

# BAB 1

## 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. Proses pemesinan merupakan suatu proses untuk pembuatan alat atau produk baru, melalui suatu tahapan diawali dari bahan baku kemudian diproses menjadi suatu produk yang dapat berfungsi dengan baik. Ketika melakukan proses pemesinan, digunakan mata pahat untuk membentuk material bahan baku tersebut. Pemilihan mata pahat sangat penting karena ketika mata pahat bergesekan dengan permukaan material, akan menimbulkan panas. Dengan semakin banyaknya gesekan yang terjadi maka pahat akan mengalami keausan yang kemudian semakin membesar sehingga mata pahat menjadi rusak dan tidak dapat digunakan kembali. Kekasaran permukaan suatu benda kerja merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kualitas hasil pemesinan. Bentuk dan kekasaran permukaan dari suatu produk yang dihasilkan oleh mesin bubut memegang peranan yang sangat penting, hal ini disebabkan oleh bentuk dan kekasaran tersebut berkaitan dengan gesekan, keausan, sistem pelumasan dan lainnya setiap benda kerja.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan di antaranya adalah sudut dan ketajaman pisau potong dalam proses pembuatannya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya. Selain beberapa faktor di atas, kedalaman pemotongan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Menurut Rochim (1993). Bahwa hasil komponen proses pembubutan terutama kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh sudut potong pahat, kecepatan makan (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*) dan kedalaman potong. Asmed, dkk (2010). Menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan kekasaran optimum adalah dengan menerapkan laju pemakanan yang tinggi. Sementara itu,

kedalaman pemakanan dan kecepatan potong tidak berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan.

Baja ST 41 termasuk baja karbon rendah sehingga memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Sehingga untuk merubah sifat fisik material tersebut maka dilakukanlah hardening agar bisa mendapatkan kekerasan yang diinginkan. Penelitian eksperimental yang berjudul “Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja St 41” menggunakan parameter kecepatan potong 110 m/menit, 140 m/menit, dan 170 m/menit sedangkan kedalaman potong 0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,6 mm. Didapatkan hasil gabungan antara kecepatan potong dan kedalaman potong ditemukan bahwa hasil kekasaran yang paling baik (paling halus) adalah kecepatan putar 2000 rpm pada kecepatan potong 170 m/menit dan perbandingan kedalaman potong 0,6 (Raul et al, 2016).

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian ini lebih menitik beratkan pada penggunaan variasi kecepatan potong yang berbeda pada proses pembubutan Baja Karbon ST 41. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil judul “Analisa Kecepatan Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Kering Baja Karbon ST 41 Menggunakan Pahat HSS Bohler”.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong pembubutan terhadap kekasaran benda kerja baja karbon ST 41 pada proses pembubutan konvensional.
2. Untuk mengetahui nilai variasi kecepatan potong dengan menggunakan mata pahat HSS BOHLER.
3. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong menggunakan mata pahat HSS BOHLER dengan material baja karbon ST 41.
4. Untuk mengetahui nilai Ra atau kekasaran permukaan pada benda kerja.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah ilmu pengetahuan teori dan teknologi proses pemotongan baja karbon ST 41
2. Dapat mengetahui dan menentukan parameter pemesinan untuk mendapatkan hasil pengukuran kekasaran permukaan yang diinginkan dari perbedaan kecepatan putaran mesin dan diameter benda yang digunakan.
3. Sebagai literature atau bahan referensi selanjutnya.
4. Sebagai bahan pustaka di lingkungan Universitas Islam Sumatera Utara khususnya di program studi Teknik Mesin.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Menggunakan mesin bubut konvensional.
2. Material benda kerja yang digunakan baja karbon ST41.
3. Menggunakan proses pembubutan kering pada baja karbon dengan jenis pahat HSS BOHLER.
4. Menggunakan kecepatan potong yang bervariasi.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Baja**

Agung (2012) Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan tungsten. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*).

#### **2.2 Klasifikasi Baja**

Sumiyanto (2012: 1) baja karbon merupakan salah satu jenis baja yang dapat diubah sifat mekanisnya dengan cara perlakuan panas (*Heat Treatment*). Baja karbon adalah paduan besi karbon di mana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, baja karbon mengandung karbon sampai maksimum 2%, baja karbon dapat dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu:

##### **2.2.1 Baja Karbon Rendah**

Baja karbon rendah mengandung karbon antara 0,008% – 0,3% C. Baja karbon rendah dalam pasaran biasanya dibuat dalam bentuk plat baja, baja batang, dan progrid. Rusmardi (2009: 37) menyebutkan berdasarkan jumlah karbon yang terkandung baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- Baja karbon rendah yang mengandung 0,008% – 0,1% C dijadikan baja-baja plat atau strip.
- Baja karbon rendah yang mengandung 0,5% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.

- Baja karbon rendah yang mengandung 0,15% – 0,25% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan atau dijadikan baja-baja konstruksi.
- Baja karbon rendah yang mengandung 0,2% – 0,3% C digunakan untuk membuat baut-baut dan paku-paku keling atau untuk keperluan konstruksi.

#### 2.2.2 Baja Karbon Sedang (Medium)

Baja karbon ini mengandung karbon antara 0,3% – 0,6% C. Baja karbon ini banyak dipergunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian-bagian dalam mesin. Rusmardi (2006: 37) menyebutkan berdasarkan jumlah karbon yang terkandung baja, maka baja karbon sedang dapat digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Mengandung 0,4% C digunakan untuk keperluan industri kendaraan, misalnya untuk bahan membuat baut, mur, poros engkol, batang torak, atau poros-poros dan lain sebagainya.
- Mengandung 0,5% C digunakan untuk membuat roda-roda gigi, martil, dan clamp (alat penjepit).
- Mengandung 0,55% – 0,6% C dipergunakan untuk membuat pegas.

#### 2.2.3 Baja Karbon Tinggi (HCS)

Baja karbon ini mengandung karbon antara 0,7% – 1,3% C, baja-baja jenis ini biasanya dipergunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang mengalami panas. Rusmardi (2006: 37) menyebutkan berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalamnya baja karbon tinggi dapat digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Mengandung kira-kira 0,9% C dipergunakan untuk pembuatan pegas-pegas, alat perkakas seperti paron/landasan, palu, gergaji, dan pahat potong.
- Mengandung kira-kira 0,9% C dipergunakan untuk pembuatan pegas-pegas, alat perkakas seperti paron/landasan, palu, gergaji, dan pahat potong.
- Mengandung karbon 1% – 1,5% C dipergunakan untuk pembuatan kikir, pisau-pisau cukur.

### 2.3 Baja Karbon ST 41

Baja ST 41 adalah salah satu dari baja karbon rendah, bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20%. Baja karbon rendah sering digunakan dalam komponen mesin-mesin industri seperti gear, rantai, skrup dan poros. Selain itu juga baja ST 41 juga digunakan sebagai handle rem sepeda motor, bodi mobil, pipa saluran, konstruksi jembatan. Penelitian sebelumnya mengenai perbandingan umur lelah material awal baja AISI 1045 dengan material setelah mengalami proses quench dan temper pada temperatur 200°C selama 1 jam. Yang selanjutnya penelitian dikembangkan material dan proses yang sama hanya saja proses temper divariasikan pada temperatur dan waktu temper yang berbeda untuk mengoptimalkan umur lelah material baja AISI 1045. (Budi Darmawan, 2010).

(Sumiyanto dan Rudi, 32) meneliti pengaruh perlakuan panas quench-temper variasi temperatur temper pada baja St 41 terhadap struktur mikro dan kekerasannya. Baja St 41 adalah baja konstruksi yang memiliki nilai kekuatan dan kekerasan cukup tinggi. Selain itu, secara ekonomis baja St 41 ini memiliki nilai lebih murah dari pada baja AISI 1045. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan ditinjau sejauh mana pengaruh perlakuan panas proses quench temper dengan waktu temper terhadap umur lelah dari baja poros St 41. Baja ST 41 juga merupakan baja struktur mempunyai nilai kekerasan yang cukup, stabilitas dimensi yang baik. Hal ini dibuktikan dengan pengujian komposisi yang dilakukan oleh P.T. Prima Bajaindo Sukses yang dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Komposisi Baja Karbon ST 41

C%	Fe %	Si %	Mn%	Cr%
0,13-0,18	98,81- 99,26	0,15-0,35	0,5-0,7	0,298

Adapun sifat mekanik dari benda kerja baja karbon ST 41 bisa kita lihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja Karbon ST 41 (Fahrur A. dan Soeharto. 2013)

Baja Karbon ST 41	Setelah Quenching	Setelah Tempering
Kekuatan Tarik	436,44 Mpa	393,48 Mpa
Kekuatan Puntir	363,77 Mpa	317,53 Mpa
Kekasaran Vickers	104,3 VHN	95,12 VHN

## 2.4 Pemesinan

Pemesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemesinan yang biasa dilakukan di industri manufaktur adalah proses penyekrapan (*shaping*), proses penggurdian (*drilling*), proses pembubutan (*turning*), proses penyayatan/frais (*milling*), proses gergaji (*sawing*), proses broaching, dan proses gerinda (*grinding*) (Putri Kusuma Kencanawati, 2017).

Pada Proses pemesinan dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

1. Proses pemotongan (*cutting*), yaitu proses pemesinan dengan menggunakan pisau pemotongan dengan bentuk geometri tertentu.
2. Proses abrasi (*abrasive process*), seperti proses gerinda.
3. Proses pemesinan non tradisional yaitu yang dilakukan secara elektrik.

### 2.4.1 Klasifikasi Permesinan

Proses permesinan adalah proses pembentukan geram (*chips*) akibat perkakas (*tools*), yang dipasangkan pada mesin perkakas (*machine tools*), bergerak relative terhadap benda kerja (*work picee*) 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, melalui tahapan-tahapan dari bahan baku untuk diubah atau diproses dengan cara tertentu secara urut dan sistematis agar menghasilkan suatu produk yang berfungsi. Komponen mesin dibuat dengan proses pemesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (*casting*) atau proses pengolahan bentuk (*metal forming*). (Marsyahyo, 2003).

Menurut jurnal (Putri Kusuma Kencanawati, 2017) meenyatakan, proses pemesinan dapat diklarifikasi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Berdasarkan Gerak Relatif Pahat

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua komponen gerakan yaitu :

- a. Gerak potong (*cutting movement*), Dimana gerak potong adalah gerak yang menghasilkan permukaan baru pada benda kerja.
- b. Gerak makan (*feeding movement*), Gerak makan adalah gerak yang menyelesaikan permukaan baru yang telah di potong oleh gerak potong.

2. Berdasarkan Jumlah Mata Pahat yang digunakan

Pahat yang dipasangkan pada suatu jenis mesin perkakas memiliki mata pahat yang berbeda-beda. Jenis pahat/perkakas potong disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Adapun pahat dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis pahat yaitu pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tools*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple point cuttings tools*). Adapun klasifikasi Proses Permesinan Menurut Gerak Relatif dan Jenis Pahat dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2.3 Klasifikasi Proses Permesinan Menurut Gerak Relatif dan Jenis Pahat

No	Jenis Mesin	Gerak Potong	Gerak Makan	Jumlah Mata Pahat
1	Mesin Bubut	Benda Kerja (Rotasi)	Pahat (Translasi)	Tunggal
2	Mesin Frais	Pahat (Rotasi)	Benda Kerja (Translasi)	Jamak
3	Mesin Sekrap	Pahat (Translasi)	Benda Kerja (Translasi)	Tunggal
4	Mesin Gurdi	Pahat (Translasi)	Pahat (Translasi)	Jamak
5	Gergaji	Pahat (Translasi)	–	Jamak
6	Gerinda	Pahat (Translasi)	Benda Kerja (Translasi)	Tak Terhingga

### 3. Berdasarkan Orientasi Permukaan

Selain ditinjau dari segi orientasi permukaan maka poses pemesinan dapat diklassifikasikan berdasarkan proses terbentuknya permukaan (proses generasi permukaan : *surface generation*). Dalam hal ini proses tersebut dikelompokkan dalam dua garis besar proses yaitu:

- a. Generasi permukaan silindris atau konis
- b. Generasi permukaan rata/lurus atau tanpa putaran benda kerja

### 4 Berdasarkan Mesin yang Digunakan

Dalam proses pemesinan jika kita ingin melakukan suatu pekerjaan, maka perlu kita ketahui terlebih dahulu dengan mesin apa yang semestinya kita gunakan sehingga produk yang kita buat sesuai dengan yang diinginkan. Komponen mesin yang terbuat dari logam mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Umumnya komponen dibuat dengan proses pemesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (*casting*) atau proses pengolahan bentuk (*metal forming*).

Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses pemesinan yang dilakukan juga bermacam - macam sesuai dengan bidang yang dihasilkan yaitu silinder atau rata.

#### **2.4.2 Permesinan Kering**

Pilihan alternatif dari pemesinan basah adalah pemesinan kering, karena selain tidak ada cairan pemotongan bekas dalam jumlah besar yang akan mencemari lingkungan juga tidak ada kabut partikel cairan pemotongan yang akan membahayakan operator dan juga serpihan pemotongan tidak terkontaminasi oleh residu cairan pemotongan. Pemesinan kering mempunyai beberapa masalah yang antara lain, gesekan antara permukaan benda kerja dan pahat potong, kecepatan keluar serpihan, serta temperatur potong yang tinggi dan hal tersebut semuanya terkait dengan parameter pemesinan (Sunarto dan Sri Mawarni, 2017).

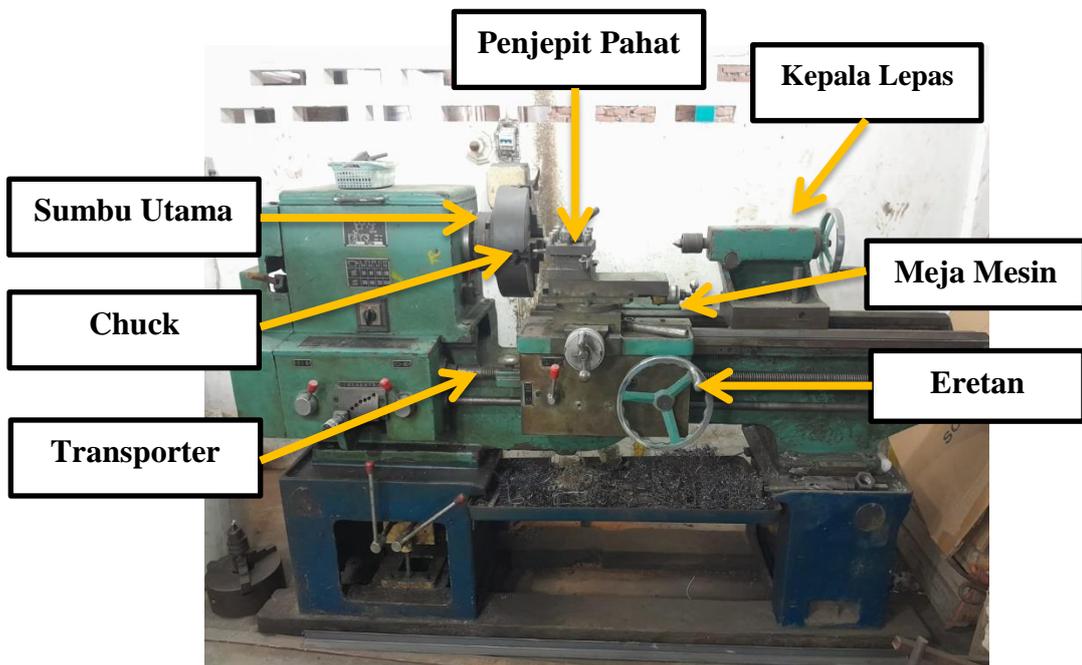
Secara umum industri pemesinan pemotongan logam melakukan pemesinan kering adalah untuk menghindari pengaruh buruk akibat cairan pemotongan yang dihasilkan oleh pemesinan basah. Perihal ini secara kuantitatif menyangkut pengaruh buruk pemesinan basah dengan anggapa pada pemesinan kering tidak akan dihasilkan pencemaran lingkungan kerja dan ini berarti tidak menghasilkan

kabut partikel cairan pemotongan. Dari pertimbangan hal diatas pakar pemesinan mencoba mencari solusi dengan suatu metode pemotongan alternatif dan mereka merumuskan bahwa pemesinan kering (dry cutting) yang dari sudut pandang ekologi disebut dengan pemesinan hijau (green machining) merupakan jalan keluar dari masalah tersebut. Melalui pemesinan kering diharapkan disamping aman bagi lingkungan, juga bisa mereduksi ongkos produksi sebesar 16-20% dari total ongkos produksi.

## **2.5 Mesin Bubut**

Mesin bubut (*Turning Machine*) adalah suatu mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang silindris. Namun dapat juga dipakai untuk kepentingan lain, namun pada proses benda kerja terlebih dahulu di pasang pada pencekam (*chuck*) yang terpasang pada spindle mesin kemudian spindle dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu. (Hutari Syahputra, 2018).

Alat potong atau pahat yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan ditempel pada benda kerja yang berputar sehingga benda kerja terbentuk dengan sesuai yang dikehendaki. Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam. Pada perkembangan ada beberapa jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam. Pada kelompok mesin bubut terdapat bagian-bagian otomatis dalam pergerakannya bahkan juga ada yang dilengkapi dengan layanan sistem otomatis. Baik yang dilayani dengan sistem hidrolik ataupun elektrik. Ukuran mesinnya pun tidak semata mata kecil karna tidak sedikit mesin bubut konvensional yang dipergunakan untuk pekerjaan besar seperti yang digunakan dalam industri perkapalan dalam membuat atau merawat poros baling baling kapal yang diameternya mencapai 1.000 mm atau lebih. Mesin bubut dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Mesin Bubut

### 2.5.1 Bagian-Bagian Mesin Bubut

Menurut jurnal (Hutari Syahputra, 2018) menjelaskan bagian-bagian utama mesin bubut pada umumnya sama walaupun merk atau buatan pabrik yang berbeda, hanya saja terkadang posisi handel/tuas, tombol, table penunjukan pembubutan, dan rangkaian penyusunan roda gigi untuk berbagai jenis pembubutan letak/posisinya berbeda. Demikian juga cara pengoperasiannya tidak jauh berbeda. Berikut ini akan diuraikan bagian-bagian mesin bubut konvensional (biasa) yang pada umumnya dimiliki mesin tersebut:

#### 1. Sumbu utama (*main spindle*)

Sumbu utama atau yang dikenal main spindle seperti pada gambar 2.2 sumbu utama merupakan bagian mesin bubut yang berfungsi sebagai duduk chuck (cekam) yang didalamnya terdapat susunan roda gigi yang dapat digeser geser melalui handel/ tuas untuk mengatur putaran mesin sesuai kebutuhan pembubutan.



Gambar 2.2 Sumbu Utama (*main spindle*)

## 2. Meja mesin (*Bed*)

Meja mesin merupakan tumpuan gaya pemakanan waktu pembubutan. Meja mesin ini berfungsi sebagai tempat dudukan kepala lepas dan eretan. Bentuk alas ini bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Permukaannya halus dan rata, sehingga gerak kepala lepas dan eretan menjadi lancar. Meja mesin dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.3 Meja mesin (*bed*)

## 3. Eretan (*carriage*)

Merupakan bagian dari mesin bubut yang berfungsi sebagai pembawa dudukan pahat potong seperti pada gambar 2.4 Eretan terdiri dari beberapa bagian yaitu engkol dan transporter.



Gambar 2.4 Eretan

4. Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas digunakan untuk sebagaiudukan senter putar sebagai pendukung benda kerja pada saat pembubutan, kedudukan bor tangkai tirus dan cekam bor sebagai penjepit bor seperti pada gambar 2.5 berikut ini:



Gambar 2.5 Kepala Lepas

5. Penjepit pahat

Penjepit pahat digunakan untuk menjepit atau memegang pahat potong seperti pada gambar 2.6 di bawah ini:



Gambar 2.6 Penjepit Pahat

6. Tuas pengatur kecepatan

Tuas pengatur kecepatan berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran mesin sesuai dari perhitungan atau bacaan dari tabel putaran. Plat tabel kecepatan sumbu utama pada gambar 2.7, menunjukkan angka-angka besaran kecepatan sumbu utama yang dapat dipilih sesuai dengan pekerjaan pembubutan.



Gambar 2.7 Tuas Pengatur Kecepatan Sumbu

7. Transporter dan sumbu pembawa

Transporter atau poros transporter seperti yang dilihat pada gambar 2.8 adalah poros berulir segi empat atau trapesium yang biasanya memiliki kisar 6 mm, digunakan untuk membawa eratan pada waktu kerja otomatis, misalnya waktu membubut ulir, alur, atau pekerjaan pembubutan lainnya. sumbu pembawa atau poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eratan.



Gambar 2.8 Transporter dan Sumbu Pembawa

8. Chuck (cekam)

Cekam adalah alat yang di gunakan untuk menjepit benda kerja. Jenisnya ada yang berahang tiga sepusat (self centering chuck) seperti yang dapat dilihat

pada gambar 2.9 dan ada juga yang berahang tiga dan empat tidak sepusat (*independenc shuck*) cekam rahang tiga sepusat , digunakan untuk benda-benda silindris, dimana gerakan rahang bersama sama pada saat dikencangkan atau dibuka. Sedangkan gerakan untuk rahang tiga dan empat tidak sepusat, setiap rahang dapat bergerak sendiri tanpa diikuti oleh rahang yang lain, maka jenis ini biasanya untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau digunakan pada saat pembubutan eksentrik.



Gambar 2.9 *Chuck* (cekam)

### 2.5.2 Gerakan-Gerakan Dalam Membubut

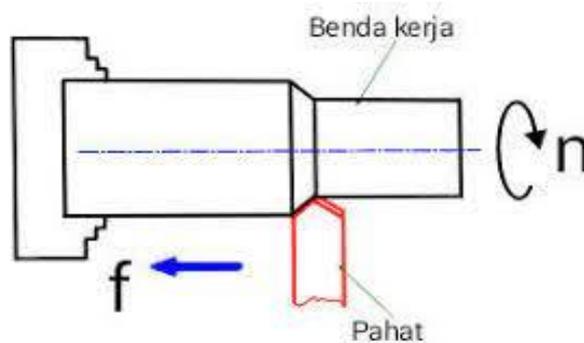
Dalam Pengerjaan mesin bubut dapat dikenal beberapa gerakan yaitu sebagai berikut:

1. Gerakan berputar benda kerja pada sumbunya disebut (*cutting motion*) artinya putaran utama dan *cutting speed* atau kecepatan potong merupakan gerakan untuk mengurangi benda kerja dengan pahat.
2. Pahat yang bergerak maju secara teratur. Akan menghasilkan geram/ serpihan/tatal (*chip*). Gerakan tadi disebut kecepatan makan (*feed motion*).
3. Bila pahat dipasang dengan dalam pemotongan (*Depth Of Cutting*), pahat dimajukan ke arah melintang sampai kedalaman pemotongan yang di kehendaki gerakan ini di sebut "*adjusting motion*".

### 2.5.3 Parameter Operasi Mesin Bubut

Poses pembubutan memiliki beberapa elemen dasar yang dapat dihitung secara teori menggunakan persamaan sehingga dapat diketahui parameter yang berkaitan dengan laju pemotongan, kedalaman potong, waktu pemotongan dan

laju pembuangan geram. Proses mesin bubut dapat dilihat pada gambar 2.10 dibawah ini:



Gambar 2.10 Proses Mesin Bubut.

- Geometri benda kerja :  $d_o$  = diameter awal (mm).  
 $D_m$  = diameter akhir (mm).  
 $L_t$  = panjang pemesinan (mm).
- Geometri pahat :  $\kappa_r$  = sudut potong utama (o).  
 $\gamma_0$  = sudut geram ( $^\circ$ ).
- Kondisi pemesinan :  $a$  = kedalaman potong (mm).  
 $f$  = laju pemakanan (mm/r).  
 $N$  = putaran poros utama/ spindel (r/min).  
 $V$  = kecepatan potong (m/min).

Dengan diketahuinya besaran-besaran di atas sehingga kondisi pemotongan dapat diperoleh sebagai berikut :

1. Laju pemotongan  $V = (\pi \cdot d \cdot n) / 1000$  ; m/min.....(2.1)
2. Kecepatan Putaran Spindel  $N = (1000 \cdot C_s) / \pi \cdot d$  ; r/min.....(2.2)
3. Laju Pemakanan  $V_f = n \cdot f$  ; mm/min.....(2.3)
4. Waktu pemotongan  $t_c = L_t / V_f$  ; min.....(2.4)
5. Laju pembuangan geram  $MRR = A \cdot V$  ;  $cm^3/min$ .....(2.5)

Dimana :  $A$  = penampang geram sebelum terpotong

$$A = f \cdot a ; cm^3/min$$

Sudut potong utama (principal cutting edge/ $\kappa_r$ ) adalah sudut antara mata potong utama dengan laju pemakanan ( $V_f$ ), besarnya sudut tersebut ditentukan geometri pahat dan cara pemasangan pada mesin bubut. Untuk nilai laju

pemakanan (f) dan kedalaman pahat (a) yang tetap maka sudut ini akan mempengaruhi lebar pemotongan (b) dan tebal geram sebelum terpotong (h) sebagai berikut :

1. Lebar pemotongan  $b = \frac{a}{\sin kr}$  ; mm.....(2.6)

2. Tebal geram sebelum terpotong  $h = \frac{f}{\sin kr}$  ; mm.....(2.7)

Dengan demikian penampang geram sebelum terpotong adalah :

$$A = f.a = b.h ; \text{ mm}$$

## 2.6 Pahat Mesin Bubut

Pahat adalah suatu alat yang terpasang pada mesin perkakas yang berfungsi untuk memotong benda kerja atau membentuk benda kerja menjadi bentuk yang diinginkan. Pada proses kerjanya pahat digunakan untuk memotong material-material yang keras sehinggamaterial dari pahat harusla lebih keras dari material yang akan dibubut. Material pahat harus mempunyai sifat-sifat :

1. Keras, kekerasan material pahat harus melebihi kekasaran dari material benda kerja.
2. Tahan terhadap gesekan, material pahat harus tahan terhadap gesekan, hal ini bertujuan pada proses pembubutan berlangsung pahat tidak mudah habis (berkurang dimensinya) untuk mencapai keakuratan dimensi dari benda kerja.
3. Ulet, material dari pahat harusla ulet, dikarenakan pada saat proses pembubutan pahat pastila akan menerima beban kejut.
4. Tahan panas, material dari pahat harusla tahan panas, karena pada saat pahat dan benda kerja akan menimbulkan panas yang cukup tinggi (25– 400°C) tergantung putaran dari mesin bubut (semakin tinggi putaran mesin bubut maka semangkin tinggi suhu yang dihasilkan).
5. Ekonomis, material pahat harus bersifat ekonomis (pemilihan material pahat harus sesuai dengan jenis pengerjaan yang dilakukan dan jenis material dari benda kerja).

Kekerasan dan tahan terhadap gesekan yang rendah tidak diinginkan pada material pahat, sebab akan menyebabkan keausan pada material pahat tersebut. Keuletan yang rendah dan ketahanan thermal yang rendah akan mengakibatkan rusaknya terhadap mata potong maupun retak mikro pada pahat yang dapat

kerusakan fatal pada pahat dan benda kerja. Sifat-sifat unggul di atas memang perlu oleh material pahat. Akan tetapi tidak semua sifat tersebut dapat dipenuhi secara berimbang. Pada umumnya kekerasan, ketahanan gesek dan ketahanan thermal yang tinggi selalu diikuti oleh penurunan keuletan.

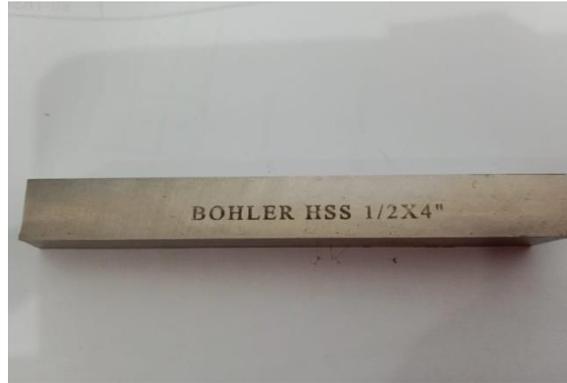
Pada mulanya untuk memotong baja digunakan baja karbon tinggi sebagai bahan dari pahat, dimana kecepatan potongnya pada waktu itu hanya bisa mencapai sekitar 10 m/menit. Berkat kemajuan teknologi kecepatan potong ini dapat dinaikkan sehingga mencapai sekitar 700 m/menit yaitu dengan menggunakan CBN (*Cubic Boron Nitride*). Kekasaran tersebut dapat dicapai berkat kekasaran yang tetap relatif tinggi meskipun temperatur kerjanya cukup tinggi. Dari kemajuan teknologi tersebut dapat diketahuibahwa hanya material dari jenis karbida dan keramik yang tetap berfungsi dengan baik pada kecepatan potong atau temperatur kerja yang tinggi. Meskipun demikian, bukan berarti hanya karbida dan keramik saja yang saat ini dipakai sebagai pahat potong tetapi jenis lain masih tetap dipilih yaitu pada saat diperlukan sifat keuletan dan nilai ekonomis yang tinggi. Namun pada saat ini material pahat yang banyak digunakan adalah HSS dan karbida.

Berdasarkan bahan pembuatnya, ada dua macam pahat bubut yang umum dipakai, yaitu :

1. Pahat *High Speed Steel* (HSS)

Pahat *High Speed Steel* (HSS) ini memiliki sifat kuat, ulet, tahan korosi, tahan beban kejut, tahan aus, dan tidak getas. Material pahat dari HSS dengan unsur paduan Cr dan W dibuat melalui proses penuangan kemudian diikuti pengerolan atau pun penempaan yang dibentuk menjadi batang atau silinder.

*High Speed Steel* (HSS) adalah baja paduan dengan kandungan 0,75–1,5% karbon (C), 4–4,5% kromium (Cr), 10% tungsten (W) dan 20% molibdenum (Mo), juga memiliki kandungan vanadium (V) hingga 5%, dan kobalt (Co) hingga 12%. *High Speed Steel* (HSS) diperkuat oleh pemanasan pada suhu tinggi (sekitar 1150–1250°C), kemudian melalui pendinginan dalam dua tahap untuk menghindari retak termal kisaran 500–600°C dan kemudian dengan suhu ruangan (Childs, Tetel. 2000). Pahat HSS dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut ini:



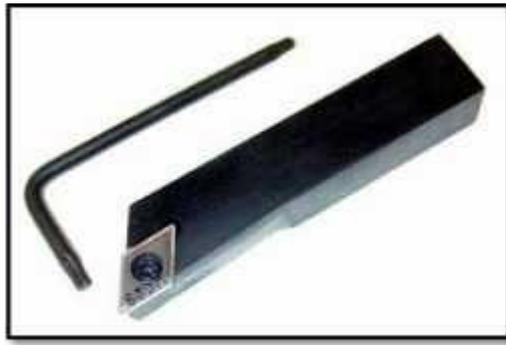
Gambar 2.11 *High speed steel (HSS)*

## 2. Pahat Karbida

Pahat karbida adalah jenis pahat yang disemen dengan bahan padat dan dibuat dengan cara sintering serbuk karbida, antara lain nitrida dan oksida dengan bahan pengikat yang umumnya dari kobalt (Co). Hot hardness karbida yang disemen akan menurun jika hanya terjadi perlunakan pada elemen pengikat. Semakin besar tingkat presentase pengikat (Co) maka yang terjadi kekerasannya akan menurun, namun sebaliknya keuletannya akan meningkat. Pahat karbida dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut ini:

Modulus elastisitasnya akan tinggi dengan berat jenisnya. Koefisien muainya  $\frac{1}{2}$  kali dari baja dan konduktivitas. Panasnya sekitar 2 hingga 3 kali dari konduktivitas panas pahat HSS. Pahat karbida memiliki 3 jenis sisipan antara lain:

- a. Karbida tungsten paduan yaitu jenis pahat karbida yang digunakan sebagai alat memotong baja (*steel cutting grade*).
- b. Karbida lapis (*coated cemented carbide*) adalah pahat carbida tungsten yang dilapisi dengan beberapa lapis karbida, nitrida oksida lain yang lebih rapuh tetapi *hot hardness* tinggi.
- c. Karbida tungsten adalah jenis pahat karbida yang digunakan sebagai alat memotong besi tuang (*cast iron cutting grade*).



Gambar 2.12 Pahat Karbida

## 2.7 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting dalam bidang manufaktur maupun dalam perancangan komponen dalam mesin. Adapun penyebab kekasaran permukaan terjadi karena beberapa faktor, diantaranya yaitu dimensi dan geometri pahat mekanisme parameter pemotongan, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran chip. Kekasaran permukaan pada benda kerja sangat mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan. Kekasaran permukaan dapat diartikan sebagai jarak rata-rata dari profil ke garis tengah dan dapat diartikan juga sebagai jarak rata-rata dari profil ke garis tengah dan dapat juga diartikan sebagai jarak dari lembah terdalam ke puncak tertinggi pada profil permukaan sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Cara pengukuran kekasaran pada profil permukaan yaitu dengan menggunakan Mitutoyo Surface Roughness Tester. Stylus (berupa jarum) pada Mitutoyo Roughness Tester. diatur sehingga berada dalam posisi stabil dengan tegak lurus terhadap permukaan benda kerja yang akan diukur. Penyimpangan rata-rata aritmatika ( $R_a$ ) merupakan jumlah rata-rata puncak tertinggi dan terendah dari setiap gelombang yang diukur pada panjang tertentu.

Penyimpangan rata-rata aritmatika ( $R_a$ ) sebagai harga rata-rata dari ordinat-ordinat profil efektif dari rata-ratanya. Profil efektif merupakan garis bentuk dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris ideal. Kekasaran lebih jelas bila dilihat dari permukaan geometris, permukaan efektif, profil geometris, dan profil efektif. (Rochim, Dalam, Yusron 2014).

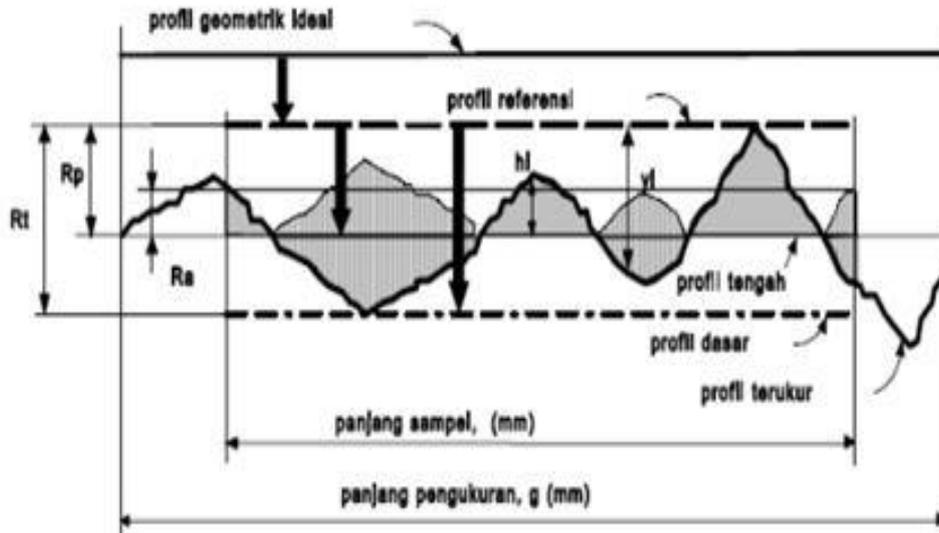
Adapun spesifikasi dari alat Mitutoyo Surface Roughness Tester dapat dilihat pada tabel 2.4 di bawah ini:

Mengukur kecepatan	: 01, 02 ,03 in/s/25, 50, 75 mm/s.
Kecepatan Kembali	: 039 in/dtk/1mm/dtk.
Detektor Z- jangkauan	: 1000, 14400pin / 100, 25, 360 $\mu\text{m}$ .
Detektor Z-Rentang Resolusi	: 08, 20, 80 $\mu\text{in}/.002, 006, 02 \mu\text{m}$ .
Skid Radius dari Lengkungan	: 40mm.
Kekuatan Selip	: Kurang dari 400Mn.
Jenis Detektor	: Induktansi diferensial.
Catu Daya (baterai)	: Ni-MH yang dapat diisi ulang.
Sumber Daya Listrik	: Adaptor AC.
Waktu Pengisian	: 4jam.
Ketahanan	: 1000 pengukur (perkiraan).
Penyimpangan Data External	: Kartu micro SD.
Unit Tampilan	: 2.05x2.59x6.3' / 52.1x65.8x160mm.
Unit Penggerak	: 4.5x9x1/115x23x26 mm.
Massa	: 1,1lbs./,5kg.

Tabel 2.4 Spesifikasi Kekasaran Mitutoyo Surface Roughness Tester,  
(Rochim, Yusron 2014)

Tingkat Kekasaran ISO Number	Nilai Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )	Panjang Sampel (mm)	Keterangan
N5	0,4	0,8	Normal
N6	0,8	0,8	Normal
N7	1,6	0,8	Normal
N8	3,2	0,8	Normal
N9	6,3	2,5	Kasar

Posisi Ra dan bentuk profil, panjang sampel dan panjang pengukuran yang dibaca oleh alat ukur kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini:



Gambar 2.13 Parameter Dalam Profil, (Rochim, Yusron 2014)

Keterangan dari Gambar 2.13 sebagai berikut:

a. Profil Geometris Ideal (*Geometrically Ideal Profile*)

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya. Bentuk profil geometris ideal ini dapat berupa garis lurus, linngkaran, dan garis lengkung.

b. Profil Referensi (*Reference profile*)

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan. Bentuknya sama dengan profil geometris ideal, tetapi tepat menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur pada panjang sampel yang diambil pada pengukuran.

c. Profil Terukur (*Measured Profile*)

Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran. Profil inilah yang dijadikan sebagai data untuk menganalisis karakteristik kekasaran permukaan produk permesinan.

d. Profil Dasar (*Roor Profile*)

Profil dasar adalah profil referensi yang di geserkan kebawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

e. Profil Tengah (*Centre Profile*)

Profil tengah adalah profil yang berada di tengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai profil terukur. Profil tengah ini sebetulnya merupakan profil referensi yang digeserkan kebawah dengan arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal sampai pada batas tertentu yang sama yaitu atas dan bawah.

ISO (*Internasional Standardization for Organization*) telah mengklasifikasikan nilai kekasaran rata-rata aritmetik (Ra) menjadi 12 tingkat, angka kekasaran permukaan ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan terjadinya kesalahan dalam menginterpretasikan satuan harga kekasaran permukaan. Dengan adanya satuan harga ini, kekasaran permukaan dapat dituliskan langsung dengan menyatakan harga Ra atau dengan menggunakan tingkat kekasaran ISO.

Karakteristik suatu kekasaran permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin. Hal tersebut perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, ketahanan, kelelahan, perekatan dua atau lebih komponen- komponen mesin. Dengan analisis dari nilai ukurnya, diharapkan dapat memenuhi syarat spesifikasi teknis. Tabel 2.5 Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran ISO dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2.5 Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran ISO.

Tingkat Kekasaran ISO Number	Nilai Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )	Panjang Sampel (mm)	Keterangan
N1	0,025	0,08	Sangat Halus
N2	0,05	0,8	Sangat Halus
N3	0,1	0,25	Halus
N4	0,2	0,25	Halus
N5	0,4	0,8	Normal
N6	0,8	0,8	Normal
N7	1,6	0,8	Normal
N8	3,2	0,8	Normal
N9	6,3	2,5	Kasar
N10	12,5	2,5	Kasar
N11	25	8	Sangat Kasar
N12	50	8	Sangat Kasar

Nilai kekasaran (ISO Number) ini ditunjukkan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan interpretasi atas satuan harga kekasaran permukaan. Karena harga suatu parameter permukaan dapat berubah bergantung panjang sampel yang berbeda. Oleh karena itu dianjurkan menggunakan panjang sampel tertentu sesuai dengan tingkat kekasaran ISO. Hal tersebut perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, ketahanan, kelelahan, perekatan dua atau lebih komponen- komponen mesin.