

## PENGARUH DIAMETER AWAL BENDA KERJA YANG DIBUBUT SEBELUM DIKARTEL UNTUK MENCAPAI UKURAN DIAMETER BENDA KERJA YANG DIINGINKAN SETELAH DIKARTEL

**Julmas Syahputra**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UISU

Email : -

### Abstrak

Operasi pembubutan adalah proses pembentukan benda kerja dengan menggunakan mesin bubut. Dengan demikian, Prinsip kerja dari mesin bubut adalah gerak potong yang dilakukan dengan benda kerja yang diikat dicekam dan berputar (bergerak rotasi) dengan gerak makan oleh pahat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel untuk mencapai hasil diameter benda kerja setelah dikartel. Mengkartel pada mesin bubut adalah proses pembuatan alur/gigi melingkar pada bagian permukaan benda kerjaberbentuk berlian (*diamond*) atau garis lurus beraturan untuk memperbaiki penampilan dan dengan tujuannya agar permukaannya tidak licin pada saat dipegang oleh tangan. Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan diameter awal benda kerja sebelum dibubut sebagai faktor variabel bebas. Pada variabel terikat yaitu kecepatan potong (Cs) 5 m/menit, kecepatan putaran (n) 70 rpm, besar pemakanan (f) 0,2 mm/putaran, dan kedalaman potong (a) 1 mm.

**Kata kunci :** Pembubutan, Diameter, Kartel

### I. Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur terus meningkat sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan hasil produksi. Beberapa faktor penting yang menjadi fokus perhatian di antaranya peningkatan kualitas produk, kecepatan proses manufaktur, penurunan biaya produksi, aman dan ramah lingkungan. Baja merupakan material yang terdapat digunakan dalam dunia industri untuk peralatan atau untuk sebagai konstruksi. Baja dibagi menjadi dua bagian yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon juga mengandung unsur-unsur lain seperti mangan, silikon, nitrogen, belerang, oksigen dan lainnya. (Indra Lesmono dan Yunus, 2013)

Dalam proses pembubutan ada beberapa jenis pembubutan seperti bubut rata/silindris, bubut alur, bubut tirus, bubut ulir, drilling/boring atau membuat lubang, dan bubut radius. Selain jenis-jenis proses membubut di atas ada juga bubut kartel yaitu proses pembuatan alur/gigi melingkar pada bagian permukaan benda kerja berbentuk berlian (*diamond*) atau garis lurus beraturan untuk memperbaiki penampilan dan dengan tujuannya agar permukaannya tidak licin pada saat dipegang oleh tangan.

Contoh benda yang sering ditemukan adanya permukaan yang dikartel yaitu terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar tap dan komponen lain yang memerlukan pemegangnya tidak licin. Bentuk/profil hasil pengkartelan akan mengikuti jenis kartel yang digunakan. Salah satunya ada berbentuk belah ketupat, dan ada yang lurus tergantung gigi kartelnya. Hasil bentuk injakan

kartel ada beberapa dalam berbagai ukuran yaitu kasar 14 pitch, medium 21 pitch, dan halus 33 pitch.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil kartel yang sesuai dengan ukuran diameter kartel yang diminta pada *jobsheet* (lembar kerja) pada poros pemesinan diantaranya adalah pahat mata kartel dalam proses pembuatannya, kecepatan putaran mesin, kecepatan penyayatan, posisi senter yang tidak tepat, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya. Pendingin juga tidak dapat lepas dari proses pemesinan, selain jadi pendingin dan kestabilan suhu benda kerja maupun pahat beserta pahat mata kartel, pendingin ini pula berpengaruh pada kualitas hasil ukuran kartel pada permukaan benda kerja. Untuk mendapatkan nilai kualitas hasil pembubutan yang baik dari permukaan poros yang halus maupun hasil kartel yang tepat dapat dilakukan dengan pemilihan mata pahat penentuan *feeding* dan kedalaman potong yang sesuai kebutuhan.

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian ini lebih menitik beratkan pada penggunaan variasi diameter awal benda kerja sebelum melakukan pembubutan kartel, serta pengaruhnya terhadap hasil kartel yang sesuai diameter yang diminta maupun permukaan poros kartel yang baik. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil judul “Pengaruh diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel untuk mencapai ukuran diameter benda kerja yang diinginkan setelah dikartel”.

#### 1.2 Masalah

Pada pengkartelan banyak terjadi kesalahan dalam menetapkan diameter awal benda kerja yang dibubut sehingga hasil kartel tidak sesuai, seperti:

1. Bentuk kartel yang tidak beraturan
2. Ukuran kartel yang tidak sesuai dengan yang diinginkan

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan ini lebih mengarah pada tujuan yang akan dicapai untuk tidak menyimpang dari permasalahan, maka dari beberapa permasalahan yang timbul dibatasi adalah:

1. Kedalaman potong yang digunakan 1 mm
2. Material benda kerja yang digunakan adalah Baja ST41
3. Penelitian ini melakukan proses bubut rata hingga sampai menjadi diameter awal sebelum melakukan pembubutan kartel
4. Diameter awal pada benda kerja sebelum pembubutan kartel dibubut dengan bervariasi ukuran

### 1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui variasi diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel dan pengaruhnya terhadap ukuran diameter kartel yang diinginkan.
- b. Untuk mengetahui beberapa proses pembubutan yang dilakukan sebelum pembubutan kartel

### 1.5 Manfaat

Penelitian ini memiliki manfaat bagi beberapa pihak yang terkait di dalamnya, yaitu :

- a. Menambah ilmu pengetahuankhususnya dalam bidang Mesin bubut dengan pembubutan kartel
- b. Sebagai literature atau bahan referensi selanjutnya
- c. Sebagai bahan pustaka di lingkungan Universitas Islam Sumatera Utara khususnya di program studi Teknik Mesin
- d. Dapat membandingkan dan mengetahui diameter awal benda kerja sebelum dikartel yang berpengaruh dengan diameter kartel yang diinginkan
- e. Memberikan kontribusi ilmiah kepada industri manufaktur berupa tolak ukur diameter awal yang tepat sebelum dikartel pada sebuah poros

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Poros

Poros atau yang biasa juga disebut *shaft* merupakan bagian dari mesin yang berputar. Penampang dari sebuah poros biasanya adalah bulat. Biasanya pada poros juga terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol dan sprocket yang berfungsi untuk memindahkan putaran dari poros tersebut, poros lurus dan poros engkol. Beberapa jenis poros tersebut memiliki berbagai jenis poros tersebut memiliki berbagai fungsinya masing-masing. (Agung Khairil, 2016)

Fungsi poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersamaan dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti

puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar.

### 2.2 Baja

Baja merupakan material yang terdapat digunakan dalam dunia industri untuk peralatan atau untuk sebagai konstruksi. Baja dibagi menjadi dua bagian yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon juga mengandung unsur-unsur lain seperti mangan, silikon, nitrogen, belerang, oksigen dan lainnya. Meskipun unsur tersebut tidak berpengaruh pada sifatnya, yang biasanya ditekan hingga kadar yang sangat kecil. Baja karbon adalah paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan memiliki kadar karbon hingga 2,14%. Kandungan karbon pada baja memiliki peran penting dalam sifat mekanik baja. Oleh karena itu baja karbon dapat dibagi menjadi 3 bagian dengan kadar karbon yang berbeda-beda. Berikut adalah tabel klasifikasi baja karbon.

Tabel 1 Klasifikasi Baja Karbon

| No | Jenis Baja         | Persentase Karbon |
|----|--------------------|-------------------|
| 1  | Baja Karbon Rendah | ≤0,25 %C          |
| 2  | Baja Karbon Medium | 0,25-0,55 %C      |
| 3  | Baja Karbon Tinggi | ≥0,55 %C          |

Baja ST-41 adalah baja karbon medium, artinya logam ini terdiri dari campuran ferrite dan pearlite yang kandungannya sama-sama besar atau setara dengan baja S 40 C (JIS, G4051) dengan komposisi paduan sebesar 0,37–0,43% C, 0,5–0,35% Si, 0,60–0,90% Mn. Daya tahan baja ST 41 ini memiliki kekuatan dan keuletan yang cukup baik. Baja ini mempunyai karakteristik dan peranan penting dalam kehidupan sehari-hari, sifat keuletan yang tinggi, ketangguhan dan mudah dibentuk namun kekerasannya rendah. Baja ST-41 banyak digunakan pada poros-poros, pegas, cetakan tempa, palu dan perkakas lainnya. Material untuk membuat benda-benda seperti pegas, cetakan tempa harus mempunyai ketangguhan yang cukup tinggi. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk meningkatkan kekuatan baja adalah dengan menerapkan perlakuan panas. Perlakuan panas yang sering diterapkan adalah proses *annealing*, *normalizing*, *quenching*, *stress relieving* dan *tempering*.

### 2.3 Definisi Proses Pemesinan

Proses pemesinan adalah proses pembentukan geram (*chips*) akibat perkakas (*tools*), yang dipasangkan pada mesin perkakas (*machine tools*), bergerak relative terhadap benda kerja (*work piece*) yang dicekam pada daerah kerja mesin perkakas (Rochim Taufiq, 2007).

Proses pemesinan termasuk dalam klasifikasi proses pemotongan logam merupakan

suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam atau komponen mesin dengan cara memotong, mengupas, atau memisah. Proses pemesinan merupakan suatu proses untuk menciptakan produk melalui tahapan-tahapan dari bahan baku untuk diubah atau diproses dengan cara tertentu secara urut dan sistematis agar menghasilkan suatu produk yang berfungsi. (Marsyaho, 2003).

## 2.4 Mesin Bubut (Turning)

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan pahat potong sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris yaitu membubut muka/*facing*, rata, bertingkat, tirus, ulir, bentuk, mengkartel, dll. Namun dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu.

Bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang penyayatan dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada mata pahat yang digerakan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*).

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Workshop mekanik dan Laboraturium Uji Bahan SMK Awal Karya Pembangunan, Jalan Perjuangan Lingkungan VII, Galang Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Pada Bulan Mei 2022.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### Alat :

1. Mesin bubut tipe standar.



Gambar 1 Mesin bubut

Merk : Chinhung

Model : 53010 Ch-530 x 1000 G

Series No : 53012 L 7

Power : 7,5 KW

Frekuensi : 50 Hz

2. Pahat jenis *High Speed Steel* (HSS)

BOHLER 1/2" x 1/2" x 4".



Gambar 2 Pahat HSS

Tabel 2 Spesifikasi Pahat

| BOHLER HSS |            |              |              |                |             |            |
|------------|------------|--------------|--------------|----------------|-------------|------------|
| No         | Carbon (%) | Chromium (%) | Vanadium (%) | Molybdenum (%) | Wolfram (%) | Cobalt (%) |
| 1          | 1,26       | 3,60-4,00    | 2,00-3,20    | 3,60-5,00      | 3,20        | 10         |

Tabel 3 Sifat Mekanik Pahat

| No | BOHLER HSS                        |                   |
|----|-----------------------------------|-------------------|
| 1  | Daya Tarik                        | 800-1000 Mps      |
| 2  | Modulus (Young Modulus)           | 210000-220000 Mps |
| 3  | Kekuatan Hasil Kompresif          | 2200-2400 Mps     |
| 4  | Kekuatan Pembungkakan (Bending)   | 1200-1500 Mps     |
| 5  | Dektilitas Kompresi (Compression) | 8-10 %            |

3. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan Micrometer Sekrup dengan ketelitian 0,01 mm



Gambar 3 Micrometer Sekrup

4. Kartel berbentuk berlian (diamond), dengan bentuk injakan kartel medium 21 pitch.



Gambar 4 Kartel Diamond

#### Bahan :

Bahan yang digunakan adalah poros Baja ST-41, pemilihan jenis material ini karena material banyak digunakan di dalam bengkel bubut. Ukuran bahan yang digunakan yaitu dengan panjang 165 mm dan Ø 24 mm.



Gambar 5 Poros Baja ST-41

Tabel 4 Komposisi Bahan

| No | Kadar kimia Baja ST 41 |            |
|----|------------------------|------------|
| 1  | Carbon (C)             | 0,37-0,43% |
| 2  | Silicon (Si)           | 0,5-0,35%  |
| 3  | Mangan (Mn)            | 0,60-0,90% |
| 4  | Kromium (Cr)           | 0,25%      |
| 5  | Nikel (Ni)             | 0,30%      |
| 7  | Besi (Fe)              | 98,9%      |
| 8  | Phospor (P)            | 0,03%      |
| 9  | Sulfur (S)             | 0,035%     |

Tabel 5 Sifat Mekanik Bahan

| No | Baja ST 41             |         |
|----|------------------------|---------|
| 1  | Kekuatan Tarik         | 570 Mpa |
| 2  | Kekuatan Luluh         | 355 Mpa |
| 3  | Tegangan Putus minimum | 410 Mpa |
| 4  | Tegangan leleh minimum | 250 Mpa |
| 5  | Peregangan minimum     | 18%     |
| 6  | Normalisasi            | 860 °C  |
| 7  | Pendinginan            | 840 °C  |
| 8  | Tempering              | 600 °C  |

#### 4. Analisa Dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini untuk mengetahui dari “Pengaruh diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel untuk mencapai ukuran diameter benda kerja yang diinginkan setelah dikartel” diperoleh berupa angka (nilai), nilai diameter kartel, hasil data tersebut diperoleh melalui pengukuran diameter kartel menggunakan micrometer sekrup. Sebelum melakukan pengukuran diameter kartel pada benda kerja terlebih dahulu melalui proses pemesinan, proses pemesinan yang digunakan adalah pembubutan.



Gambar 6 Proses Pembubutan Kartel

Pada saat proses pembubutan kartel kecepatan putar poros utama juga lebih pelan dari kecepatan putar poros utama pembubutan normal yaitu  $\frac{1}{4}$  dari kecepatan putar poros utama pembubutan normal. Pengkartelan ini dilakukan 5 kali bolak balik pahat kartel melakukan pengkartelan secara berulang.

Tabel 6 Data Hasil Penelitian

| Kondisi Proses Mengkartel | n (Rpm) | f (mm/r) | a (mm) | Diameter sebelum dikartel (mm) | Diameter setelah dikartel (mm) | Diameter kartel yang diinginkan (mm) |
|---------------------------|---------|----------|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| KP 1                      | 70      | 0,2      | 1      | 21,9                           | 22,1                           | 22 ± 0,1                             |
| KP 2                      | 70      | 0,2      | 1      | 21,8                           | 22                             | 22 ± 0,1                             |
| KP 3                      | 70      | 0,2      | 1      | 21,7                           | 21,9                           | 22 ± 0,1                             |
| KP 4                      | 70      | 0,2      | 1      | 21,6                           | 21,8                           | 22 ± 0,1                             |
| KP 5                      | 70      | 0,2      | 1      | 21,5                           | 21,7                           | 22 ± 0,1                             |

Keterangan :

$n$  = kecepatan putar poros utama (rpm)

$Cs$  = kecepatan potong (mm/min)

$d$  = diameter benda kerja (mm)

$f$  = besar pemakanan (mm/putaran)

$a$  = kedalaman potong (mm)

Dari tabel penelitian diatas telah mendapatkan hasil diameter yang tepat untuk menjadi ukuran diameter sebelum dikartel yaitu  $\varnothing$  21,8 mm, dan yang masuk dalam toleransi  $\pm 0,1$  adalah  $\varnothing$  21,7 mm dan  $\varnothing$  21,9 mm sebagai diameter sebelum dikartel. Dalam pembubutan kartel untuk mencapai diameter yang diinginkan ada perhitungan kecepatan putar poros utama ( $n$ ) dan kecepatan potong ( $Cs$ ) pada saat pembubutan kartel, yaitu :

$$n = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 24} = \frac{20.000}{75,36} = 265,39 \text{ Rpmn (kartel)}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot n_{\text{normal}} = \frac{1}{4} \cdot 265,39 = 66,34 \text{ Rpm} = 70 \text{ Rpm}$$

$$Cs \text{ (kartel)} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 70}{1000} = 4,835 \text{ m/min} = 5 \text{ m/min}$$

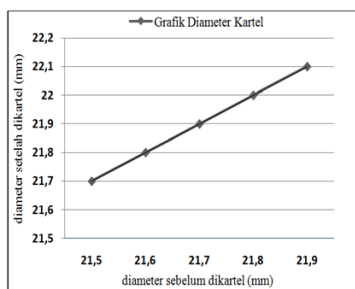
##### 4.2 Pembubutan Kartel

Mengkartel adalah membuat gerigi-gerigi atau alur-alur pada permukaan benda kerja yang dibubut menjadi injakan kepermukaan benda kerja berbentuk berlian (*diamond*) atau garis lurus beraturan untuk memperbaiki penampilan permukaan atau memudahkan dalam pemegangan, dengan menggunakan alat yang disebut kartel atau *knurling*. Kartel terdiri dari tangkai yang pada salah satu ujungnya dilengkapi sepasang roda bergerigi. Gerigi-gerigi kartel ini terbuat dari baja yang telah disepuh. Bentuk injakan kartel ada dalam berbagai ukuran yaitu kasar 14 pitch, medium 21 pitch, dan halus 33 pitch.

Pembuatan injakan kartel dimulai dengan mengidentifikasi lokasi dan panjang bagian yang akan dikartel, kemudian mengatur mesin untuk proses kartel. Putaran spindel diatur pada kecepatan

rendah antara 60–80 rpm. Pada posisi pahat kartel harus dipasang sama dengan pemasangan pahat bubut lainnya yaitu pada tempat pahat dengan sumbu dari kepalanya setinggi sumbu mesin bubut permukaannya paralel dengan permukaan benda kerja.

Pada pembubutan diameter kartel harus dilakukan pembubutan *facing*/muka terlebih dahulu sampai diameter sebelum dikartel yaitu lebih kecil dari diameter yang diinginkan. Dari hasil data penelitian mendapatkan sebuah grafik dari pengaruh diameter awal benda kerja sebelum dikartel untuk mencapai diameter kartel yang tepat. Pada penelitian ini pahat kartel yang digunakan adalah kartel berbentuk berlian (*diamond*) dengan ukuran medium 21 pitch.



Gambar 7 Grafik Diameter Kartel

Dari gambar grafik diameter kartel diatas dapat diketahui bahwa adanya pengaruh diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel untuk mencapai ukuran diameter benda kerja yang diinginkan setelah dikartel. Pengaruh karena pembubutan kartel akan menekan permukaan benda kerja yang silindris sehingga membentuk *diamond* atau bentuk yang sesuai mata pahat kartel yang digunakan. Ketika membentuk permukaan yang kasar maka diameter benda kerja akan bertambah lebih besar berkisar 0,2–0,3 mm.

#### 4.3 Toleransi

Toleransi adalah dua batas penyimpangan sebuah ukuran benda kerja yang masih diizinkan atau masih dibenarkan dalam proses pemesinan. Sebagai contoh sebuah benda kerja diberi ukuran untuk dikerjakan dalam pemesinan maka akan ada ukuran dasar dan nilai toleransi yang diberikan. Toleransi ini biasanya tertuliskan dengan tanda  $\pm$  yang dibaca lebih kurang dari ukuran dasar yang diinginkan dalam jobsheet.

Jika toleransi yang diizinkan adalah 0,1 maka ukuran hasil benda kerja dibenarkan setelah dari proses pemesinan yaitu lebih dari 0,1 dan kurang dari 0,1 apabila ukuran yang diminta adalah 22 maka ukuran yang masih diizinkan yaitu minimum 21,9 dan maksimum 22,1 dari toleransi yang dibatasi untuk hasil ukuran benda kerja yang menyimpang.

Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan hasil ukuran benda kerja tidak tepat yaitu :

- Faktor alat potong
- Faktor mesin (Presisi atau tidak mesin yang digunakan)
- Faktor alat ukur
- Faktor temperatur dan faktor lainnya yang dapat mempengaruhi ketepatan ukuran dari benda kerja tersebut.

#### 5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa maka penelitian ini dapat disimpulkan yaitu :

- Semakin besar pengurangan diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel dari diameter kartel yang diinginkan maka semakin tidak tepat hasil diameter kartel yang dituju. Pada ukuran diameter sebelum dikartel adalah  $\varnothing$  21,8 mm, maka diameter kartel yang dihasilkan adalah tepat yaitu  $\varnothing$  22 mm. Namun pada ukuran diameter sebelum dikartel adalah  $\varnothing$  21,6 mm, maka diameter kartel yang dihasilkan jauh dari ukuran diameter yang diinginkan yaitu  $\varnothing$  21,8 mm.
- Toleransi  $\pm 0,1$  pada diameter kartel yang diinginkan maka diameter awal benda kerja yang dibubut sebelum dikartel dengan hasil yang menyimpang namun masih diizinkan adalah  $\varnothing$  21,9 mm dengan hasil diameter kartel adalah  $\varnothing$  22,1 mm dan  $\varnothing$  21,7 mm sebelum dikartel dengan hasil diameter setelah dikartel adalah  $\varnothing$  21,9 mm
- Pengurangan diameter awal benda kerja sebelum dikartel yang tepat dan masih diizinkan dari toleransi adalah pengurangan sebanyak 0,1–0,3 mm dari diameter kartel yang diinginkan.
- Ukuran  $\varnothing$  21,6 mm dan  $\varnothing$  21,5 mm sebagai diameter sebelum dikartel tidak dapat menghasilkan diameter kartel yang diinginkan yaitu  $\varnothing$  22 mm.

#### Daftar Pustaka

- [1] Daryanto. 1992, *Teori Kejuruan Teknik Mesin Perkakas*, Bandung
- [2] Rochim Taufik. 2007, *Teori dan Teknologi Pemesinan*, Jakarta.
- [3] Irfan Santoso. 2008, *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Impak Pada Baja ST-41*. Jurnal, Universitas Pancasakti, Tegal
- [4] Boenasir. 1994, *Mesin Perkakas Produksi*, Semarang
- [5] Marsyahyo. 2003, *Mesin Perkakas Pemotong logam*, Toga mas, Malang
- [6] R. Syamsudin. 1997, *Teknik Bubut*, Cetakan I, Jakarta
- [7] Widarto, dkk. 2008, *Teknik Pemesinan Jilid I*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta

- [8] Daryanto. 1987, *Mesin Perkakas Bengkel*, Rineka Cipta, Jakarta
- [9] Lesmono I, Yunus. 2013, *Pengaruh Jenis Pahat, Sudut Pahat dan kedalaman pemakanan pada baja ST-41*. Jurnal Teknik Mesin, Vol 1, No.3
- [10] Joko Wahyono. 2005, *Klasifikasi Baja Karbon*, Jakarta
- [11] Syabanto, Soedjono. 2008, *Kerja Membubut*. Angkasa, Universitas Selamat Sri, Kend