

TUGAS AKHIR

ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN PROSES *MILLING* ALUMINIUM *ALLOY* PADA PEMBUATAN RUSUK V *HEAT* *EXCHANGER* TERHADAP PENGARUH CAIRAN PENDINGIN

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD WAHYU RINALDI
1707230083



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : MUHAMMAD WAHYU RINALDI
Npm :1707230083
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Kekasaran Permukaan Proses *Milling* Aluminium Alloy Pada Pembuatan Rusuk V *Heat Exchanger* Terhadap Pengaruh Cairan Pendingin
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, 15 Agustus 2022

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Wawan Setiawan Damanik, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing



Khairul Umurani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua



Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Wahyu Rinaldi
Tempat / Tanggal Lahir : Medan / 19 Agustus 1998
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN PROSES MILLING ALUMINIUM ALLOY PADA PEMBUATAN RUSUK V HEAT EXCHANGER TERHADAP PENGARUH CAIRAN PENDINGIN”

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 hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses 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 Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Agustus 2022

Saya yang Menyatakan,



Muhammad Wahyu Rinaldi

ABSTRAK

Peroses pemesinan dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi geram (*chips*), sehingga berbentuk benda kerja. Frais merupakan salah satu proses pemesinan yang banyak digunakan untuk pembuatan komponen. Proses kerja mesin frais adalah dengan cara menyayat/memakan benda kerja menggunakan alat potong bermata banyak yang berputar (*multipoint cutter*). Cairan pendingin merupakan cairan yang digunakan untuk mendinginkan dan melumasi antara pahat dan benda kerja saat proses pemesinan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa kekasaran permukaan proses *milling* aluminium *alloy* terhadap pengaruh pendingin. Pada penelitian ini menggunakan cairan pendingin dromus, dexlite, dan minyak tanah. Dengan kecepatan gerak pemakanan 47 mm/menit, kedalaman pemakanan 0.5 mm, dan kecepatan putaran 1250 Rpm, dan pengujian kekasaran ini menggunakan alat *Surface Roughnes Test*. Pada penggunaa cairan pendingin dromus didapatkan nilai Ra = 1.441 μm . Pada penggunaan cairan pendingin dexlite didapatkan nilai Ra = 1.353 μm . Pada penggunaan cairan pendinginan cairan pendingin minyak tanah didapatkan nilai Ra = 0,757 μm . Dari hasil yang didapatkan maka dapat dilihat penggunaan cairan pendingin minyak tanah paling baik.

Kata kunci : *Milling*, Kekasaran permukaan, cairan pendingin

ABSTRACT

The machining process is carried out by removing the unused part of the workpiece into chips, so that it takes the form of a workpiece. Milling is one of the most widely used machining processes for component manufacturing. The working process of the milling machine is by slicing/eating the workpiece using a rotating multi-edged cutting tool (multipoint cutter). Coolant is a liquid used to cool and lubricate between the tool and the workpiece during the machining process. The purpose of this study was to analyze the surface roughness of the aluminum alloy milling process on the effect of cooling. In this study, dromus, dexlite, and kerosene coolant were used. With a feed motion speed of 47 mm/minute, a feed depth of 0.5 mm, and a rotational speed of 1250 Rpm, this roughness test uses the Surface Roughnes Test tool. In the use of dromus coolant, the value of $Ra = 1.441\ m$ was obtained. In the use of dexlite coolant, the value of $Ra = 1.353\ m$ was obtained. In the use of kerosene cooling fluid, the value of $Ra = 0.757\ m$ was obtained. From the results obtained, it can be seen that the use of kerosene cooling fluid is the best.

Keywords: Milling, Surface roughness, coolant

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 “Analisa Kekasaran Permukaan Proses *Milling* Alumunium *Alloy* Pada Pembuatan Rusuk V *Heat Exchanger* Terhadap Pengaruh Cairan Pendingin “ 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, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M. Yani, S.T.,M.T selaku dosen penguji I dan Bapak Wawan Setiawan Damanik, S.T.,M.T selaku dosen penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T 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 : Suriadi dan Rosdiana Panjaitan 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 penulis: Ibnu Hadi, Muhammad Walidi, Ikhsan Abdillah, krisnawati rekan kerja di JML 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, 15 Agustus 2022



Muhammad Wahyu Rinaldi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
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 Pemesinan	5
2.1.1. Jenis-jenis Proses Milling	6
2.2. Milling	7
2.2.1 Parameter Proses Milling	8
2.2.2 Mekanisme Proses Milling	12
2.2.3 Jenis-jenis Milling	13
2.3. Cairan pendingin	16
2.3.1. Jenis-jenis Cairan Pendingin	18
2.3.2. Pengaruh Cairan Pendingin	19
2.4. Keasaran Permukaan	20
2.5 <i>Heat Exchanger</i>	23
2.6 Rusuk V	23
2.6.1. Aplikasi Rusuk	24
2.7 Saluran Segiempat	24
2.8 Alumunium Alloy	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu	27
3.2 Alat dan Bahan	28
3.2.1 Bahan	28
3.2.2 Alat	30
3.3 Bagan Alir Penelitian	35
3.4 Rancangan Alat Penelitian	36
3.5 Prosedur Pembuatan Rusuk V	37
3.6 Prosedur Penelitian	38
3.7 Data <i>Sheet</i> Penelitian	39

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Pembuatan	40
4.2 Pembahasan	42
4.2.1 Spesimen pada cairan pendingin <i>dromus</i>	42
4.2.2 Spesimen pada cairan pendingin Dexlite	43
4.2.3 Spesimen pada cairan pendingin Minyak Tanah	44
4.3 Perbandingan Hasil kekasaran permukaan	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBING	
BERITA ACARA SEMINAR	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Milling Vertikal dan Horizontal	8
Gambar 2.2 (a) <i>up milling</i> dan (b) <i>down milling</i>	12
Gambar 2.3 proses <i>milling</i> (a) <i>milling</i> , (b) <i>face milling</i> , (c) <i>end milling</i>	12
Gambar 2.4 Mesin <i>Milling vertical</i>	14
Gambar 2.5 Mesin <i>Milling Horizontal</i>	14
Gambar 2.6 Mesin <i>Milling Universal</i>	15
Gambar 2.7 Mesin <i>Milling</i> tangan	15
Gambar 2.8 Mesin <i>Milling CNC</i> (<i>Computer Numerical Control</i>)	16
Gambar 2.9 lambang kekasaran permukaan	22
Gambar 2.10 Saluran Segi Empat	24
Gambar 3.1 Plat Alumunium alloy	28
Gambar 3.2 <i>Dromus Oil</i>	29
Gambar 3.3 Dexlite	29
Gambar 3.4 Minyak Tanah	30
Gambar 3.5 Mesin <i>Milling</i>	31
Gambar 3.6 Alat ukur Kekasaran	32
Gambar 3.7 Mesin Sekrap (<i>shaping machine</i>)	32
Gambar 3.8 Jangka sorong	33
Gambar 3.9 Ragum	33
Gambar 3.10 <i>Milling Cutter</i>	34
Gambar 3.11 Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 3.12 Rancangan Alat Penelitian	36
Gambar 4.1 Spesimen uji Kekasaran	40
Gambar 4.2 Pemotongan Material Almunium <i>alloy</i>	40
Gambar 4.3 Proses <i>Milling</i>	41
Gambar 4.4 Pengujian Spesimen	41
Gambar 4.5 Hasil Pengujian	42
Gambar 4.6 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin Dromus	43
Gambar 4.7 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin Dexlite	44
Gambar 4.8 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin Minyak Tanah	45
Gambar 4.9 Grafik Kekasaran Permukaan Cairan Pendingin Dromus	45
Gambar 4.10 Grafik Kekasaran Permukaan Cairan Pendingin Dexlite	46
Gambar 4.11 Grafik Kekasaran Permukaan Cairan Pendingin Minyak Tanah	46
Gambar 4.12 Grafik Rata-rata kekasaran permukaan pada cairan pendingin	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Cutting Speed</i> untuk proses <i>Milling</i>	9
Tabel 2.2 <i>Feed</i> untuk proses <i>milling</i>	11
Tabel 2.3 Toleransi Nilai Kekasaran	21
Tabel 2.4 Tingkat Kekasaran Rata-rata Permukaan	22
Tabel 2.5 Sifat Mekanik Alumunium	26
Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	27
Tabel 3.2 Spesifikasi Mesin <i>Milling</i>	30
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Roughness test</i>	31
Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin Sekrap	32
Tabel 3.5 Data <i>Sheet</i> Penelitian Dromus, Dexlite, dan Minyak Tanah	39
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Pendingin Dromus	42
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Pendingin Dexlite	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Pendingin Minyak Tanah	44

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Cs	<i>Cutting Speed</i>	m/menit
d	Diameter Pisau	mm
n	Putaran Mesin	Rpm
fz	Gerak makan per gigi	-
Vf	Kecepatan makan	mm/putaran
z	Jumlah gigi pisau	-
f	Kecepatan potong per gigi	mm/putaran
F	Kecepatan Pemakan	mm/menit
n	Puataran spindel	Rpm
tc	Waktu pemotongan	mm
lt	lv + lw + ln	mm
lv	1	Untuk <i>Milling</i> datar
lv	≥ 0	Untuk <i>Milling</i> tegak
ln	$\approx d/2$	Untuk <i>Milling</i> tegak
π	Konstanta (3.14)	-
a	Kedalaman pemotongan	mm
w	Lebar pemotongan	mm
1000	1 m = 1000 mm	-

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 frais, mesin gerinda, dan mesin bubut. Proses pemesinan yang membuat sebagian komponen mesin bisa didominasi dengan menggunakan material aluminium. Material aluminium 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 yang 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).

Frais (*milling*) adalah suatu proses pengurangan material untuk membentuk komponen atau produk dengan cara pahat (*cutter*) berputar dan tiap giginya melakukan pemakan serta meja bergerak ke kiri dan ke kanan sehingga material bergerak mengikuti gerakan meja kerja, akibatnya terjadilah penyayatan atau pemotongan oleh mata pahat HSS (*High Speed Steel*) dalam proses ini terdapat pengaruh hasil nilai kekasaran permukaan akibat penyayatan (Yanuar, Syarief and Kusairi, 2014). Dalam melakukan proses pemesinan *milling*, waktu yang dibutuhkan untuk membuat sebuah komponen atau produk harus sesuai mungkin agar tercapai kapasitas produksi yang terbaik, akan tetapi dalam prosesnya juga harus memperhatikan faktor kualitas yaitu tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan. Salah satu cara untuk melihat kualitas barang produksi yang dianggap baik biasanya ditandai dengan kualitas permukaan komponen yang baik. Untuk mendapatkan hasil permukaan yang berkualitas dan sesuai dengan permintaan

perancangan bukanlah hal yang mudah, karena banyak faktor yang harus diperhatikan dalam proses pengerjaannya (Saputra, 2018).

Kekasaran permukaan merupakan ketidak teraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Adapun penyebabnya beberapa macam faktor, diantaranya yaitu : geometri, *cutting fluid*, dimensi pahat, dan cacat pada material benda kerja. Kualitas suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja (Prayitno, 2015).

Disisi lain, pada proses pemesinan harus memperhatikan dalam hal kualitas produk. Kualitas produk dipengaruhi beberapa faktor penentu, salah satunya yaitu cairan pendingin (*coolant*). Dalam beberapa kasus, cairan pendingin juga dapat berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gaya potong dan memperhalus permukaan. Salah satu cairan pendingin yang sering digunakan yaitu cairan emulsi, campuran dari air dan minyak (Adegbuyi, 2011).

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Mustofa, Dwijana and Antara, 2018). Menganalisa pengaruh pendingin air, oli, dan udara terhadap tingkat kekasaran pada prosesi *milling* baja karbon. Parameter pemesinan yang digunakan: kedalaman potong (a) 0,75 mm, kecepatan pemakanan (V_f) 60 mm/min, kecepatan putaran *spindle* (n) 200 Rpm. Setelah itu dilakukan pengukuran nilai kekasaran permukaan rata-rata (R_a). Penggunaan cairan pendingin air didapatkan nilai kekasaran permukaan (R_a) 5,107 um, Penggunaan cairan pendingin oli didapatkan nilai kekasaran permukaan (R_a) 4,93 um, Penggunaan pendingin udara didapatkan nilai kekasaran permukaan (R_a) 5,539 um, sehingga didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata didapatkan dari proses *milling* baja karbon dengan media pendingin oli.

Penelitian (Arya Rudi Nasution, Affandi Affandi, Khairul Umurani, Ahmad Marabdi Siregar, 2021) yang dilakukan oleh menganalisa kekasaran permukaan pada benda kerja dengan minyak kelapa pada putaran *spindle* 360 rpm, gerak makan 60 mm/min adalah 1.56 R_a , dan pada putaran *spindle* 360 rpm, gerak makan 70 mm/min kekasaran permukaan benda kerja lebih rendah dari sebelumnya, yaitu 1.297 R_a . Sedangkan pada hasil pengamatan kekasaran permukaan pada material benda kerja pada putaran *spindle* 490 rpm gerak makan

60 mm/min sebesar 0.811 Ra, dan di putaran spindle 490 rpm gerak makan 70 mm/min nilai kekasaran permukaannya 0.804 Ra.

Aluminium *alloy* ialah logam yang ringan, Konduktifitas listriknnya 60% lebih dari tembaga selain itu juga dipergunakan untuk peralatan listrik. Sehingga juga memiliki sifat penghantar panas yang baik, mempunyai sifat pantul sinar yang baik, mudah difabrikasi, tahan korosi dan tidak beracun. sehingga dipergunakan pula pada komponen mesin, alat penukar panas, cermin pantul, komponen industri kimia dan lain-lain (Ilham and Haripriadi, 2019).

Heat Exchanger merupakan salah satu ilmu teknik termal yang mempelajari cara menghasilkan panas, menggunakan panas, mengubah panas, dan menukarkan panas di antara sistem fisik (Koestoer, 2002). 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 (Umurani, Muharnif and Siregar, 2021).

Berdasarkan latar belakang maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “Analisa Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses *Milling* Alumunium *Alloy*”. Sebagai judul.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana menganalisa kekasaran permukaan proses *milling* aluminium *alloy* pada pembuatan rusuk V *heat exchanger*.

1.3 Ruang Lingkup

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Mesin yang digunakan mesin *milling*
2. Jenis pahat yang digunakan HSS (*High Speed Steel*)
3. Benda kerja yang digunakan Alumunium *Alloy*
4. Cairan pendingin yang digunakan Dromus, Dextrite, dan Minyak Tanah
5. Putaran mesin 1250 Rpm, kedalaman pemakanan 0.5 mm.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

A. Tujuan Umum

1. Untuk menganalisa kekasaran permukaan proses *milling* Alumunium *alloy* pada pembuatan rusuk V *heat exchanger* terhadap pengaruh cairan pendingin.

B. Tujuan Khusus

1. Untuk menganalisa tingkat kekasaran permukaan Alumunium *alloy* dari hasil proses *milling* berdasarkan pengaruh cairan pendingin Dromus, Dexlite, dan Minyak Tanah.
2. Untuk mengetahui cairan pendingin apa yang baik pada proses *milling* menggunakan material Alumunium *alloy* untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang halus dan putaran pada mesin.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk membantu masyarakat umum, akademis, dan industri dalam hal menentukan hasil pengukuran kekasaran permukaan yang diinginkan dengan menggunakan mesin *milling*.
2. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh dibangku kuliah dengan yang ada di dunia permesinan perkakas dalam hal cairan pendingin.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Pemesinan

Proses pemesinan merupakan proses lanjutan pada pembentukan benda kerja atau mungkin juga ialah proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati pada bentuk benda yang sebenarnya. Baja atau besi tempa sebagai bahan produk yang akan dibuat melalui proses pemesinan biasanya mempunyai bentuk profil berupa bentuk serta ukuran yang sudah distandarkan misalnya, bentuk bundar “O”, segi empat, segi enam “L”, “I” “H” dan lain-lain.

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*), sekrap (*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 Jenis – jenis Proses Pemesinan

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 benda kerja dimana benda ini dijepit dan diputar oleh spindel sedangkan gerak makan dilakukan oleh pahat dengan gerak lurus. Pahat hanya bergerak pada sumbu XY.

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). Proses menyekrap menggunakan tool yang lebih keras dari pada benda kerja.

C. Mesin Gurdi (*Drilling Machine*)

Pada Mesin Gurdi 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* adalah pemotongan benda kerja dengan menggunakan pahat bermata majemuk yang dapat menghasilkan jumlah 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 makan sampai dihasilkan benda kerja diinginkan.

E. Mesin Gerinda (*Grinding Machine*)

Prinsip kerja dari mesin menggerinda adalah menggosok, 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 table*), 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 oleh satu sisi pahat, tetapi pada mesin *broaching* pada keseluruhan dari sisi pahat potong (Diktat Lab Sistem Manufaktur, 2005).

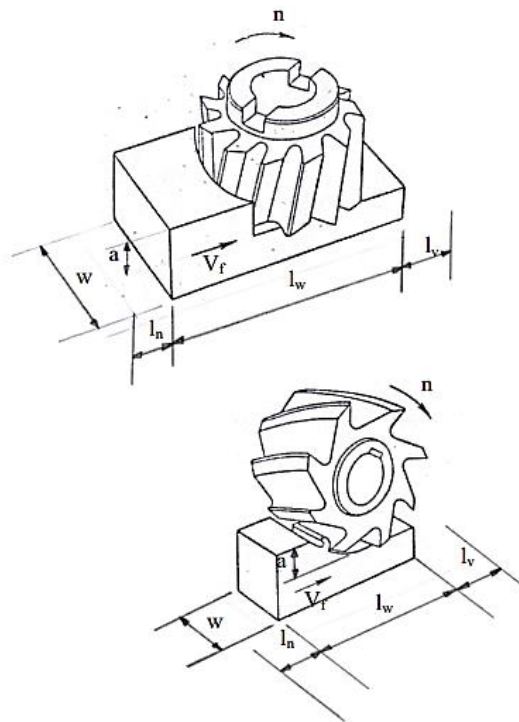
2.2. Milling

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.

2.2.1 Parameter Proses *milling*

Parameter pemotongan diperlukan agar proses produksi dapat sesuai dengan prosedur perencanaan. Parameter-parameter pemotongan yang penting untuk diperhatikan dalam 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 Dwi, 2010).

Parameter-parameter tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skematis Proses *Milling* Vertikal dan *Milling* Horizontal.

1. Kecepatan potong / *cutting speed*

Yang dimaksud dengan Kecepatan potong (*Cs*) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau *feet*/menit). Pada gerak putar seperti pada mesin frais Kecepatan potongnya (*Cs*) adalah Keliling lingkaran benda kerja (π) dikalikan dengan putaran (*n*). Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antarlain:

- 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 kekasarnya, strukturnya dan kemampuan pemesinannya diperlukan *cutting speed* yang berbeda.

Tabel 2.1 *Cutting Speed* untuk proses *Milling* (Rahdiyanta, and Dwi 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:

$$Cs = \frac{(\pi \times d \times n)}{1000} (m/ \text{min}) \tag{2.1}$$

2. Kecepatan putaran mesin (*Revolution* permenit / Rpm)

Yang dimaksud kecepatan Putaran Mesin adalah kemampuan kecepatan putaran mesin untuk melakukan pemotongan/ penyayatan dalam satu menit. Dalam hal ini mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerja. Dengan demikian rumus untuk menghitung putaran adalah:

$$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d} (Rpm) \quad (2.2)$$

Terdapat 3 faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan putaran mesin *frais* antara lain:

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

3. Kecepatan Pemakanan (*Feed / F*) mm/menit

Kecepatan Pemakanan pada proses pengefraisan, ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya Kekerasan bahan, Kedalaman penyayatan, Sudut-sudut sayat alat potong, Bahan alat potong, Ketajaman alat potong, dan Kesiapan mesin yang digunakan. Disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus (waktu pengefraisan lebih cepat), dan pada proses penyelesaiannya/ finishing digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pengefraisan lebih cepat). Besarnya kecepatan pemakanan (*F*) pada mesin *frais* ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pisau *frais* (*f*) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (*n*) dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan adalah:

$$F = f.n(mm/ menit) \quad (2.3)$$

Feed dapat dinyatakan sebagai rasio gerak benda kerja terhadap gerak putar pisau *frais*. 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 Dwi 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

$$fz = \frac{vf}{(z \times n)} = (mm / gigi) \quad (2.4)$$

6. Waktu pemotongan

$$tc = \frac{lt}{vf} = (mm) \quad (2.5)$$

7. Kecepatan penghasilan geram

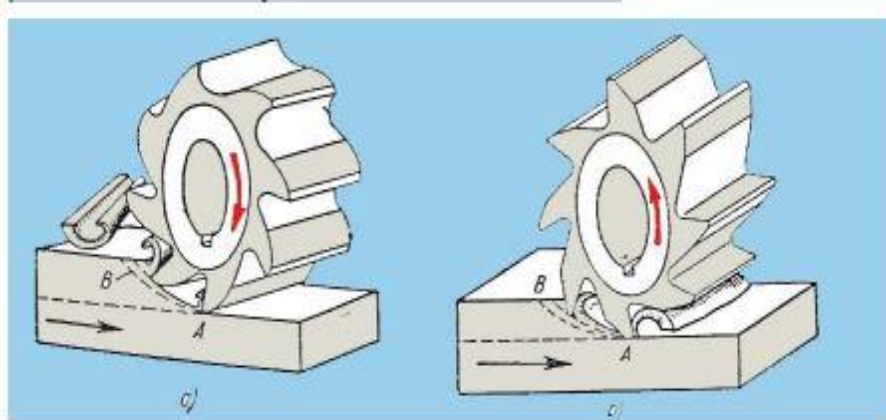
Proses *frais* bisa dilakukan dengan banyak cara menurut jenis pahat yang digunakan dan bentuk benda kerjanya. Selain itu jenis mesin *frais* yang bervariasi

menyebabkan analisa proses *frais* menjadi rumit. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bukan hanya kecepatan potong dan gerak makan saja, tetapi juga cara pencekaman, gaya potong, kehausan produk, getaran mesin dan getaran benda kerja. Maka rumus untuk kecepatan penghasilan geram adalah:

$$Z = \frac{vf \cdot a \cdot w}{1000} \text{ (cm}^3 \text{ / min)} \quad (2.6)$$

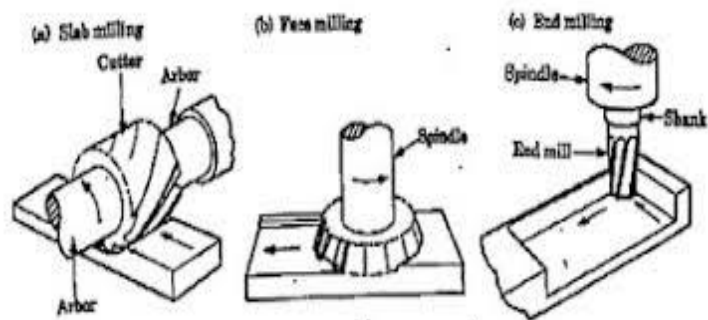
2.2.2 Mekanisme proses *milling*

Metode proses *milling* ditentukan berdasarkan arah relatif gerak makan meja *milling* terhadap putaran alat potong. Metode proses frai ada 2 yaitu *milling* naik dan *milling* turun seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 (a) *up milling* dan (b) *down milling*

Proses *milling* dapat di klafikasikan menjadi 3 jenis. Klafikasi ini berdasarkan jenis alat potong arah peyatan, dan posisi relatif alat potong terhadap benda kerja.



Gambar 2.3 tiga klafikasi proses *milling* (a) *milling*, (b) *face milling*, (c) *end milling*.

A. *Milling periperal (peripheral milling)*

Proses *Milling* ini di sebut juga *slab milling* . permukaan yang *dimilling* dihasilkan oleh gigi alat potong yang terletak pada permukaan luar badan alat potongnya. Sumbu dari putaran alat potong biasanya pada bidang yang sejajar dengan permukaan benda kerja yang disayat.

B. *Milling muka (facemilling)*

Pada *milling* muka, alat potong dipasang pada spindel yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses *milling* dihasilkan dari penyayatan oleh ujung dan selubung alat potong.

C. *Milling jari (end milling)*

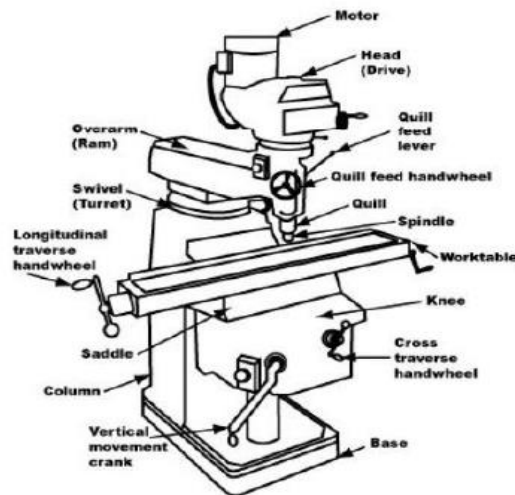
Alat potong pada proses *milling* ujung biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja. Alat potong dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong pada alat potong terletak selubung alat potong dan ujung badan alat potong.

2.2.3 Jenis-jenis mesin *milling*

Terdapat beberapa jenis mesin *milling*. Berdasarkan spindelnya mesin *milling* dibedakan atas:

1. Mesin *Milling vertikal*

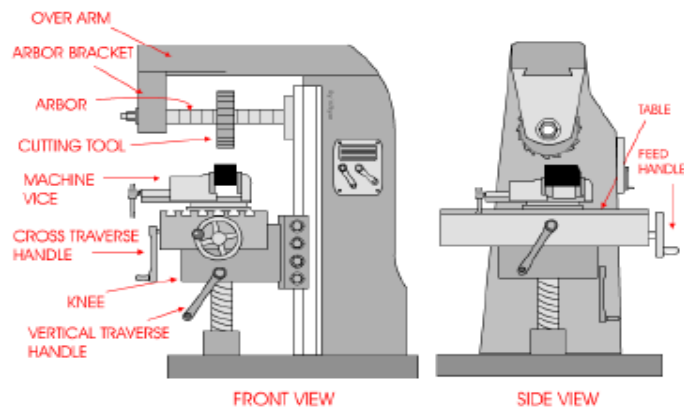
Merupakan mesin *milling* dengan poros utama sebagai pemutar dengan pemegang alat potong dengan posisi tegak. Mesin ini adalah terutama sebuah mesin perkakas yang di kontruksi untuk pekerjaan yang sangat teliti. Penampilan mirip dengan *milling* jenis datar perbedaan adalah bahwa meja kerjanya dilengkapi gerak empat yang kemungkinan meja untuk berputar *horizontal* . seperti gambar 2.2 mesin *milling vertikal*.



Gambar 2.4 Mesin *Milling vertical* (Ahmad Dani Iskandar Tumanggor, 2018)

2. Mesin *Milling Horizontal*

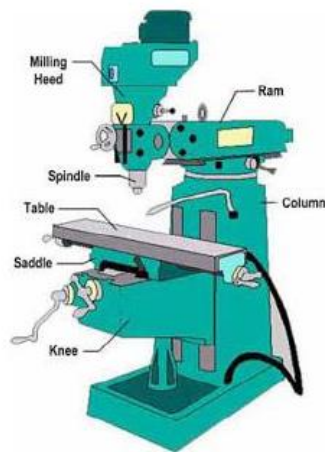
Merupakan mesin *milling* yang potong utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar seperti gambar 2.3 mesin *milling horizontal*.



Gambar 2.5 Mesin *Milling Horizontal* (Ahmad Dani Iskandar Tumanggor, 2018)

3. Mesin *Milling Universal*

Mesin *milling universal* ini adalah mesin produksi dari konstruksi yang kasar. Bangkunya ini adalah benda cor yang kaku dan berat serta menyangga sebuah meja yang hanya memiliki gerakan longitudinal. Penyetelan *vertical* di berikan dalam kepala *spindel* dan suatu penyetelan lintang di buat dalam pena atau ram *spindel* seperti gambar 2.4 Mesin *milling universal*.



Gambar 2.6 Mesin *Milling Universal* (Ahmad Dani Iskandar Tumanggor, 2018)

4. Mesin *Milling* tangan (*Hand milling machine*)

Jenis mesin *milling* ini paling sederhana dari semua jenis mesin *milling*. Jenis mesin *milling* ini dapat diletakan di meja manapun dan hanya dikendalikan oleh tangan. Mesin dapat di pasang pada posisi horizontal dan digerakkan oleh daya. Jenis mesin penggilingan ini berukuran kecil dan cocok untuk peomotongan ringan dan sederhana.



Gambar 2.7 Mesin *Milling* tangan (*Hand milling machine*)

5. Mesin *Milling* CNC (*Computer Numerical Control*)

Jenis mesin *milling* lainnya adalah CNC. Ini adalah tipe mesin penggilingan paling sebguna yang dikendalikan oleh komputer. Ini merupakan versi yang lebih baik dari mesin *milling* lainnya. Mesin ini memiliki poros yang dapat bergerak di ketiga arah dan meja dapat berputa 360 derajat. Semua gerakan ini dikendalikan secara hidrolik yang diperintahkan oleh komputer.



@krisbow.cc

Gambar 2.8 Mesin *Milling* CNC (*Computer Numerical Control*)

2.3 Cairan pendingin

Cairan pendingin merupakan cairan khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin mampu menurunkan gaya pemotongan dan memperhalus permukaan benda kerja atau produk hasil dari proses *milling*. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa beram (terutama dalam proses *milling*) serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi.

Secara umum dapat dinyatakan bahwa peran utama dari cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Pada mekanisme pembentukan beram, beberapa jenis cairan pendingin mampu menurunkan rasio penempatan tebal beram yang mengakibatkan penurunan gaya pemotongan. Pada daerah kontak antar beram dan bidang mata pahat yang terjadi penyayatan yang cukup besar, sehingga adanya cairan pendingin dengan gaya lumas tertentu mampu akan mampu menurunkan gaya potong.

Pada proses penyayatan, kecepatan potong yang rendah memerlukan cairan pendingin dengan daya lumas tinggi. Sementara pada kecepatan potong tinggi memerlukan cairan pendingin dengan daya pendingin yang besar (*high heat absorptivity*). Pada beberapa kasus, penambahan unsur tertentu dalam cairan pendingin akan menurunkan gaya potong karena biasa menyebabkan terjadinya reaksi kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (*shear plane*) sewaktu beram terbentuk (Rugayyah, 2020).

(Saputra, 2018) melakukan penelitian menggunakan cairan pemotong dromus, minyak kelapa, dan minyak pelumas. Dengan gerak makan 0.05 kedalaman potong 5mm dan rpm 305, 520 dan 825. Pada pemotongan menggunakan dromus dengan laju pemotongan 305 rpm, 520 rpm, 825 rpm, didapatkan nilai Ra = 1.34, 1.19, dan 0.96. pada pemotongan menggunakan minyak pelumas dengan laju pemotongan 305 rpm, 520 rpm, dan 825 rpm, didapatkan nilai Ra = 1.52, 1.45, dan 1.33. pemotongan dengan menggunakan minyak kelapa dengan rpm 305, 520, dan 825 didapatkan nilai Ra = 1.40, 1.15, dan 1.03. dari hasil yang didapatkan maka dapat dilihat pemotongan dengan menggunakan dromus dengan laju pemotongan 825 rpm menghasilkan nilai Ra terbaik yaitu 0.96.

(Ghazi, Prasetya and Mulyono, 2019) Pada penelitian nya menggunakan metode eksperimen. Dalam penelitian ini benda kerja yang digunakan sebanyak 12 sampel, yang mendapat perlakuan berbeda yaitu: jenis cairan pendingin (*Semisynthetic fluid, Soluble Oil, Olive Oil*). Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekasaran permukaan adalah *Taylor Hobson Sutronic 25*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Metrologi Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir BATAN, Puspitek Serpong. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis cairan pendingin berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja SKD 11. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa jenis cairan pendingin mempunyai pengaruh besar pada kekasaran permukaan SKD 11.

(Yanuar, Syarief and Kusairi, 2014) Melakukan penelitian dengan 2 metode frais yang dapat dilakukan yaitu dengan cara frais vertikal dan horizontal. Selain itu pada proses frais ini bahan yang akan dilakukan proses permesinan akan mempengaruhi kecepatan mesin dan pemakanan yang dilakukan oleh pahat. Bahan yang akan diuji adalah ST-42 dengan media pendingin yang berbeda yaitu oli campur air 1:1 dan collant yang difrais menggunakan pahat carbide, kemudian dilakukan proses frais dengan memvariasikan kecepatan potong 28,13 m/min, 41,1 m/min, dan 53,41 m/min, dan tebal pemakanan 0,1 mm, 0,3 mm, dan 0,5 mm.. Dari hasil penelitian ini maka kehalusan permukaan benda uji yang telah difrais untuk semua bahan yang digunakan pada pengujian dengan menggunakan cutter carbide termasuk kedalam kategori nilai kekasaran yang ada pada standard

yaitu N6 sampai dengan N9 yang mempunyai nilai 0,8 μm sampai dengan 6,3 μm . Nilai kekasaran yang paling rendah didapat pada penelitian ini adalah 0.67 μm dan yang tertinggi 4.83 μm .

(Nopran Agung Al'Amin, 2020) pada penelitiannya Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kekasaran material antara lain, kecepatan potong, kedalaman potong, Jenis pahat dan media pendingin. Proses penelitian dimulai dengan menggunakan variasi media pendingin dan kedalaman penyayatan, media pendingin yang digunakan oli, dromus dan minyak sayur, pahat yang digunakan HSS serta kedalaman penyayatan (F) 0,2 mm dan 0,4 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kekasaran pada media pendingin Oli F (0,2mm) : 1,625 μm , F (0,4mm) : 2,631 μm . Nilai kekasaran pada media pendingin Dromus F (0,2mm):1,189 μm , F(0,4mm) : 2,923 μm , nilai kekasaran pada media pendingin minyak sayur F (0,2mm): 2,106 μm , F(0,4mm) : 4,420 μm . Dari hasil tersebut, media pendingin dromus berpengaruh lebih terhadap kekasaran dibandingkan media pendingin oli dan minyak sayur.

2.3.1 Jenis-jenis cairan pendingin

Cairan pendingin yang digunakan dapat dikategorikan dalam empat jenis yaitu :

- *Straight oils* (minyak murni)
- *Soluble oils*
- *Semisynthetic fluids* (cairan semi sintentis)
- *Synthetic fluids* (cairan sintetis)

Minyak murni (*Straight oils*) adalah minyak yang tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk sudah diencerkan. Minyak ini terdiri dari bahan minyak mineral dasar atau minyak bumi, dan kadang mengandung pelumas yang lain seperti lemak, minyak tumbuhan, dan ester. Selain itu bisa juga ditambahkan aditif tekanan tinggi seperti *Chlorine*, *silphur*, dan *phosporus*. Minyak murni menghasilkan pelumas terbaik, akan tetapi sifat pendinginnya paling jelek diantara cairan pendingin yang lainnya.

Soluble oils akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengeulsi untuk menstabilkan emulsi. minyak ini digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya

kosentrasinya = 3 sampai 10%) dan unjuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus. Minyak ini digunakan luas oleh industri pemesinan dan harganya lebih murah diantar cairan pendingin lainnya.

Cairan semi sintetik (*Semi-synthentic fluids*) adalah kombinasi antara minyak sintetik dan *soluble oil* dan memiliki karakteristik kedua minyak pembentuknya. Harga dan unjuk kerja pengantaran panasnya terletak antara dua bahan cairan pembentuknya tersebut.

Minyak sintetik (*synthetic fluids*) tidak mengandung minyak bumi atau mineral dan sebagai gantinya di buat dari campuran organik dan inorganik alkaline bersama-sama dengan bahan penambah (*additivie*) untuk korosi. Minyak ini biasanya digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya dengan rasio 3 sampai 10%). Minyak sintetik menghasilkan unjuk kerja pendinginan terbaik diantar semua cairan pendingin.

2.3.2 Pengaruh cairan pendingin

Cairan pendingin pada prsoes pemsesinan memiliki beberapa fungsi yaitu fungsi utama dan fungsi kedua. Fungsi utama yaitu fungsi yang dikehendaki oleh perncana proses pemesinan dan operator mesin *milling*. Fungsi kedua yaitu fungsi tak langsung yang menguntungkan dengan adanya penerapan cairan pendingin tersebut. Fungsi cairan pendingin tersebut adalah :

Fungsi utama dari cairan pendingin pada proses pemesinan *milling* yaitu:

- Melumasi proses pemotongan khususnya pada kecepatan potongan rendah
- Mendinginkan benda kerja khususnya pada kecepatan tinggi
- Membuang beram dari daerah pemotongan

Fungsi kedua cairan pendingin

- Melindungi permukaan yang disayat dari korosi
- Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah di dinginkan

Penggunaan cairan pendigin pada proses pemesinan *milling* ternyata memberikan efek terhadap mata pahat dan benda kerja yang sedang dikerjakan. Pengaruh proses pemesinan *milling* menggunakan cairan pendingin sebagai berikut:

1. Memperpanjang umur mata pahat
2. Mengurangi deformasi benda kerja karena panas
3. Permukaan benda kerja menjadi lebih baik (permukaan yang halus)

Membantu membuang/ membersihkan beram.

- Cara pemberian cairan pendingin pada proses pemesinan

Cara pemberian cairan pendingin pada proses pemesinan yaitu sebagai berikut :

1. Dibanjirin ke benda kerja atau produk (*flood application of fluid*), pada pemberian cairan pendingin ini keseluruhan produk di sekitar proses pemotongan dibanjiri dengan cairan pendingin melalui saluran cairan pendingin yang jumlahnya lebih dari satu saluran.
2. Disemprotkan (*jet application of fluid*), pada proses pendinginan dengan cara disemprotkan cairan pendingin ke daerah pemotongan benda kerja (pertemuan antara pahat dan benda kerja yang tepotong).sistem pendinginan benda kerja ini adalah dengan cara menampung cairan pendingin dalam satu wadah atau tangki yang dilengkapi dengan pompa yang disertai filter pada pipa penyedotnya. Pipa keluar pompa disalurkan melalui pipa/selang yang berakhir di beberapa selang keluaran yang fleksibel.cairan pendingin yang sudah di saring dengan filter pada meja kerja mesin kemudian dialirkan ke tangki penampung cairan pendinginya.
3. Dikabutkan (*Mist application of fluid*), pemberian cairan pendingin dengan cara dikabutkan dengan menggunakan semprotan udara dan kabutnya langsung di arahkan ke daerah pemotongan benda kerja.

2.4. Kekasaran Permukaan

Definisi Kekasaran permukaan merupakan penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata Profi dalam ISO 1302-1978 definisi ini digunakan untuk menetapkan harga.rata-rata kekasaran permukaan

1. Setiap permukaan yang telah mengalami proses permesinan *milling* akan mengalami kekasaran permukaan tertentu, misalnya mengkilap, halus ataupun kasar. proses permesinan ini akan menentukan kekasaran permukaan pada level tertentu.

2. Untuk bagian perencanaan kerja, bagian perhitungan biaya, maupun operator, harus mengetahui tingkat kekasaran permukaan, yang harus dicapai pada benda kerja Konfigurasi Kekasaran Permukaan.

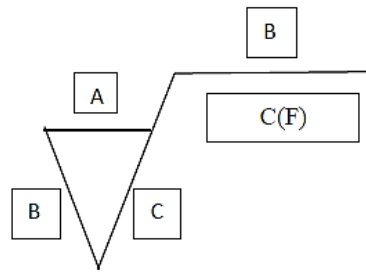
Menurut ISO 1302 – 1978 yang dimaksud dengan kekasaran permukaan ialah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil. Definisi ini digunakan untuk menentukan tingkat dari rata-rata kekasaran permukaan.

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses permesinan, baik itu proses pembubutan, penyekrapan, pengefraisan, akan mengalami kekasaran permukaan dimana untuk besarnya di nyatakan dalam huruf N, dari N 1 yang paling halus sampai N 12 yang paling kasar dengan arah bekas pengerjaan yang tertentu dengan simbol tertentu pula, dari hal tersebut diatas dapat ditentukan nilai kekasaran permukaan pada tingkat tertentu, apakah benda kerja tersebut mengkilap, halus, maupun kasar (Dheo Edy Pratama, 2019).

Tabel 2.3 Toleransi Nilai Kekasaran (Saputro, 2014)

No.	Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi + $\frac{50\%}{N}$ - $\frac{25\%}{N}$	Panjang sampel (mm)
1.	N1	1	0.00	0.02-0.04	0.08
2.	N2	2	0.05	0.04-0.08	
3.	N3	4	0.0	0.08-0.15	0.25
4.	N4	8	0.2	0.15-0.3	
5.	N5	16	0.4	0.3-0.6	
6.	N6	32	0.8	0.6-1.2	
7.	N7	63	1.6	1.2-2.4	
8.	N8	125	3.2	2.4-4.8	0.8
9.	N9	250	6.3	4.8-9.6	
10.	N10	500	12.5	9.6-18.75	2.5
11.	N11	1000	25.0	18.75-37.5	
12.	N12	2000	50.0	37.5-75.0	8

Untuk bagian perencanaan kerja, bagian perhitungan biaya, maupun operator, harus mengetahui tingkat kekasaran permukaan, yang harus dicapai pada benda kerja, hal ini dimaksudkan untuk menentukan nilai jual dari benda kerja (produk) yang akan di jual di pasaran, sehingga bisa di hasilkan nilai tambah bagi perusahaan yang membuat seperti pada gambar 2.9 lambang kekasaran permukaan.



Keterangan

- A. nilai kekasaran permukaan (Ra)
- B. Cara pengerjaan produksi
- C. Panjang sample
- D. Atah pengerjan
- E. Kelebihan ukuran yang dikehendaki
- F. Nilai kekasaran lain jika diperlukan.

Gambar 2.9 lambang kekasaran permukaan

Angka yang ada pada symbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (Ra). berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya. Tabel 2.4 dibawah ini

Tabel 2.4 Tingkat Kekasaran Rata-rata Permukaan (Saputro, 2014)

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga (Ra)
<i>Flat and cylindrical lapping</i>	N1-N4	0.025-0.2
<i>Superfinishing Diamond turning</i>	N1-N6	0.025-0.8
<i>Flat cylindrical grinding</i>	N1-N8	0.025-3.2
<i>Finishing</i>	N4-N8	0.1-3.2
<i>Face and cyndrical turning, milling and reaming</i>	N5-N12	0.4-50.0
<i>Drilling</i>	N7-N10	1.6-12.5
<i>Shapping, Planning, Horizontal milling</i>	N6-N12	0.8-50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	N10-N11	12.5-25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	N6-N8	0.8-3.2
<i>Die casting</i>	N6-N7	0.8-1.6

Nilai kekasaran permukaan suatu benda kerja hasil dari proses pemesinan tergantung dari proses pengerjaannya. Proses pemesinan *milling* memiliki tingkat kekasaran rata-rata N5-N12 Ra yaitu 0.4-5.0.

Kekasaran permukaan dibedakan menjadi dua jenis, diantaranya :

- 1) *Ideal Surface Roughness* Yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal.

2) *Natural Surface Roughness* Yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam proses permesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi proses permesinan diantaranya :

- : 1. Keahlian operator,
2. Getaran yang terjadi pada mesin,
3. Ketidak teraturan *feed mekanisme*,
4. Adanya cacat pada material yang digunakan.

2.5. *Heat Exchanger*

Perpindahan panas disebut juga *heat transfer* merupakan salah satu ilmu teknik termal yang mempelajari cara menghasilkan panas, menggunakan panas, mengubah panas, dan menukarkan panas di antara sistem fisik. Dalam materi perpindahan panas menjelaskan tentang laju perpindahan panas, bentuk-bentuk perpindahan panas yaitu; dari (1) konduksi, merupakan bentuk perpindahan panas yang menggunakan benda padat sebagai medium perantara. (2) konveksi ialah bentuk perpindahan panas yang menggunakan zat alir sebagai medium perantara. Dan yang terakhir, (3) radiasi adalah bentuk perpindahan panas yang memindahkan panas tanpa menggunakan medium perantara atau panas yang dipancarkan. Serta bentuk aplikasi perpindahan panas pada kehidupan sehari-hari. (Koestoer, 2002).

2.6 Rusuk V

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.

Rusuk berbentuk V 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

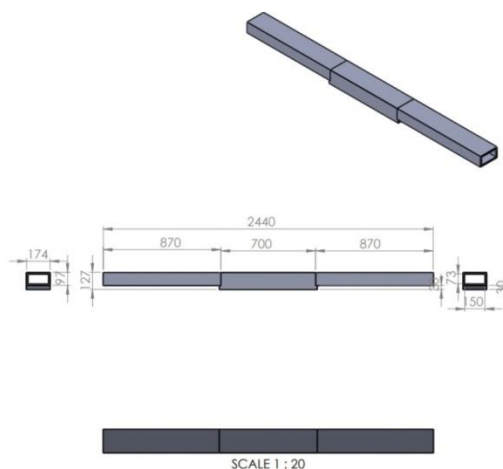
termal rusuk berbentuk V dan rusuk 45o memiliki kinerja yang jauh lebih baik daripada rusuk berbentuk W dan M (Umurani, Muharnif and Siregar, 2021).

2.6.1 Aplikasi Rusuk

Perpindahan panas dari susunan sirip pin merupakan subjek yang sangat penting dengan banyak aplikasi keteknikan. Aplikasi tersebut mulai dari alat penukar panas kompak, boiler untuk turbin uap dan pendinginan internal secara konveksi dari *air foils turbin* gas Rusuk atau sirip sering digunakan pada alat penukar kalor untuk meningkatkan luasan perpindahan panas antara permukaan utama dengan fluida di sekitarnya. Penggunaan rusuk banyak ditemui dalam proses pendinginan silinder pada motor pembakaran dalam, pendinginan silinder kompresor dan pendinginan peralatan elektrikal seperti transformator dan aplikasi rusuk juga sering dijumpai pada sistem pendinginan ruangan, peralatan elektronik, motor bakar, sudu turbin gas dan alat penukar kalor. Sirip juga banyak digunakan untuk pendinginan perangkat computer *heatshink* (Istanto, Rokhadi.2011).

2.7 Saluran Segiempat

Saluran udara segiempat dibuat menggunakan triplek berlapiskan melamin dengan rangka dari kayu, dimana dengan spesifikasi dimensi penampang bagian dalam dari saluran udara segiempat adalah P 2240mm x L 174mm x T 127mm seperti pada gambar 2.10 Saluran Segi Empat.



Gambar 2.10 Saluran Segi Empat

Saluran udara segiempat ini dilengkapi *fan* hisap dan sirip yaitu :

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 luasa perpindahan panas antara permukaan utama dengan fluida di sekitarnya. Idealnya, material untuk membuat sirip harus memiliki konduktivitas yang tinggi unyuk meminimalkan perbedaan temperatur yang diperluas.

2.8 Alumunium *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. Konduktifitas 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 *alloy* adalah logam yang reaktif sehinggann 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.

Tabel 2.5 Sifat Mekanik Alumunium (irawan,2008)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99.996		>99,0	
	Di anil	75% dirol dingin	Di anil	H18
Kekua tantarik(kg/mm ²)	4.9	11.6	9.3	16.9
KekuatanMulur (0.2)(kg/mm ²)	1.3	11.0	3.5	14.8
Perpanjangan	48.8	5.5	3.5	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu

3.1.1. Tempat penelitian

Adapun tempat dilakukannya penelitian dan pembuatan ini dilaksanakan di laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah 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		■	■	■		
5	Menganalisa kekasaran permukaan			■	■	■	
6	Penulisan laporan				■	■	■
7	Sidang Tugas Akhir						■

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*

Material alumunium *alloy* ialah logam yang ringan, Konduktifitas listriknya lebih baik dari tembaga selain itu juga dipergunakan komponen mesin, dan alat penukar panas. Sehingga dipilihlah material alumunium *alloy* pada pembuatan rusuk V ini karena memiliki sifat penghantar panas yang baik, mudah difabrikasi, tahan korosi dan tidak beracun. Dan ukuran material alumunium *alloy* adalah panjang 500 mm, lebar 75 mm, dan tebal 10mm Seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Plat Alumunium alloy

2. *Dromus oil*

Dromus oil merupakan merupakan suatu minyak mineral hasil penyulingan dan adiptif *Dromus Oil* memberikan pendinginan yang sangat baik, pelumasan dan perlindungan karat digunakan dalam berbagai pengerolan dan pengerjaan mesin terutama dalam proses pemesinan perkakas. *Dromus oil* mempunyai kelarutan tingkat tinggi terhadap air sehingga dapat diemulsikan dengan rasio air, selain dari pada itu dromus oil juga tidak memiliki ampas ampas ataupun larutan larutan yang kasar yang dapat merusak alat potong dan juga spesimen benda kerja,dromus oil biasanya dicampurkan dengan air sebanyak 5:1 sampai 10:1 misalnya5 liter air dicampurkan dengan 1 liter *dromus oil*, dengan demikian sangat memungkinkan dimanfaatkan sebagai pendinginan pada alumunium saat terjadinya pemakanan pada proses pengerjaan berlangsung. Seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 *Dromus Oil*

3. Dexlite

Dexlite Merupakan varian bahan bakar diesel yang memiliki angka Cetane minimal 51 dan mengandung Sulfur 1200 *part per million* (ppm), Dexlite salah satu jenis bahan bakar diesel yang menghasilkan emisi yang ramah lingkungan dan dexlite memiliki *Ecosave technology* yang mampu melindungi dari karat seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Dexlite

4. Minyak Tanah

Minyak tanah atau disebut juga kerosen (parafin) adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Ini diperoleh dari hasil destilasi bertingkat dari petroleum pada 150° C dan 275° C (rantai karbon C12-C15). Minyak tanah banyak digunakan untuk lampu minyak dan kompor, sekarang banyak digunakan sebagai bahan bakar mesin jet (Avtur, Jet-A, Jet-B, JP-4 atau JP-8). Kerosen dikenal sebagai RP-1 digunakan sebagai bahan bakar roket. Pada proses pembakarannya menggunakan oksigen cair. Seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Minyak Tanah

3.2.2 Alat

5. 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 seperti gambar 3.5.

Tabel 3.2 Spesifikasi Mesin *Milling*

<i>Type</i>	ZAY 7032 G
<i>Motor Power</i>	0.75 Kw
<i>Spindle Speed</i>	80 - 1250 Rpm
<i>Size of Tabel</i>	240 x 800 mm



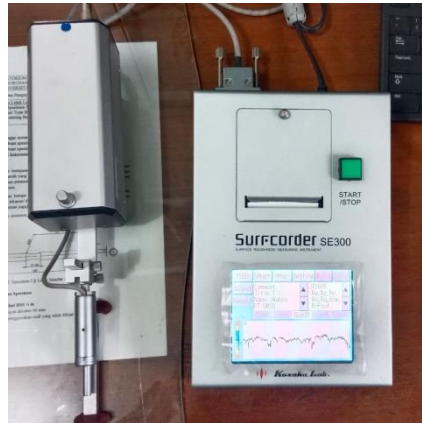
Gambar 3.5 Mesin *Milling*

6. Alat ukur kekasaran

Surface Roughness Tester merupakan alat yang mampu mengukur tingkat kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk dan variasi yang berbeda baik menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. *Roughness*/kekasaran didefinisikan sebagai ketidak halusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average* (Ra). Ra merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional. Seperti pada gambar 3.6.

Tabel 3.3. Spesifikasi *Roughness test*

Merek Alat ukur	<i>Surfcorder Kosaka Labocatory</i> MADE IN JAPAN
Model	SE 300
Date	6-2012
No.	ME-52083
Standard Uji	JIS 01R



Gambar 3.6 Alat ukur Kekasaran

7. 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 menyayat dan gerakan mundur tanpa penyayatan. Seperti pada gambar 3.7

Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin Sekrap

<i>Type</i>	Y 100L-4 TH
<i>Model</i>	B6050
<i>Max. Shaping Lengt</i>	500 mm
<i>Motor Power</i>	3 Kw (50 Hz)



Gambar 3.7 Mesin Sekrap (*Shaping machine*)

8. Jangka Sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur ketebalan benda uji, yang memiliki tingkat ketelitian satu per-seratus millimeter. Seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Jangka sorong

9. 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.. Seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Ragum

10. Milling Cutter

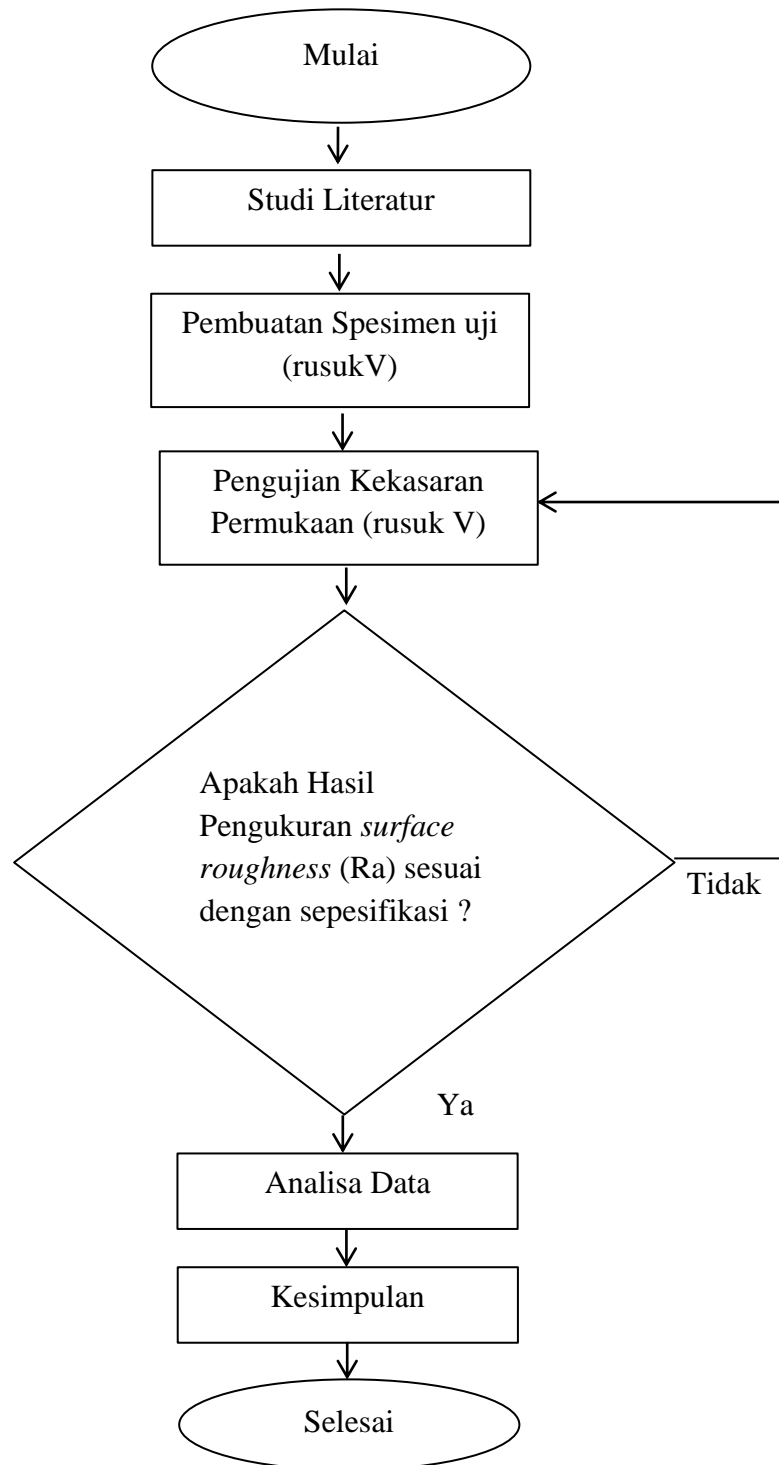
Pisau *milling* atau *milling cutter* adalah jenis pemotong atau *cutter* pada mesin *milling* yang pada Umumnya pisau *milling* mempunyai lebih dari satu galur (*flute*) dengan bentuk *heliks*. *High speed steel* (HSS) adalah material yang lebih murah dari pada bahan *carbide* dan *cobalt*. HSS memberikan ketahanan aus yang baik dan dapat digunakan untuk proses *milling*, sehingga dipilihlah pisau *milling* dengan jenis material HSS. Jenis material pisau atau mata *cutter* yang digunakan adalah HSS (*High Speed steel*). Pisau *milling* yang digunakan ada dua jenis yaitu : pertama *end mild* dengan memiliki empat *flute* yang memberikan laju umpan yang lebih cepat. Jenis ini memberikan hasil akhir yang jauh lebih halus dari pada jenis dua dan tiga *flute* dan khusus untuk alumunium sudut *heliksnya* sebesar 35°, diameter pisau yang digunakan 8 dan 12 mm. Dan yang kedua *face milling* pisau *frais* ini digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja, di mana posisi bagian muka pisau bersama arbornya tegak lurus terhadap bidang benda kerja yang difrais Seperti pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Milling Cutter

3.3 Bagan Alir Penelitian

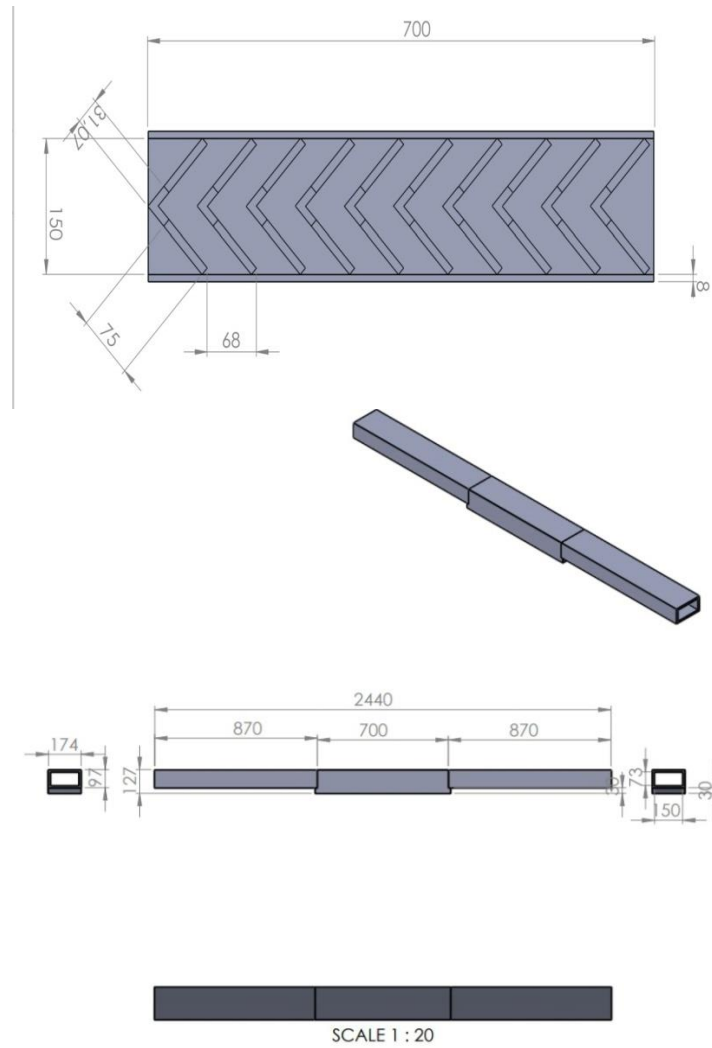
Bagan alir dari penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.11 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan alat penelitian

Pada penelitian ini akan menganalisa kekasaran permukaan aluminium alloy rusuk V pada *heat exchanger*. Dimana dimensi rusuk V yang di buat adalah: panjang 106.07 mm, lebar 10 mm, dan tebal 10 mm pengujian kekasaran dilakukan dibagian sisi atas pada rusuk V dan penempatan Rusuk V berada di tengah dari alat *Heat Exchanger*. Seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.12 Rancangan alat penelitian rusuk V

3.5 Prosedur pembuatan rusuk V

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

1. Mempersiapkan perlengkapan seperti mesin *milling*, mesin sekrap, bahan plat alumunium *alloy*, bahan cairan pendingin, ragum, *milling cutter* dan jangka sorong.
2. Bahan plat alumunium *alloy* yang di gunakan dengan ukuran lebar 75mm, tebal 10mm dan panjang 500mm.
3. Lalu pemotongan bahan plat alumunium *alloy* dengan ukuran lebar 12mm, tebal 10mm, dan panjang 75mm dengan menggunakan mesin sekrap.
4. Cek kondisi atau kesiapan mesin *milling* dan letakan ragum di atas meja kerja mesin *milling* lalu setting kelurusan posisi ragum.
5. Ikat atau jepit plat alumunium *alloy* yang sudah di potong lebih awal pada ragum.
6. Kemudian atur kecepatan mesin *milling* dengan putaran mesin 1250 Rpm, kedalaman pemakanan 0.5 mm dan kecepatan potong 47 mm/menit, dan pasang *milling cutter* yang digunakan lalu hidupkan mesin.
7. Mulailah proses pengerjaan *milling* dan melakukan penyemprotan pada bahan alumunium *alloy* secara manual menggunakan cairan pendingin yang di tentukan.
8. Bila proses pengerjaan *milling* telah selesai ukur plat alumunium *alloy* dengan menggunakan jangka sorong dengan ukuran 10mm x 10mm panjang 75mm.
9. Jika telah selesai pengukuran. Maka selanjutnya menggambar V di atas plat alumunium *alloy* dengan ukuran lebar 45mm x panjang 35mm x tebal 10mm.
10. Kemudian melakukan pemotongan kembali menggunakan mesin sekrap
11. Setelah itu melakukan proses *milling* kembali sehingga akan berbentuk V (90°) bila telah selesai ukur dengan panjang 31,07mm x lebar 43,94mm x tebal 10 mm.

12. Bila proses pengerjaan dan pengukuran sudah selesai maka bersihkanla kembali mesin-mesin yang telah digunakan dan kembalikan kembali alat-alat yang telah digunakan.
13. Kemudian melakukan pengujian *roughness test* di Labratorium Teknik Mesin UNIMED.

3.6 Prosedur Penelitian

1. Siapkan spesimen alumunium *alloy* yang akan diuji, bersihkan dan tentukan lokasi yang akan dilakukan pengujian.
2. Siapkan alat uji *roughness tesr* dan setting alat uji sesuai dengan kebutuhan pengujian. Lalu tekan tombol power pada alat uji hingga angka pada alat uji muncul.
3. Letakan spesimen yang akan di uji dengan posisi rata.
4. Tempelkan jarum sensor di atas spesimen uji dan diamkan, lalu tekan tombol start jarum sensor akan bergerak dengan sendirinya sampai proses selesai.
5. Kemudian akan keluar nilai hasil pengukuran pada monitor *roughness test*.

3.7 Tabel Data *sheet* Penelitian

Tabel 3.5 Data *sheet* Penelitian Droums, Dexlite, dan Minyak Tanah

<i>Coolant</i>	Kecepatan	Kedalaman	Kecepatan	Spesimen	Nilai
	Putaran Mesin (Rpm)	pemakanan (mm)	pemakanan (mm/menit)		Rata-rata Kekasaran (Ra)
Dromus	1250	0.5	62.5	1	
				2	
				3	
Dexlite	1250	0.5	62.5	1	
				2	
				3	
Minyak Tanah	1250	0.5	62.5	1	
				2	
				3	

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan

1. Mempersiapkan spesimen alumunium *alloy* untuk pengujian kekasaran permukaan dan memiliki ukuran panjang 75 mm, lebar 10 mm, dan tebal 10mm seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Spesimen uji Kekasaran

2. Melakukan pemotongan material alumunium *alloy* menggunakan mesin sekrap dengan ukuran panjang 75 mm, lebar 12 mm, dan tebal 10 mm. Seperti pada gambar 4.2



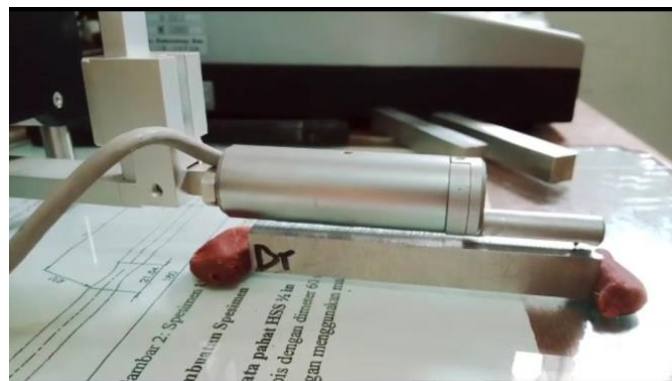
Gambar 4.2 Pemotongan material alumunium *alloy*

3. Proses *milling* spesimen aluminium *alloy* menggunakan *milling cutter* HSS (*High speed steel*) dan cairan pendingin dromus, dexlite, dan minyak tanah secara bergantian seperti pada gambar 4.3



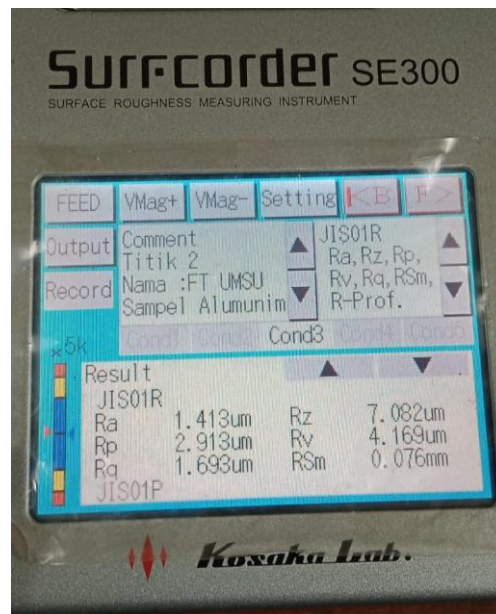
Gambar 4.3 Proses *milling*

4. Pengujian spesimen aluminium *alloy* yang telah selesai proses *milling* dengan menggunakan alat *surface roughness* seperti pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Pengujian spesimen

5. Hasil dari pengujian kekasaran permukaan pada monitor alat *surface roughness* seperti pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Hasil pengujian

4.2 Pembahasan

Material yang di kembangkan pada penelitian ini yaitu alumunium *alloy* dengan proses *milling* dengan menggunakan media pendingin dromus, dexlite, dan minyak tanah.

4.2.1 Spesimen pada pengunaan cairan pendingin *dromus*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian kekasaran permukaan Cairan Pendingin *Dromus*

Putaran mesin (Rpm)	Kedalam pemakanan (mm)	Kecepatan pemakanan (mm/menit)	Spesimen pengujian	Titik uji	Hasil pengujian (Ra)	Rata-rata (Ra)
1250	0.5	62.5	1	1	1.503	1.441
				2	1.413	
				3	1.406	
1250	0.5	62.5	2	1	1.601	1.549
				2	1.541	
				3	1.504	
1250	0.5	62.5	3	1	1.483	1.485
				2	1.504	
				3	1.469	

Dari data pengujian yang telah dilakukan pada proses *milling* dengan menggunakan cairan pendingin dromus terhadap kekasaran permukaan seperti pada

Tabel 4.1 Hasil Pengujian kekasaran permukaan Cairan Pendingin *Dromus*. Maka dapat dilihat perbedaan antara Spesimen 1, Spesimen 2, dan Spesimen 3. yang terlihat perbedaan nilainya dimana pada titik 1 pada spesimen 2 lebih tinggi nilainya 1.601 μm , di bandingkan dengan spesimen 1 nilainya 1.503 μm dan spesimen 3 nilainya 1.483 μm . Pada titik 2 spesimen 2 nilainya 1.541 μm dan spesimen 3 nilainya 1.504 μm lebih tinggi di bandingkan dengan spesimen 1 nilainya 1.413 μm . Pada titik 3 spesimen 1 nilainya 1.406 μm dan spesimen 3 nilainya 1.469 μm lebih rendah di bandingkan dengan spesimen 2 nilainya 1.504 μm .



Gambar 4.6 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin dromus

4.2.2 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin Dexlite

Tabel 4.2 Hasil Pengujian kekasaran permukaan Cairan Pendingin *dexlite*

Putaran mesin (Rpm)	Kedalam pemakanan (mm)	Kecepatan pemakanan (mm/menit)	Spesimen pengujian	Titik uji	Hasil pengujian (Ra)	Rata-rata (Ra)
1250	0.5	62.5	1	1	1.593	1.359
				2	1.201	
				3	1.283	
1250	0.5	62.5	2	1	1.481	1.353
				2	1.275	
				3	1.302	
1250	0.5	62.5	3	1	1.314	1.374
				2	1.495	
				3	1.314	

Dari data pengujian yang telah dilakukan pada proses *milling* dengan menggunakan cairan pendingin dexlite terhadap kekasaran permukaan seperti pada

Tabel 4.2 Hasil Pengujian kekasaran permukaan Cairan Pendingin dexlite. Maka dapat dilihat perbedaan antara Spesimen 1, Spesimen 2, dan Spesimen 3. yang terlihat perbedaan nilainya dimana pada titik 1 pada spesimen 1 lebih tinggi nilainya 1.593 μm , dibandingkan dengan spesimen 2 nilainya 1.481 μm dan spesimen 3 nilainya 1.314 μm . Pada titik 2 spesimen 2 nilainya 1.275 μm dan spesimen 3 nilainya 1.495 μm lebih tinggi di bandingkan dengan spesimen 1 nilainya 1.201 μm . Pada titik 3 spesimen 1 nilainya 1.283 μm lebih rendah dibandingkan dengan spesimen 2 nilainya 1.302 μm dan spesimen 2 nilainya 1.314 μm .



Gambar 4.7 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin dexlite

4.2.3 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin Minyak Tanah

Tabel 4.3 Hasil Pengujian kekasaran permukaan Cairan Pendingin Minyak Tanah

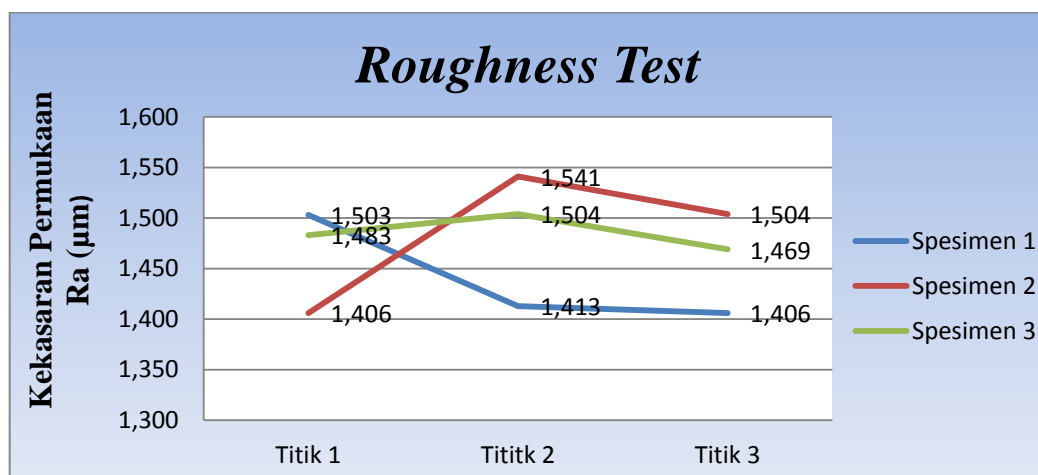
Putaran mesin (Rpm)	Kedalam pemakanan (mm)	Kecepatan pemakanan (mm/menit)	Spesimen pengujian	Titik uji	Hasil pengujian (Ra)	Rata-rata (Ra)
1250	0.5	62.5	1	1	0.75	0.757
				2	0.633	
				3	0.888	
1250	0.5	62.5	2	1	0.642	0.676
				2	0.683	
				3	0.702	
1250	0.5	62.5	3	1	0.843	0.795
				2	0.784	
				3	0.758	

Dari data pengujian yang telah dilakukan pada proses *milling* dengan menggunakan cairan pendingin dexlite terhadap kekasaran permukaan seperti pada

Tabel 4.3 Hasil Pengujian kekasaran permukaan Cairan Pendingin minyak tanah. Maka dapat dilihat perbedaan antara Spesimen 1, Spesimen 2, dan Spesimen 3. yang terlihat perbedaan nilainya dimana pada titik 1 pada spesimen 1 lebih rendah nilainya 0.75 μm , dibandingkan dengan spesimen 2 nilainya 0.642 μm dan spesimen 3 nilainya 0.843 μm . Pada titik 2 spesimen 1 nilainya 0.633 μm dan spesimen 2 nilainya 0.683 μm lebih rendah di bandingkan dengan spesimen 3 nilainya 0.784 μm . Pada titik 3 spesimen 1 nilainya 0.888 μm lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen 2 nilainya 0.702 μm dan spesimen 3 nilainya 0.758 μm .



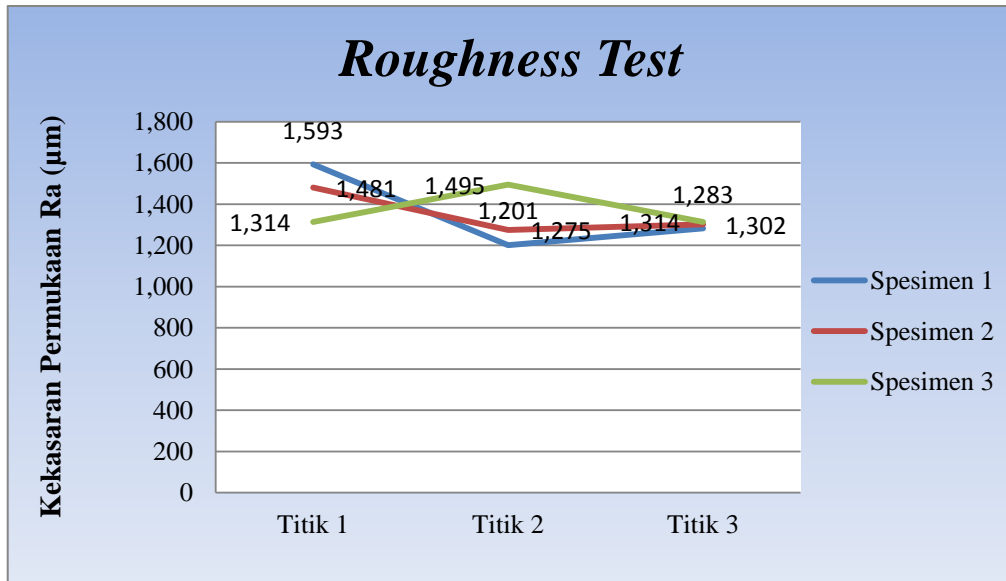
Gambar 4.8 Spesimen pada penggunaan cairan pendingin minyak tanah.



Gambar 4.9 Grafik kekasaran permukaan Pada Cairan Pendingin *Dromus*

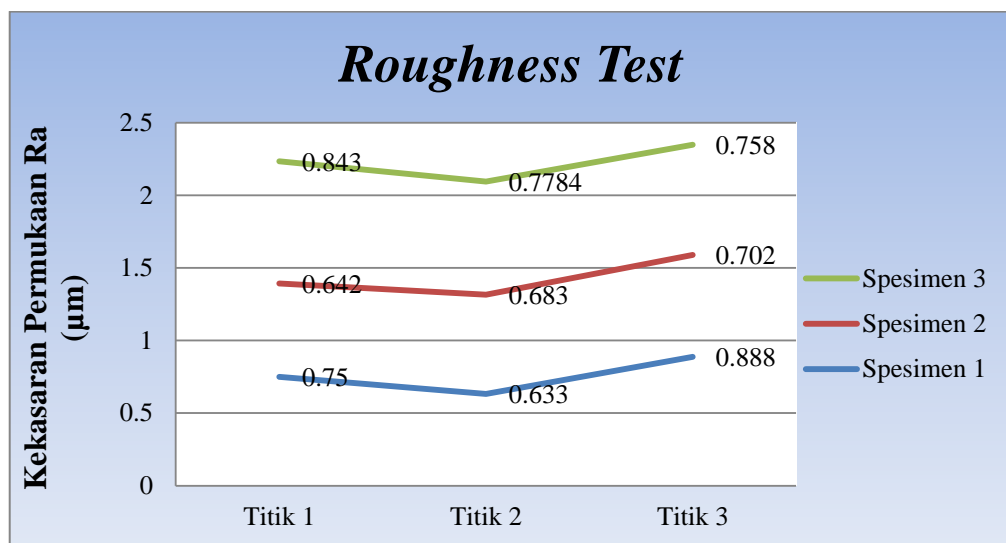
Berdasarkan gambar 4.9 Spesimen penggunaan cairan pendingin dromus dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan pendingin dromus dengan cara dibanjirin secara manual memiliki nilai kekasaran yang berbeda dan yang tertinggi pada pengujian spesimen 2 yakni nilai kekasaran permukaan rata-rata adalah 1.549 μm .

Sedangkan pada spesimen 1 memiliki nilai rata-rata kekasaran 1.441 μm , dan spesimen 3 nilai rata-rata kekasaran 1.485 μm .



Gambar 4.10 Grafik kekasaran permukaan Pada Cairan Pendingin *Dextrite*

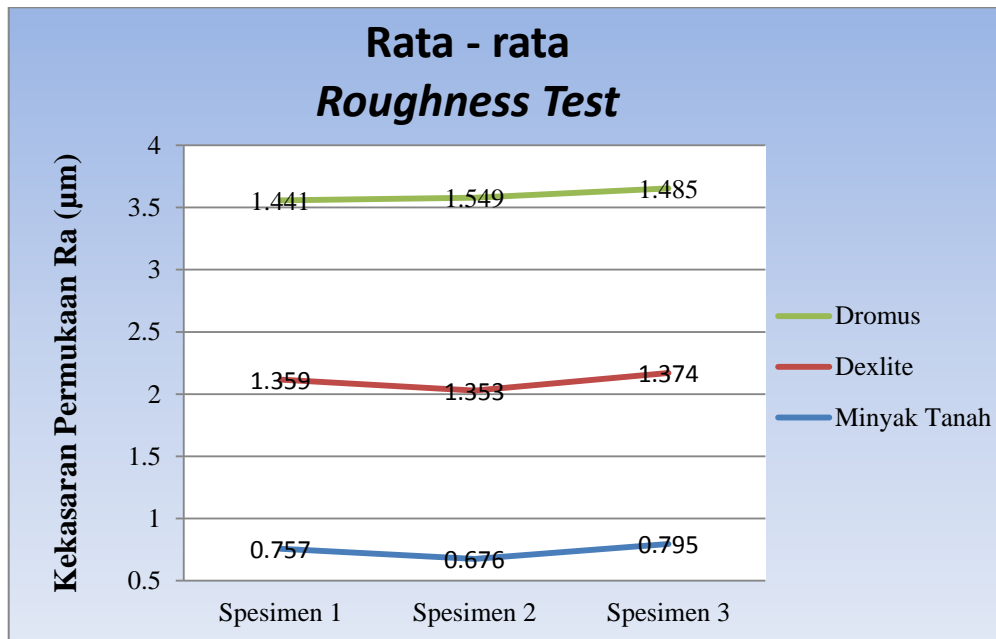
Berdasarkan pada Grafik 4.10 Spesimen penggunaan cairan pendingin dextrite dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan pendingin dextrite dengan cara dibanjirin secara manual memiliki nilai kekasaran yang berbeda dan yang tertinggi pada pengujian spesimen 3 yakni nilai kekasaran permukaan rata-rata adalah 1.374 μm . Sedangkan pada spesimen 1 memiliki nilai rata-rata kekasaran 1.359 μm , dan spesimen 2 nilai rata-rata kekasaran 1.353 μm .



Gambar 4.11 Grafik kekasaran permukaan Pada Cairan Pendingin Minyak Tanah

Berdasarkan pada Grafik 4.11 Spesimen penggunaan cairan pendingin minyak tanah dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan pendingin minyak tanah dengan cara dibanjirin secara manual memiliki nilai kekasaran yang berbeda dan yang tertinggi pada pengujian spesimen 3 yakni nilai kekasaran permukaan rata-rata adalah 0,795 μm . Sedangkan pada spesimen 1 memiliki nilai rata-rata kekasaran 0.757 μm , dan spesimen 2 nilai rata-rata kekasaran 0.676 μm .

4.3 Perbandingan Hasil kekasaran permukaan pada cairan pendingin Dromus, Dexlite dan Minyak Tanah



Gambar 4.12 Grafik Rata-rata kekasaran permukaan pada cairan pendingin

. Dari data pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan nilai hasil rata-rata setiap cairan pendingin yang digunakan seperti pada gambar 4.12. dari data rata-rata grafik diatas terlihat penggunaan cairan pendingin minyak tanah lebih rendah hasil yang di peroleh dengan hasil pada spesimen 1 = 0.757 μm , spesimen 2 = 0.676 μm , dan spesimen 3 = 0.795 μm . Dari hasil penggunaan cairan pendingin dexlite nilai yang di hasilkan pada spesimen 1 = 1.359 μm , spesimen 2 = 1.353 μm , dan spesimen 3 = 1.374 μm lebih tinggi. Dan hasil penggunaan cairan pendingin dromus nilai yang dihasilkan pada spesimen 1 = 1.441 μm , spesimen 2 = 1.549 μm , dan spesimen 3 = 1.485 μm lebih tinggi di bandingkan dari kedua cairan pendingin dexlite dan minyak tanah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan kesimpulan yang dipaparkan. Bahwasannya proses *milling* permukaan pada spesimen alumunium *alloy* yang di pengaruhi oleh cairan pendingin untuk menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang baik.

1. Di dalam penelitian ini didapatkan nilai kekasaran permukaan spesimen alumunium *alloy* yang sudah dilakukan proses *milling* dari variasi penggunaan cairan pendingin dromus, dexlite, dan minyak tanah. Pada penelitian ini permukaan yang paling halus atau baik adalah pada jenis cairan pendingin minyak tanah dengan nilai rata-rata kekasarannya adalah pada spesimen 1 = 0.757 μm , spesimen 2 = 0.676 μm , dan spesimen 3 = 0.795 μm . Dan yang paling kasar pada jenis cairan pendingin dromus dengan nilai kekasarannya adalah spesimen 1 = 1.441 μm , spesimen 2 = 1.549 μm , dan spesimen 3 = 1.485 μm . Jadi untuk nilai kekasaran permukaan dari masing-masing cairan pendingin masuk pada kekasaran permukaan N5 dan N7. Pada kategori N5 dan N7 mempunyai nilai kekasaran antara 0.4 s/d 1.6 μm . Dan pada kategori N5 dan N7 untuk proses *milling* spesimen dengan material alumunium *alloy* itu baik dan wajar. Batas wajar maksudnya masih ada pada tabel nilai kekasaran permukaan N7 dengan nilai 0.4 – 1.6.
2. Di dalam penelitian ini diketahui cairan pendingin minyak tanah yang paling baik pada proses *milling* alumunium *alloy*, dan minyak tanah termasuk jenis cairan pendingin Minyak murni (*Straight oils*). Dengan putaran mesin 1250 rpm, kecepatan pemakanan 62.5 mm/menit dan kedalaman pemakanan 0.5 mm, dengan kekasaran yang paling halus. Jadi dapat disimpulkan semakin cepat pada putaran mesin dan kecepatan makan maka semakin rendah tingkat kekasarannya, dan sebaliknya ketika putaran mesin dan kecepatan makan lambat maka akan tinggi nilai kekasarannya pada material alumunium *alloy*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat saya tuliskan untuk menjadikan pengujian kedepannya menjadi lebih baik lagi meliputi hal sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya ditambahkan dengan variasi kecepatan putaran, kedalaman dan kecepatan pemakanan.
2. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan jenis *milling cutter* yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegbuyi, P., 2011. Analysing the effect of cutting fluids on the mechanical properties of mild steel in a turning operation. *Am. J. Sci. Ind. Res.* 2, 1– 10.
- Agung Krisntanto (2010) ‘Diktat Kuliah Proses manufaktur’.
- Ahmad Dani Iskandar Tumanggor (2018) ‘KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR PERANCANGAN INSTRUMEN DINAMOMETER PADA MESIN FRAIS UNTUK MENGUKUR GAYA POTONG’, *Skripsi*.
- Dheo Edy Pratama (2019) *STUDI EKSPERIMENTAL KEKASARAN PERMUKAAN PADA MATERIAL KUNINGAN DENGAN MENGGUNAKAN MESIN BUBUT BERGERINDA*.
- Ghazi, M., Prasetya, R. and Mulyono, S. (2019) ‘Analisa Pengaruh Variasi Jenis Cairan Pendingin terhadap Kekasaran Permukaan SKD 11 serta Prosedur Perawatannya pada Mesin Milling Konvensional’, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta (2019)*, pp. 696–700. Available at: <http://semnas.mesin.pnj.ac.id>.
- Ilham, J. and Haripriadi, B. D. (2019) ‘Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis’, in *EVALUASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES MILLING CNC ROUTER ALUMINIUM SHEET 1100*, pp. 119–201.
- 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.
- Kencanawati, 2017 MODULE BAHAN AJAR PROSES PEMESINAN MATA KULIAH PROSES PRODUKSI I MKK 3019.
- KOESTOER, R. A. Perpindahan Kalor (Heat Transfer). *Salemba Teknika, Jakarta*, 2002.
- Mustofa, A. R., Dwijana, I. G. K. and Antara, I. N. G. (2018) ‘Pengaruh Pendinginan Air , Oli Dan Udara Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Struktur Mikro Pada Proses Milling Baja Karbon WF 250’, *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA*, 7(1), pp. 54–58.
- Nopran Agung Al’Amin (2020) ‘Politeknik negeri sriwijaya palembang 2020’.
- Nasution, A. R., Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, A. M. (2021). Analisis Kekasaran Permukaan Cast Iron Menggunakan Cairan Pendingin Berbasis

Nabati Pada Proses Face milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(2), 125-131.

Prayitno, Luki Agung. "PENGARUH VARIASI CAMPURAN CAIRAN PENDINGIN TERHADAP KONSUMSI ENERGI DAN KEKASARAN PERMUKAAN A1 6061 PADA PROSES BUBUT KASAR."

Rahdiyanta, Dwi. "Proses Frais (Milling)." *Yogyakarta: FT-UNY* (2010).

Rugayyah, S. (2020) 'Analisis pengaruh cairan pendingin terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan material baja st 42', pp. 1–35. Available at: http://eprints.unm.ac.id/17386/1/jurnal_skripsi_st_rugayyah.pdf.

Saputra, M. D. W. I. (2018) 'Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram', *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1).

Sugiantoro, B., Rusnaldy and Wijayanto, S. A. (2014) 'Optimasi Parameter Proses Milling Terhadap Kualitas Hasil Permesinan Alumunium Dengan Metode Taguchi', *Jurnal TRAKSI*, 14(1), pp. 42–57.

Supriyanto, E. (2013) "Manufaktur" dalam Dunia Teknik Industri', *Jurnal Indept: Industri, Elektro, Penerbangan*, 3(3), pp. 1–4. Available at: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/118>.

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>.

Yanuar, H., Syarief, A. and Kusairi, A. (2014) 'Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 03(1), pp. 27–33.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL



Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate 20221
Telp. (061) 6625971/08137000227

Lampiran :

HASIL PENGUJIAN

Nama : M. Wahyu Rinaldi
NPM : 1707230083
Isntitusi : Fakultas Teknik UMSU
Jenis Pengujian : Roughness Roughness Tester (Kekasaran)
Model : SURFCORDER SE-300
Standard Uji : JIS 01R
Type Bahan : Aluminium Alloy
Judul Skripsi : "Analisa keasaran permukaan proses milling aluminium alloy pada pembuatan rusak V heat exchanger terhadap pengaruh cairan pendingin"

1. Nilai Hasil Bahan Tipe Dr.

No	Titik 1 (Ra)	Titik 2 (Ra)	Titik 3 (Ra)	Rata-rata
1	1.503	1.413	1.406	1.441
2	1.601	1.541	1.504	1.549
3	1.483	1.504	1.469	1.485

2. Nilai Hasil Bahan Tipe DX.

No	Titik 1 (Ra)	Titik 2 (Ra)	Titik 3 (Ra)	Rata-rata
1	1.593	1.201	1.283	1.359
2	1.481	1.275	1.302	1.353
3	1.314	1.495	1.314	1.374

3. Nilai Hasil Bahan Tipe MT.

No	Titik 1 (Ra)	Titik 2 (Ra)	Titik 3 (Ra)	Rata-rata
1	0.75	0.633	0.888	0.757
2	0.642	0.683	0.702	0.676
3	0.843	0.784	0.758	0.795



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Kekasaran Permukaan Proses Milling Aluminium Alloy Pada Pembuatan Rusuk V Heat Exchanger Terhadap Pengaruh Cairan Pendingin

Nama : M. Wahyu Rinaldi
Npm : 1707230083

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

No.	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pemberian Spesifikasi tugas.	l
		- Perbaiki latar belakang	l
		- Perbaiki tujuan penelitian.	l
		- perbaiki tinjauan pustaka.	l
		- lengkapi persamaan 2	l
		- perbaiki Metode	l
		- Buat Diagram alir penelitian.	l
		- bab 4 hasil dan pembahasan	l
		- bab 5 Kesimpulan dan saran	l
		- Ace, seminar hasil	l
		- Ace, OrDang	l.



Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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

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

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1492/II.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 02 November 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : M. WAHYU RINALDI
Npm : 1707230083
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN PROSES MILLING ALUMINIUM ALLOY PADA PEMBUATAN RUSUK V HEAT EXCHANGER TERHADAP PENGARUH CAIRAN PENDINGIN
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, 26 Rabi'ul Awwal 1443 H

02 November 20 21 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202



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

Peserta seminar
 Nama : M. Wahyu Rinaldi
 NPM : 1707230083
 Judul Tugas Akhir : Analisa Kekasaran Permukaan Proses Milling Aluminium Alloy Pada
 Pembuatan Rusuk V Heat Exchanger Terhadap Pengaruh Cairan
 Pendingin

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT
Pemanding – I : M, Yani, ST, MT
Pemanding – II : Wawan Septiawan D, ST, MT

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230051	RIAN HIDAYAT
2	1707230083	M. Wahyu Rinaldi
3	1807230087	ARDIAN ARIBANDI
4	1807230096	ARIE BUDIYANTO
5	1507230008	HADI SUBAGYA
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 27 Dzulhijah 1443 H
26 Juli 2022 M



Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : M. Wahyu Rinaldi
NPM : 1707230083
Judul Tugas Akhir : Analisa Kekasaran Permukaan Proses Milling Aluminium Alloy Pada Pembuatan Rusuk V Heat Exchanger Terhadap Pengaruh Cairan Pendingin

Dosen Pemanding – I : M, Yani, ST, MT
Dosen Pemanding – II : Wawan Septiawan D, 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 :

Waktu pada draft skripsi bagian yg harus direvisi

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan, 27 Dzulhijah 1443 H
26 Juli 2022 M

Diketahui :

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pemanding- I

M, Yani, ST, MT

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

Nama : M. Wahyu Rinaldi
NPM : 1707230083
Judul Tugas Akhir : Analisa Kekasaran Permukaan Proses Milling Alumunium Alloy Pada Pembuatan Rusuk V Heat Exchanger Terhadap Pengaruh Cairan Pendingin

Dosen Pembanding – I : M, Yani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Wawan Septiawan D, 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 :

*Diperbaiki sesuai dengan yang ditunjukkan dan
As. teknis di Sarjana*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :
-
-
-

Medan 27 Dzulhijah 1443 H
26 Juli 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Wawan Septiawan D, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Wahyu Rinaldi
NPM : 1707230083
Tempat/Tanggal Lahir : Medan / 19 Agustus 1998
Jenis Kelamin : Laki – laki
Agama : Islam
Setatus Perkawinan : Belum Kawin
Alamat : Dusun XV semar
 Kecamatan : Percut Sei Tuan
 Kabupaten : Deli Serdang
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor Hp : 0815-3460-9232
E-mail : wahyurinaldi19898@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Suriadi
 Ibu : Rosdiana Panjaitan

PENDIDIKAN FORMAL

2004-2010 : SDN 107403 Cinta Rakyat
2010-2013 : SMP Swasta PAB 3 SAENTIS
2013-2016 : SMKN BINAAN PROVINSI SUMATERA UTARA
2017-2022 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara