

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA PENGARUH CAIRAN PENDINGIN (COOLANT) NANOFLUIDA (CuO) + DROMUS TERHADAP KEAUSAN PAHAT DAN KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PROSES PEMBUBUTAN BAJA AISI 1045**

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

**Disusun Oleh:**

**ALEXANDER ROMEO**  
**1807230007**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alexander Romeo  
NPM : 1807230007  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Cairan Pendingin (Coolant) Nanofluida (CuO) + Dromus Terhadap Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pembubutan Baja Aisi 1045  
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

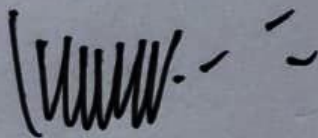
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Mei 2023

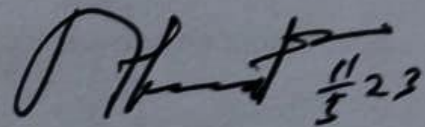
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

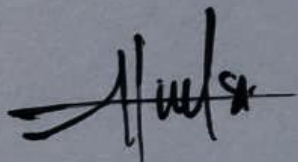


Rahmatullah, S.T., M.Sc



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

Dosen Pembimbing 10/5-2023



Arya Rudi Nasution, S.T., M.T



Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Alexander Romeo  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 17 September 2000  
NPM : 1807230007  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisa Pengaruh Cairan Pendingin (Coolant) Nanofluida (CuO) + Dromus Terhadap Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pembubutan Baja Aisi 1045”,**

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

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

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

Medan, 11 Mei 2023



Saya yang menyatakan,

  
Alexander Romeo

## ABSTRAK

Proses pemesinan merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja atau mungkin juga merupakan proses akhir setelah pembentukan logam. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata : dengan benda kerja yang berputar, dengan satu pahat bermata potong tunggal (*with a single-point cutting tool*). Nanofluid adalah cairan di mana Nanopartikel ditambahkan dalam cairan basis beberapa nanopartikel oksida yang umum adalah Tembaga Oksida (CuO). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cairan pendingin (*coolant*) dromus + CuO terhadap keausan pahat dan kekasaran permukaan hasil proses pembubutan baja AISI 1045. Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data menggunakan mesin bubut, *surface roughness tester*, dan mikroskop digital. Hasil pembubutan menggunakan *coolant* dromus + CuO menunjukkan keunggulan nilai kekasaran permukaan dibandingkan dengan tanpa menggunakan *coolant*. Begitu juga dengan keausan pahat menggunakan *coolant* dromus + CuO mengalami keausan lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan *coolant*. Dikarenakan Dromus + CuO mampu melumasi area bidang kontak antara mata pahat dengan baja dan mampu menghilangkan geram pada area bidang kontak yang menyebabkan keausan mata pahat akan mengecil sehingga nilai kekasaran permukaan cenderung lebih rendah. Semakin tinggi kecepatan putaran *spindle* pada proses pembubutan baja AISI 1045 maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan dan keausan pahat. Cairan pendingin Dromus + CuO sangat baik digunakan pada proses pembubutan baja AISI dengan pahat karbida yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan dan keausan pahat yang lebih rendah dibandingkan dengan tidak menggunakan cairan pendingin Dromus + CuO.

Kata Kunci : Kekasaran Permukaan, Keausan Pahat, Nanofluid, Dromus, CuO

## **ABSTRACT**

*The machining process is an advanced process in forming workpieces or it may also be the final process after metal forming. The basic principle can be defined as the process of machining the outer surface of a cylindrical or flat lathe: with a rotating workpiece, with a single cutting edge. with a single-point cutting tool. Nanofluid is a liquid in which Nanoparticles are added in a liquid base some of the common oxide nanoparticles are Copper Oxide (CuO). This study aims to determine the effect of coolant dromus + CuO on tool wear and surface roughness resulting from the AISI 1045 steel turning process. The method used in data collection is using a lathe, surface roughness tester, and a digital microscope. The results of machining using coolant dromus + CuO show superior surface roughness values compared to those without using coolant. Likewise with tool wear using coolant dromus + CuO experienced lower wear than without using coolant. Because Dromus + CuO is able to lubricate the contact area between the bit and the steel and is able to remove the grout in the contact area which causes the wear of the bit to decrease so that the surface roughness value tends to be lower. The higher the spindle rotation speed in the AISI 1045 steel turning process, the lower the surface roughness and tool wear values. Dromus + CuO coolant is very good for use in the AISI steel turning process with carbide tools which results in lower surface roughness and tool wear compared to not using Dromus + CuO coolant.*

*Keywords : Surface Roughness, Tool Wear, Nanofluid, Dromus, CuO*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Cairan Pendingin (Coolant) Nanofluida (CuO) + Dromus Terhadap Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pembubutan Baja Aisi 1045” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Arya Rudi Naustion, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UMSU, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi, S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Ayahanda tercinta Fredi Samson Toha dan Ibunda tercinta Ratna Sari Dewi, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Fitra Ramadhan, Rifandi, Triyo Bintoro Suwito, Agus Widodo serta rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Pasangan Penulis : Khoirum Milania yang terus memberikan dukungan untuk berjuang menyelesaikan tugas akhir hingga tuntas.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 11 Mei 2023



Alexander Romeo

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Pembubutan ( <i>Turning</i> )	4
2.1.1. Proses Kerja Pembubutan	4
2.1.2. Jenis-jenis Mesin Bubut	5
2.1.3. Parameter Mesin bubut	9
2.2. Cairan Pendingin ( <i>coolant</i> )	11
2.2.1. Jenis – jenis cairan pendingin ( <i>coolant</i> )	11
2.2.2. <i>Property of Coolant</i>	12
2.3. Nanopartikel	13
2.3.1. Efek / Hasil Nanopartikel	13
2.3.2. Reaksi Oksidasi	14
2.4. Baja AISI 1045	14
2.5. Kekasaran Permukaan	15
2.5.1. Kekasaran Permukaan pada Proses Manufaktur	15
2.5.2. Parameter Kekasaran	16
2.5.3. <i>Surface Roughness Tester</i>	17
2.5.4. Mikroskop Optik	18
2.6. Keausan Pahat	18
2.6.1. Jenis Keausan dan Penyebabnya	18
2.6.2. Gambar Keausan	20
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>23</b>
3.1 Tempat dan Waktu	23
3.1.1. Tempat Penelitian	23
3.1.2. Waktu Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat Penelitian	23
3.2.2. Bahan Penelitian	26
3.3 Bagan Alir Penelitian	28
3.4 Rancangan Alat penelitian	29



3.5 Metode Pengambilan Data	29
3.6 Prosedur penelitian	30
3.6.1 Prosedur Pembubutan ( <i>Turning</i> )	30
3.6.2 Prosedur Pengujian Kekasaran Permukaan	31
3.6.3 Prosedur Pengujian Keausan Pahat	31
3.7 Parameter Penelitian	32
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>33</b>
4.1 Hasil	33
4.1.1 Hasil Kekasaran Permukaan	33
4.1.2 Hasil Keausan Pahat	34
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Kekasaran permukaan	36
4.2.2 Keausan Pahat	37
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>SURAT KETERANGAN BIMBINGAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi dan Sifat Kimia <i>Dromus Oil</i>	13
Tabel 2.2	Komposisi baja AISI 1045	15
Tabel 2.3	Kekasaran Permukaan	15
Tabel 3.1	Waktu Kegiatan	23
Tabel 3.2	Komposisi kimia dan sifat mekanika pahat Karbida	24
Tabel 3.3	Sifat CuO	27
Tabel 3.4	Parameter pengujian kekasaran permukaan	32
Tabel 3.5	Parameter pengujian keausan pahat	32
Tabel 4.1	Data hasil kekasaran permukaan menggunakan <i>Coolant Dromus</i> + CuO dan tidak menggunakan <i>Coolant Dromus</i> + CuO	34
Tabel 4.2	Data hasil keausan pahat menggunakan <i>Coolant Dromus</i> + CuO dan tidak menggunakan <i>Coolant Dromus</i> + CuO	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Bubut Emco V-13 IP 54	5
Gambar 2.2	Mesin Bubut Ringan	5
Gambar 2.3	Mesin Bubut Sedang ( <i>Medium Lathe</i> )	6
Gambar 2.4	Mesin Bubut Standar ( <i>Standard Lathe</i> )	6
Gambar 2.5	Mesin Bubut Meja Panjang ( <i>Long Bed Lathe</i> )	6
Gambar 2.6	Mesin Bubut <i>Centre Lathe</i>	7
Gambar 2.7	Mesin Bubut Sabuk	7
Gambar 2.8	Mesin Bubut <i>Vertical</i> dan <i>Boring Milling</i>	8
Gambar 2.9	Mesin Bubut <i>Facing Lathe</i>	8
Gambar 2.10	Mesin Bubut <i>Turret</i>	9
Gambar 2.11	a. Struktur Kristal CuO b. Serbuk CuO	13
Gambar 2.12	Nanopartikel Tembaga Oksida ( <i>Copper Oxide</i> )	14
Gambar 2.13	Grafik parameter kekasaran yang dievaluasi antara lain Ra, Rq, Rt dan Rz	16
Gambar 2.14	Kesalahan Bentuk	16
Gambar 2.15	Kesalahan Gelombang	17
Gambar 2.16	Kesalahan Alur	17
Gambar 2.17	Kekasaran Serpihan	17
Gambar 2.18	<i>Surface Roughness Tester</i>	17
Gambar 2.19	Mikroskop Optik ( <i>Olympus GX 71</i> )	18
Gambar 2.20	Jenis – jenis Keausan Pahat	20
Gambar 2.21	Keausan Kawah ( <i>Crater Wear</i> ) dan Keausan Tepi ( <i>Flank Wear</i> )	21
Gambar 2.22	(a). Keausan Kawah dan keausan tepi yang terjadi pada pahat Karbida dan grafik hasil pengukuran permukaan. (b). Pertumbuhan keausan sebagai fungsi dari waktu pemotongan	22
Gambar 2.23	Pola Keausan dari material pahat menjadi geram	22
Gambar 3.1	Mesin Bubut Krisbow C063AX1000	24
Gambar 3.2	<i>Triangle Insert Turning Type T</i>	24
Gambar 3.3	<i>Surface Roughness Tester</i>	25
Gambar 3.4	Mikroskop Digital	25
Gambar 3.5	Jangka Sorong (Sigmat)	25
Gambar 3.6	Baja AISI 1045	26
Gambar 3.7	<i>Dromus Oil</i>	26
Gambar 3.8	Nanopartikel ( <i>Copper Oxide</i> )	27
Gambar 3.9	Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.10	Skema Pembubutan	29
Gambar 3.11	Ukuran Benda Kerja	29
Gambar 4.1	Titik 1, titik 2, dan titik 3 benda kerja pada saat pengujian <i>Surface roughness tester</i>	33
Gambar 4.2	Mikroskop Digital	34
Gambar 4.3	Hasil pengukuran keausan mata pahat menggunakan mikroskop digital	35

Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Kekasaran Permukaan Menggunakan <i>Coolant</i> Dromus + CuO Dan Tanpa Menggunakan <i>Coolant</i>	36
Gambar 4.5	Perbandingan Spesimen Menggunakan <i>Coolant</i> Dromus + CuO Dan Tanpa menggunakan <i>Coolant</i>	36
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Keausan Pahat Menggunakan <i>Coolant</i> Dromus + CuO Dan Tanpa Menggunakan <i>Coolant</i>	37
Gambar 4.7	Mata Pahat Setelah Melakukan Proses <i>Turning</i>	38

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
$V_f$	Kecepatan Pemakanan	mm/menit
$f$	Gerak Makan	mm
$n$	Putaran <i>Spindle</i>	rpm
$t_c$	Kedalaman Potong	mm
$L_t$	Panjang permesinan	mm/menit
$V_c$	Kecepatan Potong	mm/menit
$d$	Diameter	mm
$Z$	Kecepatan Penghasil Geram	cm <sup>3</sup> /menit
$a$	Kedalaman Potong	mm
$C_u$	Tembaga	
$O_2$	Oksigen	
$C_uO$	Tembaga Oksida	

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Proses pemesinan merupakan suatu proses untuk menciptakan produk melalui tahapan-tahapan dari bahan baku untuk diubah atau diproses dengan cara-cara tertentu secara urut dan sistematis untuk menghasilkan suatu produk yang berfungsi. Proses pemesinan merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja atau mungkin juga merupakan 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 kepada bentuk benda yang sebenarnya (Lesmono and Yunus, 2013).

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata : dengan benda kerja yang berputar, dengan satu pahat bermata potong tunggal (*with a single-point cutting tool*), dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja (Widarto *et al.*, 2008).

Nanofluid adalah cairan di mana Nanopartikel ditambahkan dalam cairan basis beberapa nanopartikel oksida yang umum adalah Seng Oksida (ZnO), Tembaga Oksida (CuO), Aluminium Oksida (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sedangkan beberapa nanopartikel logam adalah Emas (Au), Perak (Ag). Cairan dasar yang umum termasuk air etilen glikol dan minyak. Berdasarkan latar belakang sejarah ini, diusulkan bahwa jika partikel berukuran nanometer dapat tersuspensi dalam cairan perpindahan panas tradisional, kelas baru cairan rekayasa dengan konduktivitas termal yang tinggi dapat diproduksi. Apa yang disebut "nanofluida" ini diharapkan menunjukkan sifat unggul relatif terhadap yang tidak hanya panas konvensional cairan transfer, tetapi juga cairan yang mengandung mikrometer partikel logam. Karena rasio luas permukaan terhadap volume adalah 1000 kali lebih besar untuk partikel dengan diameter 10 nm, jauh lebih dramatis peningkatan konduktivitas termal yang efektif diharapkan sebagai hasil dari

penurunan ukuran partikel dalam suspensi daripada diperoleh dengan mengubah bentuk partikel yang lebih besar (Eastman *et al.*, 2001).

Pada Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cairan pendingin (*Coolant*) nanopartikel (CuO) + Dromus terhadap keausan pahat dan kekasaran permukaan hasil proses pembubutan baja AISI 1045. Dimana pelaksanaannya akan membuat spesimen menguji kekasaran permukaan dengan material yang digunakan baja AISI 1045 dengan cairan pendingin yang dicampur dengan Copper Oxide.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana proses pembubutan baja AISI 1045 dengan menggunakan nanofluida (CuO) + Dromus.
- b. Menganalisis pengaruh nanopartikel (CuO) + Dromus keausan pahat dan kekasaran permukaan hasil proses pembubutan baja AISI 1045.
- c. Memperbandingkan hasil proses pembubutan baja AISI 1045 dengan menggunakan nanopartikel (CuO) + Dromus antara kecepatan spindle dan gerak makan.

## 1.3 Ruang Lingkup

Agar penelitian terarah maka penulis membatasi lingkup permasalahan pada:

- a. Variable kecepatan putaran spindle dengan kecepatan 755, 1255, 2000 Rpm.
- b. Material benda uji adalah poros baja AISI 1045
- c. Mata pahat yang digunakan adalah *Insert Carbide*
- d. Cairan pendingin yang digunakan adalah Dromus
- e. Nanopartikel yang digunakan adalah *Copper Oxide* (CuO)
- f. Mesin bubut yang digunakan *Krisbow C063AX1000*

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Untuk melihat jenis keausan pada pahat insert karbida proses pembubutan baja AISI 1045 menggunakan *coolant* Dromus + CuO.
- b. Untuk menganalisa kekasaran permukaan benda kerja (*Ra*) proses pembubutan baja AISI 1045 menggunakan *coolant* Dromus + CuO.
- c. Mengetahui perbandingan kekasaran permukaan dan keausan pahat dari hasil proses pembubutan baja AISI 1045 dengan menggunakan Dromus + CuO antara kecepatan spindle dan gerak makan.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini menganalisa keausan pahat dan kekasaran permukaan dengan variasi *spindle* pada material AISI 1045 menggunakan *coolant* Dromus + CuO.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Pembubutan (*Turning*)

Mesin bubut adalah salah satu mesin yang digunakan untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris, Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada pencekam (*chuck*) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel mesin dan benda kerja diputar dengan kecepatan yang telah ditentukan. Kecepatan putaran ini disesuaikan dengan benda kerja yang akan kita buat dengan menggunakan mata pahat yang kita pilih. Dalam proses pembubutan peranan pahat potong sangatlah penting untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari benda kerja yang akan kita buat. Pahat bubut atau pahat potong merupakan salah satu alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tuntutan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan (*facing*), rata, bertingkat, alur, sudut (*chamfer*), tirus, memperbesar lubang, ulir dan memotong (Husni, Pusvyta and Hidayat, 2019).

##### 2.1.1 Proses Kerja Pembubutan

Pada proses pembubutan, memutar benda kerja dan menggunakan mata pahat untuk memotong atau menyayat benda kerja tersebut (Allam and Sumbodo, 2020). Langkah kerja dalam proses bubut meliputi:

- a. persiapan bahan benda kerja
- b. setting mesin
- c. pemasangan pahat
- d. penentuan jenis pemotongan (bubut lurus, permukaan, profil, alur, ulir)
- e. penentuan kondisi pemotongan
- f. perhitungan waktu pemotongan, dan
- g. pemeriksaan hasil berdasarkan gambar kerja (Widarto, 2016).

Hasil proses pembubutan yang baik memiliki karakteristik bentuk yang baik, ukuran yang presisi serta kekasaran permukaan yang nilainya kecil (Siswanto and Sunyoto, 2018).



Gambar 2.1. Mesin Bubut Emco V-13 IP 54 (Nasution, Rahmatullah and Harahap, 2021).

### 2.1.2 Jenis-jenis Mesin Bubut

Secara umum jenis-jenis mesin bubut di klasifikasikan menjadi 4 kelompok yakni; Mesin Bubut ringan, Mesin bubut sedang, Mesin Bubut Standar, Mesin Bubut Meja Panjang. Keempat jenis mesin ini memiliki jenis yang berbeda dengan prinsip kerja pembubutan yang sama. (Hamzah, 2020).

Jenis mesin bubut pada garis besar diklasifikasikan dalam empat kelompok, yaitu:

#### 1. Mesin Bubut Ringan



Gambar 2.2. Mesin Bubut Ringan (Hamzah, 2020)

Mesin bubut ini dimaksudkan untuk latihan dan pekerjaan ringan. Bentuk peralatannya kecil dan sederhana. Dipergunakan untuk mengerjakan benda-benda kerja yang berukuran kecil. Mesin ini terbagi atas mesin bubut bangku dan model lantai, konstruksinya merupakan gambaran mesin bubut bangku dan model lantai, konstruksinya merupakan gambaran mesin bubut yang besar dan berat.

## 2. Mesin Bubut Sedang (*Medium Lathe*)



Gambar 2.3. Mesin Bubut Sedang (*Medium Lathe*) (Hamzah, 2020).

Konstruksi mesin ini lebih cermat dan dilengkapi dengan penggabungan peralatan khusus. Oleh karena itu mesin ini digunakan untuk pekerjaan yang lebih banyak variasinya dan lebih teliti. Fungsi utama adalah untuk menghasilkan atau memperbaiki perkakas secara produksi.

## 3. Mesin Bubut Standar (*Standard Lathe*)



Gambar 2.4. Mesin Bubut Standar (*Standard Lathe*) (Hamzah, 2020).

Mesin ini dibuat lebih berat, daya kekuatannya lebih besar daripada yang dikerjakan mesin bubut ringan dan mesin ini merupakan standar dalam pembuatan mesin-mesin bubut pada umumnya.

## 4. Mesin Bubut Meja Panjang (*Long Bed Lathe*)



Gambar 2.5. Mesin Bubut Meja Panjang (*Long Bed Lathe*) (Hamzah, 2020).

Mesin ini termasuk mesin bubut industri yang digunakan untuk mengerjakan pekerjaan-pekerjaan panjang dan besar, bahan roda gigi dan lainnya.

Jenis- Jenis Mesin Bubut Berdasarkan Prinsipnya :

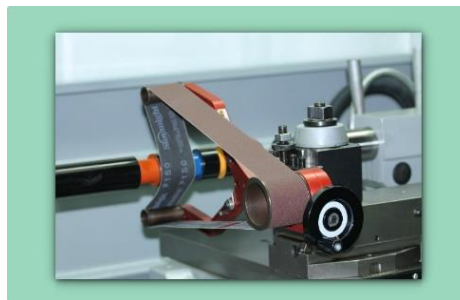
1. Mesin Bubut *Centre Lathe*



Gambar 2.6. Mesin Bubut *Centre Lathe* (Hamzah, 2020).

Mesin bubut ini dirancang untuk berbagai macam bentuk dan yang paling umum digunakan, cara kerjanya benda kerja dipegang (dicekam) pada poros spindle dengan bantuan chuck yang memiliki rahang pada salah satu ujungnya, yaitu pada pusat sumbu putarnya, sementara ujung lainnya dapat ditumpu dengan center lain.

2. Mesin Bubut Sabuk



Gambar 2.7. Mesin Bubut Sabuk (Hamzah, 2020)

Poros spindle akan memutar benda kerja melalui piringan pembawa sehingga memutar roda gigi yang digerakkan sabuk atau puli pada poros spindle. Melalui roda gigi penghubung, putaran akan disampaikan ke roda gigi poros ulir. Oleh klem berulir, putaran poros ulir tersebut diubah menjadi gerak translasi pada

eretan yang membawa pahat. Akibatnya pada benda kerja akan terjadi sayatan yang berbentuk ulir.

### 3. Mesin Bubut *Vertical Turning and Boring Milling*



Gambar 2.8. Mesin Bubut *Vertical* dan *Boring Milling* (Hamzah, 2020).

Mesin ini bekerja secara otomatis, pada pembuatan benda kerja yang dibubut dari tangan, pekerjaan yang tidak dilakukan secara otomatis hanyalah pemasangan batang-batang yang baru dan menyalurkan produk-produk yang telah dikerjakan, oleh sebab itu satu pekerja dapat mengawasi beberapa buah mesin otomatis dengan mudah.

### 4. Mesin Bubut *Facing Lathe*



Gambar 2.9. Mesin Bubut *Facing Lathe* (Hamzah, 2020).

Sebuah mesin bubut terutama digunakan untuk membubut benda kerja berbentuk piringan yang besar. Benda-benda kerjanya dikencangkan dengan cakar-cakar yang dapat disetting pada sebuah pelat penyeting yang besar, tidak terdapat kepala lepas.

## 5. Mesin Bubut *Turret*



Gambar 2.10. Mesin Bubut *Turret* (Hamzah, 2020).

Mesin bubut turret mempunyai ciri khusus terutama menyesuaikan terhadap produksi. “Keterampilan pekerja” dibuat pada mesin ini sehingga memungkinkan bagi operator yang tidak berpengalaman untuk memproduksi kembali suku cadang yang identik. Kebalikannya, pembubut mesin memerlukan operator yang sangat terampil dan mengambil waktu yang lebih lama untuk memproduksi kembali beberapa suku cadang yang dimensinya sama. Karakteristik utama dari mesin bubut jenis ini adalah bahwa pahat untuk operasi berurutan dapat disetting dalam kesiagaan untuk penggunaan dalam urutan yang sesuai. Meskipun diperlukan keterampilan yang sangat tinggi untuk mengunci dan mengatur pahat dengan tepat tapi satu kali sudah benar maka hanya sedikit keterampilan untuk mengoperasikannya dan banyak suku cadang dapat diproduksi sebelum settingan dilakukan atau diperlukan kembali.

### 2.1.3 Parameter Pembubutan

Dasar operasi berbagai pengerjaan pembubutan adalah :

1. Kecepatan makan (*feeding speed*), merupakan jarak gerakan mata potong saat memotong benda kerja sepanjang bidang potong setiap kali putaran spindel, mm/put atau inchi/put. Kecepatan makan (*feeding speed*) :  $V_f$  (mm/min).

$$V_f = f \cdot n \quad ; mm/min \quad (2.1)$$

Dimana :

$n$  = putaran poros utama (benda kerja)

$f$  = gerak makan (mm)

2. Kedalaman pemotongan (*depth of cut*), merupakan kedalaman mata potong yang menembus benda kerja sekali pemotongan, mm atau inchi.

Kedalaman potong (*depth of cut*) : a (mm).

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad ; \text{ mm/min} \quad (2.2)$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (min)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/min)

$L_t$  = panjang permesinan

3. Kecepatan putar (*speed*), merupakan besar putaran spindel tempat benda kerja yang diletakkan mengalami proses pemotongan, rpm.

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi d} \quad ; \text{ m/min} \quad (2.3)$$

Dimana :

$n$  = *Spindle speed* (rpm)

$V_c$  = Kecepatan potong (m/menit)

$\pi$  = 3,14

$d$  = Diameter pisau (mm)

4. Kecepatan pemotongan, merupakan besar rata-rata pada mata pahat yang bergerak memotong dari titik awal pemotongan hingga selesai, meter/menit. Kecepatan pemotongan (*cutting speed*) :  $V_c$  (m/min)  
Kecepatan pemotongan adalah jarak yang ditempuh oleh titik (P) terhadap garis tengah (d). Yang diukur dalam satuan jarak (meter) persatuan waktu (menit).

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad ; \text{ m/min} \quad (2.4)$$

Dimana :

$V_c$  = Kecepatan potong

$d$  = diameter benda kerja

$n$  = putaran poros utama (benda kerja)

5. Kecepatan penghasilan geram (*rate of metal removal*), merupakan volume logam dari benda kerja yang dipotong, mm<sup>3</sup>/menit atau inch<sup>3</sup>/menit. Kecepatan penghasilan geram (*rate of metal removal*) : Z

(cm<sup>3</sup>/min).

$$Z = f \cdot a \cdot v_c \quad ; \text{ cm}^3/\text{min} \quad (2.5)$$

Dimana :

Z = kecepatan penghasil geram

a = kedalaman potong (mm)

f = gerak makan (mm)

v<sub>c</sub> = kecepatan makan (mm/min)

## 2.2 Cairan Pendingin (*coolant*)

Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses bubut. Selain memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Dengan cairan pendingin temperatur yang tinggi yang terjadi dilapisan luar benda kerja bisa dikurangi, sehingga tidak merubah stuktur *metalografi* benda kerja. Proses kimiawi diperkirakan juga terjadi dalam proses bubut. Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses bubut. Pendingin ini berupa cairan yang disemprotkan pada benda kerja yang dibubut dan pada pahat, pendinginan ini bertujuan untuk mengurangi panas yang timbul pada benda kerja dan mata pahat. (Aditya and Mahendra, 2013).

### 2.2.1 Jenis-jenis cairan pendingin (*coolant*)

#### a. Minyak murni (*Straight Oils*)

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*, *Sulphur* dan *Phosporus*. Minyak murni menghasilkan pelumasan terbaik, akan tetapi sifat pendinginannya paling jelek diantara cairan pendingin yang lain.



b. Minyak sintetik (*Synthetic Fluids*)

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

c. Minyak Larut (*Soluble Oil*)

Minyak Larut (*Soluble Oil*) akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengemulsi untuk menstabilkan emulsi. Minyak ini digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya konsentrasinya = 3 sampai 10%) dan unjuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus. Minyak ini digunakan luas oleh industri 3 pemesian dan harganya lebih murah diantara cairan pendingin yang lain.

d. Cairan semi sintetik (*Semi-synthetic fluids*)

Cairan semi sintetik (*Semi-synthetic fluids*) adalah kombinasi antara minyak sintetik dan soluble Oil dan memiliki karakteristik kedua minyak pembentuknya. Harga dan unjuk kerja penghantaran panasnya terletak antara dua buah cairan pembentuknya tersebut (Rahdiyanta, 2012).

### 2.2.2 *Property of Coolant*

Dromus oil merupakan minyak mineral hasil penyulingan dan aditif yang diskripsi komposisi dan sifat kimianya. Dromus Oil memberikan pendinginan yang sangat baik, pelumasan dan perlindungan karat digunakan dalam berbagai pengerolan dan pengerjaan mesin. Dromus oil mempunyai kelarutan tingkat tinggi terhadap air sehingga dapat diemulsikan dengan rasio air/minyak drumus, biasanya 20:1 sampai 40:1 dengan demikian memungkinkan dimanfaatkan sebagai pendinginan pada pengerasan baja (Karmin & Muchtar Ginting, 2016).

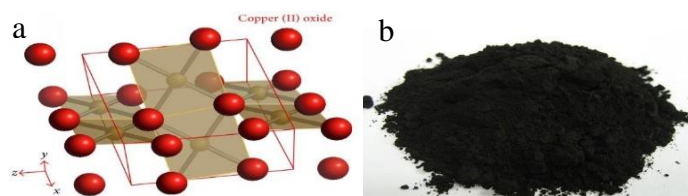
Tabel 2.1. Komposisi dan Sifat Kimia *Dromus Oil* (Karmin & Muchtar Ginting, 2016)

NO.	Komposisi		Chemical Properties
	Name	Proportion	
1	Sodium sulphonate	1 - 4.9%	Initial boiling : > 100 0C
2	Polyolefin ether	1 – 3%	Flash point : > 100 0C
3	Alkyl amide	1 -3 %	Density : 930 Kg/m <sup>3</sup> at 15 0C
4	Long chain alkenyl amide borate	1 – 2.4%	Kinematic viscositty 400 mm <sup>2</sup> /sec

### 2.3 Nanopartikel

Nanopartikel didefinisikan sebagai partikulat dispersi atau partikel padat dengan ukuran kisaran 10-1000nm. Obatnya larut, terperangkap, terbungkus atau melekat pada matriks nanopartikel. Tergantung metodenya persiapan, nanopartikel, nanospheres atau nanokapsul dapat diperoleh (Mohanraj and Chen, 2007).

Tembaga (II) oksida atau *copper oxide* adalah senyawa anorganik dengan rumus CuO. Padatan hitam, ini adalah salah satu dari dua oksida tembaga yang stabil, yang lainnya adalah Cu<sub>2</sub>O atau tembaga oksida. Sebagai mineral, ia dikenal sebagai tenorite. Struktur nano oksida logam seperti seng oksida, titanium dioksida, oksida besi dan lain-lain telah menarik banyak perhatian karena sifat luar biasa mereka di berbagai bidang optik, opto elektronik, katalis, bahan sel surya dan sensor (Muliastri *et al.*, 2018)

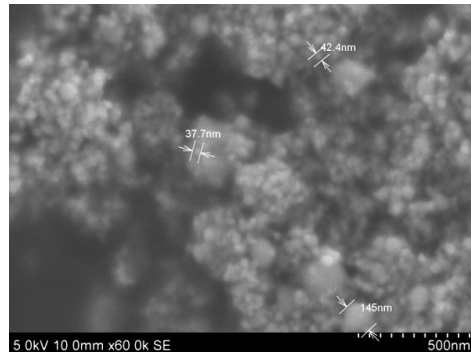


Gambar 2.11 a. Struktur Kristal CuO b. Serbuk CuO (Muliastri *et al.*, 2018).

#### 2.3.1 Efek / Hasil Nanopartikel

Nanopartikel tembaga oksida dalam kisaran 20-150nm digunakan untuk analisis. Gambar 2.11 menunjukkan gambar Scanning Electron Microscopy (SEM) nanopartikel CuO. Beberapa nanopartikel yang terlihat diaglomerasi akan terpisah selama pengadukan ultrasonik. Derajat aglomerasi dapat diperoleh dengan menggunakan analisis dispersi. Karena derajat aglomerasi dapat diberikan dalam hal tren pengendapan, tingkat absorbansi dalam Spektroskopi UV dapat

dianggap sebagai ukuran derajat aglomerasi. Absorbansi yang diukur adalah 4,3%, 80 jam setelah formulasi minyak nano (Thottackkad, Perikinalil and Kumarapillai, 2012).



Gambar 2.12. Nanopartikel Tembaga Oksida (*Copper Oxide*)  
(Thottackkad, Perikinalil and Kumarapillai, 2012).

### 2.3.2 Reaksi Oksidasi

Konsep reaksi oksidasi dan reduksi mengalami per-kembangan dari masa ke masa sesuai cakupan konsep yang dijelaskan. Pada mulanya konsep reaksi oksidasi dan reduksi ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen. Reaksi oksidasi didefinisikan sebagai reaksi peng-gabungan/pengikatan suatu zat dengan oksigen. Sebaliknya reaksi pelepasan oksigen oleh suatu zat disebut reaksi reduksi.

Contoh reaksi oksidasi:



Pada reaksi di atas Cu mengikat  $\text{O}_2$  membentuk  $\text{CuO}$ . berturut-turut menjadi  $\text{CuO}$  (Proyek *et al.*, 2004).

### 2.4 Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 adalah baja karbon termasuk golongan baja karbon menengah (*medium carbon steel*), baja karbon menengah jenis ini banyak digunakan sebagai komponenomotif misalnya untuk pembuatan roda gigi, poros, dan bantalan pada kendaraan bermotor. Baja AISI 1045 sering disebut sebagai baja karbon dikarenakan sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan *SAE (Society of Automotive Engineers)* pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan plain

carbon, selanjutnya pada kode xx setelah angka 10 menunjukkan komposisi kadar karbon pada baja AISI 1045 (Pramono *et al.*, 2011).

Tabel 2.2 Komposisi baja AISI 1045 (Pramono *et al.*, 2011).

Kode	C%	Si%	Mn%	Mo%	P%	S%
AISI 1045	0,4-0,45	0,1-0,3	0,60-0,90	0,025	0,04 max	0,05 max

## 2.5 Kekasaran Permukaan

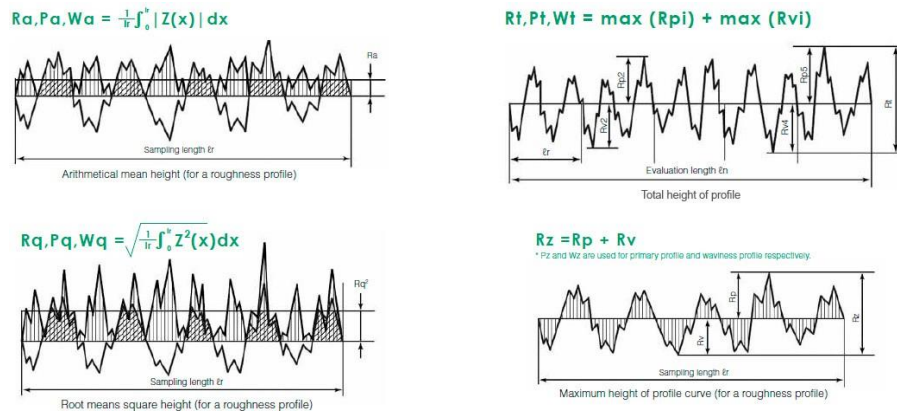
Kekasaran permukaan merupakan ukuran/nilai kasarnya permukaan suatu material atau tinggi rendahnya suatu permukaan material yang diukur dari suatu titik acuan. Konsep kekasaran permukaan dapat digunakan dalam mempelajari aliran panas dan listrik pada material, konsep gesekan pada permukaan material, kelekatan diantara dua material, daerah sentuh deformasi dan kajian tentang sifat korosi pada material. Terjadinya korosi pada material memiliki hubungan erat dengan kekasaran permukaan suatu bahan logam. Semakin kasar permukaan suatu material/tingginya kekasaran permukaan suatu material maka potensi timbulnya korosi semakin tinggi/semakin mudah terjadi (Budiana *et al.*, 2020).

### 2.5.1 Kekasaran Permukaan pada Proses Manufaktur

Tabel 2.3. Kekasaran Permukaan (Hakim and Sutisna, 2019)

Sl. No.	Manufacturing Process	$R_a$ in $\mu m$															
		0.012	0.025	0.050	0.10	0.20	0.40	0.80	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	
1	Sand casting										5	6.3	12.5	25	50		
2	Permanent mould casting						0.8	1.6	3.2	6.3							
3	Die casting						0.8	1.6	3.2								
4	High pressure casting				0.32	0.63	1.25	2.5									
5	Hot rolling							2.5	5	10	20	40	80	160	320	640	
6	Forging							1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400	
7	Extrusion			0.16	0.32	0.63	1.25	2.5	5	10	20	40	80	160	320	640	
8	Flame cutting, sawing & Chipping									6.3	12.5	25	50	100	200	400	
9	Radial cut-off sawing							1	2	4	8	16	32	64	128	256	
10	Hand grinding									6.3	12.5	25	50	100	200	400	
11	Disc grinding							1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400	
12	Filing				0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	
13	Planing							1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400	
14	Shaping							1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400	
15	Drilling							1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400	
16	Turning & Milling				0.32	0.63	1.25	2.5	5	10	20	40	80	160	320	640	
17	Boring					0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400	

### 2.5.2 Parameter Kekasaran



Gambar 2.13. Grafik parameter kekasaran yang dievaluasi antara lain  $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_t$ , dan  $R_z$  (Nicolas-Silvente *et al.*, 2020).

- Kekasaran rata-rata aritmatika ( $R_a$ ): tinggi rata-rata aritmatika menunjukkan rata-rata nilai absolut di sepanjang panjang pengambilan sampel.
- Root mean square deviation ( $R_q$ ): menunjukkan akar rata-rata kuadrat sepanjang panjang pengambilan sampel
- Total tinggi profil ( $R_t$ ): menunjukkan jarak vertikal antara ketinggian puncak profil maksimum dan kedalaman lembah profil maksimum di sepanjang panjang evaluasi.
- Tinggi profil maksimum ( $R_z$ ): menunjukkan jarak vertikal absolut antara ketinggian puncak profil maksimum dan kedalaman lembah profil maksimum di sepanjang panjang pengambilan sampel (Nicolas-Silvente *et al.*, 2020).

Secara lebih rinci, ketidak teraturan dari bentuk permukaan dapat dibedakan menjadi empat tingkat, yaitu:

Tingkat pertama :



Gambar 2.14. Kesalahan Bentuk (Munadi, 2017)

Adalah tingkat yang menunjukkan adanya kesalahan bentuk (*form error*) seperti tampak pada gambar disamping. Faktor penyebabnya antara lain karena lenturan dari mesin perkakas dan benda kerja, kesalahan pada pencekaman benda kerja, pengaruh proses pengerasan (*hardening*).

Tingkat kedua :



Gambar 2.15. Kesalahan Gelombang (Munadi, 2017)

Adalah profil permukaan yang berbentuk gelombang. Penyebabnya antara lain karena adanya kesalahan bentuk pada pisau (pahat) potong, posisi senter yang kurang tepat, adanya getaran pada waktu proses pemotongan.

Tingkat ketiga :



Gambar 2.16. Kesalahan Alur (Munadi, 2017)

Adalah profil permukaan yang berbentuk alur (*grooves*). Penyebabnya antara lain karena adanya bekas-bekas proses pemotongan akibat bentuk pisau potong yang salah atau gerak pemakanan yang kurang tepat (*feed*).

Tingkat Keempat :



Gambar 2.17. Kekasaran Serpihan (Munadi, 2017)

Adalah profil permukaan yang berbentuk serpihan (*flakes*). Penyebabnya antara lain karena adanya tatal (beram) pada proses pengerjaan, pengaruh proses electroplating (Munadi, 2017)

Untuk pengukuran menggunakan *Surface roughness Tester*.

### 2.5.3 *Surface Roughness Tester*



Gambar 2.18. *Surface Roughness Tester Rugosurf 10G* (Gordon, 2009).

Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya.

*Surface Roughness Tester* didefinisikan sebagai ketidak halusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam Ra (*Roughness Average*). Ra merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional. Ra didefinisikan sebagai rata-rata aritmatika dan penyimpangan mutlak profil kekasaran dari garis tengah rata-rata (Prakoso *et al.*, 2014).

#### 2.5.4 Mikroskop Optik



Gambar 2.19. Mikroskop Optik (*Olympus GX-71*) (Aulia, Rizal and Mubarak, 2019).

Keausan mata pahat pada proses bubut dapat dilihat secara visual pada permukaan mata pahat. Kemudian untuk mengukur keausannya menggunakan alat mikroskop optik agar mendapatkan besar keausan yang akurat. Sedangkan untuk mengukur getaran pada mata pahat menggunakan sensor accelerometer dan untuk mengukur regangan menggunakan sensor (*strain gauge*) (Aulia, Rizal and Mubarak, 2019).

#### 2.6 Keausan Pahat

Keausan pahat akan timbul dengan sendirinya dalam proses pemotongan logam. Kompleksitas yang mengelilingi keausan pahat bersumber dari berbagai faktor meliputi material yang diproses, alat pemesinan, alat potong, pendingin dan kondisi pemotongan. Selama pemesinan, alat potong berinteraksi langsung dengan material (Abidin, 2010).

##### 2.6.1 Jenis Keausan dan Penyebabnya

Keausan didefinisikan oleh ASTM (*American Society for Testing and Materials*) sebagai kerusakan permukaan benda yang secara umum berhubungan dengan peningkatan hilangnya material yang disebabkan oleh pergerakan relatif

benda dan sebuah substansi kontak (Abidin, 2010). Ada beberapa jenis keausan dan penyebab keausan pahat :

a. Adhesi

Keausan terjadi ketika satu permukaan menggesek permukaan lain dan mengikis salah satu permukaan diikuti dengan yang lainnya, kemudian kikisan tersebut keluar dari permukaan sebelumnya. Setelah melalui berbagai percobaan, hukum keausan adhesive ditemukan oleh:

1. keausan tersebut berbanding langsung dengan muatan antara permukaan yang berinteraksi.
2. keausan tersebut berbanding pada jarak gesekan.
3. keausan tersebut berbanding terbalik dengan kekerasan yang telah diauskan.

b. Abrasi

Keausan *abrasive* terjadi ketika permukaan kasar yang keras dan atau permukaan yang mengandung partikel keras menggesek bagian atas dari permukaan yang lunak. Pada keausan pahat, keausan abrasive adalah pemindahan dari material pahat oleh fase *abrasive* yang keras pada material kerja. Fase *abrasive* dengan morfologi yang kompleks dapat menghasilkan abrasi 2-body sementara *abrasive* dengan morfologi yang sederhana menghasilkan abrasi 3-body. Model abrasi 2-body dapat dinyatakan dengan volume keausan pada abrasi 3-body bergantung pada perbandingan kekerasan antara pahat dan *abrasive*.

c. Diffusi

Proses difusi akan timbul pada daerah terjadi pelekatan (adhesi) antara material benda kerja dengan pahat di bawah tekanan dan temperatur yang tinggi serta adanya aliran metal (geram dan permukaan terpotong relatif terhadap pahat). Keausan difusi umumnya mengakibatkan melemahnya struktur permukaan dari pahat, difusi dideskripsikan dengan percepatan chip bulk,  $C_{i1}$  dan  $C_{i2}$  adalah konsentrasi dari spesies  $i$  pada pahat dan geram,  $D_{i1}$  dan  $D_{i2}$  adalah koefisien difusi atau spesies  $i$  pada pahat dan geram, dan  $t$  adalah waktu.



d. Dissolusi

Pada keausan dissolusi, spesimen dari material alat membentuk larutan padat di dalam chip. Seiring dengan chip hilang, material alat dipindahkan secara konstan dari muka garutan. Keausan dissolusi bergantung pada kelembaman kimia dari material alat, begitu juga dengan afinitas kimia pada komponen alat dengan material alat. Pada kecepatan pemotongan yang relatif tinggi, keausan dissolusi mendominasi proses keausan; model kuantitatif telah dibuat oleh Kramer.

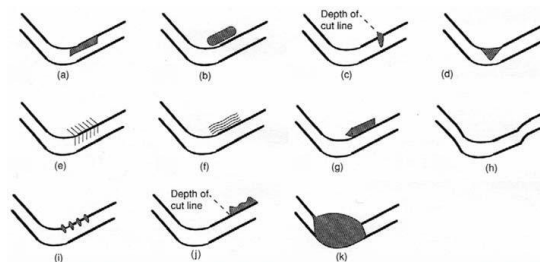
e. Reaksi Kimia

Disini, reaksi kimia bukanlah mekanisme keausan. Bagaimanapun, jika reaksi kimia terjadi, dapat berpengaruh besar pada keausan pahat ketika material pahat bereaksi dengan material kerja atau kimia lain untuk membentuk senyawa yang terbawa pada pelepasan geram atau pada permukaan yang baru dari benda kerja. Melapisi pahat atau mengubah zat *additives* pada fluida potong akan meningkatkan daya tahan terhadap reaksi kimia.

f. Oksidasi

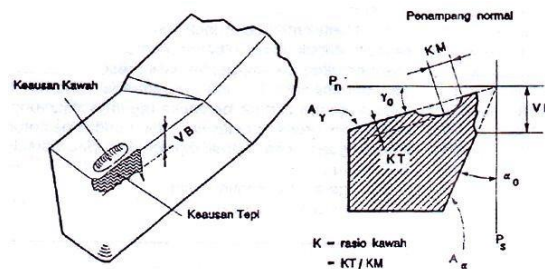
adalah salah satu mekanisme keausan reaksi kimia, yang terjadi ketika spesimen dari material alat atau material kerja bereaksi dengan oksigen atmosfer. Oksidasi dapat diamati sebagai kedalaman kasar dari derajat pemotongan (keausan *notch*). Adanya *notch* dapat menyebabkan kegagalan dengan patahnya pahat. Kadangkala serpihan keausan dihasilkan oleh oksidasi yang mengarah pada meningkatnya keausan *abrasive* (Abidin, 2010).

2.6.2 Gambar Keausan



Gambar 2.20. Jenis-jenis Keausan pahat (Abidin, 2010).

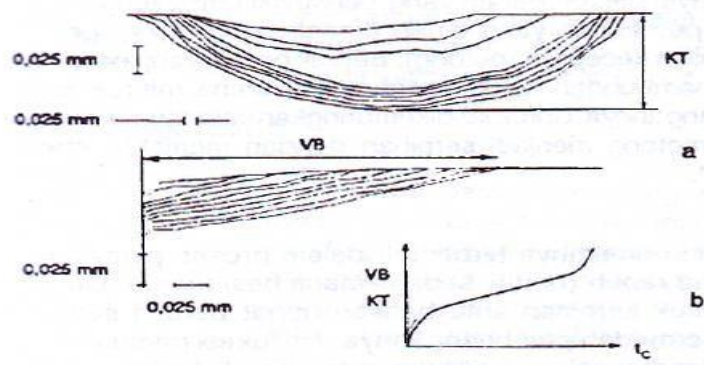
Jenis kerusakan yang terakhir di atas jelas disebabkan tekanan temperatur yang tinggi pada bidang aktif dimana kekerasan dan kekuatan material pahat akan turun bersama dengan naiknya temperatur. Keretakan dan terutama keausan disebabkan oleh berbagai faktor. Gambar 2.21 menunjukkan keausan dapat terjadi pada bidang geram ( $A\gamma$ ) dan/atau pada bidang utama ( $A\alpha$ ) pahat. Karena bentuk dan letaknya yang spesifik, keausan pada bidang geram dikenal dengan keausan kawah (*crater wear*) dan keausan pada bidang utama/mayor dinamakan sebagai keausan tepi (*flank wear*) (Abidin, 2010).



Gambar 2.21. Keausan kawah (*Crater Wear*) dan Keausan tepi (*Flank Wear*) (Abidin, 2010).

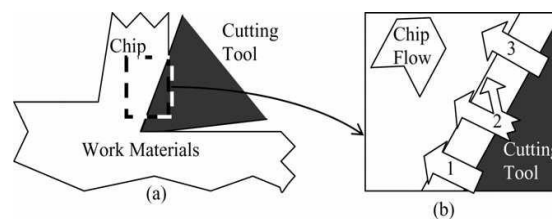
Keausan tepi dapat diukur dengan menggunakan mikroskop, dimana bidang mata potong  $P_s$  diatur sehingga tegak lurus sumbu optik. Dalam hal ini besarnya keausan tepi dapat diketahui dengan mengukur panjang  $VB$  (mm), yaitu jarak antara mata potong sebelum terjadi keausan (mata potong didekatnya dipakai sebagai referensi) sampai ke garis rata-rata bekas keausan pada bidang utama. Sementara itu, keausan kawah hanya dapat diukur dengan mudah dengan memakai alat ukur kekasaran permukaan (Abidin, 2010).

Gambar 2.22 menunjukkan salah satu grafik hasil pengukuran keausan dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan (*talysurf*) untuk selang pemotongan setiap dua menit. Kecepatan pertumbuhan keausan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor (jenis material benda kerja, material pahat, kondisi pemotongan, geometri pahat dan pemakaian cairan pendingin) (Abidin, 2010).



Gambar 2.22. (a) Keausan kawah dan keausan tepi yang terjadi pada pahat karbida dari grafik hasil pengukuran permukaan. (b) Pertumbuhan keausan sebagai fungsi dari waktu pemotongan (Abidin, 2010).

Pada Gambar 2.23, ketiga mekanisme ditunjukkan pada keausan kawah. Abrasinya ditunjukkan dengan tanda panah #1 pada Gambar 2.23 (b) yang datang dari fase keras kedua pada material kerja (seperti sementit pada baja campuran rendah) mengabrasi lapisan material seperti pada keausan tepi (Abidin, 2010).



Gambar 2.23. Pola Keausan dari material pahat menjadi geram (Abidin, 2010).

Dengan kata lain, keausan dissolusi dijabarkan sebagai gabungan kejadian dari disosiasi pada permukaan dan difusi lanjutan dari elemen yang terdekomposisi dalam area beram (Abidin, 2010).

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dan penyusunan tugas akhir dilaksanakan sampai dengan 1 tahun, waktu penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Waktu Kegiatan

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)												
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
1	Pengajuan Judul	■												
2	Studi Literatur	■	■	■	■	■								
3	Penulisan Laporan		■	■	■	■	■	■	■	■	■			
4	Seminar Proposal					■	■	■	■	■	■			
5	Set Up Alat Uji						■	■	■	■	■			
6	Pengujian Spesimen							■	■	■	■	■		
7	Seminar Hasil											■		
8	Sidang												■	■

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat Penelitian

##### 1. Mesin Bubut Krisbow C063AX1000

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin bubut *Krisbow* C063AX1000. Mesin bubut *Krisbow* C063AX1000 biasanya digunakan pada pengerjaan *Turning*.



Gambar 3.1. Mesin Bubut *Krisbow C063AX1000*

## 2. Mata Pahat

Mata pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah mata pahat *Triangle Insert Turning Type T. Chipbreaker* yang sangat serbaguna dengan kekuatan pemotongan ringan hingga *heavy cutting*.



Gambar 3.2 *Triangle Insert Turning Type T.*

Tabel 3.2 Komposisi kimia dan sifat mekanika pahat Karbida

CO (%)	Karbida komposit (%)	Kekerasan (HV)	Ketangguhan (Mpa)	Spesifikasi Lapisan
11	12	1420	6.9	$Ti + Ti(C_2N + Al_2O_3)$

## 3. *Surface Roughness Tester*

Pada penelitian ini alat pengukuran kekasaran permukaan yang digunakan adalah *Surface Roughness Tester*. *Surface Roughness Tester* merupakan alat pengukur kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya.



Gambar. 3.3 *Surface Roughness Tester*.

#### 4. Mikroskop Digital

Mikroskop yang digunakan untuk melihat yang dialami oleh mata pahat dengan pembesaran hingga 1600x.



Gambar 3.4 Mikroskop Digital.

#### 5. Jangka Sorong (Sigmat)

Jangka sorong adalah alat ukur panjang dengan ketelitian satu per-seratus millimeter yang digunakan untuk mengukur panjang, diameter, dan kedalaman suatu benda.



Gambar 3.5 Jangka Sorong (Sigmat)

### 3.2.2 Bahan Penelitian

#### 1. Baja AISI 1045

Spesimen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah baja AISI 1045.



Gambar 3.6. Baja AISI 1045

#### 2. Cairan Pendingin (*Coolant*)

Cairan pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Dromus Oil*. *Dromus Oil* memiliki kelarutan tingkat yang tinggi terhadap air sehingga dapat diemulasikan dengan rasio dromus : air biasanya 20:1 sampai 40:1.



Gambar 3.7 *Dromus Oil*

### 3. Nanopartikel

Nanopartikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanopartikel Tembaga Oksida (*Copper Oxide*).



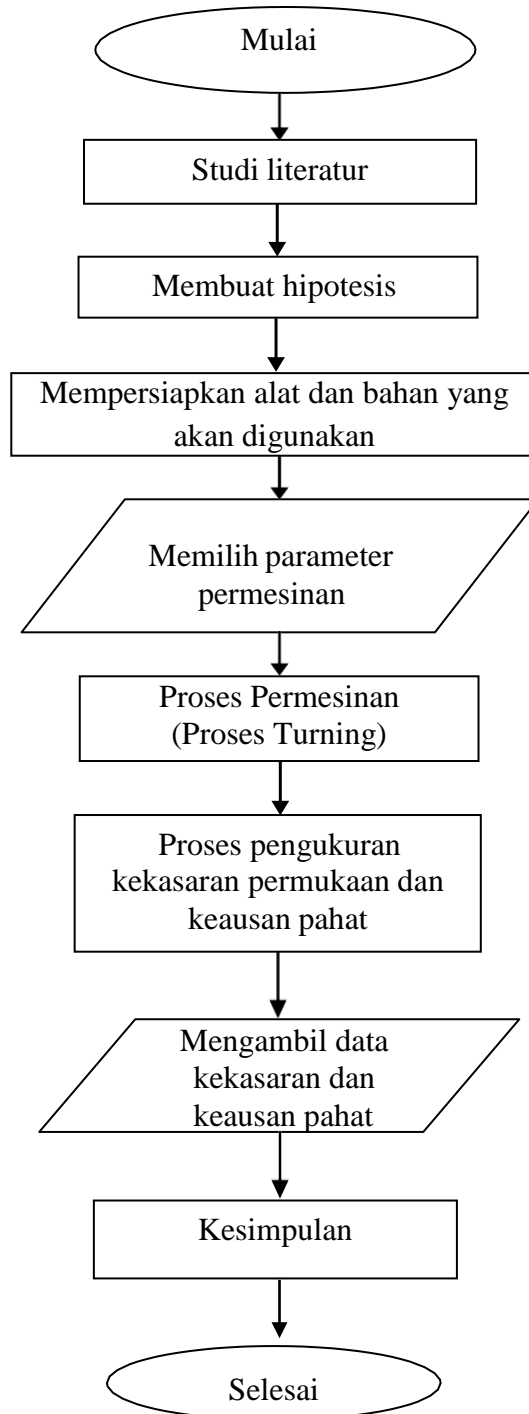
Gambar 3.8. Nanopartikel (*Copper Oxide*)

Tabel 3.3 Sifat CuO

Sifat	Nilai
Tembaga (%)	79,87
Oksigen (%)	20,10
Densitas g/cm <sup>3</sup>	6,31
Luas permukaan spesifik (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	122
Massa molar (g/mol)	79,55
Sistem kristal	Monoclinic
Kisi konstan (Å)	a = 4.68, b = 3.42, c = 5.13
Titik leleh (°C)	1201
Titik didih (°C)	2000



### 3.3 Bagan Alir Penelitian

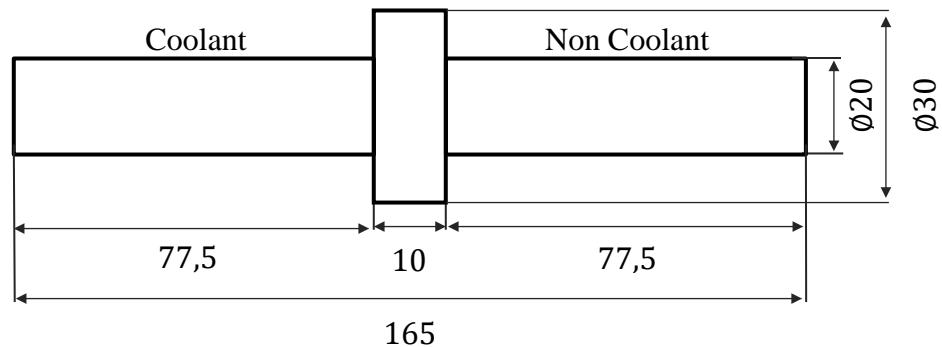


Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.10 Skema Pembubutan



Gambar 3.11 Ukuran benda kerja

### 3.5 Metode Pengambilan Data

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data menggunakan mesin bubut dan *surface roughness tester* yaitu :

1. Membuat ukuran spesimen baja AISI 1045 menggunakan mesin bubut.
2. Melakukan pembubutan (*turning*) untuk menentukan ukuran pemakanan pada spesimen dengan kecepatan putaran *spindle* 755 Rpm, 1255 Rpm, 2000 Rpm, pada pemakanan pembubutan (*turning*) 1 mm.
3. Melakukan pengujian untuk pengambilan data dengan menggunakan *surface roughness tester* pada kecepatan putaran *spindle* 755 Rpm, 1255 Rpm, 2000 Rpm.

Data yang telah diperoleh dari data primer dan data sekunder, kemudian data perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

### 3.6 Prosedur Penelitian

Pada tahapan ini menjadi acuan adalah spesimen baja AISI 1045 yang akan dilakukan pengujiannya untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dari spesimen dan keausan pahat yang telah digunakan pada proses pembubutan (*Turning*), untuk dilakukannya pengujian dengan menggunakan *surface roughness tester* guna untuk mendapatkan data kekasaran permukaan. Melakukan pengujian untuk pengambilan data dengan menggunakan *surface roughness tester* pada kecepatan putaran *spindle* 755 Rpm, 1255 Rpm, 2000 Rpm terhadap pemakanan pembubutan 1 mm. Hasil yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan mesin bubut, *surface roughness tester*, dan Mikroskop Digital kemudian disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

#### 3.6.1 Prosedur Pembubutan (*Turning*)

1. Siapkan perlengkapan seperti mesin bubut, benda uji, dan kunci perkakas.
2. Cek kondisi dan kesiapan mesin.
3. Pasang mata pahat padaudukan mata pahat dengan mengatur kelurusan mata pahat dan kunci mata pahat agar tidak bergerak.
4. Masukkan benda uji kedalam cekam (*chuck*).
5. Atur benda uji agar tidak bergerak, pastikan benda uji dalam keadaan lurus.
6. Atur putaran *spindle* 755 Rpm, 1255 Rpm, 2000 Rpm yang akan digunakan pada material yang sudah diberi tanda.
7. Hidupkan mesin bubut.
8. Lalu atur *spindle* pemakanan pembubutan 1 mm pada mesin bubut.
9. Proses pembubutan dilakukan berlawanan arah jarum jam.
10. Memulai pemakanan pada benda uji.
11. Setelah selesai proses pemakanan pembubutan atur *spindle* pada posisi awal semula, lalu matikan mesin bubut.
12. Ukur benda uji yang sudah terjadi pemakanan pembubutan dengan jangka sorong (*sigmat*).
13. Bila proses pemakanan telah selesai lepas mata pahat dari dudukan kepala mata pahat.

14. Bila telah selesai melakukan proses pembubutan, maka bersihkan mesin bubut dari *coolant* dan geram.

15. Lalu kembalikan alat perkakas pada tempatnya.

### 3.6.2 Prosedur Pengujian Kekasaran Permukaan

1. Siapkan perlengkapan alat *surface roughness tester*.

2. Tempatkan alat *surface roughness tester* diatas papan yang sudah disediakan.

3. Pasangkan alat sensor kedalam alat *surface roughness tester*.

4. Tekan tombol daya (*power*) pada *surface roughness tester* sampai keluar angka nol pada monitor.

5. Siapkan material yang akan diuji.

6. Bersihkan material dengan cairan WD-40 agar bersih dari karat yang menempel pada material.

7. Letakkan material diatas meja datar.

8. Ujung dari dial indikator di set pada posisi stabil untuk melakukan pembacaan skala tekanan terhadap permukaan benda uji.

9. Tentukan seberapa panjang dari bagian benda ukur yang akan di uji kekasaran permukaannya, nantinya panjang inilah yang akan di lewati oleh dial indikator.

10. Pada saat pengambilan data, posisi dial indikator bergerak dengan konstan sesuai dengan sumbu horizontal dan sejajar dengan benda uji (pada garis lurus).

11. Bila sudah selesai menggunakan alat *surface roughness tester*, bersihkan lalu kembalikan alat pada tempatnya.

### 3.6.3 Prosedur Pengujian Keausan Pahat

1. Siapkan perlengkapan alat mikroskop digital.

2. Tempatkan alat mikroskop digital diatas papan yang sudah disediakan.

3. Siapkan komputer/laptop untuk dihubungkan ke mikroskop digital.

4. Hidupkan komputer/laptop hingga menyala.

5. Sambungkan mikroskop digital ke komputer/laptop hingga terhubung.

6. Siapkan material yang akan diuji.

7. Bersihkan material dengan tisu agar bersih dari kotoran yang menempel pada material.
8. Letakan material dibawah mikroskop digital.
9. Buka aplikasi untuk mengoperasikan mikroskop digital.
10. Fokuskan gambar material pada mikroskop digital hingga fokus .
11. Keluarkan material pada bawah mikroskop kemudian lakukan kalibrasi mikroskop dengan menggunakan rol kalibrasi yang telah disediakan pada mikroskop hingga mencapai ukuran yang akurat sesuai dengan satuan ukuran yang akan digunakan.
12. Letakan kembali material yang akan diuji dibawah mikroskop.
13. Amati keausan yang terjadi kemudian lakukan pengukuran dengan menggunakan *tools* yang ada pada aplikasi.
14. Lalu kembalikan alat ketempatnya

### 3.7 Parameter Penelitian

Tabel 3.4 Parameter pengujian kekasaran permukaan

Bahan	<i>Spindle</i> (Rpm)	Pemanakan (mm)	Titik 1 ( $\mu\text{m}$ )	Titik 2 ( $\mu\text{m}$ )	Titik 3 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )
	755	1	?	?	?	?
AISI 1045	1255	1	?	?	?	?
	2000	1	?	?	?	?

Tabel 3.5 Parameter pengujian keausan pahat

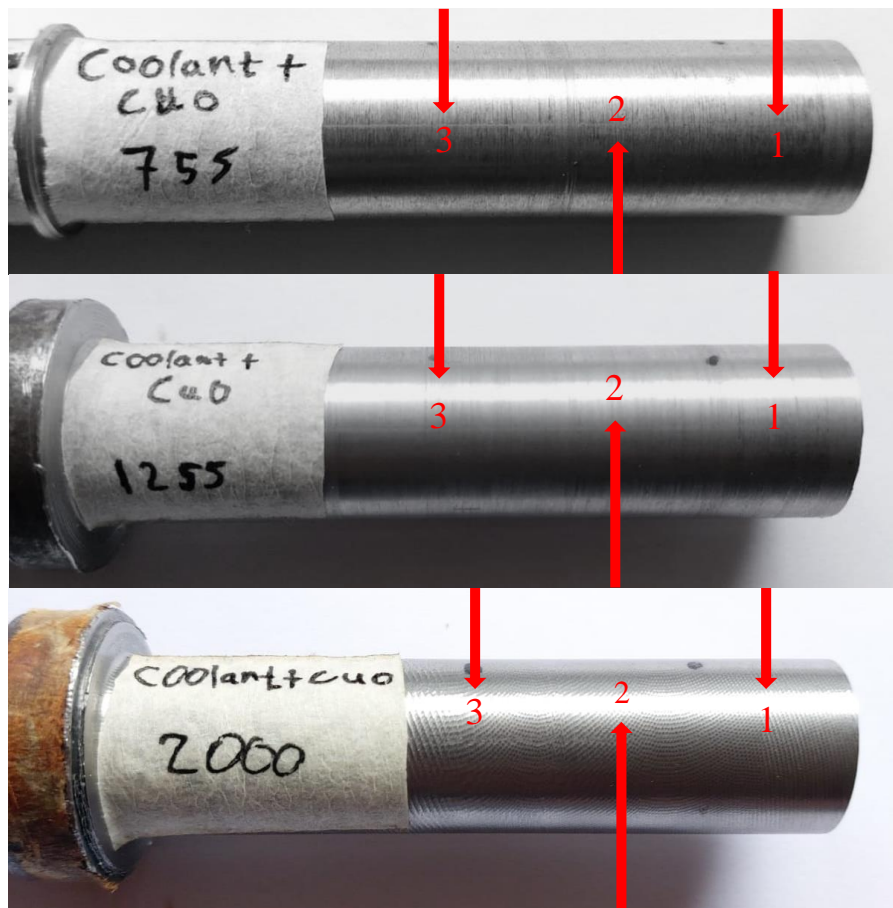
Bahan	<i>Spindle</i> (Rpm)	Pemanakan (mm)	Keausan (mm)
	755	1	?
Karbida	1255	1	?
	2000	1	?

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Hasil Kekasaran Permukaan

Hasil dari penelitian ini telah diperoleh data kekasaran permukaan pada baja AISI 1045. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan pengamatan secara langsung pada benda kerja untuk mengetahui sebab dan akibat. Pengujian kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan alat *surface roughness tester* untuk mengukur kekasaran permukaan yang terjadi pada benda kerja setelah proses pembubutan menggunakan *coolant* dromus + CuO dan tidak menggunakan *coolant*. Pengujian pada *surface roughness tester* tersebut terdiri dari titik 1, titik 2, dan titik 3, jarak setiap titik berukuran 30 mm. Dapat dilihat seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Titik 1, titik 2, dan titik 3 benda kerja pada saat pengujian *surface roughness tester*.

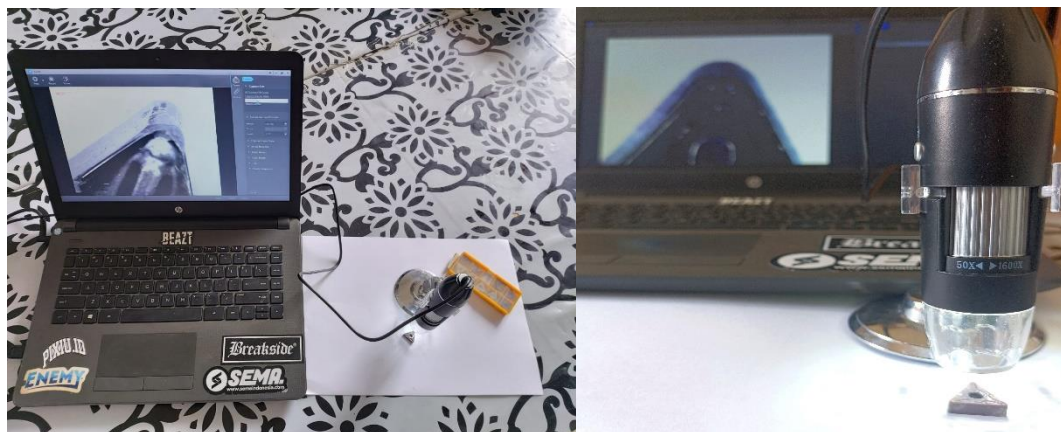
Tabel 4.1 Data hasil kekasaran permukaan dengan menggunakan *coolant* Dromus + CuO Dan tidak menggunakan *coolant* Dromus + CuO.

Kekasaran permukaan menggunakan <i>coolant</i> Dromus + CuO						
Bahan	<i>Spindle</i> (Rpm)	Pemakanan (mm)	Titik 1 ( $\mu\text{m}$ )	Titik 2 ( $\mu\text{m}$ )	Titik 3 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata
AISI 1045	755	1	2,451	2,22	2,172	2,281
	1255	1	2,553	2,152	1,897	2,201
	2000	1	2,007	2,005	1,889	1,967
Kekasaran permukaan tidak menggunakan <i>coolant</i> Dromus + CuO						
Bahan	<i>Spindle</i> (Rpm)	Pemakanan (mm)	Titik 1 ( $\mu\text{m}$ )	Titik 2 ( $\mu\text{m}$ )	Titik 3 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata
AISI 1045	755	1	3,401	3,331	3,245	3,326
	1255	1	3,556	2,64	2,369	2,855
	2000	1	3,273	3,232	1,665	2,723

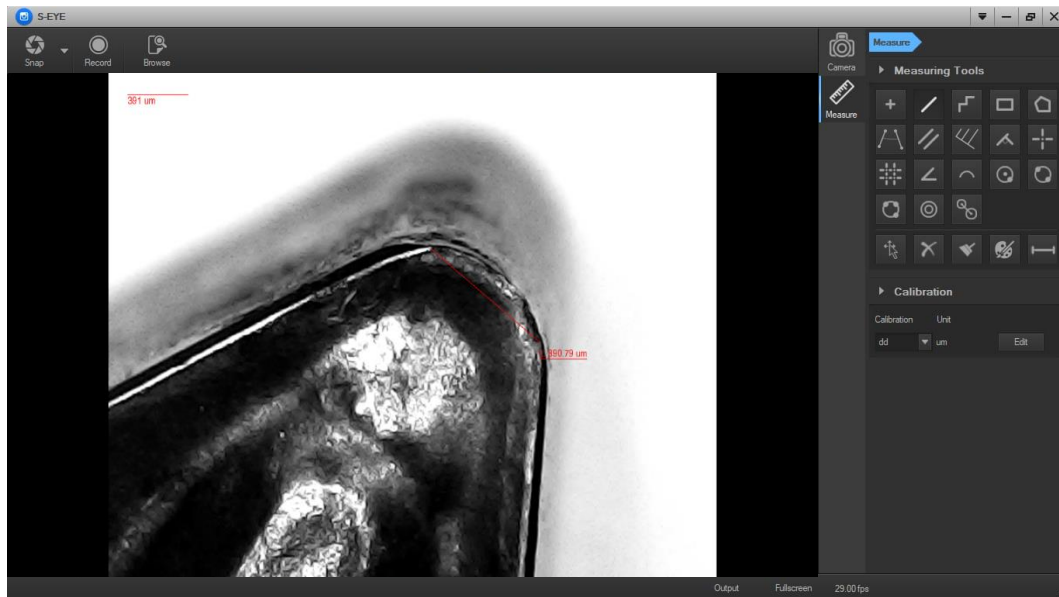
#### 4.1.2 Hasil Keausan Pahat

Hasil dari penelitian ini telah diperoleh data keausan pahat pada penelitian ini melakukan pengamatan secara langsung mengetahui jenis keausan yang terjadi pada mata pahat.

Pengujian keausan pahat menggunakan alat mikroskop digital untuk melihat dan mengamati keausan yang terjadi pada mata pahat setelah melakukan proses pembubutan menggunakan *coolant* dromus + CuO dan tidak menggunakan *coolant*.



Gambar 4.2 Mikroskop Digital.



Gambar 4.3 Hasil pengukuran keausan mata pahat menggunakan mikroskop digital.

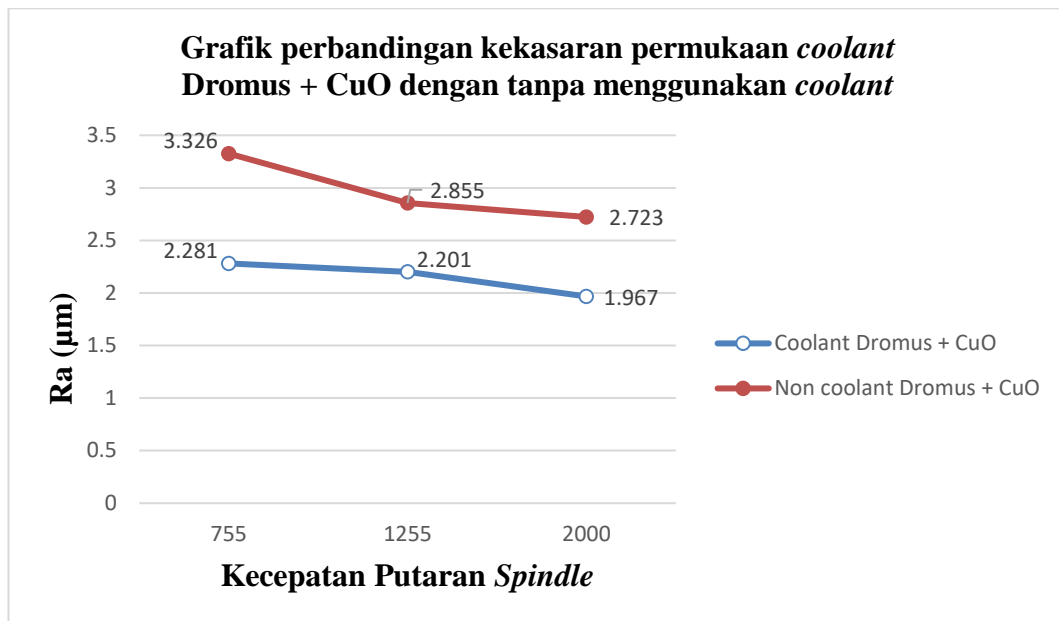
Tabel 4.2 Data hasil keausan pahat menggunakan *coolant* Dromus + CuO dan tidak menggunakan *coolant* Dromus + CuO.

Keausan pahat menggunakan <i>coolant</i> Dromus + CuO			
Bahan	<i>Spindle</i> (Rpm)	Pemakanan (mm)	Keausan ( $\mu\text{m}$ )
Karbida	755	1	879,85
	1255	1	799,53
	2000	1	720,00
Keausan pahat tidak menggunakan <i>coolant</i> Dromus + CuO			
Bahan	<i>Spindle</i> (Rpm)	Pemakanan (mm)	Keausan ( $\mu\text{m}$ )
Karbida	755	1	1081,61
	1255	1	1054,02
	2000	1	890,79

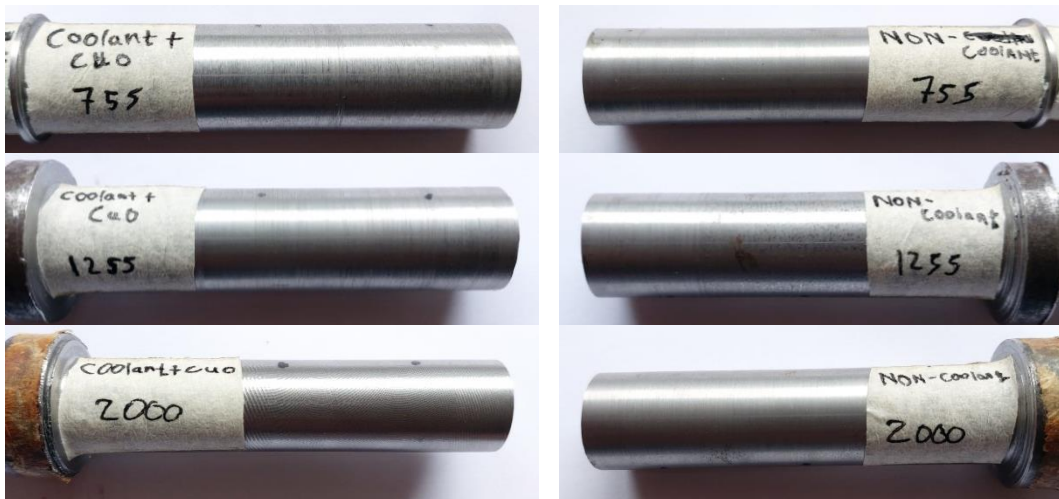


## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kekasaran Permukaan



Gambar 4.4 Grafik perbandingan kekasaran permukaan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dengan tanpa menggunakan *coolant*.



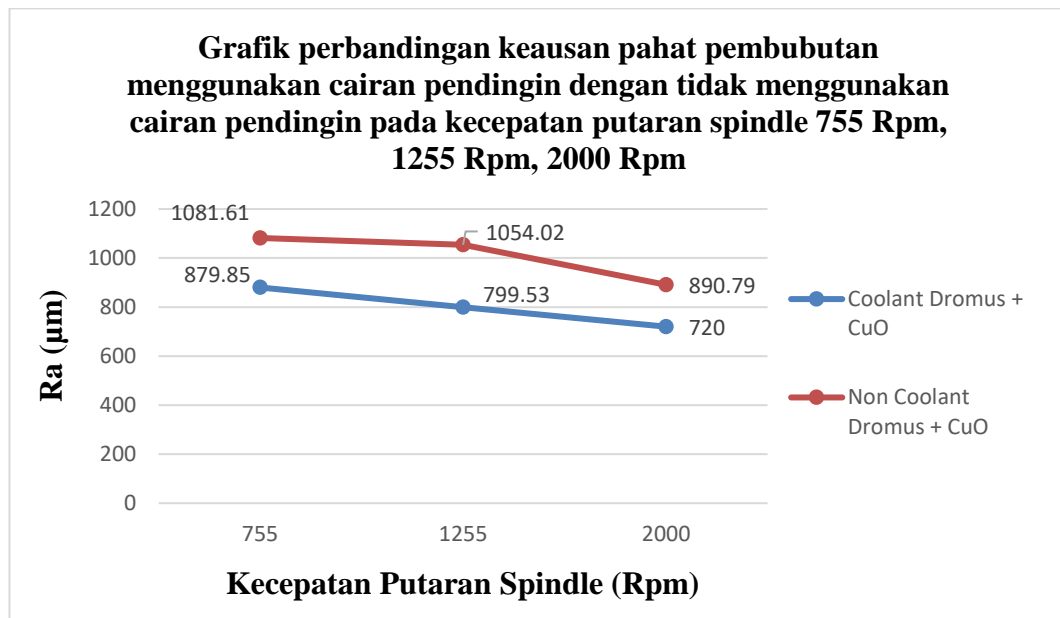
Gambar 4.5 Perbandingan spesimen menggunakan *coolant* Dromus + CuO dengan tanpa menggunakan *coolant*.

Pada gambar 4.4 perbandingan kekasaran permukaan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dengan tanpa menggunakan *coolant*. Sedangkan gambar 4.5 perbandingan spesimen pembubutan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dengan tanpa menggunakan *coolant*. Dalam proses pembubutan dengan

memvariasikan putaran *spindle* dengan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dan tanpa menggunakan *coolant*, terlihat nilai kekasaran permukaan yang semakin menurun dengan semakin tinggi kecepatan putarannya.

Pada proses pembubutan menggunakan *coolant* dromus + CuO menunjukkan keunggulan nilai kekasaran permukaan dibandingkan tanpa menggunakan *coolant*. Karena Dromus + CuO mampu melumasi dan menjadi cairan pendingin pada area bidang kontrak antara pahat dengan benda kerja, serta pahat mampu berkerja secara sempurna pada saat proses pembubutan. Sehingga kekasaran permukaan yang dihasilkan lebih baik atau permukaan benda kerja semakin halus. Begitu juga sebaliknya tanpa menggunakan *coolant* menghasilkan kekasaran permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *coolant* Dromus + CuO. Hal ini disebabkan karena tidak ada pelumasan atau pendingin pada area bidang kontak antara pahat dengan benda kerja, gesekan yang terjadi menimbulkan panas yang mengakibatkan kerusakan pada pahat sehingga terjadinya kekasaran permukaan yang tinggi.

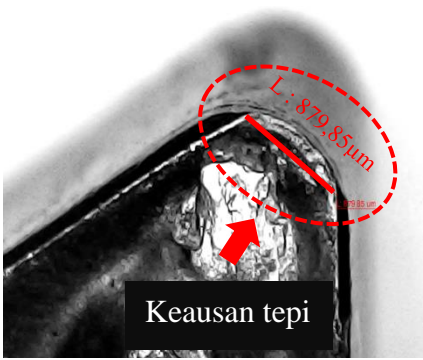
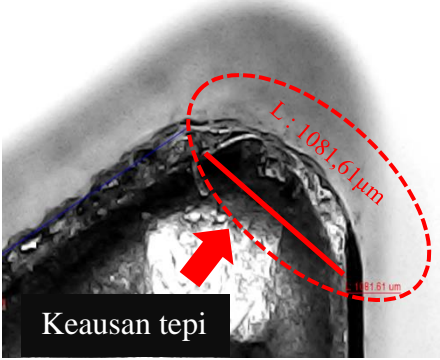
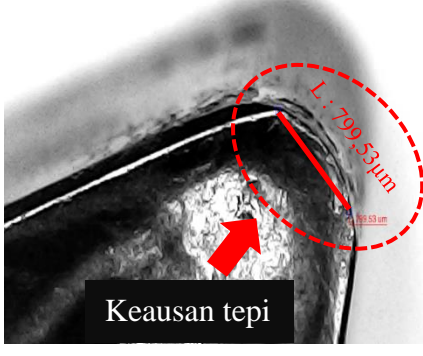
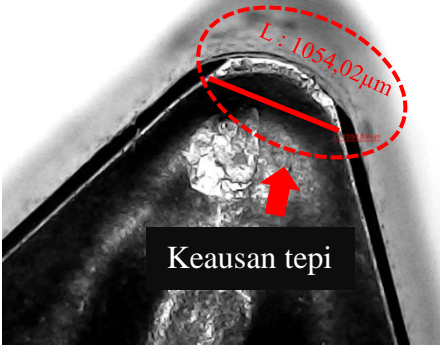
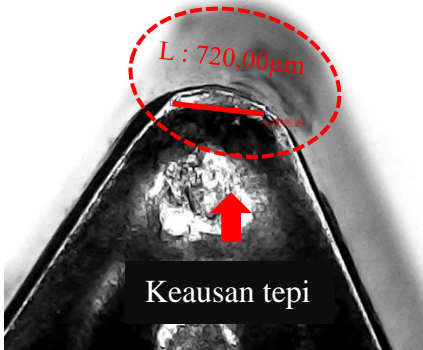
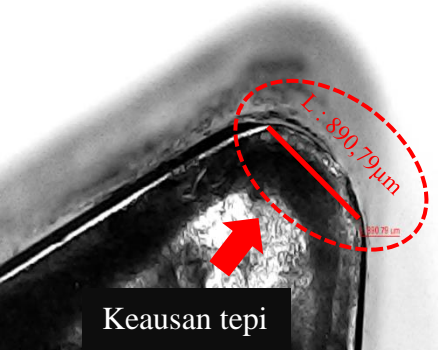
#### 4.2.2 Keausan Pahat



Gambar 4.6 Grafik perbandingan keausan pahat menggunakan *coolant* Dromus + CuO dengan tanpa menggunakan *coolant* Dromus + CuO.

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa pada kecepatan 2000 Rpm nilai keausan mata pahat sangat rendah dibandingkan dengan kecepatan 755 Rpm dan 1255

Rpm, dengan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dan tidak menggunakan *coolant* dengan pembesaran 391 $\mu$ m. Tanpa menggunakan *coolant* Dromus + CuO keausan pahat lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dengan pembesaran 391 $\mu$ m, keausan tersebut terjadi karena tidak ada pelumasan diantara area kontak benda kerja dengan mata pahat sehingga suhu pada benda kerja dan mata pahat naik selama proses pemakanan baja yang mengakibatkan keausan pahat yang tinggi. Dapat dilihat dari mikrostruktur setelah proses pembubutan seperti pada gambar 4.7

Putaran Spindle (Rpm)	Coolant Dromus + CuO	Tanpa Coolant Dromus + CuO
755		
1255		
2000		

Gambar 4.7 Mata pahat setelah melakukan proses *turning*.

Pada gambar 4.7 terlihat jenis dan keausan mata pahat setelah melakukan proses *turning* dapat disimpulkan bahwa semakin rendah putaran *spindle* maka semakin besar nilai keausannya. Keausan mata pahat tanpa menggunakan *coolant* mengalami keausan yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena tidak ada pelumasan dan pendinginan pada area bidang kontak antara mata pahat dengan benda kerja. Gesekan yang telah terjadi menimbulkan panas sehingga terjadinya keausan yang dapat menyebabkan kerusakan pada mata pahat yang mengakibatkan pada kasarnya permukaan benda kerja. Sedangkan keausan pahat menggunakan *coolant* Dromus + CuO mengalami keausan yang rendah dibandingkan tanpa menggunakan *coolant*. Karena Dromus + CuO mampu melumasi area bidang kontak antara mata pahat dengan baja dan mampu menghilangkan geram pada area bidang kontak yang menyebabkan keausan mata pahat. Keausan mata pahat akan mengecil sehingga nilai kekasaran permukaan cenderung lebih rendah.

*Coolant* Dromus + CuO dapat memperpanjang umur mata pahat dibandingkan tanpa menggunakan *coolant* Dromus + CuO, dikarenakan *coolant* Dromus + CuO dapat mengurangi gesekan pada area bidang kontak antara pahat dengan benda kerja. Hal ini dapat membantu mengurangi keausan mata pahat serta mengurangi kekasaran permukaan pada benda kerja. Proses pembubutan menggunakan *coolant* Dromus + CuO dan tanpa *coolant* memvariasikan putaran *spindle* yang berbeda – beda, dan jenis keausan yang terjadi pada mata pahat adalah keausan tepi.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada proses pembubutan baja AISI 1045 terhadap kekasaran permukaan dan keausan pahat menggunakan cairan pendingin dromus + CuO telah disimpulkan :

1. Dari hasil data yang telah diperoleh semakin tinggi kecepatan putaran *spindle* pada proses pembubutan baja AISI 1045 maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan. Dengan menggunakan cairan pendingin Dromus + CuO pada kecepatan putaran *spindle* 755 Rpm dengan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan 2,281  $\mu\text{m}$ , pada kecepatan putaran *spindle* 1255 Rpm dengan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan 2,201  $\mu\text{m}$ , pada kecepatan putaran *spindle* 2000 dengan nilai kekasaran yang dihasilkan 1,967  $\mu\text{m}$ .
2. Dari hasil data yang telah diperoleh Semakin tinggi kecepatan putaran *spindle* pada proses pembubutan baja AISI 1045 maka semakin rendah nilai keausan pahat. Dengan menggunakan cairan pendingin Dromus + CuO pada kecepatan putaran *spindle* 755 Rpm dengan nilai keausan yang dihasilkan 1081,61  $\mu\text{m}$ , pada kecepatan putaran *spindle* 1255 Rpm dengan nilai keausan yang dihasilkan 1054,02  $\mu\text{m}$ , pada kecepatan putaran *spindle* 2000 Rpm dengan nilai keausan yang dihasilkan 879,85  $\mu\text{m}$ .
3. Cairan pendingin Dromus + CuO sangat baik digunakan pada proses pembubutan baja AISI dengan pahat karbida yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan dan keausan pahat yang lebih rendah dibandingkan dengan tidak menggunakan cairan pendingin Dromus + CuO.

### 5.2 Saran

Pada penelitian yang dilakukan terdapat beberapa saran, diantaranya :

1. Untuk pengujian selanjutnya lebih disempurnakan dengan menampilkan grafik yang ada pada alat *Surface Roughness Tester*, dan ditambahkan penelitian lain seperti ketahanan korosi terhadap baja AISI 1045 menggunakan *coolant* Dromus + CuO.

2. Pada saat mahasiswa ingin melakukan penelitian atau pengujian, agar meminimalisir kecelakaan kerja patuhi arahan dan aturan asisten lab sebelum melakukan pengujian.
3. Sebelum melakukan pengujian sebaiknya menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) dan patuhi aturan yang tertera pada Kesehatan keselamatan kerja (K3) agar meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja.
4. Pada saat pengujian lakukanlah dengan sungguh–sungguh dan teliti, ikutilah prosedur yang terdapat pada mesin bubut dan pada alat kekasaran permukaan yang akan digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2010) 'Mekanisme Keausan Pahat Pada Proses Pemesinan: Sebuah Tinjauan Pustaka', *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 6(1), p. 114105.
- Aditya, B. and Mahendra, A. (2013) 'Pengaruh Kedalaman dan Cairan Pendingin terhadap Kekasaran dan Kekerasan Permukaan pada Proses Bubut Konvensional', *Jurnal Teknik Mesin*, pp. 10–19.
- Allam, T. S. and Sumbodo, W. (2020) 'Pengaruh laju Pemakanan dan Kedalaman Potong Pada Proses CNC Turning Terhadap Tingkat Kekerasan Permukaan Baja ST 60', *Jurnal Kompetensi Teknik*, 12(1), pp. 25–30.
- Aulia, N., Rizal, M. and Mubarak, A. Z. (2019) 'Penggunaan Accelerometer dan Strain Gauge Sebagai Sensor Untuk Mendeteksi Kerusakan Pahat Potong', *Jurnal Teknik Mesin Unsyiah*, 7(1), pp. 21–26.
- Budiana, B. *et al.* (2020) 'Analisis Kekasaran Permukaan Besi ASTM36 dengan menggunakan Surftest dan Image –J', *Journal of Applied Electrical Engineering*, 4(2), pp. 49–54. doi: 10.30871/jaee.v4i2.2747.
- Eastman, J. A. *et al.* (2001) 'Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles', *Applied Physics Letters*, 78(6), pp. 718–720. doi: 10.1063/1.1341218.
- Gordon, J. (2009) 'ISA Technology', *Traffic Technology International*, (September), pp. 2–13. Available at: [www.TrafficTechnologyToday.com](http://www.TrafficTechnologyToday.com).
- Hakim, R. and Sutisna, N. A. (2019) 'Analisa Awal Kekasaran Permukaan Hasil Produksi Mesin Cetak Tiga Dimensi Terhadap Pengaruh Variasi Grit Size Sand Paper', *Rotasi*, 21(3), p. 134. doi: 10.14710/rotasi.21.3.134-139.
- Hamzah, A. A. (2020) '( Daftar Isi ) ( حصفلا ءمغلا ) ( يوتخرا اببءأو ارعاشن ناميلسد دينج دمي ، تبيير علا ءمغلا في متهيرو ليوأئلا ءمراقم ) ( Daftar Isi ) ( يوتخرا اببءأو ارعاشن ناميلسد دينج دمي ، تبيير علا ءمغلا في متهيرو ليوأئلا ءمراقم ) 1 ، 7–8.
- Husni, T., Pusvyta, Y. and Hidayat, T. (2019) 'TEKNIKA : Jurnal Ilmiah PENGARUH JENIS PAHAT DAN KEDALAMAN PEMAKANAN PADA PROSES PEMBUBUTAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN AISI 4340 Fakultas Teknik Universitas IBA TEKNIKA : Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas IBA', *Teknika*, 6(2), pp. 119–133.
- Karmin & Muchtar Ginting (2016) 'Analysis of increasing hardness of amutite steel using dromus cooling media 1) 2)', *Austenit*, 4(April), pp. 1–7.
- Lesmono, I. and Yunus (2013) 'Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan

- Permukaan Baja st. 42 pada Proses Bubut Konvensional', *Jtm*, 1(3), pp. 48–55.
- Mohanraj, V. J. and Chen, Y. (2007) 'Nanoparticles - A review', *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 5(1), pp. 561–573. doi: 10.4314/tjpr.v5i1.14634.
- Muliasatri, D. *et al.* (2018) 'Aplikasi Komposit Rgo – Cuo Sebagai Fotokatalist Untuk Konversi Co 2 Menjadi'.
- Munadi, S. (2017) 'Pengukuran Kekasaran Permukaan', *Panduan Pengajar Buku Dasar-dasar Metrologi Industri*, pp. 1–25.
- Nasution, A. R., Rahmatullah, R. and Harahap, J. (2021) 'Pengaruh Variasi Putaran Spindel Terhadap Gaya Potong Pada Proses Pemesinan', *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 2(2), pp. 92–99. doi: 10.38038/vocatech.v2i2.56.
- Nicolas-Silvente, A. I. *et al.* (2020) 'Influence of the titanium implant surface treatment on the surface roughness and chemical composition', *Materials*, 13(2). doi: 10.3390/ma13020314.
- Prakoso, I. *et al.* (2014) 'Analisa Pengaruh Kecepatan Feeding Terhadap Kekasaran', *Jmt*, 03(3), pp. 1–6.
- Pramono, A. *et al.* (2011) 'Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai', 5(1), pp. 32–38.
- Proyek, B. *et al.* (2004) 'Reaksi Oksidasi dan Reduksi', *kimia SMA kelas x jilid 1*, pp. 131–142.
- Rahdiyanta, D. (2012) 'Cairan Pendingin Untuk Proses Pemesinan', *Teori Pemesinan Dasar*, pp. 100–108. Available at: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131569341/pendidikan/teori-pemesinan-dasar-cairan-pendingin-cutting-fluid.pdf> [Diakses 23 Desember 2020].
- Siswanto, B. and Sunyoto, S. (2018) 'Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang', *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 3(2), pp. 82–86. doi: 10.21831/dinamika.v3i2.21403.
- Thottackkad, M. V., Perikinalil, R. K. and Kumarapillai, P. N. (2012) 'Experimental evaluation on the tribological properties of coconut oil by the addition of CuO nanoparticles', *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13(1), pp. 111–116. doi: 10.1007/s12541-012-0015-5.
- Widarto *et al.* (2008) 'Teknik Permesinan', *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*, p. 505.
- Widarto (2016) *Teknik Pemesinan Jilid 1*.



# LAMPIRAN



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/ 081536814773



Lampiran:

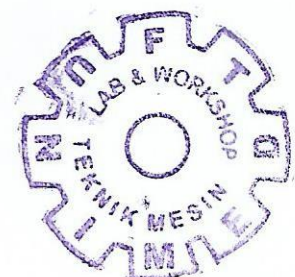
**HASIL PENGUJIAN**

Nama : Alexander Romeo  
NPM : 1807230007  
Isntitusi : Fakultas Teknik Mesin UMSU  
Jenis Pengujian : Rourgness Roughness Tester (Kekasaran)  
Model : Surfcoorder SE300  
Standard Uji : JIS01R  
Type Bahan : Baja AISI 1045

1. Nilai Hasil Sampelnya

Type Bahan	Titik 1 (Ra)	Titik 2 (Ra)	Titik 3 (Ra)	Rata-rata
A	3.245	3.331	3.401	3.326
B	2.152	1.897	2.553	2.201
C	3.556	2.369	2.64	2.855
D	3.232	3.273	1.665	2.723
E	2.22	2.172	2.451	2.281
F	2.005	1.889	2.007	1.967

Keterangan : 755 1255 2000 Rpm  
Non-Coolant : A C D  
Coolant : E B F



Gambar saat melakukan pembubutan dilaboratorium proses produksi fakultas teknik program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).



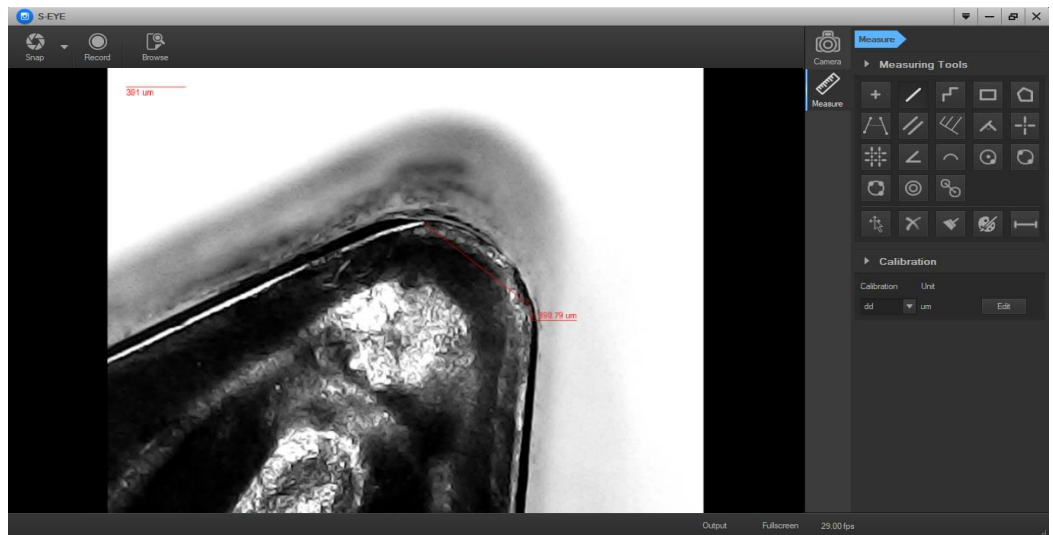
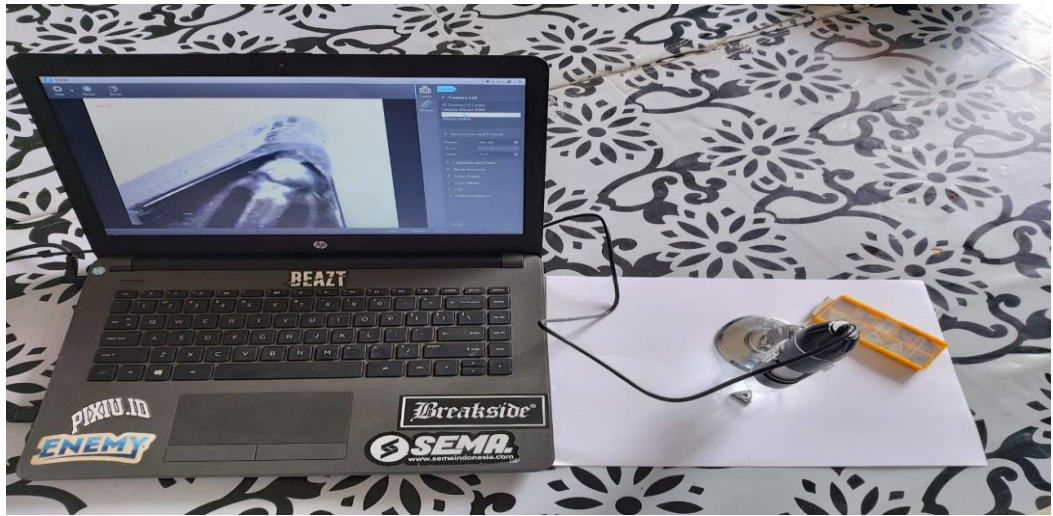
Gambar saat melakukan *setting* alat *surface roughness tester* dilaboratorium material fakultas teknik program studi teknik mesin Universitas Negeri Medan (UNIMED).



Gambar saat melakukan pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan alat *surface roughness tester* dilaboratorium material fakultas teknik program studi teknik mesin Universitas Negeri Medan (UNIMED).



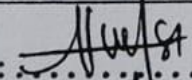
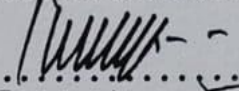
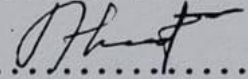
Gambar saat melakukan pengujian keausan pahat menggunakan mikroskop digital dilaboratorium proses produksi fakultas teknik program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

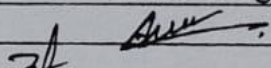


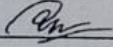
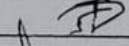



**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

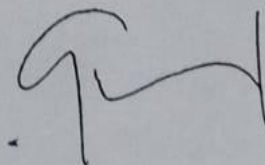
Nama : Alexander Romeo  
 NPM : 1807230007  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Cairan Pendingin (Coolant) Nano Fluida (CuO) + Dromus Terhadap Keausan Pahat Dan Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pembubutan Baja AISI 1045

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Arya Rudi Nasution, ST, MT	: 
Pembanding – I : Rahmatullah, ST, M.Sc	: 
Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230175	Amiun Wahyu Daitonang	
2	1907230195	CHAIRIL ANWAR SIMATUPARA	
3	1907230145	HALLIMUDDIN	
4	1807230050	RIFANDI	
5	1807230026	Fitra Ramadhan	
6	1807230109	IMAM ARIF	
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Ramadhan 1444 H  
11 April 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Alexander Romeo  
NPM : 1807230007  
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Cairan Pendingin (Coolant) Nano Fluida (CuO) +  
Dromus Terhadap Keausan Pahat Dan Kekasaran Permukaan Hasil  
Proses Pembubutan Baja AISI 1045

Dosen Pembanding – I : Rahmatullah, ST, M.Sc  
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi Nasution, ST, MT

KEPUTUSAN

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

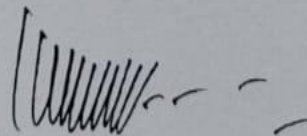
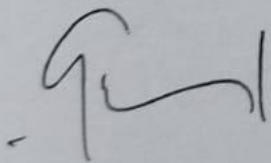
*Wahat pada skripsi yang sudah di ker, tanda*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan, 20 Ramadhan 1444 H  
11 April 2023 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

Rahmatullah, ST, M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Alexander Romeo  
NPM : 1807230007  
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Cairan Pendingin (Coolant) Nano Fluida (CuO) +  
Dromus Terhadap Keausan Pahat Dan Kekasaran Permukaan Hasil  
Proses Pembubutan Baja AISI 1045  
Dosen Pembanding – I : Rahmatullah, ST, M.Sc  
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi Nasution, ST, MT

KEPUTUSAN

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

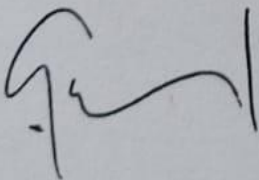
*lihat laporan stripis*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

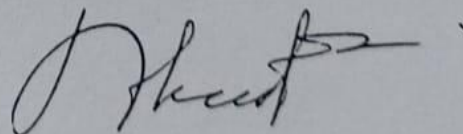
Medan 20 Ramadhan 1444 H  
11 April 2023 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Ahmad Marabdi Siregar, 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

<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [f umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [@umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [t umsumedan](https://www.twitter.com/umsumedan) [y umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor: 391/II.3AU/UMSU-07/F/2023**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 15 Maret 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : ALEXANDER ROMEO  
Npm : 1807230007  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : X ( SEPULUH )  
Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH CAIRAN PENDINGIN ( COOLANT) NANO FLUIDA ( CUO ) + DROMUS TERHADAP KEAUSAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PROSES PEMBUBUTAN BAJA .AISI 1045 .

Pembimbing : ARYA RUDI NASUTION 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 Dari program Studi Teknik Mesin.
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah I ( 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, 19 Syahban 1444 H

15 Maret 2023 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



### **DATA PRIBADI**

Nama	: ALEXANDER ROMEO
NPM	: 1807230007
Tempat/Tanggal Lahir	: Medan, 17 September 2000
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Status	: Belum Menikah
Alamat	: Marelan V Psr II Barat Gg.Kromo No.63
Kecamatan	: Medan Marelan
Kabupaten	: Rengas Pulau
Provinsi	: Sumatera Utara
Nomor Hp	: 082165687196
E-Mail	: <a href="mailto:alex30062017@gmail.com">alex30062017@gmail.com</a>
Nama Orang Tua	
Ayah	: Fredi Samson Toha
Ibu	: Ratna Sari Dewi

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2006-2012	: SD NEGERI 066040
2012-2015	: SMP SWASTA Melati
2015-2018	: SMK SWASTA Sinar Husni
2018-2023	: Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara