



**ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI BENTUK  
CHIPS MATERIAL KACA PADA PROSES BUBUT *LONGITUDINAL*  
*TURNING***

**PROPOSAL SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh**

**Dedi Kurniawan**

**NIM 161910101038**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**



**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI BENTUK CHIPS  
MATERIAL KACA PADA PROSES BUBUT *LONGITUDINAL TURNING***

**PROPOSAL SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar sarjana

Oleh  
**Dedi Kurniawan**  
NIM 161910101038

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2021**



**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI BENTUK CHIPS  
MATERIAL KACA PADA PROSES BUBUT *LONGITUDINAL TURNING***

**PROPOSAL SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar sarjana

Oleh  
**Dedi Kurniawan**  
NIM 161910101038

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2021**

**PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat dan karunia-nya yang telah melimpahkan rahmat yang tak ternilai sehingga saya bisa menyelesaikan penelitian ini. Banyak doa, semangat dan bantuan yang penulis dapatkan dari berbagai pihak dalam melangsungkan penelitian. Akhirnya skripsi ini dipersembahkan untuk :

1. Allah SWT, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang;
2. Nabi besar Muhammad SAW, yang menjadi suri teladan bagi seluruh umat
3. Kedua orang tua yakni Bapak Sauban dan ibu Jumainah yang selalu membimbing dan mendidik saya. Serta Adikku Dihka Purwanto
4. Yuni Hermawan S.T M.T selaku dosen pembimbing utama dan Sumarji S.T M. T selaku dosen pembimbing anggota yang telah membimbing saya, baik memberi motivasi, serta arahan selama riset dan penulisan skripsi ini hingga selesai.
5. Seluruh anggota tim riset yang membimbing dan memberikan masukan untuk menyelesaikan skripsi
6. Terimakasih untuk club anggota Aeromodelling unej yang telah memberikan saya pengalaman begitu banyak dan ilmu tentang Aeromodelling
7. Dimas oek, wildan, bintang, ansori, dimas indra, fauzi, guntur, dimas arda teman satu perjuangan kuliah yang selalu memberikan semangat
8. Untuk teman teman keluarga jimbaran terimakasih telah memberi saran-saran dan semangat.
9. Terimakasih untuk seluruh teman-teman Mesin 2016 (M18) yang telah menjadi keluarga selama kuliah
10. Para guru sejak Taman Kanak-Kanak hingga perguruan tinggi yang terhormat, terimakasih telah memberikan ilmu;
11. Serta rekan-rekan yang penulis kenal dan Rekan-Rekan yang membaca serta menjadikan Skripsi ini sebagai refrensi. Terimakasih untuk segalanya

**MOTTO**

**“Jangan bermalas malasan, sadar hidup tidak bisa di pause”  
( Dedi kurniawan)**



**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisa Kekasaran Permukaan dan Morfologi Bentuk Gram Material Kaca Pada Proses bubut *Longitudinal Turning*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Desember 2020

Tempat : Diselenggarakan secara online (daring)

Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Yuni Hermawan S.T.,M.T  
NIP. 197506152002121008

Ir. Sumarji S.T., M.T.  
NIP. 196802021997021001

Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Ahmad Syuhri M.T.  
NIP. 196701231997021001

Ir. Rika Dwi Hidayatul Qoryah S.T., M.T.  
NIP. 760014642

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Triwahju Hardianto S.T., M.T.  
NIP. 19700826 1 99702 1 001

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dedi Kurniawan

NIM : 161910101038

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisa Kekasaran Permukaan dan Morfologi Bentuk Gram Material Kaca Pada Proses bubut *Longitudinal Turning*” adalah benar benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada industri manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, 2021

Yang menyatakan,

Dedi Kurniawan

Nim 161910101038

## RINGKASAN

**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI BENTUK GRAM MATERIAL KACA PADA PROSES BUBUT *LONGITUDINAL TURNING*** ; Dedi Kurniawan, 161910101038; 2021; Halaman; Jurusan Teknik Mesin, Universitas Jember

Kaca pyrex banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk peralatan optik. Karena jenis kaca ini memiliki permukaan yang sangat transparan sehingga pemancaran cahaya dapat terjadi dengan baik. Kaca ini juga sering dipakai untuk keperluan alat-alat di laboratorium kimia. Pada proses permesinan bubut pada kaca, pahat merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam menentukan kualitas akhir permukaan benda kerja, selain itu banyak parameter yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil sesuai keinginan.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi parameter permesinan bubut pada kaca pyrex. Variasi parameter yang digunakan pada penelitian ini ada 3, yaitu kecepatan spindel (45 rpm, 70 rpm dan 90 rpm), sudut potong ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$ ) dan kedalaman potong (0,1 mm, 0,2 mm dan 0,3 mm). Penelitian ini menggunakan spesimen berupa kaca pyrex dengan panjang 100 mm dan diameter 12 mm. Penelitian dilakukan dengan melakukan proses bubut untuk menghasilkan beram yang digunakan untuk uji mikroskop optik lalu benda kerja yang telah dibubut digunakan untuk menguji kekasaran permukaan yang dihasilkan dengan menggunakan alat roughness TR220. Uji kekasaran permukaan dilakukan sebanyak 3x pengambilan data dengan cutt of 0,25 mm.

Dari hasil penelitian kekasaran permukaan pada kaca pyrex dihasilkan kekasaran tertinggi pada parameter 90 rpm, sudut potong  $10^\circ$ , kedalaman potong 0,3 mm dengan hasil sebesar 8,830  $\mu\text{m}$ , dan hasil kekasaran terendah pada parameter 45 rpm, sudut potong  $30^\circ$  kedalaman potong 0,1 mm sebesar 1,228  $\mu\text{m}$ . Dikarena pada saat kedalaman potong 0,1 mm yang terjadi hanya gesekan antara pahat dan benda kerja dan tidak terjadi proses pemotongan karena nilai gerak makan yang sangat kecil. Sedangkan dari hasil uji mikroskop didapatkan berbagai macam ukuran chip bahwa ukuran terbesar terbesar terjadi pada proses pembubutan dengan parameter kecepatan spindel 45 rpm

sudut potong  $30^\circ$  dan kedalaman potong 0,3 mm dengan ukuran  $13,44 \mu\text{m}$  untuk ukuran terkecil terjadi pada proses pembubutan dengan parameter kecepatan spindle 90 rpm sudut potong  $20^\circ$  dan kedalaman potong 0,1 mm dengan ukuran  $3,44 \mu\text{m}$ . dimana semakin besar kedalaman potong yang digunakan maka semakin besar ukuran partikel chip yang dihasilkan.



## SUMMARY

**ANALYSIS OF SURFACE ROUGHNESS AND MORPHOLOGY OF GRAM FORM OF GLASS MATERIAL IN LONGITUDINAL TURNING LATHE PROCESS;** Dedi Kurniawan, 161910101038; 2021; Page; Department of Mechanical Engineering, University of Jember

Pyrex glass is widely used in everyday life especially for optical equipment. Among them are usually used as raw materials optical equipment and lamps made of fiber optics. Because this type of glass has a very transparent surface so that light transmitting can occur properly. This glass is also often used for the purposes of tools in chemical laboratories. In the process of lathe machining on glass, chisel is one of the very important components in determining the final quality of the surface of the work object, in addition many parameters must be considered to get the results as desired. In the process of glass rounding will occur the onset of heat in the process of glass machining, could cause wear on the chisel used for the process of machining on glass due to friction that occurs, due to the characteristics of glass and hard chisels

In this study aims to find out the influence of variations in lathe engine parameters on pyrex glass. Variations of parameters used in this study there are 3, namely cutting speed (45 rpm, 70 rpm and 90 rpm), potog angle (10o, 20o and 30o) and cut depth (0.1 mm, 0.2 mm and 0.3 mm). This study used specimens in the form of pyrex glass with a length of 100 mm and a diameter of 12 mm. The research was carried out by doing a lathe process to produce a grower that was used to test optical microscopes and then the work object that had been claimed was used to test the roughness of the surface produced by using the TR220 roughness tool. Surface roughness test is done as much as 3x data retrieval with cutt of 0.25 mm.

From the results of research the roughness of the surface on the pyrex glass produced the highest roughness at 90 rpm parameters, 10o cutting angle, 0.3 mm cut depth with a yield of 8,830  $\mu\text{m}$ , and the lowest roughness result at 45 rpm parameters, 30o cut angle of 0.1 mm cutting depth of 1,228  $\mu\text{m}$ . Because at the time of the cut depth

of 0.1 mm that occurs only friction between the chisel and the work object and no cutting process occurs because the value of the feeding motion is very small. while from the results of microscope tests obtained a variety of chip sizes that the largest size occurred in the process of blinding with the spindle speed meters 45 rpm cut angle 30o and cut depth of 0.3 mm with a size of 13.44  $\mu\text{m}$  for the smallest size occurred in the process of blinding with a spindle speed parameter of 90 rpm cutting angle of 20o and a cut depth of 0.1 mm with a size of 3.44  $\mu\text{m}$ . where the larger into the piece used eat the larger the size of the chip particles produced.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas nikmat dan karuniaNya yang telah melimpah rahmat yang tak ternilai sehingga saya bisa menyelesaikan penelitian sekaligus penyusunan skripsi yang berjudul “**Analisa Kekasaran Permukaan dan Morfologi Bentuk Gram Material Kaca Pada Proses bubut *Longitudinal Turning***” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan strata satu ( SI ) pada jurusan teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulisan mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
2. Bapak Ir. Hari Arbiantara B., S.T., M.T.. selaku letua jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
3. Bapak Yuni Hermawan S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang tidak ada lelahnya membimbing saya, baik memberikan motivasi, serta arahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini hingga selesai.
4. Bapak Ir. Sumarji S.T., M.T selaku dosen pembimbing anggota yang telah membimbing dengan baik dan memberikan saran untuk memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini;
5. Bapak Ir Ahmad Syuri M.T dan Ibu Ir . Rika Dwi Hidayatul Qoryah S.T., M.T. Selaku dosen penguji yang telah memberikan saran untuk memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini;
6. Keluarga besar Teknik Mesin 2016 Universitas Jember, Terimakasih telah menjadi keluarga yang sangat baik dan luar biasa;
7. Seluruh teman-teman seperjuangan yang tidak dapat say sebutkan satu-satu. Saya sampaikan terimakasih banyak atas semangat, doa dan saran yang telah diberikan

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Harapan penulis adalah semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khusus dalam bidang teknik mesin. Kritik dan

saran diharapkan dapat terus berlanjut sehingga dapat memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini untuk penelitian selanjutnya

Jember, 2021

Penulis



**DAFTAR ISI**

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasasn Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Proses Permesinan.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Permesinan Bubut .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Longitudinal Turning .....	6
<b>2.3 Parameter pemotongan.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Geometri pahat.....</b>	<b>9</b>
2.4.1 Pahat bubut rata .....	9
2.4.2 Pahat bubut muka .....	10
<b>2.5 Material Kaca .....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 Kekasaran Permukaan.....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 Morfologi bentuk gram .....</b>	<b>13</b>
<b>2.8 Penelitian sebelumnya .....</b>	<b>16</b>
<b>2.9 Hipotesa .....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Metodologi Penelitian.....</b>	<b>17</b>
3.1.1 Studi Literatur .....	17

3.1.2 Konsultasi.....	17
3.1.3 Eksperimental.....	17
3.1.4 Analitik .....	17
<b>3.2 Waktu dan Tempat .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Variabel Penelitian .....</b>	<b>18</b>
3.3.1 Variabel Bebas .....	18
3.3.2 Variabel Terikat.....	18
<b>3.4 Bahan dan Alat .....</b>	<b>18</b>
3.4.1 Bahan .....	18
3.4.2 Alat.....	20
<b>3.5 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>23</b>
3.5.1 Proses Permesinan .....	23
3.5.2 Proses pengambilan gambar morfologi gram.....	23
3.5.3 Proses pengujian kekasaran permukaan.....	24
<b>3.6 Renca pengolahan data .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Diagram alir penelitian .....</b>	<b>26</b>
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Data hasil penelitian.....</b>	<b>27</b>
4.1.1 Data hasil penguji kekasaran permukaan .....	27
4.1.2 Data hasil penguji mikroskop pada morfologi gram.....	28
<b>4.2 Analisa Data .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Pembahasan.....</b>	<b>43</b>
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>39</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>.....</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Pengukuran kekasaran permukaan .....	24
Tabel 4.1 Hasil pengukuran kekasaran.....	27
Tabel 4.2 Harga kekasaran total dan rata rata variasi sudut potong 10° .....	28
Tabel 4.3 Harga kekasaran total dan rata rata variasi sudut potong 20° .....	28
Tabel 4.4 Harga kekasaran total dan rata rata variasi sudut potong 30° .....	28
Tabel 4.5 Ukuran dari berbagai macam hasil bubut dengan beberapa parameter .....	29
Tabel 4.6 Normalitas data .....	33
Tabel 4.7 Hasil Anova.....	34

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Mesin bubut.....	5
Gambar 2.2 Pembubutan Lurus .....	6
Gambar 2.3 Geometri pahat bubut HSS.....	9
Gambar 2.4 Geometri bubut Rata kanan.....	10
Gambar 2.5 Geometri bubut rata kiri.....	11
Gambar 2.6 Bentuk profil kekasaran pada permukaan .....	13
Gambar 2.7 teori terjadinya gram.....	14
Gambar 2.8 jenis gram menurut standart iso.....	15
Gambar 3.1 Kaca Pyrex .....	19
Gambar 3.2 Profil benda kerja.....	19
Gambar 3.3 Profil benda kerja setelah pembubutan .....	19
Gambar 3.4 Pahat HSS .....	20
Gambar 3.5 Sketsa pahat HSS.....	20
Gambar 3.6 Mesin Bubut .....	20
Gambar 3.7 Kamera Digital .....	21
Gambar 3.8 Gerinda Duduk .....	21
Gambar 3.9 Jangka sorong .....	22
Gambar 3.10 Mikroskop Digital.....	22
Gambar 3.11 Surface roughnes .....	23
Gambar 3.12 Diagram alir penelitia .....	26
Gambar 4.1 Grafik kekasaran permukaan pada gerak makan 0,1 mm .....	35
Gambar 4.2 Grafik kekasaran permukaan pada gerak makan 0,2 mm .....	36
Gambar 4.3 Grafik kekasaran permukaan pada gerak makan 0,3 mm .....	36

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya produktivitas dan kualitas dari produk yang dihasilkan merupakan tantangan bagi industri pemesinan masa kini dimana seiring dengan meningkatnya pengetahuan didalam proses pemesinan itu sendiri. parameter penting di dalam industri manufaktur, karakteristik tersebut dapat mempengaruhi unjuk kerja dari produk produk pemesinan dan biaya produksi. Rasio antara biaya dan kualitas produk pada setiap tingkat produksi selalu diawasi dan sewaktu-waktu dapat dilakukan perbaikan apabila terjadi perubahan terhadap kebutuhan yang selalu dinamis. Dalam melakukan proses pemesinan bubut, waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk/komponen harus sesingkat mungkin agar dapat mencapai kapasitas produksi yang Tinggi (Ficky hamdhani dkk, 2014).

Pada proses permesinan bubut untuk semua material termasuk juga proses permesinan bubut pada kaca, pahat merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam menentukan kualitas akhir permukaan benda kerja, selain itu banyak parameter yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil sesuai keinginan. Timbulnya panas pada proses permesinan kaca bisa menyebabkan keausan pada pahat yang digunakan untuk proses permesinan pada kaca akibat gesekan yang terjadi, karena karakteristik kaca dan pahat yang keras (Bareggi, 2007).

Selama ini proses permesinan kaca hanya terbatas pada skala *micro* saja, sangat jarang proses permesinan kaca dilakukan pada skala *macro*, hal ini juga tidak bisa dipungkiri karena anggapan masyarakat yang tidak yakin bahwa pada kaca bisa dilakukan proses permesinan kaca pada skala *macro*. Mereka beranggapan bahwa hasil yang dihasilkan dengan menggunakan proses permesinan pada skala *macro* akan menghasilkan kekasaran permukaan yang tidak bagus. Halangan secara teknologi yang mesti diatasi pada proses permesinan material getas adalah proses permesinan akan menyebabkan kerusakan pada permukaan (Susilo dkk., 2012).

Kaca silinder batangan sangat banyak kegunaannya. Diantaranya yaitu biasanya digunakan sebagai bahan baku serat optik dan lampu berbahan serat optik. Hasil lampu yang dibuat dari material kaca ini ternyata sangat bagus, karena jenis kaca ini memiliki permukaan yang sangat transparan sehingga pemancaran cahaya dapat terjadi dengan baik. Kaca ini juga sering dipakai untuk keperluan alat-alat di laboratorium kimia. Untuk

mendapatkan permukaan yang halus dan bebas cacat, sangat penting jika proses permesinan dilakukan dalam keadaan ulet (*ductile cutting mode*). *Ductile cutting mode* adalah suatu terobosan teknologi untuk menghasilkan permukaan yang bebas cacat dan retak pada material yang getas. Untuk mendapatkan hasil *ductile cutting mode*, ukuran tebal geram sebelum terpotong haruslah sangat kecil. Selama proses pemotongan berlangsung ukuran kritis kedalaman potong (*depth of cut*) dan kondisi *high hydrostatic pressure* menjadi perhatian yang utama. Karena dengan kondisi inilah maka *ductile cutting mode* akan bisa dicapai (Xiao dkk., 2018).

Penelitian yang dilakukan berikutnya membahas mengenai kekasaran permukaan dan morfologi gram terhadap kekasaran permukaan pada kaca pyrex di mesin bubut konvensional. Benda kerja yang digunakan adalah kaca berbentuk silinder dengan panjang 100 mm dan diameter 12 mm dan Parameter kondisi permesinan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah putaran spindel 45 rpm, 70 rpm dan 90 rpm.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan diteliti sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh hasil kekasaran permukaan pada kaca pada proses pembubutan kaca?
2. Bagaimana hasil morfologi bentuk geram kaca pada pembubutan kaca?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang akan di analisa, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Kaca yang digunakan adalah kaca pyrex dengan panjang 100 mm dan diameter 12 mm.
2. Menggunakan sistem pemotongan memanjang.
3. Proses permesinan dilakukan pada kondisi kering.
4. Proses pembubutan dilakukan tanpa menggunakan cairan pendingin.
5. Pahat yang digunakan adalah pahat High Speed Steel (HSS).

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari proses permesinan bubut pada kaca adalah :

1. Mengetahui pengaruh kekasaran permukaan pada kaca dalam proses permesinan bubut dengan variasi parameter antara lain kecepatan spindel (45 rpm, 70 rpm, 90 rpm ) sudut potong ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ) dan gerak makan (0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm ).
2. Untuk Mengetahui pengaruh varian pembubutan antara lain kecepatan spindel (45 rpm, 70 rpm, 90 rpm ) sudut potong ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ) dan gerak makan (0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm) pada morfologi bentuk geram yang dihasilkan permesinan bubut kaca.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah Pengetahuan mengenai permesinan pembubutan pada kaca.
2. Meningkatkan pengetahuan tentang pengembang pada kaca.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Proses Permesinan

Perkembangan teknologi industri manufaktur terus meningkat, sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peningkatan produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Salah satu hal penting dalam pembuatan komponen-komponen mesin adalah pengerjaan logam atau metal work. Keberadaan mesin perkakas produksi, menjadikan pengerjaan logam akan semakin efisien serta dengan ketelitian yang tinggi. Dalam proses pengerjaan logam, mesin bubut konvensional telah dikenal peran dan fungsinya untuk membuat suatu komponen atau suku cadang. Banyak sekali jenis mesin yang digunakan, ini berarti mengarah pada proses yang berbeda-beda untuk setiap bentuk produk yang kita akan buat. Dalam proses permesinan, benda kerja merupakan jenis material dengan sifat mekanis tertentu yang dipotong secara kontinyu oleh pahat potong untuk menghasilkan bentuk sesuai keinginan, oleh sebab itu perlu penyesuaian material pahat. (Arya Mahendra Sakti, 2013).

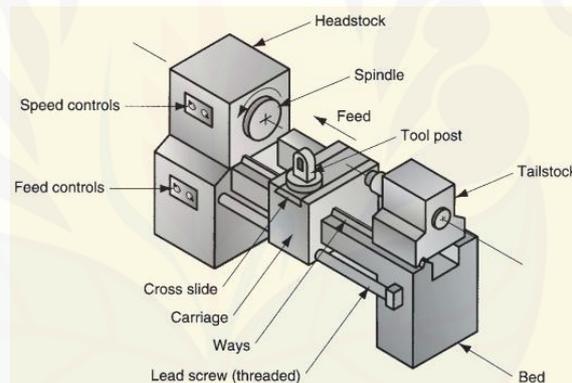
Proses pemotongan logam adalah suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk dari logam dengan cara memotong. Proses pemotongan dengan menggunakan pahat potong yang dipasang pada mesin perkakas dalam istilah teknik sering disebut dengan nama proses permesinan. Komponen mesin yang terbuat dari logam beraneka ragam bentuknya. Umumnya mereka dibuat dengan proses permesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (casting) dan atau proses pengolahan bentuk (metal forming). Proses permesinan dapat diklasifikasikan dalam dua klasifikasi besar yaitu proses permesinan untuk membuat benda kerja silindris atau konis dengan benda kerja atau pahat berputar, dan proses permesinan untuk membuat benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja (Widarto, 2008).

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. Pahat tersebut dipasang pada suatu jenis mesin perkakas dan dapat merupakan salah satu dari berbagai jenis pahat / perkakas

potong disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (cutting movement) dan gerak makan (feeding movement).

## 2.2 Proses Pembubutan

Proses bubut adalah proses permesinan untuk menghasilkan bagian mesin silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Dalam proses ini pahat potong dipasang padaudukan pahat dengan memposisikan ujungnya harus sama tinggi dengan pusat benda kerja. Dalam proses pembubutan benda kerja silindris dihasilkan dari kombinasi gerak pahat benda kerja bekerja dengan gerak melintang oleh pergeseran carriage padaudukan mesin. Proses ini di ulang sampai didapatkan diameter yang diinginkan (Widarto,2008).



Gambar 2.1 Mesin Bubut

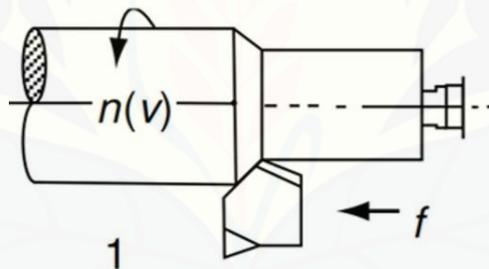
(sumber: Groover, Mikell P., 2010, Fundamentals of Modern Manufacturing: Material, Processes and System, 4th ed.)

Beberapa jenis proses mungkin dapat dilakukan pada satu mesin perkakas. Misalnya, mesin bubut tidak selalu digunakan sebagai untuk membubut saja melainkan dapat pula digunakan untuk menggurdi, memotong dan melebarkan lubang (boring) dengan cara mengganti pahat dengan yang sesuai. Bahkan dapat digunakan untuk mengefreis, menggerinda atau mengasah halus asal pada mesin bubut yang bersangkutan dapat dipasangkan peralatan tambahan (attachments) yang khusus.

### 2.2.1 Longitudinal Turning

Pembubutan lurus yaitu pengerjaan benda kerja yang dilakukan sepanjang garis sumbunya atau arah memanjang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan ukuran diameter benda kerja, proses pembubutan ini digunakan untuk membuat poros atau benda – benda silindris. Membubut lurus dapat dilakun sekali atau dengan permulaan kasar yang kemudian dilanjutkan dengan pemakanan halus atau facing. Cara membubut lurus ini biasanya dilakukan untuk mengurangi ukuran diameter benda kerja pahat yang digunakan pada umumnya adalah pahat rata kanan. (<http://achmadarifin.com/cara-membubut-lurus-pada-mesin-bubut>).

Sebelum melakukan bubut lurus sebaiknya melakukan dua hal berikut ini. Pertama mengukur diameter awal benda kerja, hal ini untuk mempermudah menentukan tebal penyayatannya. Selain itu untuk memperkirakan panjang benda kerja yang harus dijepit atau dikerjakan.



Gambar 2.2 Pembubutan lurus

(Sumber : <http://achmadarifin.com/cara-membubut-lurus-pada-mesin-bubut>)

Langkah kerja proses pembubutan lurus, Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada proses pembubutan lurus/rata adalah sebagai berikut:

- a. Gunakan jenis pahat yang sesuai (biasanya pahat rata kanan) dan pastikan ujung sisi sayat pahat sudah diatur setinggi center benda kerja. Pastikan juga pengikatan pahat kuat serta sudut bebas pada posisi yang tepat. Hal ini agar kinerja mesin dapat optimal dan memperoleh hasil benda kerja yang baik.

- b. Pastikan pencekaman benda kerja sudah dilakukan dengan baik dan benar yaitu benda kerja dicekam dengan kuat dan posisi benar-benar center/tidak oleng. Apabila pencekaman benda kerja masih kondisi oleng tetapi tetap dipaksakan untuk dilakukan pembubutan maka akibatnya adalah diameter benda kerja yang dihasilkan akan terjadi tirus antara ujung benda kerjanya.
- c. Feeding pembubutan dan *depth of cut* perlu diatur dengan memperhatikan kebutuhan terkait dengan kualitas permukaan benda kerja yang diinginkan dan waktu pengerjaan yang tersedia. Apabila pengurangan diameter cukup tebal maka sebaiknya dilakukan dalam beberapa tahap penyayatan. Tahap awal dengan langkah pengasaran dengan menggunakan feeding dan deep of cut yang lebih besar agar menghemat waktu. Setelah itu dilakukan pekerjaan finishing dengan menggunakan feeding dan deep of cut yang sangat kecil agar diperoleh kualitas permukaan benda kerja yang optimal.
- d. Upayakan mengontrol panjang pergerakan pahat pada arah memanjang menggunakan eretan bawah sedangkan arah melintang menggunakan eretan lintang. Hal ini agar lebih mudah memperoleh ukuran yang tepat sesuai gambar kerja dengan lebih mudah, serta mengurangi pengukuran yang berulang menggunakan jangka sorong selama proses pekerjaan.
- e. Upayakan menjalankan eretan baik memanjang maupun lintang dengan mode otomatis agar feeding yang digunakan dapat dikontrol konsisten dan juga meringankan pekerjaan operator.

### 2.3 Parameter pemotongan

#### 1. Kecepatan potong (Cutting speed – Cs )

Kecepatan potong (Cs) adalah kemampuan alat potong untuk menyayat benda kerja dalam satuan panjang/waktu (m/menit atau feet/menit). Pada mesin bubut, untuk menghitung kecepatan potongnya (Cs) dengan cara, keliling lingkaran benda kerja ( $\pi.d$ ) yang dikalikan dengan putaran spindle (n). atau:  $Cs = \pi.d.n$  Meter/menit.

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - rpm)

$\pi$  : nilai konstanta = 3,14

Pada proses pemesinan, benda kerja yang dikenal secara umum kecepatan potongnya sudah diatur pada tabel kecepatan potong yang sudah disepakati di dunia. Sehingga bahan yang digunakan untuk pembubutan bisa disesuaikan dengan jenis alat potong yang digunakan. Untuk bahan-bahan khusus, pabrik pembuat akan mengeluarkan spesifikasi dan tabel kecepatan potong bahannya sendiri.

## 2. Kecepatan Putaran Mesin Bubut (Revolotion Per Menit - rpm)

Kecepatan putaran mesin bubut adalah kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemotongan dalam satuan menit/putaran. Kecepatan potong dan keliling benda kerja yang digunakan mempengaruhi besarnya putaran mesin yang digunakan. Nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin. Dengan demikian untuk menghitung putaran mesin bubut dengan rumus dasar sebagai berikut :

$$C_s = \pi \cdot d \cdot n \text{ Meter/menit}$$

$$n = \frac{C_s}{\pi \cdot d} \text{ rpm}$$

Karena memiliki satuan yang berbeda kecepatan potong ( $C_s$ ) dalam meter/menit dan diameter benda kerja dalam milimeter (mm), untuk menyamakannya harus mengalikan nilai kecepatan potong ( $C_s$ ) dengan angka 1000 mm. Maka rumus untuk putaran mesin menjadi:

$$n = \frac{1000 \cdot C_s}{\pi \cdot d} \text{ rpm}$$

Keterangan:

$d$  : diameter benda kerja (mm)

$C_s$  : kecepatan potong (meter/menit)

$\pi$  : nilai konstanta = 3,14

## 3. Kecepatan Pemakanan (Feed - F) – mm/menit

Kecepatan pemakanan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa factor, diantaranya: bahan alat potong, kekerasan bahan, ketajaman alat potong, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kesiapan mesin artinya, kemampuan mesin dalam mencapai kecepatan pemakanan yang optimal. Pada umumnya, karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus maka kecepatan pemakanan untuk pengasaran ditentukan pada kecepatan tinggi (waktu pembubutan lebih cepat), dan untuk mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus maka proses penyelesaiannya menggunakan kecepatan pemakanan rendah (waktu pembubutan lebih lambat). Besarnya kecepatan

pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran spindle mesinnya (n) dalam satuan rpm (revolution per minute). Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n \text{ (mm/menit)}$$

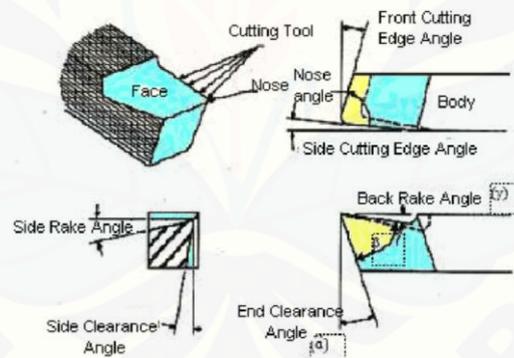
Keterangan:

f= besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n= putaran mesin (rpm)

## 2.4 Geometri pahat

Geometri bentuk pahat bubut biasanya tergantung pada material benda kerja dan material pahat yang akan kita gunakan. Contoh standar ditunjukkan pada (Gambar 2.3) Untuk pahat bubut bermata potong tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut beram (rake angle), sudut bebas (clearance angle), dan sudut sisi potong (cutting edge angle). Sudut sudut pahat HSS dibentuk dengan cara diasah menggunakan mesin gerinda pahat (Tool Grinder Machine).



Gambar 2.3 Geometri pahat bubut HSS

(sumber : Widarto,2008)

Besarnya sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat tergantung dari jenis bahan atau material yang akan diproses pembubutannya, karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemebubutan dan performa pahat. Berikut diuraikan besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat bubut jenis HSS.

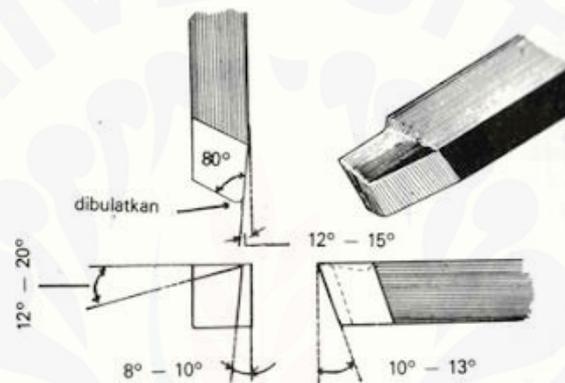
### 2.4.1 Pahat bubut rata

Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan atau material

baja yang lunak (mild steel), pahat bubut rata juga memiliki sudut potong dan sudut sudut kebebasan sebagai berikut:

- sudut potong total  $80^\circ$
- sudut potong sisi samping (side cutting adge angle)  $12^\circ \div 15^\circ$
- sudut bebas tatal (side rake angle)  $12^\circ \div 20^\circ$
- sudut bebas muka (front clearance angle)  $8^\circ \div 10^\circ$
- sudut bebas samping (side clearance angle)  $10^\circ \div 13^\circ$

Geometris pahat bubut rata kanan dan pahat bubut rata kiri contoh gambar sebagai berikut:



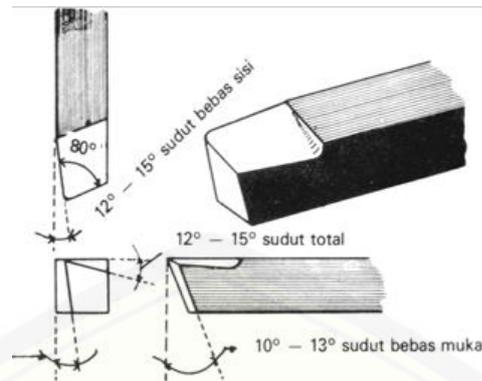
Gambar 2.4 Geometris bubut rata kanan

(Sumber: <http://handlemesin.blogspot.com/2016/10/geometris-pahat-bubut>)

#### 2.4.2 Pahat bubut muka

Untuk proses pembubutan muka atau facing pada benda kerja dari bahan material baja yang lunak (mild steel), pahat bubut muka memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut:

- sudut potong  $80^\circ$
- sudut potong sisi samping (side cutting adge angle)  $12^\circ \div 15^\circ$
- sudut bebas tatal (side rake angle)  $12^\circ \div 20^\circ$
- sudut bebas muka (front clearance angle)  $8^\circ \div 10^\circ$
- sudut bebas samping (side clearance angle)  $10^\circ \div 13^\circ$ .



Gamabar 2.5 Geometri bubut rata kiri

(Sumber: <http://handlemesin.blogspot.com/2016/10/geometris-pahat-bubut>)

## 2.5 Material kaca

Kaca pyrex merupakan jenis kaca yang tahan panas yang sering digunakan untuk berbagai macam peralatan laboratorium. Kaca pyrex terbuat dari silika, boronoksida ( $B_2O_3$ ), alumina dan soda mempunyai titik leleh yang tinggi dan tidak mudah pecah jika dipanaskan. Silika mempunyai titik leleh sebesar  $1.580^\circ C$ , koefisien muat yang rendah, tembus radiasi ultraungu dan inframerah. Kaca sebagai bahan pembuatan alat laboratorium pyrex memiliki kandungan silika 81%, dan sebagai bahan pembuatan botol 72,4%. Kaca pyrex memiliki koefisien ekspansi termal yang lebih rendah sehingga mengurangi efek stress akibat bgradien suhu dan menghasilkan resitensi fraktur yang lebih kuat. Kaca pyrex akan memuai pada suhu  $8210 C$ . Pembentukan kaca pyrex dapat dipengaruhi oleh parameter suhu kelelahan kaca, viskositas dan komponen kaca. Penurunan viskositas dapat di pengaruhi oleh kapasitas panas dari cairan beku, (Shelby, 2005).

Kaca banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk peralatan optik dan biochips akan tetapi proses fabrikasi kaca sangat terbatas, terutama untuk proses-proses manufaktur seperti proses permesinan hal ini dikarenakan sifat kaca yang getas yang menjadi penyebabnya. Selama ini proses untuk manufaktur kaca menggunakan proses chemical etching, namun prosesnya berlangsung cukup lama dan zat kimia yang digunakan perlu penanganan yang khusus agar tidak mencemari lingkungan ketika dibuang. Sehingga butuh biaya

lebih untuk hal tersebut. Belum lagi bahaya laten yang ditimbulkan oleh zat kimia tersebut bagi kesehatan operator (Kauppinen, 2002).

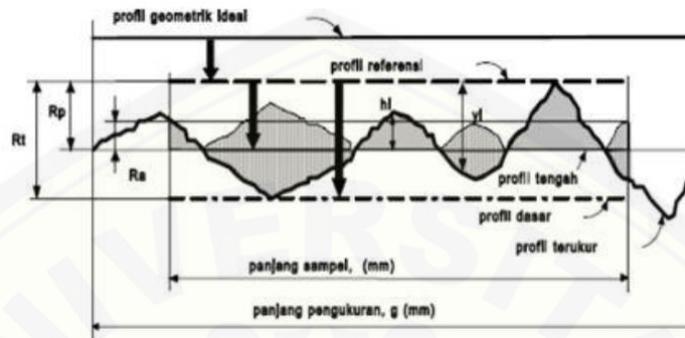
Sebagai material yang getas, sifat permesinan kaca sangat rendah karena nilai fracture toughnessnya yang rendah. Kekuatan fracture (fracture strength) kaca lebih rendah dari kekuatan luluhnya (yield strength). Ketika kaca diberi beban tarik atau tekuk pada suhu kamar, maka kaca akan hancur sebelum terjadi deformasi plastis. Itu sebabnya maka proses pemesinan jarang diterapkan pada kaca. Selama ini proses permesinan kaca juga hanya terbatas pada skala micro saja, sangat jarang proses permesinan kaca dilakukan pada skala macro, hal ini juga tak bisa dipungkiri karena anggapan masyarakat yang tidak yakin bahwa pada kaca bisa dilakukan proses permesinan pada skala macromachining, mereka beranggapan bahwa hasil yang diperoleh dengan menggunakan proses permesinan pada skala macro akan menghasilkan kekasaran permukaan yang tidak bagus. (Triana Afrianti, 2012).

Pada proses permesinan bubut untuk semua material termasuk juga proses permesinan bubut pada kaca, pahat merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam menentukan kualitas akhir permukaan benda kerja, selain itu banyak parameter yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil sesuai keinginan. Timbulnya panas pada proses permesinan kaca bisa menyebabkan keausan pada pahat yang digunakan untuk proses permesinan pada kaca akibat gesekan yang terjadi, karena karakteristik kaca dan pahat yang keras (Bareggi, 2007). Padahal umur pahat sangat penting karena selain berhubungan dengan kualitas hasil permesinan, umur pahat juga akan menghemat biaya operasional dan mempersingkat waktu permesinan. Jika pahat cepat aus atau umurnya singkat maka harus dilakukan proses pengasahan terlebih dahulu sehingga pahat bisa digunakan kembali.

## **2.6 Kekasaran Permukaan**

Setiap benda kerja yang mengalami proses pemesinan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda sesuai dengan parameter yang digunakan. Kekasaran permukaan adalah suatu bentuk penyimpangan yang diakibatkan oleh pemotongan benda kerja pada suatu proses pemesinan. Oleh karena itu untuk menghasilkan suatu produk

dengan kekasaran permukaan yang baik perlu didukung oleh proses pemesina yang tepat. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan yaitu perencanaan parameter pemotongan, dimensi dan material pahat, cacat pada material benda kerja serta kerusakan yang terjadi pada aliran Tatal.



Gambar 2.6 Bentuk profil kekasaran pada permukaan  
(Sumber : Rochim, 1993)

Berdasarkan Gambar 2.6 dapat didefinisikan beberapa parameter kekasaran pada permukaan, antara lain:

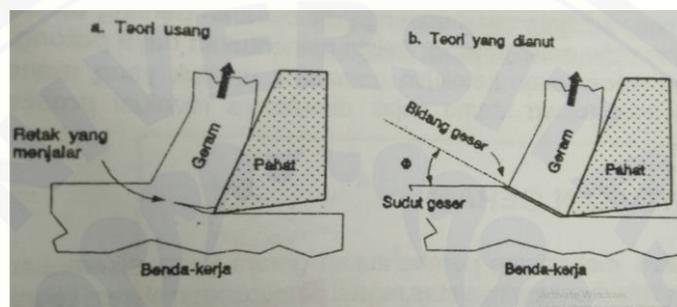
- Kekasaran total  $R_t$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas.
- Kekasaran perataan  $R_p$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah jarak rata-rata profil referensi dengan profil terukur.
- Kekasaran rata-rata aritmatik  $R_a$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah harga rata-rata aritmatik dari harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah.
- Kekasaran rata-rata kuadrat  $R_g$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.
- Kekasaran total rata-rata  $R_z$  ( $\mu\text{m}$ ), merupakan jarak antara profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

## 2.7 Morfologi bentuk geram

Didalam proses pemotongan logam pemisahan material benda kerja atau pembentukan geram oleh pahat, merupakan syarat utama terjadinya proses pemotongan tersebut. Untuk itu terdapat tiga hal dasar dalam pembentukan geram

yaitu :

- a. Pahat (tool) harus lebih keras dan tahan aus dibanding dengan benda kerja.
- b. Harus ada bagaian pahat yang makan ke benda kerja sesuai dengan pemakanan dan kedalaman potong yang direncanakan.
- c. Harus ada gerakan relatif atau kecepatan potong (cutting speed) antara pahat dengan benda kerja dengan gaya potong yang cukup untuk mengalami tahanan spesifik dari material benda kerja.



Gambar 2.7 Teori Terjadinya Gram

(Sumber: Sakti,2019)

Teori tentang terjadinya geram dapat dilihat pada gambar diatas Logam yang biasanya bersifat ulet, apabila mendapat tekanan akan timbul tegangan didaerah sekitar konsentrasi gaya penekanan dari mata potong pahat, tegangan pada benda kerja tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser yang maksimum. Apabila tegangan geser itu melebihi kekuatan logam yang bersangkutan, maka akan terjadi perubahan bentuk yang menggeser dan memutuskan logam atau benda kerja diujung pahat pada suatu bidang geser. Bidang mempunyai lokasi tertentu yang membuat sudut terhadap vektor kecepatan dan dinamakan sudut geser. ( Sakti,2019).

Geram hasil pemotongan memiliki bentuk yang bermacam – macam tergantung dari jenis material benda kerjanya dan kondisi pemotongan yang digunakan. Adapun bentuk geram secara garis besar dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu :

- a. Gram Kontiyu (continous chips)

Geram kontiyu adalah geram yang umumnya ikut bersama – sama pahat

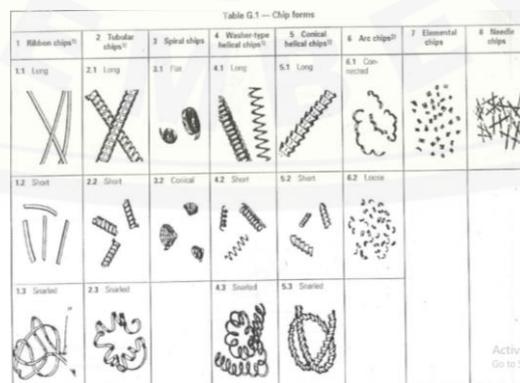
yang kemudian terpisah, tetapi geramnya sendiri ikut terus tersambung membentuk gulungan geram yang panjang. Gulungannya sering seperti spiral atau lurus memanjang. Geram ini terjadi pada proses pemrosesan pada mesin perkakas dengan kecepatan potong tinggi dengan menggunakan material yang ulet.

b. Gram tak kontiyu (discontinuous chips)

Geram tak kontiyu adalah yang bentuknya terputus – putus dimana segmen – segmennya tidak terikat satu dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena distorsi pada logam yang berdekatan dengan pahat menghasilkan crack (retak) dan terlempar dari pahat. Geram ini didapatkan dalam proses pemrosesan bahan yang rapuh seperti besi cor. Geram tak kontiyu dapat juga terbentuk pada beberapa bahan yang ulet kalau koefisien geseknya tinggi, tetapi geram ini pada bahan ulet menunjukkan kondisi pemotongan yang buruk.

c. Gram kontiyu dengan built up edge (continuous with a built up edge), BUE

Geram ini terjadi pada proses pemotongan dengan material yang ulet dan mempunyai koefisien gesek yang tinggi. Pada saat pemotongan, geram mengalir diatas bidang geram pahat, karena koefisien gesek yang tinggi maka terdapat geram yang menempel pada ujung pahat yang ikut mendorong bagaian belakang geram. Karena pada tool dan benda kerja terjadi panas yang berlebihan maka geram tersebut meleleh dan melekan pada ujung pahat potong yang makin banyak. Geram jenis ini dapat menyebabkan benda kerja yang dipotong menjadi kasar. Biasanya karena pemakanan yang besar dengan kecepatan potong rendah. (Sakti,2019)



Gambar 2.8 Jenis Geram Menurut Standar ISO  
(Sumber : Sakti,2019)

## 2.8 Penelitian sebelumnya

Rusnaldy, Susilo S.W., Yusuf U., dkk (2012) **Proses permesinan bubut pada kaca**. Dalam penelitian ini mengatakan bahwa kondisi permukaan benda kerja hasil proses bubut yang menggunakan kecepatan putar spindel 30 rpm lebih bagus dibandingkan dengan menggunakan kecepatan putar spindel 50 rpm dan 90 rpm. Pada proses permesinan benda getas seperti kaca ketika kecepatan putar spindel besar maka gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja semakin besar sehingga keausan pahat dan temperatur pahat juga akan meningkat. Keausan pada pahat akan sangat berpengaruh terhadap kondisi permukaan hasil proses permesinan bubut.

Rusnaldy, Setiyana, B. (2006) **Pengaruh pemakanan (Feed) Terhadap Geometri dan Kekasaran chips pada High Speed Machining Processes**. Penelitian ini meneliti pengaruh kedalaman pemakanan dengan geometri dan kekasaran chips, dimana proses permesinan yang dilakukan dengan empat jenis benda kerja yang mempunyai kekuatan tarik yang berbeda – beda. Chips yang dihasilkan di ukur geometri dan kekasarannya.

Berdasarkan hasil uji yang diperoleh, semakin besar gerak makan akan mengakibatkan dimensi atau ukuran chips semakin besar dan akan menurunkan mampu mesin dari benda kerja. Semakin besar gerak makan akan mengakibatkan kekasaran chips semakin besar. Dengan naiknya nilai kedalaman pemakanan maka akan menaikkan kekasaran chips. Selain itu sifat dan jenis dari materi benda kerja sangat berpengaruh terhadap geometri chips yang dihasilkan.

## 2.9 Hipotesa

Dari tinjauan pustaka diatas dapat diambil hipotesa, bahwa spesimen yang diambil dari arah radial memiliki kekasaran permukaan yang lebih besar bila dibandingkan dengan arah longitudinal. Faktor yang paling besar pengaruhnya adalah gerak makan dan yang paling kecil pengaruhnya adalah kecepatan spindel. Kedalaman potong bertambah besar maka akan menaikkan nilai Ra sedangkan radius pahat dan kecepatan spindel yang bertambah besar akan menurunkan.

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metodologi Penelitian

##### 3.1.1 Studi Literatur

Metode yang dilakukan penelitian ini adalah dengan analisa dan experimental data kekasaran permukaan beserta morfologi gram terhadap material berupa kaca.

##### 3.1.2 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk – petunjuk tentang proses bubut terutama kaca dan hasil morfologi gramnya.

##### 3.1.3 Eksperimental

Melakukan uji coba proses bubut dengan bahan kaca pyrex yang berguna untuk memperoleh data serta dilakukan analisa.

##### 3.1.4 Analitik

Melakukan analisa terhadap hasil proses pembubutan pada bahan kaca pyrex agar diketahui kekasaran permukaan dan morfologi gram yang di hasilkan.

#### 3.2 Waktu dan Tempat

Peneletian ini dilakukan pada bulan february hingga selesai, bertempat dilaboratorium permesinan teknik mesin universitas jember.

Tabel 3.1 Rencana jadwal penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2020					
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1	Studi pustaka	■					
2	Pembuatan proposal	■	■				
3	Persiapan pengujian		■	■			
4	Pengujian				■		
5	Analisa				■	■	
6	Seminar hasil dan siding						■

### 3.3 Variabel penelitian

Variabel merupakan segala hal yang menjadi fokus kajian dalam penelitian dan ditetapkan oleh penelitian dengan variasi tertentu yang akan dipelajari sehingga diperoleh informasi dan dapat ditarik kesimpulan.

#### 3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti sendiri dan tidak dipengaruhi oleh factor-faktor yang lainnya sebagai sebab dalam penelitian. Variable bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan spindel  
Kecepatan spindel yang digunakan pada proses bubut adalah 45 rpm, 70 rpm, 90 rpm.
- b. Kedalaman potong  
Kedalaman potong yang digunakan pada proses bubut adalah 0,1 mm ; 0,2 mm ; 0,3 mm.
- c. Sudut potong  
Sudut potong yang digunakan pada proses bubut adalah 10°, 20°, 30°

#### 3.3.2 Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variable yang mana nilainya tidak dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah kekasaran permukaan dan morfologi gram yang terjadi setelah proses pembubutan.

### 3.4 Baha dan Alat

#### 3.4.1 Bahan

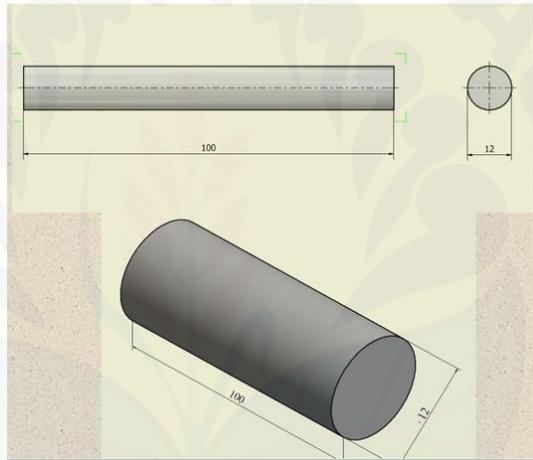
- A. Material benda kerja (kaca)

Material yang di gunakan adalah kaca pyrek berbentuk silinder pejal. Kaca ini dibeli dalam bentek silinder pejal yang panjangnya 100 mm dan diameter 12 mm.

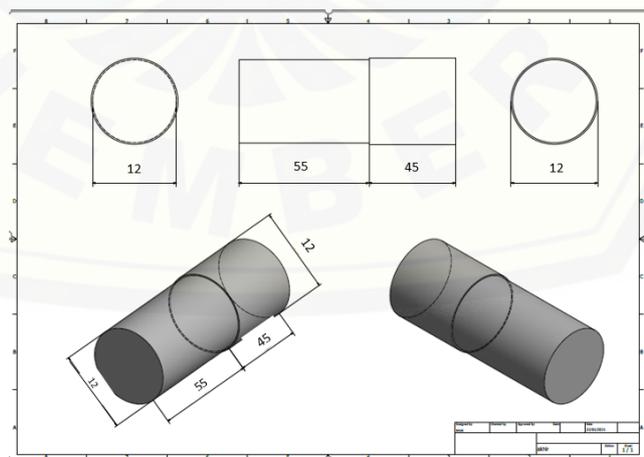


Gambar 3.1 Kaca Pyrex

Kaca Pyrex termasuk kaca jenis borosilikat yang memiliki komposisi 10 sampai 20%  $B_2O_3$  80% sampai 87%  $SiO_2$ , dan kurang dari 1%  $Na_2O$ . (Darmawan,dkk, 2007)



Gambar 3.2 Profil benda kerja



Gambar 3.3 Profil benda kerja setelah pembubutan

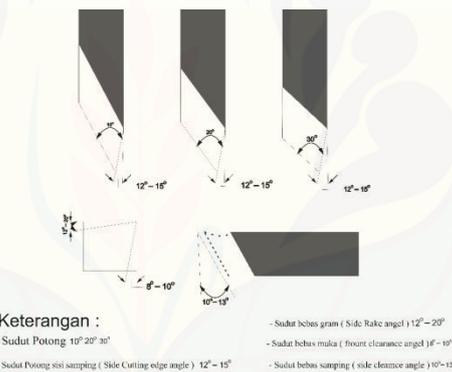
### 3.4.2 Alat

#### a. Pahat HSS

Pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa pahat bubut HSS GT 3/8 x 6 inci BOHLER yang dibeli dari pasaran.



Gambar 3.4 Pahat HSS



Gambar 3.5 sketsa pahat HSS

#### b. Mesin Bubut

Mesin bubut yang digunakan dalam proses pengambilan data keausan pahat bubut adalah tipe GUT C6236X1000



Gambar 3.6 Mesin Bubut

c. Kamera

Kamera digital digunakan sebagai alat bantu untuk mengambil gambar pada saat proses permesinan. Kamera juga berguna untuk merekam pada saat proses bubut berlangsung.



Gambar 3.7 Kamera digital

d. Gerinda Duduk

Gerinda duduk gunanya untuk menggerinda pahat bubut HSS sesuai dengan geometri yang telah kita tentukan.



Gambar 3.8 Gerinda Duduk

e. Vernier Caliper ( Jangka Sorong )

Vernier Caliper digunakan untuk mengukur besarnya keausan pada pahat bubut yang sudah mengalami proses permesinan.



Gambar 3.9 Jangka sorong

f. Mikroskop Digital

Mikroskop Digital digunakan untuk mengambil gambar dari permukaan benda kerja dan pahat yang telah mengalami proses permesinan. Mikroskop ini langsung terhubung ke komputer melalui kabel USB.



Gambar 3.10 Mikroskop digital

g. Surface Rounes

Surface rounes tester merupakan alat yang mampu mengukur tingkat kekasaran permukaan. Setiap permukaan dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk dan variasi yang berbeda dan baik menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksi.



Gambar 3.11 Surface roughnes

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Proses Permesinan

Proses pembubutan yang dilakukan dengan menggunakan pahat HSS yaitu dilakukan pada kondisi permesinan kering. Proses pembubutan dilakukan secara semi otomatis. Adapun tahapan proses permesinannya yaitu sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan benda kerja kaca pyrex dengan ukuran panjang 100 mm dan diameter 12 mm
- b. Memempersiapkan alat –alat dan perkakas pada mesin bubut
- c. Siapkan pahat HSS yang akan digunakan
- d. Pasang benda kerja pada ragum mesin bubut lalu kencangkan
- e. Pasang pahat HSS yang akan digunakan
- f. Mengatur variabel bebas yang telah ditentukan dengan sudut potong  $10^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$  Kecepatan spindel mesin yang digunakan pada proses bubut adalah 45 rpm, 70 rpm, 90 rpm, dan kedalaman potong yang digunakan pada proses bubut adalah 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm
- g. Hidupkan mesin dan lakukan proses bubut dengan variabel yang telah ditentukan hingga proses bubut selesai pada benda kerja
- h. Setelah proses selesai, matikan mesin dan kumpulkan gram yang dihasilkan untuk di teliti.

#### 3.5.2 Proses Pengambilan Gambar Morfologi Gram

Proses pengambilan gambar morfologi gram ini dilakukan setelah proses pembubutan selesai, dan setelah itu di lihat menggunakan mikroskop. Berikut langkah pengambilan gambar morfologi gramnya:

- a. Meletakkan gram hasil pembubutan dibawa lensa mikroskop yang beralaskan beground hitam.
- b. Menyambungkan kabel USB dari mikrokop ke leptop
- c. Setelah itu menyalakan mikroskop dan mengatur pembesaran sesuai yang digunakan.
- d. Kemudian mengatur fokus mikroskop agar gambar terlihat jelas untuk mengambil bentuk gambar morfologi gram.
- e. Selanjutnya gambar disimpan di file.

### 3.5.3 Proses Pengujian Kekasaran Permukaan

- a. Benda kerja yang telah mengalami proses pembubutan dibersihkan permukaannya dan pastikan tidak ada kotoran yang menempel
- b. Siapkan alat Surface Roughnes Tester
- c. Lakukan uji kekasaran permukaan dengan Surface Tester
- d. Catat hasil pengukurannya

### 3.6 Rencana pengolahan data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan 27 kali percobaan dengan variasi Sudut potong pahat HSS masing-masing;  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ , dan  $30^\circ$ , variasi putaran spindle (n); 45 rpm, 70 rpm, 90 rpm, dan variasi kedalaman potong (a); 0,1 mm, 0,2 mm, dan 0,3 mm. Data yang diperoleh tiap percobaan akan disajikan dalam tabeli 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Pengukuran kekasaran permukaan

Putaran spindle (rpm)	Sudut potong	Kedalaman potong (mm)	Kekasaran Permukaan ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
45 rpm	$10^\circ$	0,1		
		0,2		
		0,3		
	$20^\circ$	01		
		0,2		
		0,3		

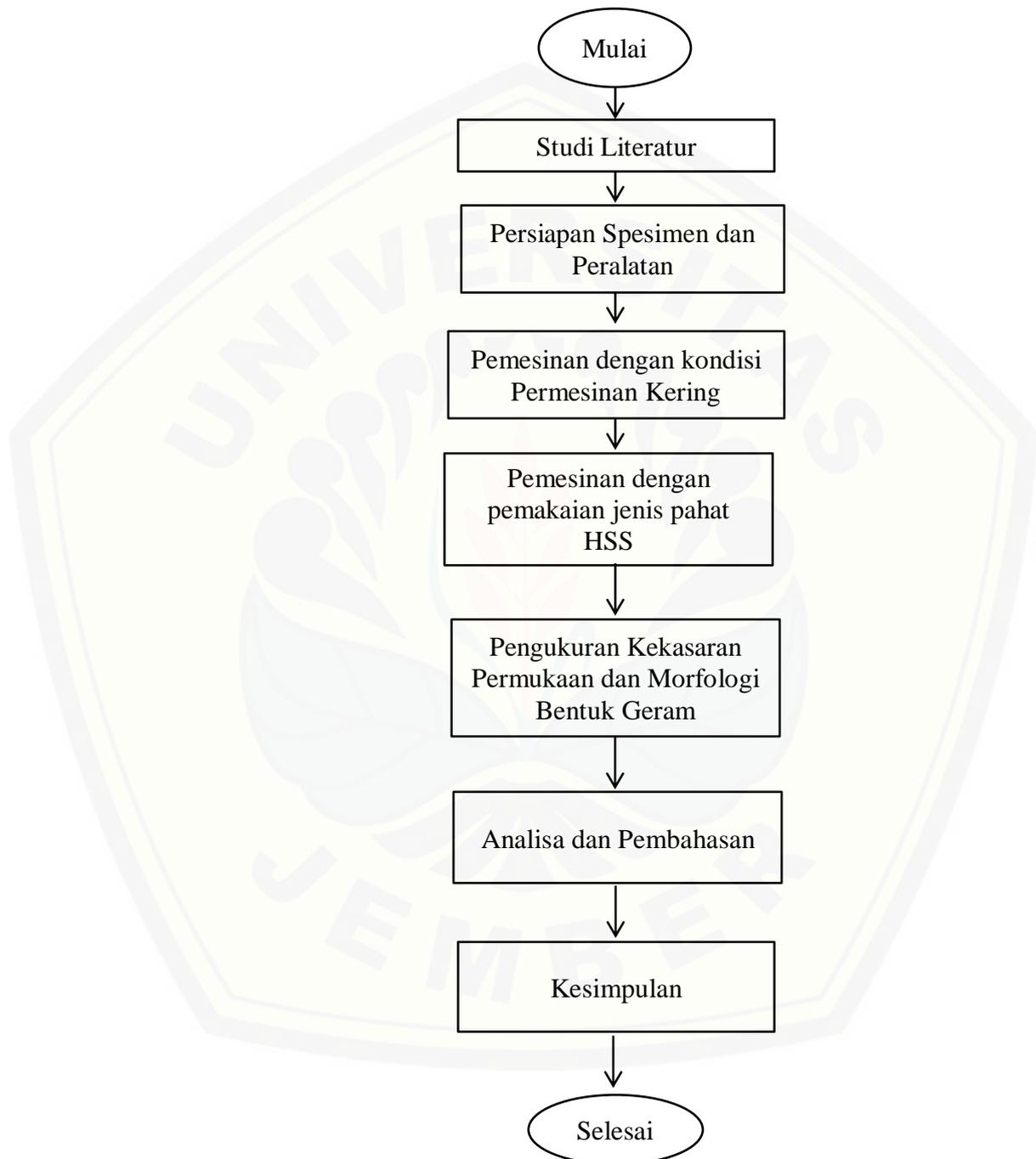
---

	30°	0,1
		0,2
		0,3
	10°	0,1
		0,2
		0,3
70 rpm	20°	0,1
		0,2
		0,3
	30°	0,1
		0,2
		0,3
	10°	0,1
		0,2
		0,3
90 rpm	20°	0,1
		0,2
		0,3
	30°	0,1
		0,2
		0,3

---

### 3.7 Diagram alir Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.12 Diagram alir penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil yang telah saya lakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh parameter pemesinan yang digunakan, dalam penelitian pada benda kaca pyrex yang cukup signifikan pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan adalah gerak makan. Dari uji anova terlihat bahwa sudut potong dan kedalaman makan cukup berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan kaca pyrex dan terhadap hasil kekasaran permukaannya. dimana kekasaran permukaan terbesar sebesar 8,830  $\mu\text{m}$ . Dan kekasaran terkecil sebesar 1.228  $\mu\text{m}$ .
2. Hasil uji mikroskop terhadap morfologi chip kaca pyrex yang telah di bubut sangatlah beragam, dan banyak variasi parameter pembubutan dihasilkan

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan , maka terdapat saran yang dapat penelitian sampaikan , antara lain :

1. Disarankan menggunakan parameter pembubutan yang berbeda sehingga didapatkan hasil kekasaran permukaan kaca yang lebih baik lagi.
2. Disarankan pembubutan menggunakan pendinginan agar kaca yang di bubut tidak gampang pecah.
3. Disarankan penelitian selanjutnya menggunakan kaca pyrex yang berdiameter lebih besar dari sebelumnya .

**DAFTAR PUSTAKA**

- Achmad, A. (2017). *Cara Membuat Lurus Pada Mesin Bubut Manual*.  
<http://achmadarifin.com/cara-membubut-lurus-pada-mesin-bubut.html>  
[Diakses pada 9 Februari 2020 ]
- Arya, M.S. Muhammad, A. (2013). *Pengaruh jenis pahat, Kecepatan spindel dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kerataan permukaan dan bentuk gram baja ST. 60 pada prosese bubut konvensional*. *JTM*. 1(2): 311-318
- Andri, M. (2014). *Analisa kekasaran permukaan benda kerja dengan variasi jenis material dan pahat potong*. Skripsi, Bengkulu: Teknik Mesin Universitas Bengkulu
- Bareggi, G.E. O'Donnell, A. 2007. *Modelling thermal effects in machining by finite element methods*. 1(2): 263-272
- Ficky, H. Alafian, H. 2014. *Optimasi Pemesinan Pada Mesin Bubut Tipe M-300 Horison Dengan Metode Optimasi Algoritma Genetika*. *E-Dinamis*. 8(4): 184-185
- Handle\_Mesin. <http://handlemesin.blogspot.com/2016/10/geometris-pahat-bubut>  
[Diakses pada 9 Februari 2020 ]
- Ivan, N.S. Zainal, A. Didik, D. S. (2013). *Pengaruh sudut potong pahat terhadap gaya pemotongan pada proses bubut beberapa material dengan pahat HSS*. 12(1): 28-23
- Kauppinen, V. 2002, *Environmentally seducting of coolant in metal cutting*, proceedings University Days 8<sup>th</sup> International Conference, Helsinki University of Technology.
- Rochim, T. 1993. *Proses Pemesinan*. Teori dan Teknologi, Laboratorium Teknik Produksi. Bandung: Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITB
- Sakti, Muchtar, A. 2019. *Pengaruh kondisi pemotongan terhadap suhu pemotongan dan morfologi gram pada pembubutan orthogonal baja asli AISI 1045 menggunakan pahat kabrida*. Skripsi, Medan: Teknik Mesin

Universitas Sumatra Utara

Setiawan, Budi. (2006). *Pengaruh Penggunaan Agregat Kaca pada Beton Ditinjau dari Segi Kekuatan dan Shrinkage. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra. Surabaya.*

Susilo, A. W., Yusuf, U., Norman, I., Triana, A., & Dika, F. P. S. 2012. *Proses Pemesinan Bubut Pada Kaca*, Universitas Diponegoro, Semarang. 35-39.

Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid-1*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Xiao, G., Ren, M., & To, S. (2018). A study of mechanics in brittle-ductile cutting mode transition. *Micromachines*, 9(2). 1-17

## LAMPIRAN

### A. LAMPIRAN PENGAMBILAN DATA

#### 1. Alat yang digunakan dalam pengambilan data



Gambar 1. Mesin Bubut



Gambar 2. Mikroskop Optik Olympus



Gambar 3. Mesin Uji Kekasaran Permukaan (roughness tester TR220)



Gambar 4. Kertas karbon



Gambar 5. pahat

## 2. Benda Kerja



Gambar 6. Kaca Pyrex dengan Variasi Kecepatan Putaran Spindle 45 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.



Gambar 7. Kaca Pyrex dengan Variasi Kecepatan Putaran Spindle 70 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.



Gambar 8. Kaca Pyrex dengan Variasi Kecepatan Putaran Spindle 90 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.

**B. LAMPIRAN HASIL PENGAMATAN DATA****1. Hasil Geram Proses Bubut**

Gambar 9. Gram kaca pyrex yang diperoleh dari proses bubut variasi kecepatan putaran spindle 45 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan



Gambar 10. Gram kaca pyrex yang diperoleh dari proses bubut variasi kecepatan putaran spindle 70 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan



Gambar 11. Gram kaca pyrex yang diperoleh dari proses bubut variasi kecepatan putaran spindle 90 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan

## 2. HASIL Uji MIKROSKOP



Keterangan

Kecepatan spindle : 45 rpm

Sudut potong : 10°

Gerak makan : 0,1 mm/put

Pembesaran mikroskop : 100x



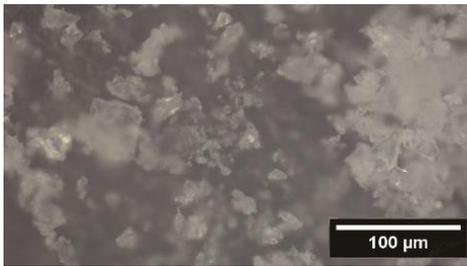
Keterangan

Kecepatan spindle : 45 rpm

Sudut potong : 10°

Gerak makan : 0,2 mm/put

Perbesaran mikroskop : 100x



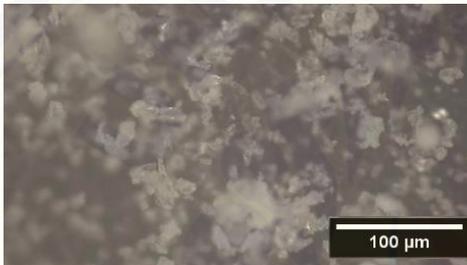
Keterangan

Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



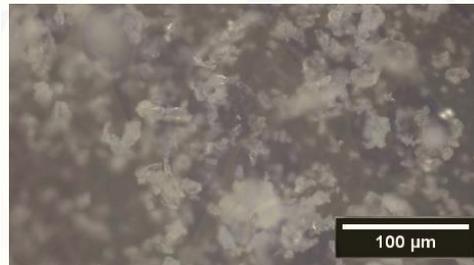
Keterangan

Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



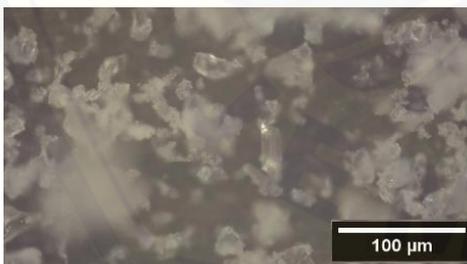
Keterangan

Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



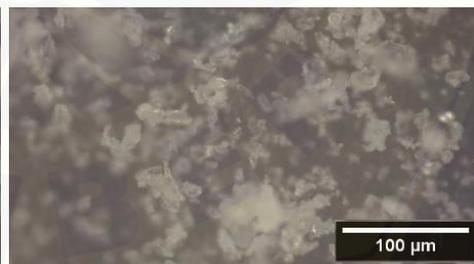
Keterangan

Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan

Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x

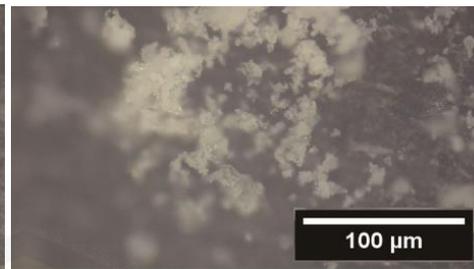


Keterangan

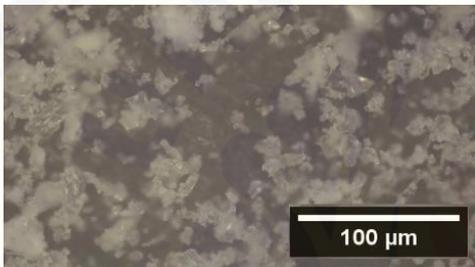
Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran : 100x



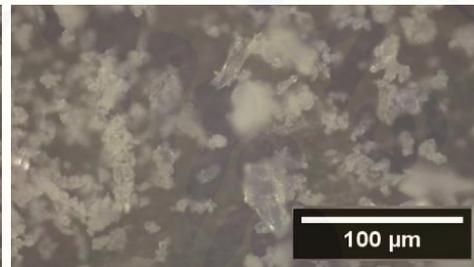
Keterangan  
 Kecepatan spindel : 45 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



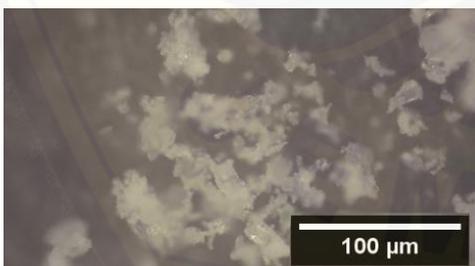
Keterangan  
 Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



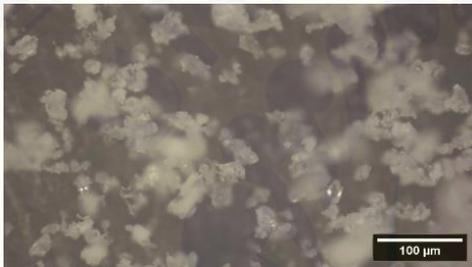
Keterangan

Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



Keterangan

Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan

Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan

Kecepatan spindel : 70 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan

Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop:100x

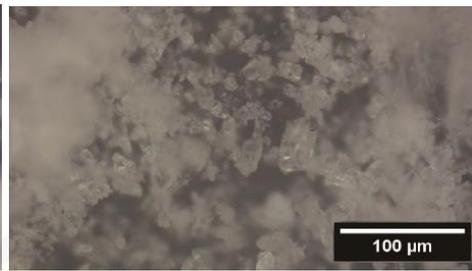


Keterangan

Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 10°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop: 100x



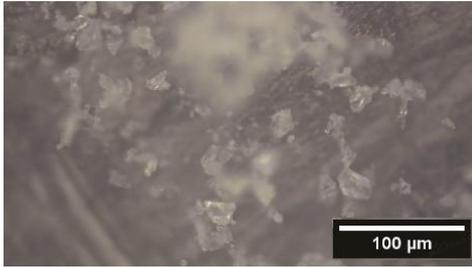
Keterangan  
 Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 20°  
 Gerak makan : 0,3 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,1 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan  
 Kecepatan spindel : 90 rpm  
 Sudut potong : 30°  
 Gerak makan : 0,2 mm/put  
 Pembesaran mikroskop : 100x



Keterangan

Kecepatan putaran spindel: 90 rpm

Sudut potong :  $30^\circ$

Gerak makan : 0,3 mm/put

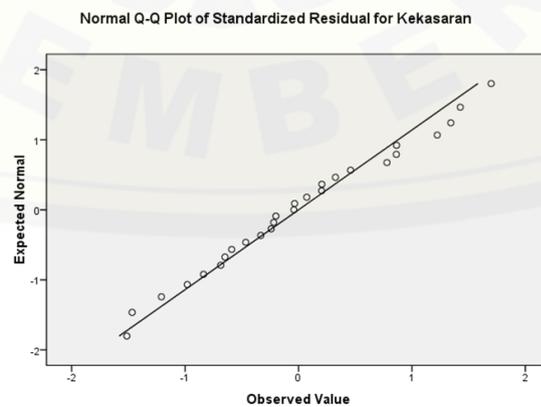
Pembesaran mikroskop : 100x

## C. LAMPIRAN HASIL ANALISA

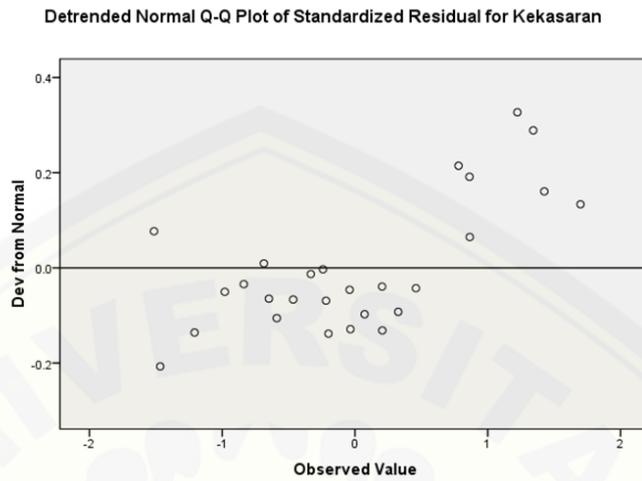
### 1. ANALISA ANOVA

Tabel 1 Data hasil tes normality

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Kekasaran	.074	27	.200 <sup>*</sup>	.976	27	.759



Gambar 12. Data hasil tes ujinormalitas



Gambar 13. Hasil uji Homogen

Tabel 1 Data hasil analisis Anova

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Rata-rata Kekasaran

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	81.558 <sup>a</sup>	6	13.593	5.400	.002	.618
Intercept	456.514	1	456.514	181.366	.000	.901
Putaran	29.206	2	14.603	5.802	.010	.367
Sudut	45.841	2	22.920	9.106	.002	.477
Gerak	6.511	2	3.256	1.293	.296	.115
Error	50.342	20	2.517			
Total	588.414	27				
Corrected Total	131.900	26				