakan material aluminium *alloy*. Material aluminium *alloy* ini setelah dikerjakan dengan mesin yang berbeda akan menghasilkan tingkat kekasaran yang berbeda-beda (Saputra, 2018).

Manufaktur adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu produk proses merubah bahan baku menjadi suatu produk ini meliputi perancangan produk, pemilihan material, dan tahap-tahap proses dimana produk tersebut dibuat (Supriyanto, 2013). Manufaktur melibatkan pembuatan produk dari proses pemesinan yaitu proses pembuatan yang menggunakan mesin-mesin perkakas potong untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dengan membuang sebagian material, sedangkan perkakas potongnya dibuat dari bahan yang lebih keras dari pada material yang di potong (Agung Krisntanto, 2010).

Proses pembentukan komponen melalui permesinan dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak dipergunakan (*geram/chips*), sehingga terbentuk benda kerja. Proses pemotongan dengan menggunakan mesin perkakas adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan sebuah produk yang baku dari logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai dengan 80% dari seluruh proses pembuatan komponen mesin yang komplit dilakukan dengan proses permesinan. Kualitas barang produksi yang dianggap baik biasanya ditandai dengan kualitas permukaan komponen yang baik. Untuk mendapatkan hasil kualitas permukaan yang sesuai dengan tuntutan perancang bukan hal yang mudah, karena banyak faktor yang harus diperhatikan.

Perpindahan panas merupakan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda maupun material. Perpindahan panas banyak di temukan dalam perindustrian, seperti industri minyak, pembangkit listrik, pengolahan gas alam dan banyak lagi industri lain-lainnya. Biasanya pemanasnya yang digunakan berasal dari energi listrik maupun pemanas dari bahan pembakaran, dan pendingin yang digunakan adalah air dan udara.

Laju perpindahan panas pada plat dasar dengan suhu tertentu dapat ditingkatkan dengan menaikkan koefisien perpindahan panas rata-rata, menaikkan luas permukaan perpindahan panas atau kedua-duanya, Kenaikan perpindahan panas dapat mencapai dengan cara kenveksi paksa (*force convection*) atau mengubah konfigurasi geometri dali alat penukar panas. Dalam praktiknya, cara-cara ini dibatasi oleh penurunan tekanan maksimum yang diizinkan melalui susunan sirip pin tersebut karena kenaikan perpindahan panas akan disertai penurunan tekanan. Energi yang hilang karena penurunan tekakan dapat melebihi energi yang didapatnya dari usaha peningkatan perpindahan panas tersebut.

Saluran datar persegi merupakan saluran berpenampang segiempat dengan dinding bagian dalam bersirip atau berusuk, dimana rusuk berfungsi sebagai turbulator. Saluran berpenampang ini berfungsi untuk memindahkan kalor dari dinding saluran ke fluida yang mengalir atau sebaliknya. Telah banyak dilakukan penelitian tentang saluran berpenampang segi empat ini untuk laju konveksinya, diantaranya dengan menguji dinding saluran tanpa halangan dan variasi dinding berusuk pada angka Reynold 7.900 hingga 24,900 dengan formasi sudut 45° terhadap aliran (Umurani, Khairul., 2021).

Rusuk sebagai turbulator akan meningkatkan turbulensi aliran fluida sehingga akan meningkatkan koefisien konveksi (h) antara fluida yang mengalir dengan dinding saluran. Telah banyak dilakukan penelitian tentang *ribbed square channel* ini untuk meningkatkan laju konveksinya, diantaranya dengan menguji dinding saluran *smooth* dan variasi dinding berusuk pada angka Reynold 7.900 hingga 24.900 dengan formasi sudut rusuk 45° terhadap arah aliran oleh Ahn et. el. (2007). Lee,et el (2003) secara eksperimental mempelajari karakteristik dalam saluran bergaris rasio aspek tinggi dengan berbentuk V dan miring.

Rusuk atau sirip berfungsi untuk mempercepat laju perpindahan panas dengan memperluas permukaan benda. Ketika suatu benda mengalami perpindahan panas secara konveksi, maka laju perpindahan panas dari benda tersebut dapat dipercepat dengan cara memasang rusuk atau sirip yang berbentuk V sehingga luas permukaan benda semakin luas dan pendinginya semakin cepat. (Umurani, Muharnif and Siregar, 2021).

Melihat dari latar belakang diatas, maka akan dilakukan pembahasan dan pembuatan dengan membuat studi yang berjudul “*PEMBUATAN RUSUK V BERLUBANG PADA ALAT PERPINDAHAN PANAS SALURAN SEGIEMPAT*“ sebagai judul pembahasan yang akan di bahas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pembuatan rusuk V berlubang pada alat perpindahan panas saluran segiempat.

1.3. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Material rusuk V dengan sudut 90° dan plat datar (*base plate*) yang digunakan adalah alumunium *alloy*.
2. Pembuatan rusuk berjumlah 10 buah dengan ukuran panjang 75 mm, lebar 10 mm, dan tebal 10 mm.
3. Dimensi plat datar yang digunakan adalah : panjang 700 mm, lebar 150 mm,dan tebal 10 mm.
4. Penelitian ini menggunakan alat saluran udara segiempat yang terdiri dari :
 - a. Saluran segiempat berdimensi penampang 240 mm x 157 mm, dan panjang 2440 mm
 - b. Saluran segiempat berdimensi bagian dalam panjang 700 mm, lebar 150 mm, dan tinggi 143 mm.
 - c. Saluran segiempat menggunakan triplek dengan tebal 12 mm.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk membuat rusuk V berlubang pada alat perpindahan panas saluran segiempat pada mesin perpindahan panas.
2. Untuk mendistribusikan kecepatan udara bertemperatur pada alat perpindahan panas saluran segiempat.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan dari para penelitian lain yang ingin mendalami tentang analisa perpindahan panas saluran segiempat dengan penambahan rusuk V.
2. Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Manufaktur

Manufaktur adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu produk proses merubah bahan baku menjadi suatu produk ini meliputi perancangan produk, pemilihan material, dan tahap-tahap proses dimana produk tersebut dibuat (Supriyanto, 2013). Manufaktur melibatkan pembuatan produk dari proses permesinan yaitu proses pembuatan yang menggunakan mesin-mesin perkakas potong untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dengan membuang sebagian material, sedangkan perkakas potongnya dibuat dari bahan yang lebih keras dari pada material yang di potong (Agung Krisntanto, 2010).

Proses pemesinan menggunakan memakai prinsip pemotongan logam dibagi pada 3 grup dasar, yaitu : proses pemotongan menggunakan mesin pres, proses pemotongan konvensional menggunakan mesin perkakas, serta proses pemotongan non konvensional. Proses pemotongan dengan memakai mesin pres mencakup pengguntingan (*shearing*), pengepresan (*pressing*) dan penarikan (*drawing, elongating*). Proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas meliputi proses bubut (*turning*), proses frais (*milling*), sekrup (*shaping*). Proses pemotongan logam ini biasanya dinamakan proses pemesinan, yg dilakukan menggunakan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi beram (*chips*) sehingga terbentuk benda kerja. Dari semua prinsip pemotongan di atas di buku ini akan dibahas tentang proses pemesinan menggunakan memakai mesin perkakas. Proses pemesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% asal semua proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan menggunakan proses pemesinan (Kencanawati, 2017).

2.1.1 Proses Permesinan

Adapun jenis-jenis proses pemesinan yang banyak dilakukan adalah :

A. Proses Bubut (*Turning*)

Proses Bubut (*turning*) merupakan proses produksi yang melibatkan bermacam- macam mesin yang pada prinsipnya adalah pengurangan diameter dari benda kerja.proses-proses pengerjaan pada mesin bubut secara umum dikelompokkan menjadi dua yaitu : proses pemotongan kasar dan pemotongan halus. jenis mesin ini bermacam-macam dan merupakan mesin perkakas yang paling banyak digunakan di dunia serta paling banyak menghasilkan berbagai komponen-komponen sesuai peralatan. Pada mesin ini, gerakan potong dilakukan oleh kerja benda kerja dimana benda ini dijepit dan diputar oleh spindel sedangkan gerak makan dilakukan oleh pahat dengan gerak lurus. Pahat hanya bergerak pada sumbu X,Y.

B. Proses Menyekrap (*Shapping dan Planning*)

Pada proses Pemesinan hanya dapat memotong menurut garis lurus dengan jenis/tipe pemotongan yang sama dan selalu memotong hanya dalam satu arah, sehingga langkah balik merupakan langkah terbuang (waktu Terbuang). Prosesn menyekrap menggunakan tool yang lebih keras dari pada benda kerja.

C. Mesin Gurdi (*Drilling Machine*)

Pada Mesin Grudi pahat potong yang digunakan berupa *twist drill* yang terdiri dari dua atau lebih pahat potong tunggal, sehingga dikelompokkan sebagai pahat bermata potong banyak gerakan memotong dan memahat dilakukan oleh pahat.

D. Mesin Milling (*Milling Machine*)

Pada proses *Milling* prinsip dasar yang digunakan adalah terlepasnya logam (geram) oleh gerakan pahat yang berputar. Mesin ini dapat melakukan pekerjaan seperti memotong, membuat roda gigi, menghaluskan permukaan, dan lain-lain. Prinsip kerja dari proses *milling* adalh pememotongan benda kerja dengan menggunakan pahat bermata majemuk yang dapat menghasilkan sjumlah geram. Benda kerja diletakan di meja kerja kemudian, dipasang

pahat potong dan di satel kedalaman potongnya. Setelah itu bendakerja, didekatkan ke pahat potong dengan pompa berulir untuk melukan gerak memakan sampai dihasilkan benda kerja diinginkan.

E. Mesin Gerinda (*Grinding Machine*)

Prinsip kerja dari mesin menggerinda adalah mengosok, menghaluskan, dengan gesekan atau mengasah, biasanya proses *grinding* digunakan finishing pada proses pengecoran. Mesin gerinda dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

- a. *Face Grinding* jenis serut (*reciprocating tabl*), biasanya digunakan untuk Design sindle vertikal, untuk roda gigi dan untuk pengerjaan permukaan datar.
- b. *Face Grinding* jenis meja kerja putar (*rotating table*) yang digunakan untuk pengerjaan luar seperti memperbaiki cetakan dan permukaan panjang.
- c. Gerinda silindris (*cylindrical Grinding*) gerinda ini digunakan untuk menggerinda permukaan silindris, meskipun demikian pekerjaan tirus yang sederhana dapat juga dikerjakan. Gerakan silindris dapat dikelompokkan menurut metode penyangga meja kerja , yaitu gerinda dengan pusat dengan gerinda tanpa pusat.

F. Gergaji (*Sawing*)

Mesin gergaji adalah suatu mesinyang sangat sederhana dan banyak digunakan untuk memotong logam atau non logam.

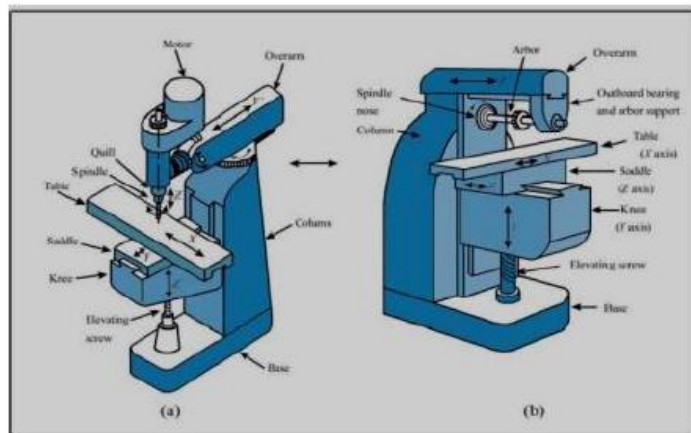
G. Mesin Pembesar Lubang (*Broaching*)

Proses *Broaching* pada dasarnya hampir dengan proses gergaji, hanya berbeda pada bentuk potongnya. Jika pada mesin gergaji pemakan atau pemotong benda kerja olehsatu sisi pahat, tetapi pada mesin *broaching* pada keseluruhan dari sisi pahat potong (Diktat Lab Sistem Manufaktur, 2005).

2.2. Proses Milling

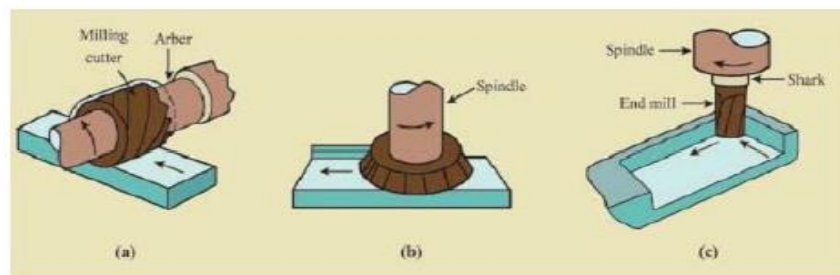
Proses permesinan frais (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat pemotong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak, yang mengitari pisau ini bisa

menghasilkan proses permesinan yang cepat. Permukaan yang disayat biasanya berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Mesin yang digunakan untuk memegang benda kerja, memutar pisau, dan menyayatannya disebut mesin frais (*milling machine*) (Yanuar et al., 2014). Dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Mesin Milling (Awalliyah et al, 2018)

Proses frais dapat diklafikasikan dalam tiga jenis. Klasifikasi ini berdasarkan jenis pisau, arah penyayatan, dan posisi relatif pisau terhadap benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 2.2.



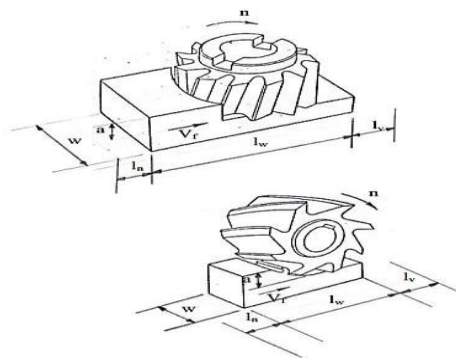
Gambar 2.2 Klasifikasi proses frais (Yudhyadi, 2016)

2.2.1 Parameter Proses Milling

Parameter pemotongan diperlukan agar proses produksi dapat sesuai dengan prosedur perencanaan. Parameter-parameter pemotongan yang penting untuk diperhatikan dalm proses *milling* yaitu: kecepatan potong, putaran spindel, kedalaman pemakanan, gerak makan per gigi, dan waktu pemesinan. Penentuan rasio kecepatan antara gerak benda kerja dan putaran

pisau sangat penting diperhatikan untuk mendapat nilai kekasaran yang baik. Jika langkah pemakanan benda kerja terlalu pelan maka waktu akan terbuang dengan banyak dan pisau *milling* pun akan cepat mengalami tumpul dan menurunkan umur mata pahat. Jika pemakanan benda kerja terlalu cepat pisau *milling* bisa cepat rusak, dan memerlukan waktu lebih banyak untuk menggantinya (Rahdiyanta and Yogyakarta, 2010).

Parameter-parameter tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut: Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Skematis Proses *Milling* Vertikal dan *Milling* Horizontal.

1. Kecepatan potong / *cutting speed*

Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain:

- a. Material benda kerja yang akan di *Milling*
- b. Material pisau atau mata pahat
- c. Diameter mata pahat
- d. Kedalaman potong yang ditentukan
- e. Rigiditas benda kerja dan mesin.

Untuk benda kerja berbeda kekasarannya, strukturnya dan kemampuan pemesinannya diperlukan *cutting speed* yang berbeda.

Tabel 2.1 *Cutting Speed* untuk proses *Milling* (Rahdiyanta and Yogyakarta, 2010).

Material	High-speed Steel Cutter		Carbide cutter	
	Ft/min	m/min	Ft/min	m/min
Machine steel	70-100	21-30	150-250	45-75
Tool steel	60-70	1820	125-200	40-80
Cast iron	50-80	15-25	125-200	40-80
Bronze	65-120	20-35	200-400	80-120
Alumunium	500-1000	150-300	1000-2000	150-300

Cutting speed dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan:

$$v = \frac{(\pi \times d \times n)}{1000} (m / \text{min})$$

(1.2)

2. Penentuan putaran pisau

Terdapat 3 faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan putaran pisau fraisantara lain:

- a. Material yang akan di *milling*
- b. Bahan pisau *milling*
- c. Diameter pisau *milling*

3. Feed (gerak pemakanan)

Feed dapat dinyatakan sebagai rasio gerak benda kerja terhadap gerak putar pisaufrasis. Dalam menentukan *feed*, faktor yang harus diperhatikan adalah:

- a. Kedalaman pemakanan
- b. Tipe pisau *milling*
- c. Bentuk pisau *milling*
- d. Material benda kerja
- e. Kekuatan dan keseragaman benda kerja
- f. Tipe permukaan *finishing* yang diharapkan
- g. *Power* dan rigiditas mesin

Tabel 2.2 *Feed* untuk proses *milling* (Rahdiyanta and Yogyakarta, 2010)

**APPROXIMATE MAXIMUM FEED PER TOOTH FOR VARIOUS CUTTERS
WORK MATERIAL AND APPROXIMATE MAXIMUM BRINELL HARDNEES**

Typt Cutter	Alu- munium	Brass 110	Bronze 130	Steel Mild 150	Steel Med 180	Steel Tough 200	Steel alloy 250	Cast Iron 150	Cast Iron 200	Cast Iron 250
Face	0.55	0.55	0.45	0.28	0.23	0.20	0.18	0.45	0.38	0.33
Slab	0.43	0.43	0.35	0.23	0.18	0.15	0.13	0.35	0.30	0.25
Slot s&f	0.33	0.33	0.28	0.18	0.15	0.13	0.10	0.28	0.23	0.20
End	0.28	0.28	0.23	0.13	0.13	0.10	0.10	0.23	0.20	0.15
From	0.15	0.15	0.13	0.10	0.07	0.07	0.05	0.13	0.13	0.10
Saw	0.15	0.13	0.10	0.07	0.07	0.05	0.05	0.10	0.10	0.07

4. Kedalaman pemotongan

Pemotongan dalam proses *Milling* meliputi pemotongan kasar (*roughing*) dan pemotongan halus (*finishing*). Pada pemotongan kasar dalam pemotongan dapat ditentukan pada kedalaman maksimal (lebih dalam). Pada pemotongan yang berat dapat digunakan pisau dengan gigi helix dan jumlah gigi yang lebih sedikit. pemotongan dengan jumlah gigi potong lebih sedikit akan menghasilkan pemotongan yang lebih kuat dan lebih mempunyai kelonggaran yang lebih besar dari pada banyak gigi. Pemotongan halus (*finishing*) dilakukan secara ringan (*light*) dari pada pemotongan kasar. Kedalaman pemotong pada pemakanan kasar biasanya dari $1/64$ inchi (0.39mm). pada pemakanan halus, *feeding* (gerakan pemakanan) harus dikurangi dan putaran dipercepat, sedangkan pada pemotongan kasar sebaliknya. yaitu *feeding* diperbesar dan putaran pisau diperlambat.

5. Gerak makan per gigi, Fz

$$fz = \frac{vf}{(z \times n)} = (mm/ gigi)$$

(2.2)

6. Waktu Pemotongan

$$tc = \frac{lt}{vf} = (mm)$$

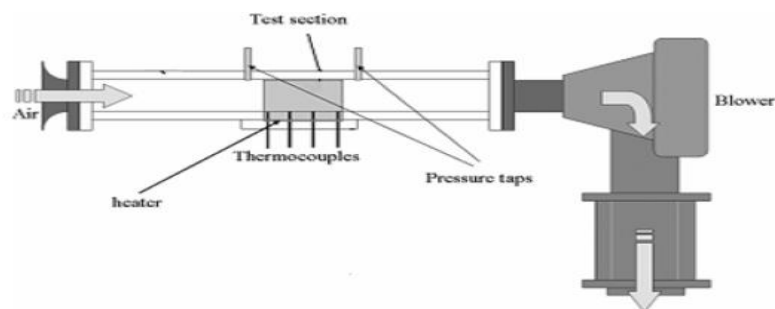
(2.3)

2.3. Pengaplikasian Rusuk

Perpindahan panas dari susunan sirip merupakan subjek yang sangat penting dengan banyak aplikasi keteknikan. Aplikasi tersebut mulai dari alat penukar panas, boiler untuk turbin uap dan pendingin internal secara konveksi dari *air foils* turbin gas (Istanto, Rokhadi.2011).

Salah satu tipe sirip pada peralatan penukar kalor yang mempunyai banyak pemakanan dalam berbagai aplikasi industri. Sirip 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. Sirip-sirip dapat meningkatkan luas permukaan pelepas panas, dan menyebabkan aliran yang turbulen sehingga meningkatkan laju kerja disipasi panas yang berdampak pada meningkatnya ketahanan yang menggolongkan sirip, dapat disusun secara segaris ataupun secara selang-seling terhadap arah aliran fluida pendinginnya.

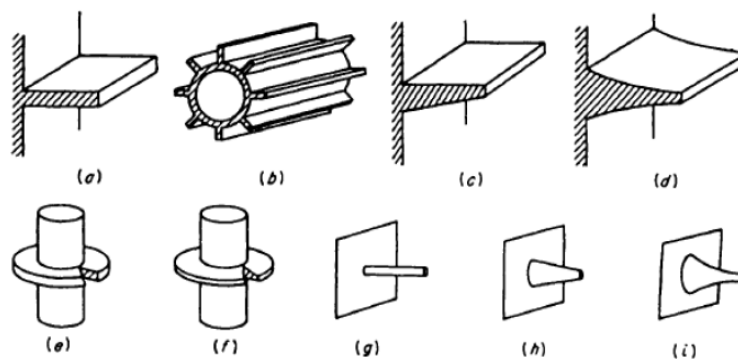
(Istanto & Juwana, n.d.). Pada penelitiannya Saluran udara segiempat dibuat menggunakan triplek berlapis melamin dengan rangka kayu, dengan dimensi 150 x 75 x 2.000 mm. Pemanas elektrik dibuat dari lilitan pita nikelin dengan panjang 4 m, lebar 3 m, dan tebal 1,3 mm yang dililitkan pada kertas mika tahan panas permukaan uji sekitar 0,5% dari total panas listrik, sehingga kehilangan panas karena radiasi diabaikan. Kehilangan panas karena konduksi dari sisi dinding-dinding dapat diabaikan dibandingkan dari permukaan bawah dari seksi uji, karena luas total sisi plat yang dipanaskan jauh lebih kecil dari permukaan bawah. Pada penelitian ini, permukaan bawah dari plat uji disolasi dengan kombinasi lapisan isolator dan lapisan kayu, sehingga kehilangan panas karena konduksi dapat diminimalisasi. Dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skema Alat Penelitian (Istanto, Rokhadi.2011).

Salah satu tipe pada peralatan penukar kalor yang mempunyai banyak pemakaian dalam berbagai aplikasi industri yaitu sirip. Sirip adalah elemen berbentuk silinder atau bentuk lainnya yang dipasang secara tegak lurus terhadap dinding alat penukar panas, dengan fluida pendingin mengalir dalam arah aliran melintang (*crossflow*) terhadap elemen tersebut.

Bentuk-bentuk sirip akan mengetahui luas penampang permukaan sirip tersebut. Maka perlu dilakukan penelitian pengaruh bentuk penampang sirip pin terhadap laju perpindahan panas menyajikan bentuk sirip yang biasanya dipakai pada perpindahan panas. Dapat dilihat pada gambar 2.5.

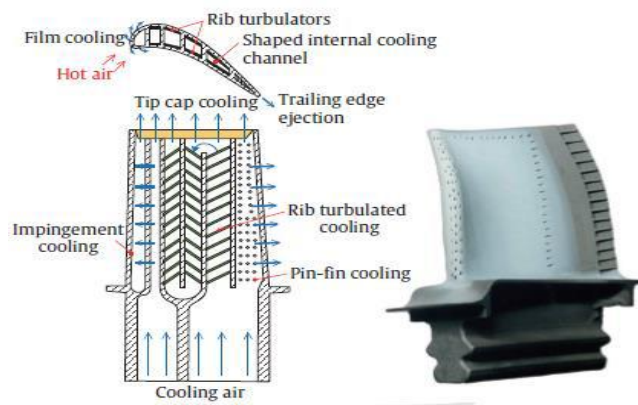


Gambar 2.5 berbagai bentuk sirip (J.P Holman, 2010).

2.4 Rusuk

Rusuk atau Sirip berfungsi untuk mempercepat laju perpindahan panas dengan cara memperluas permukaan benda. Ketika suatu benda mengalami perpindahan panas secara konveksi, maka laju perpindahan panas dari benda tersebut dapat dipercepat dengan cara memasang rusuk atau sirip sehingga luas permukaan benda semakin luas dan pendinginannya semakin cepat.

Menurut Naphon P. & Sookkasem A. (2007) menyatakan bahwa konduktivitas termal bahan rusuk atau sirip sangat mempengaruhi distribusi suhu sepanjang rusuk atau sirip dan oleh karena itu mempengaruhi efektifitas peningkatan laju perpindahan panas. Sirip memperbesar perpindahan panas dari suatu permukaan dengan menciptakan luas permukaan konveksi yang lebih besar. Pada gambar 2.6. Rusuk umumnya dipasang pada saluran pendingin untuk internal pendinginan untuk turbin gas. Banyak peneliti telah mempelajarinya karakteristik aliran dan perpindahan panas untuk sambungan tulang rusuk pengaturan tulang rusuk yang berbeda dalam rasio aspek saluran yang berbeda.



Gambar 2.6 Tulangan Rusuk Turbin Kaewchoothong N, et al (2017)

Han, et al (1985) mempelajari efek miring tulang rusuk sudut (a) dan tinggi tulangan rusuk (p/e) pada koefisien perpindahan panas dan penurunan tekanan dalam saluran persegi panjang dengan sambungan tulang rusuk di dua dinding sisi yang berlawanan. Salah satu yang dipelajari sebelumnya pada distribusi perpindahan panas dan faktor gesekan untuk meneliti sudut tulang 90° dan 45° V berbentuk rusuk dengan tinggi tetap rasio $p/e = 10$ dalam saluran persegi dilakukan oleh Ta Maurer et al. (2007).

Rusuk memberikan peningkatan perpindahan panas 7% lebih tinggi dari rusuk 45o, 28% lebih tinggi dari rusuk berbentuk W dan 35% lebih tinggi dari rusuk berbentuk M. Akan tetapi penurunan tekanan untuk rusuk berbentuk V adalah 19% lebih tinggi dari rusuk 45o, 24% lebih tinggi dari rusuk berbentuk W dan 28% lebih tinggi dari rusuk berbentuk M. Kinerja hidraulik termal rusuk berbentuk V dan rusuk 45o memiliki kinerja yang jauh lebih baik daripada rusuk berbentuk W dan M (Umurani, Muharnif and Siregar, 2021).

Laju perpindahan panas pada rusuk V dengan temperature 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 (*forced convection*) atau mengubah konfigurasi geometri dari alat penukar panas (Umurani, Muharnif and Siregar, 2021).

2.5 Perpindahan panas

Perpindahan panas (*heat transfer*) memainkan peran penting dalam berbagai persoalan perancangan di bidang keteknikan (*engineering*), seperti teknik aeronautika, kimia, sipil, listrik, metarugi, mekanika, dan teknik pertanian. Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi dari suatu bahan yang terjadi karena adanya perbedaan (gradien) suhu. Perpindahan energi ini didefinisikan sebagai panas (*heat*). Perpindahan panas biasanya digunakan untuk menaksir besarnya energi yang diperlukan untuk mengubah suatu sistem dari keadaan keseimbangan satu keadaan keseimbangan lain.

Ilmu perpindahan panas tidak hanya menerangkan bagaimana panas itu dihantarkan, tetapi menaksir laju penghantar panas pada suatu konduksi. Dalam perpindahan panas, laju penghantar panas menjadi tujuan analisa. Panas selalu mengalir dari daerah dengan suhu lebih tinggi ke daerah lain dengan suhu lebih rendah. Jumlah aliran panas dinyatakan dengan notasi Q . Nilai Q didasarkan pada aliran energi persatuan waktu (jam/detik).

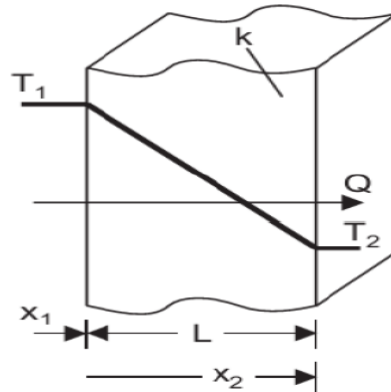
Dalam proses perpindahan panas secara konveksi paksa yang mana alirannya disebabkan oleh beberapa cara yang berasal dari *fan*, *pompa*, *blower*. Seperti halnya proses perpindahan panas konveksi paksa dalam pipa dengan menggunakan *blower* DC. Sebagaimana tempat penting pada produksi dan konveksi energi. Tidak hanya satu penggunaan dalam tempat ini yang tidak melibatkan efek perpindahan panas dalam berbagai proses (A Walujodjati, 2006).

2.5.1. Perpindahan Panas Konduksi

Proses perpindahan panas secara konduksi adalah suatu proses perpindahan energi panas yang dimana energi panas tersebut mengalir dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah dalam suatu medium padat atau fluida diam atau suhu perpindahan panas melalui zat yang tidak ikut mengalami perpindahan seperti pada gambar 2.7. Artinya, perpindahan kalor pada suatu zat tersebut tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya. Persamaan umum konduksi untuk perpindahan panas

dengan cara konduksi dikenal dengan hukum fourier. Proses perpindahan panas secara konduksi adalah suatu gradient suhu terjadi pada suatu benda, maka akan terjadi perpindahan panas dari daerah dengan suhu tinggi ke daerah dengan suhu rendah. Besar laju aliran konduksi Q_{kond} (dalam W) dinyatakan dengan:

$$q_{cond} = KA \frac{\Delta T}{L} \quad (2.4)$$



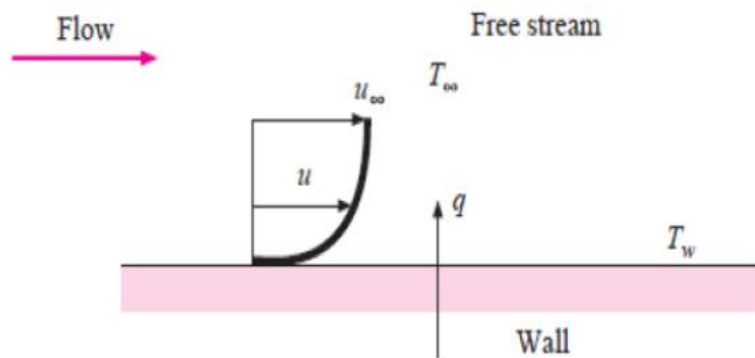
Gambar 2.7 Perpindahan Panas Konduksi (J.P Holman, 2010)

2.5.2 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan kalor yang terjadi akibat adanya pergerakan molekul pada suatu zat, hal tersebut yang mengakibatkan perpindahan panas secara konveksi. Perpindahan panas secara konveksi dapat terjadi secara alami dan buatan. Konveksi alami yaitu perpindahan panas yang dipengaruhi oleh fluida yang terjadi tanpa adanya paksaan atau faktor kesengajaan hanya dipengaruhi dari perbedaan benda. Sedangkan konveksi paksa merupakan peristiwa konveksi dengan mengalirkan fluida secara sengaja di sekitar permukaan benda (J.P Holman. 2010).

Jika suatu plat dibiarkan berada di udara sekitar tanpa adanya sumber gerakan dari luar, maka udara itu akan bergerak sebagai akibat terjadinya gradien densitas di dekat plat. Peristiwa ini dinamakan konveksi alamiah atau konveksi bebas, untuk membedakannya dengan konveksi paksa yaitu apabila plat di udara menembus di atas plat itu dengan kipas. Perhitungan laju perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan hukum Newton.

$$q = h \cdot A (T_w \cdot T_\infty) \quad (2.5)$$



Gambar 2.8 Perpindahan Panas Konveksi (J.P Holman, 2010)

2.5.3 Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah proses mengalirnya panas dari benda bertemperatur tinggi ke temperatu renda masing-masing benda berada di dalam ruangan yang sama. Besarnya laju aliran panas radiasi Q_{rad} (W) untuk radiator (pemancar panas) ideal. Menghitung besarnya energi radiasi dapat digunakan persamaan. Dapat dilihat pada gambar 2.8.

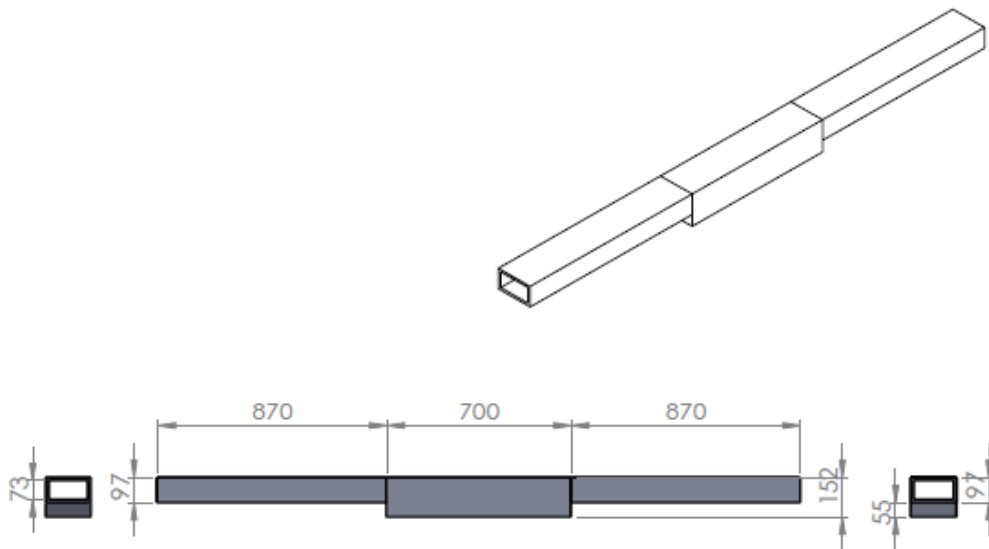
$$q_{rad} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A T^4 \quad (2.6)$$



Gambar 2.9 Perpindahan panas Radiasi (J.P Holman, 2010)

2.6 Saluran Segiempat

Saluran udara segiempat dibuat menggunakan triplek dengan rangka dari kayu, dimana dengan spesifikasi dimensi penampang bagian dalam dari saluran udara segiempat adalah 240 mm x 152 mm dan panjang 2440 mm. Saluran udara segiempat ini dilengkapi *fan* hisap dan sirip yaitu : Dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.10 Saluran Segiempat

Fan hisap merupakan modifikasi sedemikian mungkin dari *blower*, prinsipnya adalah memanfaatkan sisi *suction blower* sehingga udara yang mengalir dalam saluran segiempat adalah udara yang dihisap oleh *blower*.

Sirip digunakan pada alat penukar kalor segiempat untuk meningkatkan luas perpindahan panas antara permukaan utama dengan fluida di sekitarnya. Idealnya, material untuk membuat sirip harus memiliki konduktivitas yang tinggi untuk meminimalkan perbedaan temperatur yang diperluas.

2.7. Aluminium Alloy

Aluminium Alloy ialah logam yang ringan dengan berat jenis 2.7 gram/cm³ setelah Magnesium (1.7 gram/cm) dan Berilium (1.85 gram/cm) atau kurang lebih 1/3 dari berat jenis besi maupun tembaga. Konduktivitas listriknya 60% lebih dari tembaga selain itu juga dipergunakan untuk peralatan listrik. Sehingga juga memiliki sifat penghantar panas, mempunyai sifat pantul sinar yang baik sehingga dipergunakan pula pada komponen mesin, alat penukar panas, cermin pantul, komponen industri kimia dan lain-lain.

Aluminium adalah logam yang reaktif sehingga praktis troksidasi dengan oksigen membuat lapisan aluminium oksida (Al₂O₃) serta menghasilkan

tahanan korosi yang baik. Namun apabila kadar Fe, Cu, dan Ni di tambahkan akan menurunkan sifat tahan korosi sebab kadar aluminium *alloy* nya menurun. Penambahan Mg Mn tidak mempengaruhi sifat tahan korosinya (Ilham and Haripriadi, 2019).

Terhadap beberapa sifat yang penting yang dimiliki aluminium *alloy* sehingga banyak digunakan sebagai material teknik diantaranya adalah sebagai berikut:

- a) Pengantar listrik dan panas yang baik (konduktor).
- b) Mudah difabrikasi.
- c) Ringan.
- d) Tahan korosi dan tidak beracun.
- e) Kekuatannya rendah tetapi paduan alloy dari aluminium bisa meningkat sifat mekanisnya.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu

3.1.1. Tempat Pelaksanaan

Adapun tempat dilakukannya penelitian dan pembuatan ini dilaksanakan di laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sah kannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai di nyatakan selesai.

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Penyediaan Alat Dan Bahan						
4	Pembuatan Rusuk V Dan Saluran Segiempat						
5	Penyelesaian Tulisan						
6	Seminar Hasil						
7	Sidang						

3.2 Bahan dan alat

3.2.1 Bahan

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

1. Plat Alumunium *Alloy*

Plat Alumunium alloy untuk pembuatan rusuk V ketebalan 10mm.

Dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Plat Alumunium *Alloy*

2. Lembaran Triplek

Triplek digunakan untuk membuat saluran segiempat dengan ukuran 240×157 dan panjang 2440 mm. Dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Triplek

3. Pemanas Listrik (*Electric Heater*)

Pemanas listrik terbuat dari lilitan pita nikelin dengan diameter 0.3 mm dan panjang 2000 mm yang dililitkan pada mika tahan panas sebanyak 52 lilitan dengan dimensi panjang 700 mm, lebar 150 mm dan tebal 1 mm. Pemanas listrik dipasang tepat dibawah plat alumunium dan dilapisi dengan mika tahan panas yang terletak di antara plat dan pemanas. Dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pemanas Listrik (*Electric Heater*)

4. Pipa PVC

Pipa PVC pada penelitian ini digunakan untuk mengalirkan udara kedalam blower dengan diameter 3 *inchi* yang terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pipa PVC

5. Corong Minyak

Corong minyak pada penelitian ini digunakan untuk mengalirkan udara ke blower dengan diameter corong minyak 8 *inchi* seperti yang terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Corong Minyak

6. Paku

Paku digunakan melekatkan kedua bahan menembus keduanya. Dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Paku

7. Thermostat

Thermostat digunakan untuk mengukur temperatur di saluran segiempat. Dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Thermostat

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mesin Milling

Milling ialah mesin perkakas yang menghasilkan bidang datar dimana pisau berputar dan benda atau meja kerja bergerak melakukan langkah pemakanan. Sedangkan proses *milling* adalah suatu proses pemesinan yang pada umumnya menghasilkan bentuk bidang datar karena pergerakan dari meja mesin, dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara mata pahat (*cutter*) yang berputar pada poros dengan benda kerja yang tercekam atau dijepit pada meja mesin. Dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Mesin Milling

4. Mesin Sekrap (*Shaping machine*)

Mesin sekrap salah satu mesin yang digunakan untuk memotong benda kerja. Mesin sekrap adalah mesin perkakas yang memiliki gerak yang utama lurus bolak balik secara *horizontal*. Prinsip kerja mesin sekrap ini adalah benda kerja diikat atau dijepit pada ragum, kemudian disayat menggunakan pahat yang bergerak lurus maju mundur. Gerakan maju untuk memyayat dan gerakan mundur tanpa penyayatan. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Mesin Sekrap

5. Gerinda

Mesin gerinda adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Prinsip kerja dari mesin gerinda adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Mesin Gerinda

6. Jangka Sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur suatu benda yang memiliki tingkat ketelitian satu per-seratus millimeter. Dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Jangka Sorong

7. Ragum

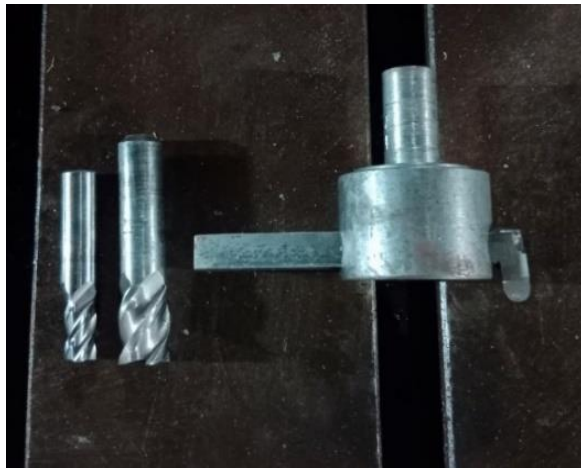
Ragum berfungsi sebagai perkakas yang digunakan untuk mencengkam objek kerja agar tidak bergeser atau terlepas ketika proses pengerjaan sedang berlangsung. Proses memotong, mengikir dan menggerinda akan memberikan hasil kerja yang maksimal, jika daya cengkam dari tanggem tergolong kuat.. Dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Ragum

8. Milling Cutter

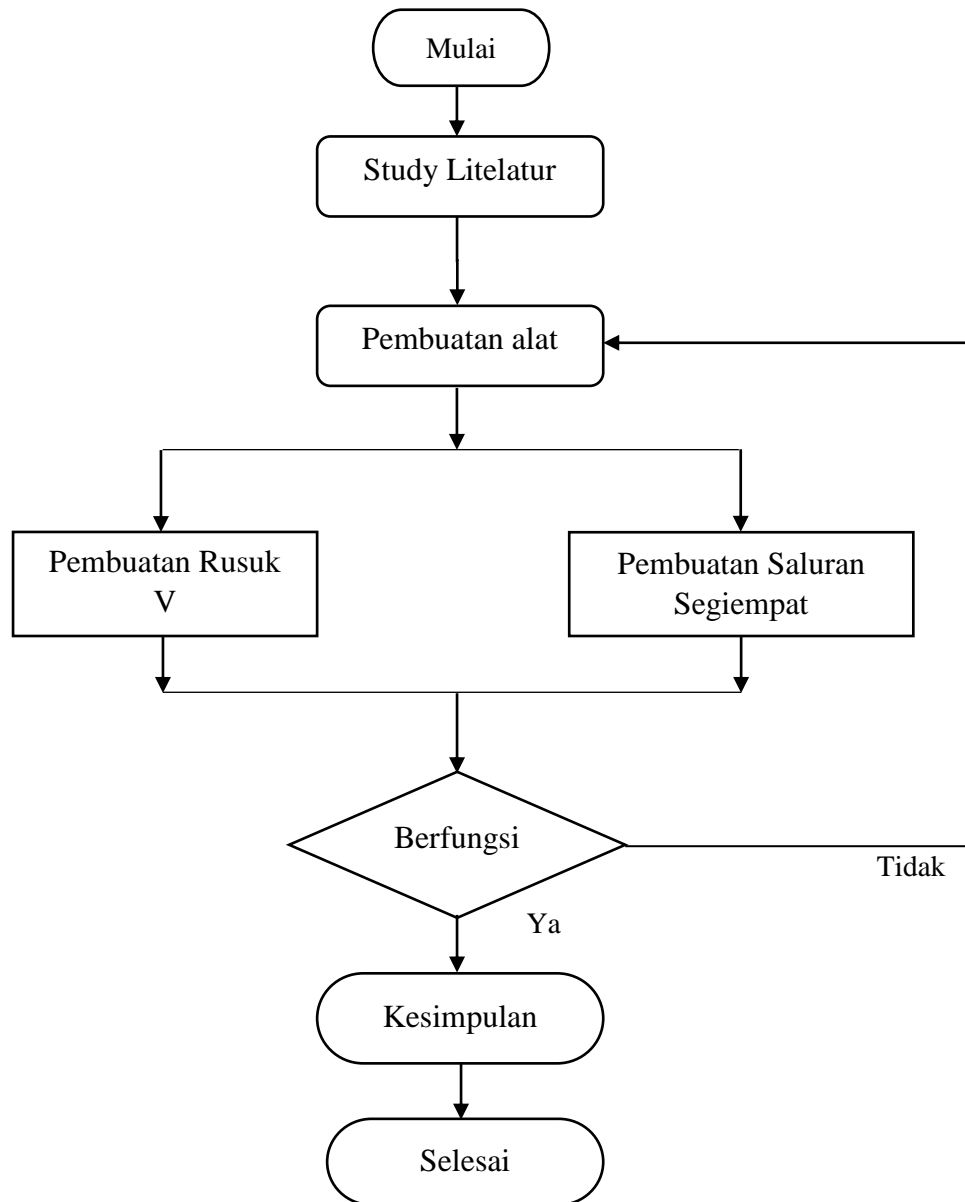
Pisau *milling* atau *milling cutter*. Umumnya pisau frais mempunyai lebih dari satu jalur (*flute*) dengan bentuk *heliks*. Bagian sepanjang tepi jalur yang tajam disebut sebagai gigi. Dimana gigi pisau frais ini merupakan bagian yang memotong (menyayat) benda kerja yang dimilling. Jenis pisau atau mata *cutter* yang digunakan adalah HSS (*High Speed Steel*) yang berukuran 8 mm dan 12 mm. Dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pisau *Milling*

3.3 Bagan Alir

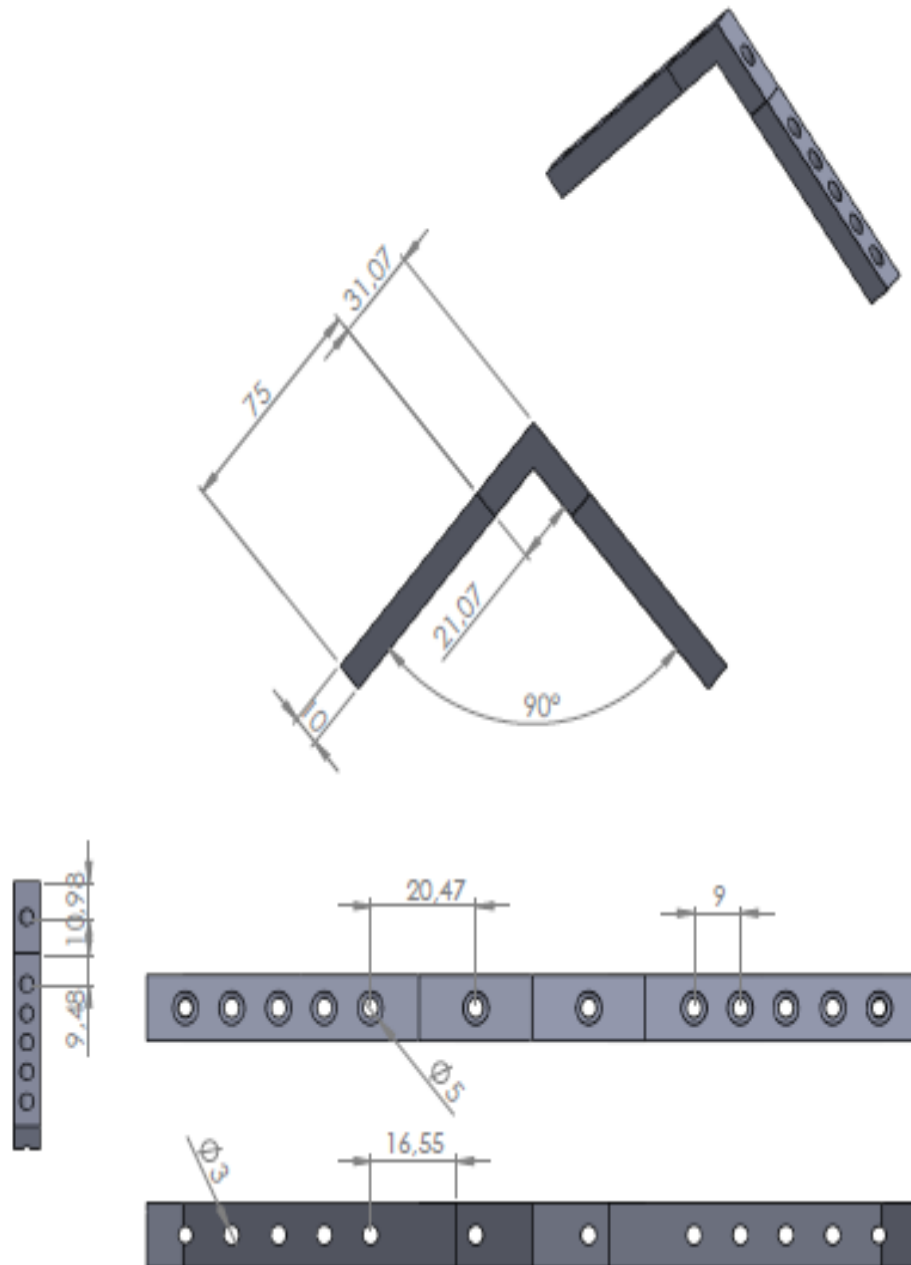
Bagan alir dari penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



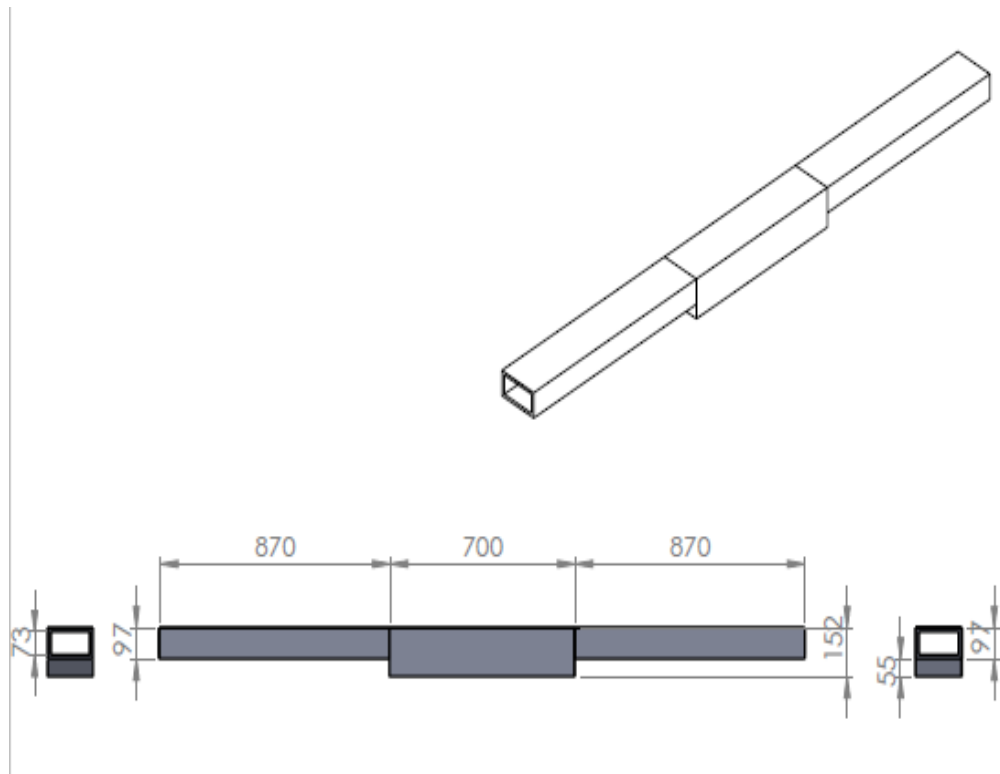
Gambar 3.15 Bagan Alir

3.4 Rancangan Alat Dibawah

Rancangan ini menggunakan aplikasi solidwork 2014



Gambar 3.16 Rancangan Rusuk V



Gambar 3.17 Rancangan Saluran Segiempat

3.5 Prosedur Pembuatan

Prosedur pembuatan rusuk V pada alat perpindahan panas dilakukan menentukan hasil produk atau mesin yang efektif. Dalam pembuatan rusuk V 90° perlu prosedur pembuatan sehingga dapat memsumbatan pada saluran segiempat proses pembuatan rusuk V 90° disini meliputi:

Adapun prosedur pembuatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.5.1. Pembuatan Rusuk V

1. Mempersiapkan perlengkapan seperti mesin *milling*, mesin *skrap*, mesin gerinda tangan, bahan plat alumunium, bahan cairan pendingin, ragum, *milling cutter* dan jangka sorong.
2. Melakukan pengukuran plat alumunium dengan ukuran P = 700 mm dan L = 150 mm
3. Pemotongan plat alumunium sesuai dengan ukuran panjang 75 mm, lebar 10 mm dan tebal 10 mm. menggunakan mesin sekrap.
4. Lanjut menggunakan mesin *milling*.
5. Cek kondisi atau kesiapan mesin *milling*.
6. Melakukan penyetelan ragum di mesin *milling*
7. Ikat plat alumunium menggunakan mal.
8. Pemasangan dan penyetelan *milling cutter* untuk proses *milling*
9. Meletakkan alumunium ke mesin *milling* dan meng 0 kan benda kerja pas ke arah mata *milling*
10. Kemudian hidupkan mesin *milling* lalu atur putaran spindel, kedelaman pemakanan dan kecepatan potong
11. Bila proses pemakanan telah selesai ukur plat alumunium dengan menggunakan jangka sorong
12. Jika telah selesai pengukuran plat alumunium sesuai dengan ukuran yang di tetapkan maka lanjut membuat lubang 45° dengan menggunakan mesin *milling*.
13. Membuat lubang di plat batangan alumunium sebanyak 5 lubang.
14. Jarak antara lubang tersebut 13 mm, menggunakan mata bor 3 mm.

15. Setelah melubangin batangan alumunium tersebut menggunakan mata bor 3 mm dan lanjut melubangin lagi menggunakan mata bor 5 mm dengan kedalaman pengeboran 5 mm.
16. Buat spesimen tersebut sebanyak 30 buah.
17. Ketika semua telah selesai maka bersihkanlah mesin *skraf* dan mesin *milling* serta area kerja.

3.5.2. Pembuatan Saluran Segiempat

1. Siapkan triplek tebal 12 mm dengan panjang 2440 mm lebar 240 mm sebanyak 2 lembar, panjang 870 mm lebar 240 mm sebanyak 2 lembar,
Panjang 700 mm lebar 240 mm sebanyak 1 lembar, panjang 240 mm lebar 50 mm sebanyak 2 lembar.
2. Kemudian rakit triplek tersebut dengan menggunakan paku 1 inc.
3. Rangkai triplek berdiameter 2440 mm lebar 240 mm dengan triplek berdiameter 870 mm lebar 240 mm dengan menggunakan paku 1 inc
4. Setelah perakitan telah usai lanjut pendempulan.
5. Pendempulan menggunakan dempul plastik agar permukaan triplek menjadi rapi.

3.5.3. Pembuatan Breket Blower

1. Siapkan triplek tebal 12 mm, potong dengan gergaji berdiameter panjang 260 mm lebar 240 mm.
2. Siapkan pipa paralon berdiameter 3 inc dan panjang 350 mm.
3. Kemudian membuat lingkaran pipa paralon di tengah-tengah triplek, menggunakan mata bor 80 mm.
4. Setelah itu sambungkan pipa paralon tersebut menggunakan dempul plastik
5. Setelah seselai masuk ke proses pengecatan.

3.5.4. Pembuatan *Heatter*

1. Siapkan mika tahan api
2. Lalu potong mika tahan api berdiameter lebar 150 mm panjang 700 mm, tebal 1 mm, sebanyak 3 lembar.
3. Kemudian sediakan kawat pemanas 0.3 mm sepanjang 2000 mm
4. Selanjutnya kawat pemanas dililitkan pada mika tahan panas, jumlah lilitan 52 buah dan jarak antara kawat 5 mm
5. Setelah mika tahan panas dan kawat pemanas telah dirangkai, kemudian sambungkan kabel *heatter* dan kabel *termostart*.

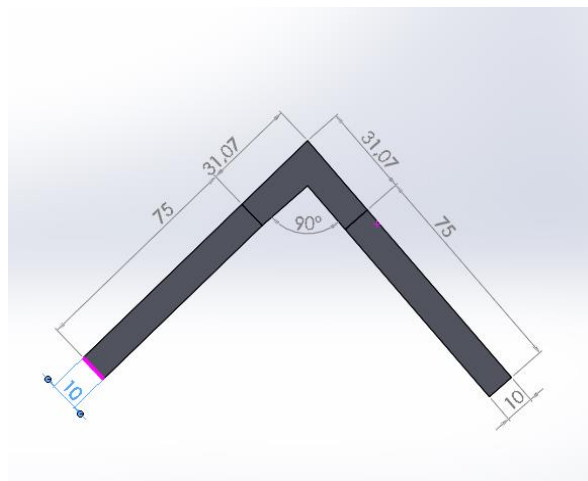
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dari Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segiempat.

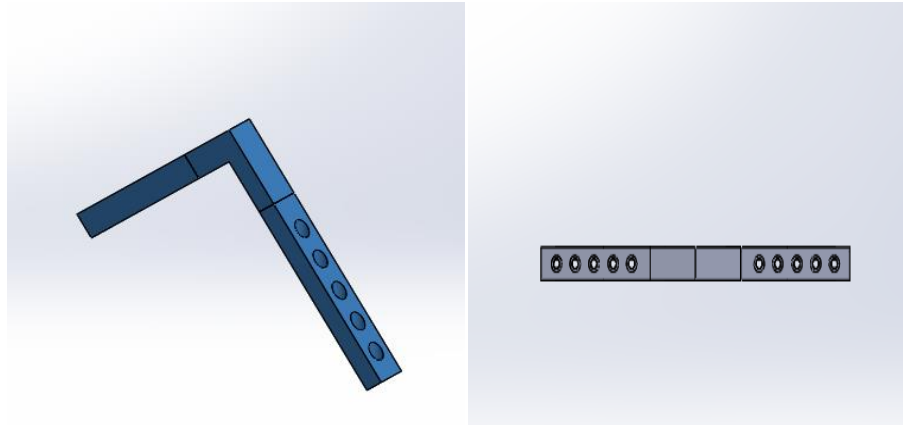
4.1.1 Merancang dan Membuat Rusuk V

Rusuk V 90° merupakan proses dimana material aluminium yang akan dibuat berbentuk V diletakkan di dalam saluran segiempat bertujuan untuk menghambat laju aliran fluida (udara) ke alat perpindahan panas.

1. Merancang rusuk V dengan sudut 90° , panjang 31,07 mm dan lebar 10 mm dengan berlubang. Dapat dilihat pada gambar 4.1.
2. Merancang lubang dengan sudut 90° berdiameter 5 mm bagian depan dan bagian belakang 3 mm dengan jarak 9 mm jumlah lubang 10 buah. Dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Rancangan Rusuk V



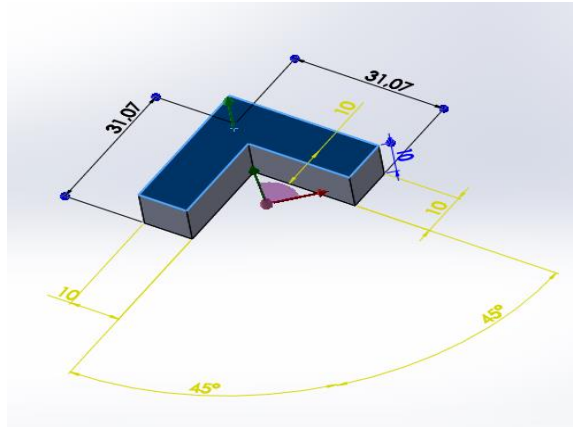
Gambar 4.2 Rancangan Rusuk V Berlubang

3. Melakukan pemotongan plat alumunium dengan panjang 750 mm, lebar 50 mm dan tebal 10 mm dengan menggunakan gergaji besi. Dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemotongan Alumunium

4. Kemudian mengikis atau memotong plat alumunium dengan mesin *milling* menggunakan mata *end mill* berdiameter 12 mm, dan diameter rusuk V panjang 31,07 mm, lebar 10 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.4 dan 4.5.



Gambar 4.4 Rancangan Rusuk V alumunium dengan sudut 90°

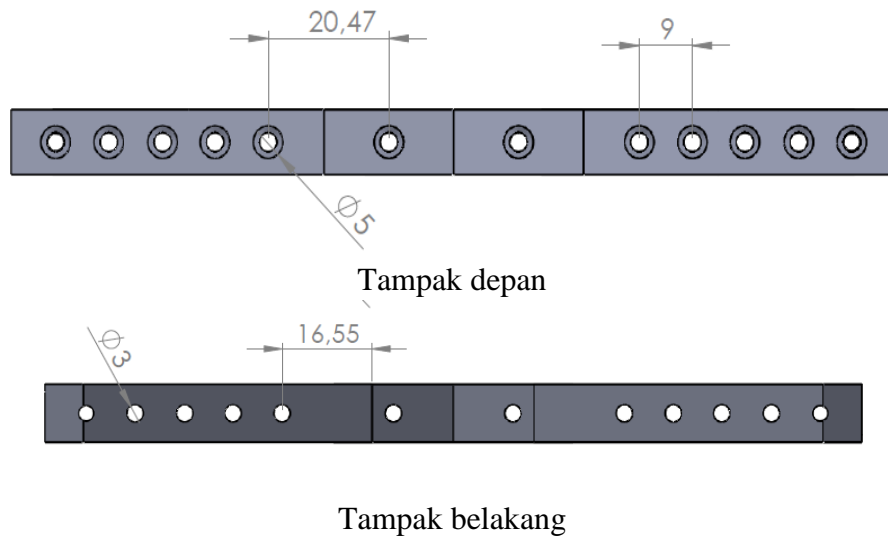


Gambar 4.5 Pemotongan dan Pengikisan Rusuk V

4.1.2 Pembuatan Sambungan Rusuk V

Sambungan rusuk V berupa batangan lurus yang bermaterial alumunium, fungsi sambungan rusuk V ialah sebagai penghambat laju udara pada saluran segiempat.

1. Merancang sambungan rusuk V dengan panjang diameter 75 mm, lebar 10 mm dan tebal 10 mm. Sambungan rusuk V memiliki 5 buah lubang dengan jarak antara lubang 9 mm, untuk lubang bagian depan berdiameter 5 mm dan lubang bagian belakang berdiameter 3 mm. Dapat di lihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rancangan Sambungan Rusuk V

2. Sediakan plat alumunium dengan panjang 500 mm, lebar 75 mm dan tebal 10 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Plat Alumunium

3. Memotong plat alumunium menggunakan mesin *skrap* dengan mata potong 3 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pemotongan Dengan Mesin *Sekrap*

4. Kemudian setelah itu memotong 2 sisi permukaan batang alumunium dengan menggunakan mesin *milling* dan memakai mata *milling hss bohler*. Dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Proses Pemillingan

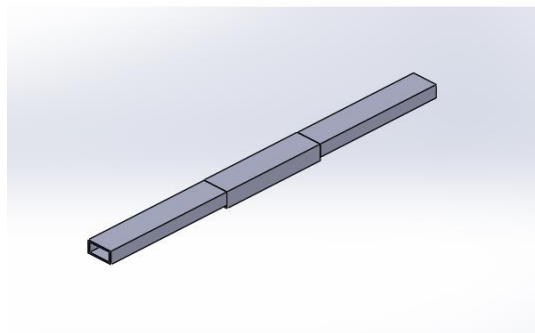
- Setelah itu melubangin batangan alumunium tersebut dengan jarak lubang antara lain 9 mm jumlah lubang 5 buah diameter lubang 5 mm untuk bagian depan dan 3 mm untuk bagian lubang belakang. Dapat dilihat pada gambar 4.10.



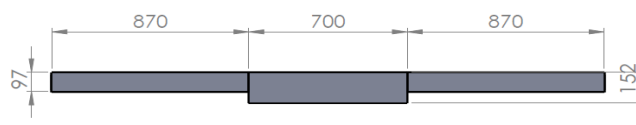
Gambar 4.10 Proses Pembuatan Lubang Alumunium

4.2. Pembuatan Saluran Segiempat

Saluran segiempat merupakan bagian terpenting di alat perpindahan panas/saluran udara, dimana saluran segiempat ini adalah jalur utama dari udara dan juga cara pembuatan saluran segiempat. Dapat dilihat pada gambar 4.11 dan 4.12.



Gambar 4.11 Rancangan Saluran Segiempat



Gambar 4.12 Rancangan Saluran Segiempat

4.2.1 Proses Pemotongan Triplek

1. Triplek 12 mm dipotong beukuran dengan panjang 2440 mm lebar 152 mm sebanyak 2 lembar, lebar 240 mm dan panjang 2440 mm 1 lembar, lebar 240 mm panjang 870 mm 2 lembar, lebar 240 mm panjang 700 mm 1 lembar. Lebar 75 mm panjang 240 mm 2 lembar. Dapat dilihat pada gambar 4.13



Gambar 4.13 Proses Pemotongan Triplek

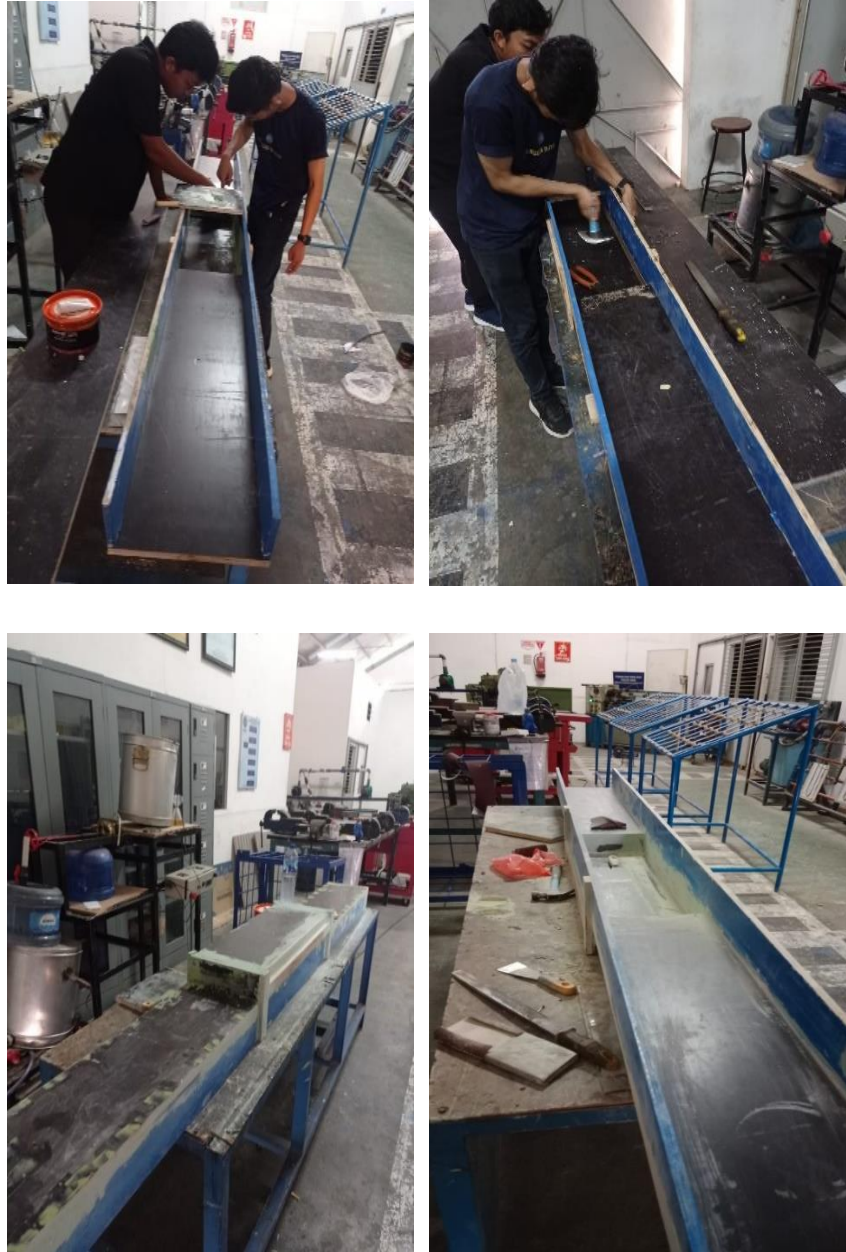
2. Kemudian merakit triplek yang sudah dipotong sesuai dengan menggunakan paku 1 inch. Dapat dilihat pada gambar. 4.14.



Gambar 4.14 Proses Perakitan Saluran Segiempat

4.2.2. Pendempulan.

Pendempulan dilakukan agar permukaan saluran segiempat terlihat rapi dan rata dibandingkan sebelum terjadi pendempulan, serta juga dapat memperkuat triplek dan saat akan di cat menjadi mulus. Dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Proses Pedempulan

4.2.3. Pengamplasan

Pengamplasan atau penghalusan permukaan triplek bertujuan agar permukaan menjadi halus dan menjadi rapi. Dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Proses Pengamplasan

4.2.4. Pengecatan

Pengecatan dilakukan agar komponen tidak mengalami kelapukan atau kerusakan.

1. Sebelum proses pengecatan dilakukan, pada bagian-bagian yang ingin di cat harus di amplas terlebih dahulu, setelah diampas komponen tersebut di beri *epoxy* agar menguatkan cat dan cat tersebut bisa menempel secara sempurna. Dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Proses Pelapisan Epoxy

2. Kemudian melakukan pewarnaan pada komponen saluran segiempat. Dalam proses dilakukan pengecatan dasar terlebih dahulu, setelah 30 menit cat kembali secara menyeluruh, hal yang dilakukan agar hasil pengecatan tebal dan merata. Dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Proses Pengecatan

4.3 Pembuatan Braket Blower

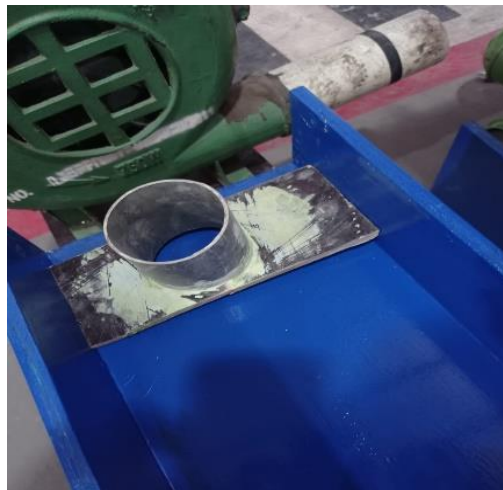
Sambungan blower merupakan bagian terpenting antara saluran segiempat dan blower, komponen ini tidak dapat dipisahkan.

1. Siapkan corong minyak ber diameter 8 inc dan pipa paralon 3 inc panjang pipa 60 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Corong minyak dan pipa paralon

2. Sambungkan pipa paralon dengan triplek lebar 57 mm panjang 190 mm, menggunakan dempul plastik. Dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Penyambungan Pipa

3. Setelah itu sambungkan corong minyak dan pipa paralon dengan menggunakan dempul plastik dan lem dexton. Dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Penyambungan corong

4.4 Pembuatan *Heatter*

1. Sediakan lembaran mika tahan api, dan potong mika tahan panas berukuran panjang 700 mm, lebar 150 mm, dan tebal 1 mm sebanyak 3 lembar. Dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Pemotongan Mika Tahan Panas

2. Kemudian kawat pemanas berdiameter 0,35 mm di lilitkan dengan mika tahan api dengan jarak lilitan 5 mm dan jarak tengah 150 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Rangkaian Heater

4.5 Perakitan Alat

Perakitan merupakan tahapan dimana suatu komponen-komponen disatukan

Sehingga menghasilkan alat atau mesin.

1. Letakan busa api ke dalam saluran segiempat, busa api berukuran 700 mm × 216 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24. Pemasangan Busa Tahan Panas

2. Kemudian letakan mika tahan api di atas busa api, mika api berukuran $700 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$. Dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Posisi Mika Tahan Api

3. Setelah itu letakan *heater* di atas mika tahan api tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Posisi *heater*

4. Kemudian tutup *heater* menggunakan mika tahan api dengan ukuran mika tahan api panjang 700 mm, lebar 150 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Posisi Tutup *heater* Menggunakan Mika Tahan Panas

5. Selanjutnya letakan plat alumunium dengan panjang 700 mm lebar 150 mm tebal 10 mm ke atas mika tahan api tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Letakan Plat Alumunium

- Setelah plat alumunium dipasang letakan rusuk V 90° di atas permukaan plat alumunium tersebut dengan jarak rusuk 54 mm berjumlah 10 buah. Dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Susunan Rusuk V

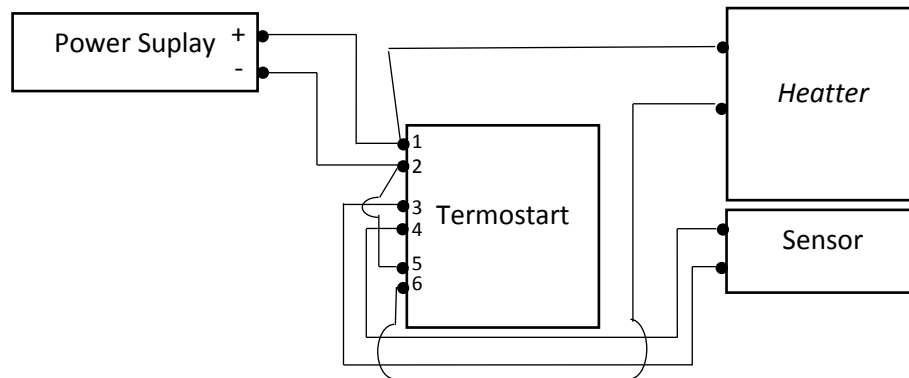
- Kemudian letakan braket blower ke ujung saluran segiempat, ikat menggunakan sekrup 1 inch. Dapat dilihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Pemasangan Braket Blower

4.6 Merangkai Kelistrikan Thermostart.

Kelistrikan digunakan untuk mengoperasikan *heater* tersebut, serta berfungsi menghidupkan termostart sehingga saluran segiempat beroperasi. Dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar 4.31 Rangkaian Kelistrikan *Heatter*

4.7 Hasil Pengujian Sensor

Percobaan sensor dilakukan menggunakan alat ukur aerometer untuk melihat kecepatan aliran udara yang masuk kedalam saluran segiempat dan untuk mengukur temperatur udara panas di saluran segiempat. Dapat dilihat pada gambar 4.32.



Gambar 4.32 Percobaan Sensor Aerometer

Saluran segiempat ini memiliki perancangan antara lain yaitu berbentuk rusuk V berlubang.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Udara masuk dan Udara Keluar Pada Saluran Segiempat

Temperature Thermostat	Kecepatan Udara m/s	Nilai Rata-rata Udara Masuk	Nilai Rata-rata udara Keluar
45 °C	10 m/s	29.4 °C	31 °C
48 °C	20 m/s	30.7 °C	33 °C
46 °C	30 m/s	30.8 °C	32.3 °C
45 °C	40 m/s	31 °C	31.8 °C
52 °C	50 m/s	31 °C	33 °C

Dari data hasil pengujian laju udara menggunakan alat ukur *anemometer* dengan dipanaskan *heater* maka didapatkan hasil nilai rata-rata udara masuk 30.8 °C dengan kecepatan udara stabil 30 m/s, temperature *heater* 46 °C. Dan nilai rata-rata udara keluar 31.8 °C dengan kecepatan udara stabil 40 m/s, temperature *heater* 45 °C.

4.8 Pembahasan

Pembahasan alat ini harus diutamakan tentang pembahasan mengenai proses pembuatan atau produksi serta langkah kerja pembuatan komponen, sehingga jelas dan dapat diperhitungkan biaya produksi pembahasan selanjutnya. Selain itu juga yang paling utama dalam pembahasan ini memberikan petunjuk bagaimana alat tersebut dapat dibuat dari komponen yang sederhana hingga rumit.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan dan pengujian sensor yang telah dilakukan dapat kesimpulan beberapa hal yaitu:

1. Rusuk V berbahan alumunium dengan ukuran 31,07 mm, tebal 10 mm. Sambungan ruruk V berukuran panjang 75 mm, lebar 10 mm, jumlah lubang 5 buah berdemensi lubang bagian depan 5 mm dan lubang bagian belakang 3 mm.
2. Untuk mendistribusikan kecepatan udara bertemperatur. Kecepatan udara yang di distribusikan dalam penelitian ini adalah 10 m/s, aliran udara masuk 29.4 °C aliran udara keluar 31 °C, 20 m/s aliran udara masuk 20.7 °C aliran udara keluar 33 °C, 30 m/s aliran udara masuk 30.8 °C aliran udara keluar 32.3 °C, 40 m/s aliran udara masuk 31 °C aliran udara keluar 31.8 °C, 50 m/s aliran udara yang masuk 31 °C aliran udara keluar 33 °C. Laju udara yang terjadi di alat perpindahan panas saluran segiempat.

5.2 Saran

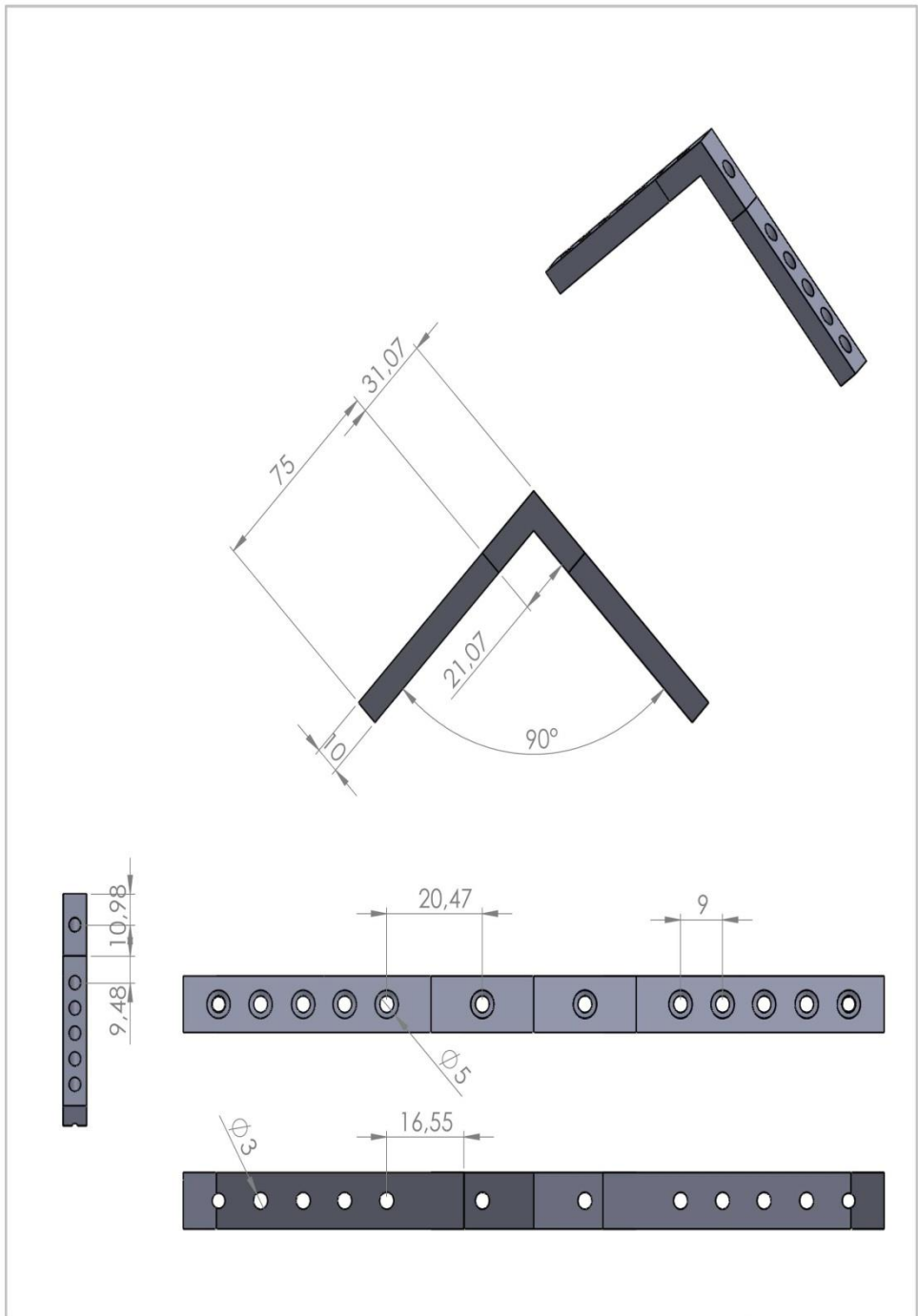
1. Penulisan mengharapkan pada penelितihan pembuatan rusuk V berlubang pada alat perpindahan panas saluran segiempat, alat ini dimplementasikan secara konvesional. Membuat sebuah alat yang dapat menghambat jalu udara menggunakan rusuk V bermaterial alumunium dan saluran segiempat bermaterial teriplek.
2. Mengkalibrasi sebelum menggunakan alat alat penelितihan, agar tidak terjadi kesalahan saat pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

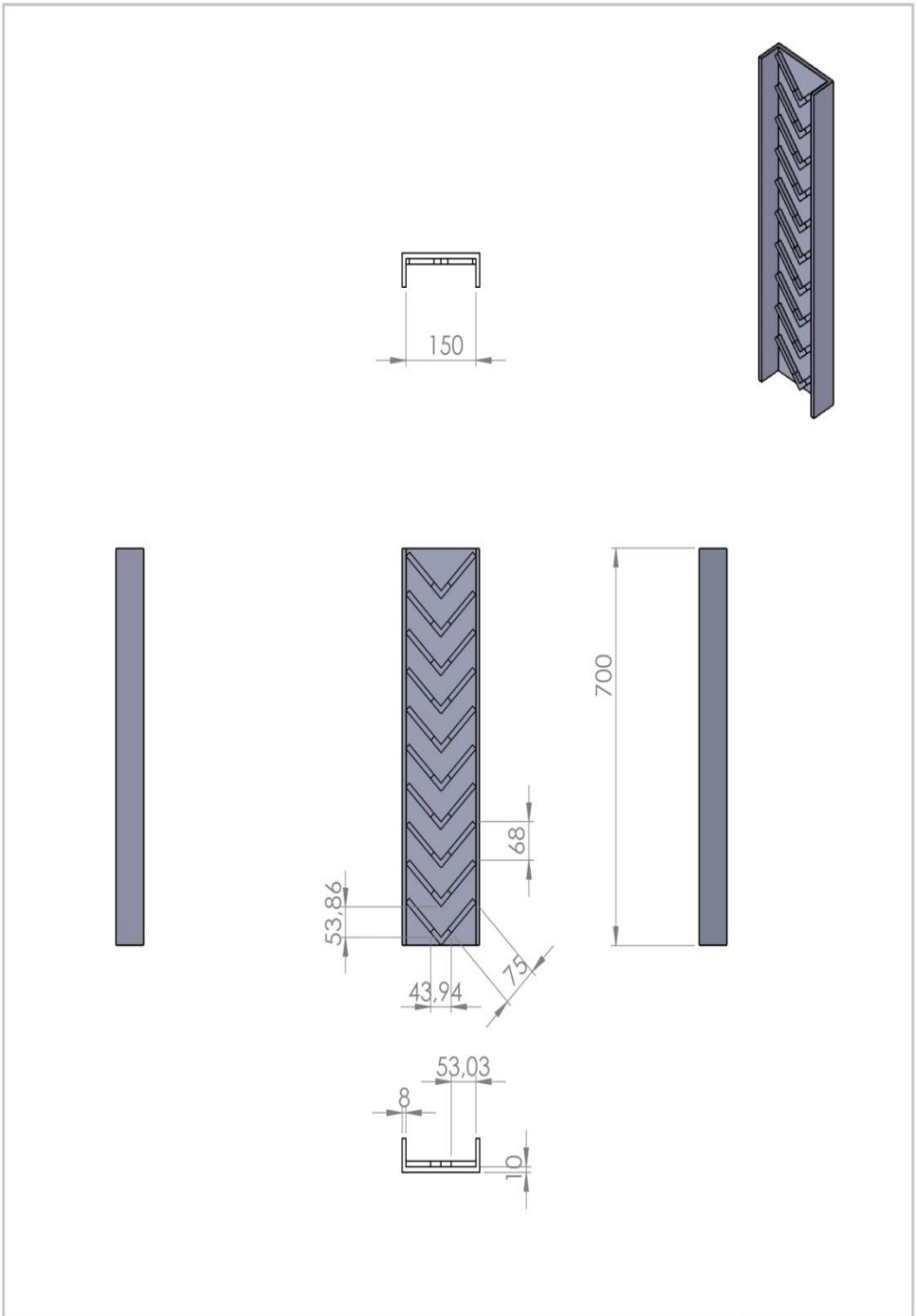
- Supu, Idawati, et al. "Pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda." *Dinamika* 7.1 (2017) : 62-73
- Supu, I., Usman, B., Basir, S., & Sunarmi, S. (2017). Pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda. *Dinamika*, 7(1), 62-73.
- Harsono., 2009, Teknologi pengelasan Logam. Jakarta : pradya Paramita
- Handayani, sri., 2007., Mengenal proses Frais (Miliing), ditemukan di;ftp://118.97.42.43/ VIRLIBSTEMSI/ TEKNOLOGI/ TEKNIK MESIN/ TEKNIK PEMESINAN 1/BAB 07 Mengenal Proses Frais New.pdf, diakses 08 Maret 2012. (Titahelu et al., 2019) Titahelu, Nicolas, Heat, Desain
- T. Surdia, Chijiwa K. "Teknik Pengecoran Logam", Cetakan Ke-8, PT. Pradnya Paramita, Jakarta. (2005).
- Nuraini, E; Martoyo; Sigit (1996) Pengaruh Suhu Dan Media Pendingin Terhadap Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Perlakuan Panas ALMG2. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah. pp 57 – 62. Mikro pada perlakuan panas ALMG2. Prosiding pertemuan dan Prestasi Ilmiah, pp 57-62.
- Welsch, F, Kirsch, S, Michaelis, N, Motzki, P, Schütze, A, & Seelecke, S. "Continuous Operating Elastocaloric Heating and Cooling Device: Model-Based Parameter Study With Airflow Fletcher parameter Study With Airflow obstruction. " *Br Med J* 1.6077 (1977) : 1645-1548.
- Fletcher, C., & Peto, R. (1977). The natural history of chronic airflow obstruction. *Br Med J*, 1(6077), 1645-1648. (Il & Teori, 2003).
- Haryanto, A.(2015). Perpindahan Panas. Yogyakarta: Innosain.
- Holman, J.P, 2010, *Perpindahan Kalor*, Jakarta, Erlangga.
- Istanto, T., & Rokhadi, A. W. (2011). *PENGUJIAN KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS DAN PENURUNAN TEKANAN SIRIP-SIRIP PIN ELLIPS SUSUNAN SELANG-SELING DALAM SALURAN SEGIEMPAT* Abstract : 9, 300–307.
- Umurani. K, M. Muharnif, 2019, Pengaruh diameter ubang pembangkit vorteks winglet melengkung terhadap unjuk kerja Apk tipe kompak studi eksperimental, Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 2(1), 84-93, <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3072>
- Walujodjati, A. "Perpindahan panas konveksi paksa." *Jurnal Ilmiah MOMENTUM* 2.2 (2006).

- Walujodjati, A. "Perpindahan panas konveksi paksa." *Jurnal Ilmiah MOMENTUM 2.2* (2006).
- Kencanawati, 2017 MODULE BAHAN AJAR PROSES PEMESINAN MATA KULIAH PROSES PRODUKSI I MKK 3019.
- Rahdiyanta, Dwi. "Proses Frais (Milling)." *Yogyakarta: FT-UNY* (2010).
- Agung Krisntanto (2010) 'Diktat Kuliah Proses manufaktur'.
- Istanto, T., & Rokhadi, A. W. (2011). PENGUJIAN KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS DAN PENURUNAN TEKANAN SIRIP-SIRIP PIN ELLIPS SUSUNAN SELANG-SELING DALAM SALURAN SEGIEMPAT Abstract : 9, 300–307.
- Umurani, K., Muharnif, M. and Siregar, A. M. (2021) 'Analisa Numerik Pengaruh Diameter Lubang Berperforasi Rusuk V Terhadap Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan', *Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil)*, 2(1), pp. 54–65. Available at: url: <https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil>.

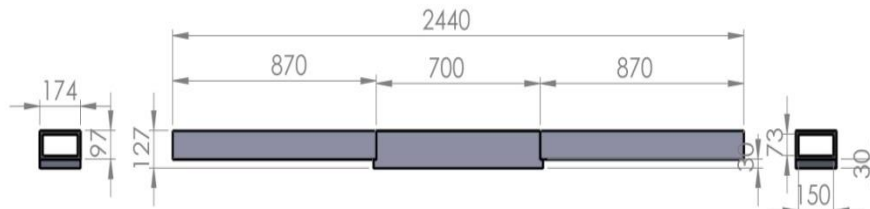
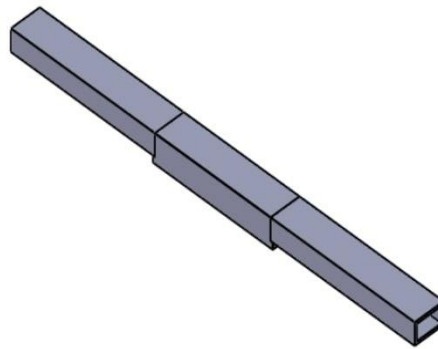
LAMPIRAN



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:			
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
G.A.					MATERIAL:	DWG NO:		11	
						1 spesimen 90 berlubang			
					WEIGHT:	SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1	

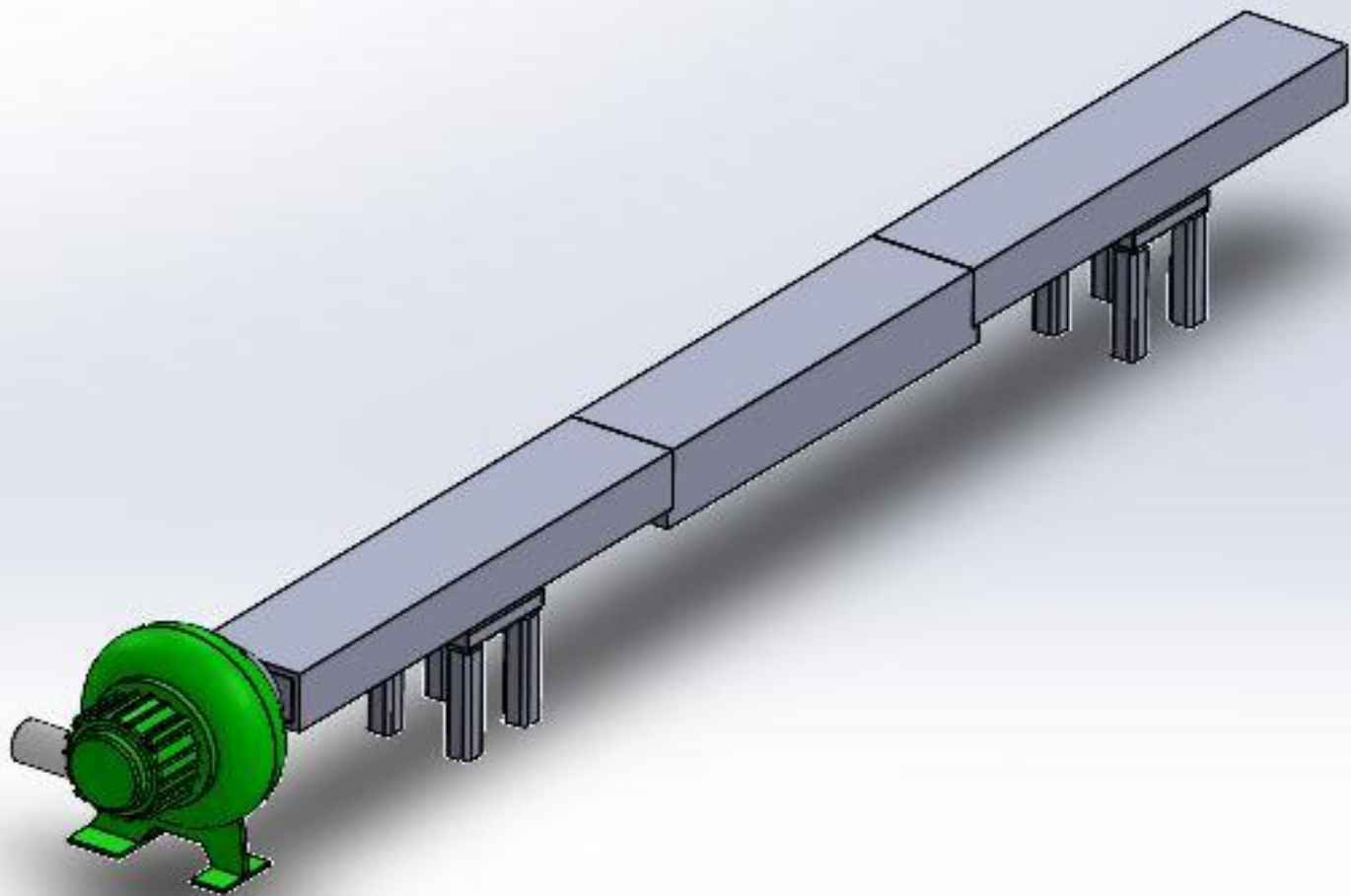


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
CHKD							
APPV'D							
MFG							
Q.A					MATERIAL:	DWG. NO.	Rusuk V 90
							A4
					WEIGHT:	SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1



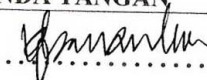
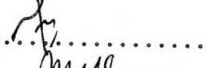
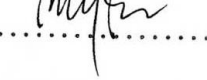
SCALE 1 : 20

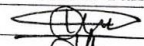

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN:		SIGNATURE:		DATE:		TITLE:			
CHK'D:									
APPV'D:									
MFG:									
Q.A:				MATERIAL:		DWG NO.:		SALURAN SEGIEMPAT OK	
				WEIGHT:		SCALE: 1:50		SHEET 1 OF 1	



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

Peserta seminar
 Nama : Ibnu Hadi
 NPM : 1707230076
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segi Empat

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani, ST, MT	:..... 
Pembanding – I	: H. Muharnif, ST, M.Sc	:..... 
Pembanding – II	: M. Yani, ST, MT	:..... 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1807230120	MHD. HANI API PUMINGAN	
2	1707230083	M. Wahyu Rinaldi	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 18 Muharram 1443 H
16 Agustus 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Ibnu Hadi
NPM : 1707230076
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segi Empat

Dosen Pembanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

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


lihat buku skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan, 18 Muharram 1443 H
16 Agustus 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin


Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



H. Muharnif, ST, M.Sc

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

Nama : Ibnu Hadi
NPM : 1707230076
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segi Empat

Dosen Pembanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
hatah pd draft seminar hari, bagian yg harus diperbaiki!
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

Medan 18 Muharram 1443 H
16 Agustus 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



[Signature]
Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II

[Signature]

M. Yani, ST, MT



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [f umsumedan](#) [ig umsumedan](#) [t umsumedan](#) [u umsumedan](#)

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 1060/II.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 21 Mei 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : IBNU HADI
Npm : 1707230076
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X (Sepuluh)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN RUSUK V BERLUBANG PADA ALAT
PERPINDAHAN PANAS SALURAN SEGI EMPAT
Pembimbing : KHAIRUL UMURANI 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. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 22 Dzulhijjah 1443 H

21 Juli 2022 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pembutan Rusuk V Berlubang Pada Alat Perpindahan Panas Saluran Segiempat

Nama : Ibnu Hadi
Npm : 1707230076

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

No.	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- pemberian Skripsi tugas	g
		- Perbaiki Centar beludang	u
		- Perbaiki Lujuvan penuntunan	u
		- Perbaiki Timbangan Nstaka	g
		- Lengkapi perbantuan?	u
		- Perbaiki Metode	g
		- buat diagram alir penelitian	g
		- Bab 3 Alat dan bahan	u
		- Bab 4. hasil Pembakuan	u
		- Bab 5 hasil pembakuan	g
		- Aes minor hml	g
		- Aes Siding	g

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Ibnu Hadi
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Laut Dendang. 01 Juni 1997
Alamat : Dusun 4 Melati, Desa Laut Dendang Kec,
Percut Sei Tuan, Kab Deli Serdang
Agama : Islam
Email : ibnuhadi914@gmail.com
No. Hp : 085760045930

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Supsidi Swakarya Tahun 2004-2010
2. MTs Al- Ittihadiyah Tahun 2010-2013
3. SMK Swasta Bandung-2 Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara Tahun 2017-2022