

# **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. 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, silicon, nitrogen, belerang, oksigen dan lainnya. (Indra Lesmono dan Yunus, 2013).

Peningkatan hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produk. Kualitas produk proses manufaktur pada pemesinan selalu dikaitkan dengan dimensi, toleransi, dan hasil dari suatu produk. Proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin frais, mesin bor, mesin skrap dan lain-lain. Salah satunya seperti mesin bubut konvensional telah dikenal fungsi dan perannya untuk membuat suatu komponen atau suku cadang yang akan semakin mudah dan efisien dengan ketelitian yang tinggi. Selain itu butuh keahlian khusus dalam pengerjaan suatu produk di pemesinan dengan ketelitian dan konsentrasi yang tinggi. Bentuk permukaan dari sebuah produk yang dihasilkan oleh mesin bubut memegang peranan penting. (Boenasir, 1994)

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. Pada penelitian ini akan melakukan jenis pembubutan rata/silindris untuk mengetahui kekasaran permukaan benda kerja pada kecepatan potong yang berbeda-beda.

Baja merupakan material yang terdapat digunakan dalam dunia industri untuk peralatan atau untuk sebagai konstruksi. 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. Secara umum baja ST-41 dapat digunakan langsung tanpa mengalami perlakuan panas, kecuali jika diperlukan pemakaian khusus, pemotongan menggunakan pahat HSS Bohler.

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

## **1.2. Masalah**

Untuk mendapatkan hasil pemotongan yang baik jika dibuat dari segi jumlah dan kualitas, maka harus dipilih suatu besaran-besaran kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong dan waktu pemotongan. Kecepatan potong yang tinggi akan mempercepat selesainya suatu produk, namun dipihak lain ini

juga akan mempercepat keausan pahat yang sekaligus akan memperpendek umur pahat. Untuk mendapatkan kondisi pemotongan yang optimal perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan parameter pemotongan yang optimal. Adapun parameter tersebut adalah kecepatan potong, *feeding*, dan kedalaman pemotongan.

### **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. Menggunakan mesin bubut konvensional
2. Diameter benda yang dikerjakan 23 mm, 26 mm, 29 mm dan panjang benda 150 mm
3. Menggunakan pahat HSS Bohler
4. Menggunakan kecepatan potong yang bervariasi
5. Material Baja ST-41
6. Panjang benda yang di bubut masing-masing tingkatan 40 mm

### **1.4. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong menggunakan mata pahat HSS Bohler dengan material Baja ST-41.
2. Untuk mengetahui nilai Ra atau kekasaran pada permukaan benda kerja.
3. Untuk mengetahui waktu pembubutan di setiap permukaan poros.
4. Untuk mengetahui nilai keausan pahat.

### **1.5. Manfaat**

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

- a. Menambah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Mesin bubut dengan proses pembubutan
- 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 mengetahui dan menentukan parameter pemesinan untuk mendapatkan hasil pengukuran kekasaran permukaan yang diinginkan dari perbedaan kecepatan putara mesin dan diameter benda yang digunakan
- e. Menambah ilmu pengetahuan teori dan teknologi proses pemotongan Baja ST-41

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. 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, silicon, 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. Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu :

##### 1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon antara 0,025–0,25% C. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10–30 kg karbon.

Tabel 2.1 Kadar Karbon Rendah

No	Kadar Karbon	Berat Karbon	Pembuatan
1	0,025% - 0,25%	10–30 kg	Plat baja, batangan, profil

Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja sebagai berikut :

- a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*) yang mengandung 0,03–0,10% C untuk dijadikan baja-baja plat atau strip.
- b. Baja karbon rendah yang mengandung 0,05% C yang digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- c. Baja karbon rendah yang mengandung 0,15–0,20% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.

## 2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) mengandung karbon antara 0,25–0,55% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30–60 kg. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

Tabel 2.2 Kadar Karbon Menengah

No	Kadar Karbon	Berat Karbon	Pembuatan
1	0,25% - 0,55%	30-60 kg	Roda gigi, pegas

## 3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,56–1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70–130 kg. Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak

digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya.

Tabel 2.3 Kadar karbon tinggi

No	Kadar Karbon	Berat Karbon	Pembuatan
1	0,56% –1,7%	70–130 kg	Kikir, pisau, gergaji

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*.

Dalam pembubutan baja yang sering digunakan yaitu berbentuk Poros atau yang biasa juga disebut *shaft*, Penampang dari sebuah poros biasanya adalah bulat. Baja berbentuk 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. Definisi dan Klasifikasi 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. (Marsyahyo, 2003).

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.

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. Pahat tersebut dipasang pada suatu jenis mesin perkakas dan dapat disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Gerakan relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam

komponen gerakan yaitu gerak potong (*cutting movement*) dan gerak makan (*feeding movement*). Menurut jenis kombinasi gerak potong dan gerak makan maka proses pemesinan dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam proses, salah satunya yaitu proses bubut (*turning*). Mesin perkakas yang digunakan adalah mesin bubut (*lathe*).

### **2.3. Permukaan**

Permukaan adalah suatu elemen mesin apabila ditinjau dengan skala yang kecil merupakan suatu karakteristik geometri yang dapat berupa mikro geometri. Konfigurasi permukaan akan memegang peranan penting dalam perencanaan elemen mesin, yaitu yang berhubungan dengan gesekan, keausan, pelumasan, tahanan kelelahan dari komponen, perekatan dua atau lebih komponen-komponen mesin dan sebagainya. Untuk menerjemahkan karakteristik permukaan suatu elemen mesin ke dalam gambar teknik diperlukan parameter-parameter guna mengidentifikasi konfigurasi permukaan. Akan tetapi, sampai saat ini parameter-parameter yang ada belum dapat menjelaskan suatu permukaan permasalahan yang kompleks. (Rudi Salam dan Sunarto, 2020)

Akibat tidak sempurnanya alat ukur, cara pengukuran dan cara evaluasi hasil pengukuran suatu permukaan benda kerja yang sesungguhnya (*real, surface*) tidak dapat dibuat grafiknya atau duplikatnya, melainkan hanya mendekati bentuk sesungguhnya. Permukaan yang mendekati bentuk permukaan sesungguhnya disebut permukaan terukur (*measure surface*). Akibat penyimpangan-penyimpangan selama proses pemotongan maka permukaan geometris ideal (*geometrically idealsurface*) yaitu permukaan yang dianggap mempunyai bentuk

yang sempurna, tidak mungkin dapat dibuat, sedangkan permukaan yang disyaratkan pada gambar teknik dengan cara-cara standart tertentu disebut permukaan nominal (*nominal surface*). Profil adalah garis yang dihasil pada proses pemotongan, khususnya pemotongan orthogonal dan pemotongan miring (*oblique*).

#### **2.4. Kekasaran Permukaan**

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang benar-benar halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Akan tetapi, dengan kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian. (Riski Patli, 2021)

Hal-hal yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan:

##### **1. Pahat Bubut**

Dalam proses pemotongan pahat bubut merupakan perkakas terpenting dari mesin bubut yang fungsinya untuk menyayat benda kerja sehingga menjadi produk dengan bentuk dan ukuran serta mutu permukaan sesuai yang direncanakan.

Dalam proses pemotongan, benda kerja bergerak *relative* terhadap pahat dan membuang sebagian dari material benda kerja yang lazim disebut tatalsementara itu benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang di

kehendaki. Adapun sifat-sifat bahan yang harus dipenuhi untuk setiap bahan pahat adalah mampu menahan pada pelunakan yang tinggi, harus lebih keras dari benda kerja dan mempunyai ketahanan yang tinggi untuk mengatasi retakan.

## 2. Pendingin

Fungsi pendingin adalah untuk mengontrol temperatur pemotongan dan pelumasan. Aplikasi pendinginan ini adalah memperbaiki kualitas benda kerja selama mengalami proses pemakanan secara terus menerus oleh pahat dan memperbaiki umur pahat sehingga permukaan benda kerja yang dihasilkan lebih baik kekasarannya. Pada proses mendinginkan benda kerja akibat panas yang terjadi dari dua benda saling bergesekan dengan syarat-syarat pendingin meliputi:

- a. Mempunyai daya dingin yang baik
- b. Mempunyai lumas yang baik
- c. Mempunyai sifat netral terhadap benda kerja yakni menimbulkan karat
- d. Tidak mengganggu kesehatan
- e. Tidak cepat menguap.
- f. Tidak merusak tekstur benda kerja

## 3. Material Bahan

Material bahan merupakan factor yang ikut menentukan kualitas hasil pembubutan. Hal ini berkaitan dengan sifat yang dimiliki oleh bahan itu sendiri, seperti sifat keras, lunak, dan lain-lain. Sifat yang paling dominan terdapat dalam suatu bahan adalah sifat keras dengan tingkat kekerasan bahan sangat bervariasi dengan kandungan kadar karbon (C) dalam bahan tersebut. Untuk tiap

tingkat kekerasan bahan tersebut, apabila dikerjakan pada mesin produksi termasuk pada pembubutan akan memiliki tingkat kualitas permukaan yang berbeda-beda pada masing masing tingkat kekerasan bahan tersebut. Hal ini dapat terjadi karena sifat bahan tersebut yang memiliki karakteristik masing-masing. Pada Baja ST-41 untuk mendalami pengaruh variabel dan kondisi pemotongan terhadap hasil kekasaran permukaan. Maka akan dilakukan penelitian secara eksperimental menggunakan pahat HSS Bohler pada pemotongan Baja ST-41 tanpa menggunakan cairan pemotongan (*Dry Machining*).

### **2.5.1 Proses Pengujian Kekasaran**

Pada proses pengujian kekasaran ada beberapa tahapan dalam proses pengujian kekasaran, yaitu sebagai berikut:

1. Bahan uji yang telah dipotong kemudian diberi nomor urut agar memudahkan dalam pengumpulan data.
2. Setiap permukaan bahan uji akan diukur tingkat kekasarannya dengan cara meletakkan *surface tester* pada permukaan sampel yang diukur.
3. Hasil pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan nilai kekasarannya pada monitor *surface tester* tersebut.
4. Dengan selesainya pengukuran kekasaran permukaan, maka data hasil pengukuran telah siap untuk digunakan.
5. Pengukuran kekasaran dilakukan 3 titik permukaan di setiap tingkat poros yang berbeda kekasarannya.

## 2.5. Mesin Bubut

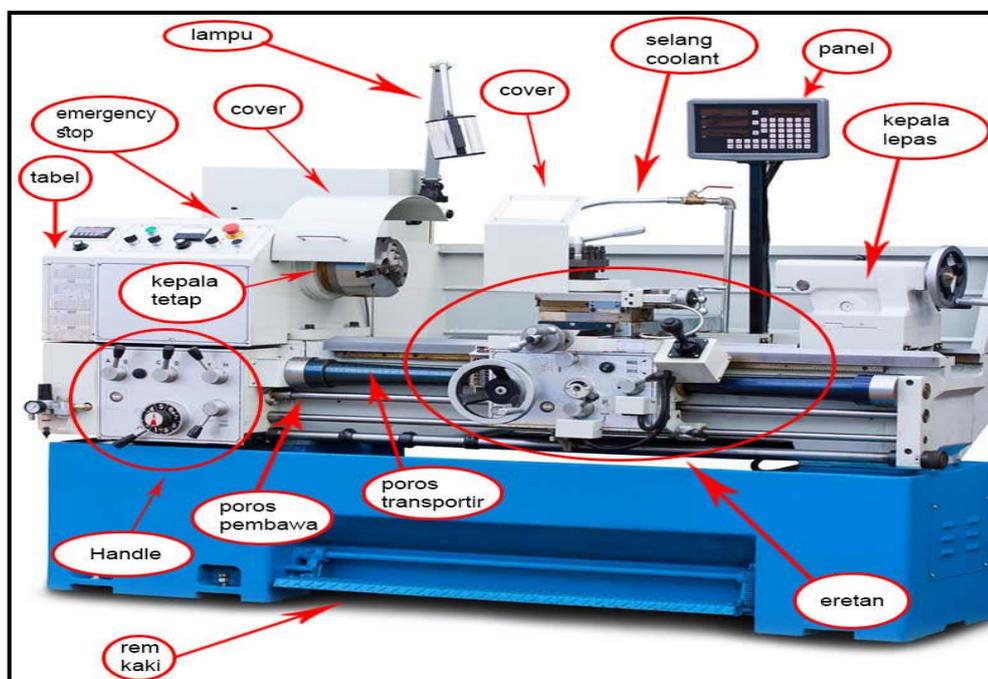
Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan pahat potong sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang 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*). (Daryanto, 1992)

Alat potong atau pahat yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan ditempelkan pada benda kerja yang berputar sehingga benda kerja terbentuk sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Fungsi utama mesin bubut dalam pembahasan mesin bubut konvensional yaitu untuk membuat benda berpenampang silindris, misalnya poros lurus, poros bertingkat (*step shaft*), poros tirus (*cone shaft*), poros beralur (*groveshaft*) poros berulir (*screw thread*) dan berbagai bentuk bidang permukaan silindris lainnya. (Daryanto, 1987)

Pada kelompok mesin bubut juga terdapat bagian-bagian otomatis dalam pergerakannya bahkan juga ada yang dilengkapi dengan layanan sistem otomatis, baik yang dilayani dengan sistem hidrolis ataupun elektrik. Ukuran mesinnya pun tidak semata-mata kecil karena tidak sedikit mesin bubut konvensional yang dipergunakan untuk mengerjakan pekerjaan besar seperti yang dipergunakan pada industri perkapalan dalam membuat atau merawat poros baling-baling kapal yang diameternya 1.000 mm atau lebih. Terdapat beberapa jenis mesin bubut yaitu Mesin bubut konvensional dan *Computer Numerically Controlled (CNC)*.

Prinsip kerja Mesin bubut memanfaatkan gerak putar untuk mengerjakan benda kerja yang sedang dikerjakan, benda kerja ini dijepit oleh cekam dan terhubung dengan spindle utama. Untuk proses pemakanan menggunakan pahat sebagai alat potong.



Gambar 2.1 Mesin Bubut

## 2.6. 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.

Meja mesin ini harus memiliki permukaan yang halus dan rata, sehingga gerak kepala lepas dan eretan menjadi lancar.



Gambar 2.3 Meja mesin (*bed*)

### 3. Eretan (*carriage*)

Bagian ini dari mesin bubut yang berfungsi sebagai pembawa dudukan pahat potong seperti pada gambar 2.4 terdiri dari bagian engkol dan transporter.



Gambar 2.4 Eretan

### 4. Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas digunakan untuk sebagai dudukan senter putar sebagai pendukung benda kerja pada saat pembubutan, dudukan bor tangkai tirus dan cekam bor sebagai penjepit bor seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Kepala Lepas

### 5. Penjepit pahat

Penjepit pahat digunakan untuk menjepit atau memegang pahat potong seperti pada gambar 2.6



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 digunakan 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)

## 2.7. 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 kearah melintang sampai kedalaman pemotongan yang dikehendaki. gerakan ini disebut "*adjusting motion*".

## 2.8. Pembubutan

Pada pembubutan dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:

### 1. Pembubutan Keras

Pembubutan keras merupakan proses permesinan dari material besi yang dikeraskan dengan nilai kekerasan diatas 45 HRC dengan tujuan untuk menyelesaikan benda kerja langsung dari material benda yang dikeraskan. Pertumbuhan dari proses pembubutan keras didapatkan dari perkembangan jenis pahat yang lebih baru seperti Cubic Boron Nitride (CBN), Polycrystalline Cubic Boron Nitride (PCBN), Chemical Vapor Deposition (CVD), Physical Vapor Deposition (PVD), dan pahat ceramic sejak 1970. Pengurangan biaya permesinan, penghilangan cairan pemotongan, peningkatan efisiensi dan flexibility, dan pengurangan waktu set up dibandingkan dengan proses penggerindaan.

Keuntungan besar dari pemesinan keras adalah lingkungan yang kering, dikarenakan hilangnya cairan pemotongan.

Kita telah ketahui, jika kekerasan dari benda kerja meningkat, maka semakin sulit dilakukan pemesinan, keausan pahat, hasil permukaan dan integritas permukaan akan menjadi masalah yang signifikan. Namun masih dimungkinkan untuk menggunakan pemesinan tradisional untuk logam dan campuran yang keras dengan menggunakan pahat yang sesuai dengan material benda keras dan menggunakan pahat dengan kekakuan yang tinggi, kekuatan dan kepresisian yang tinggi. Contoh yang umum adalah proses pemesinan akhir terhadap baja perlakuan panas (45-65 HRC) poros, roda gigi dan berbagai macam komponen menggunakan polycrystalline cubic-boron nitride (PcBN), cermet, pahat keramik.

## 2. Pembubutan Kering

Pembubutan kering merupakan proses pembubutan yang masih tren sejak pertengahan 1990 untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan daripada cairan pemotongan. Proses ini mengajak industri manufaktur untuk melakukan proses dari pemesinan kering. Berikut ini adalah keuntungan melakukan pemesinan kering, yaitu :

- a. Mengurangi dampak kerusakan lingkungan akibat dari penggunaan cairan pemotongan, meningkatkan kualitas udara dalam pabrik dan mengurangi resiko pada kesehatan.
- b. Meningkatkan kualitas permukaan produk. Teknik yang biasa digunakan dalam pembubutan kering ini adalah dengan menggunakan pahat *Chemical Vapor Deposition (CVD)* dan *Physical Vapor Deposition (PVD)*. Akan

tetapi pahat PVD lebih diunggulkan daripada CVD karena temperature proses yang lebih rendah dan lebih ramah lingkungan.

- c. Mengurangi ongkos produksi, terutama ongkos pemeliharaan, daur ulang dan pembuangan cairan pemotongan.

Proses pembubutan tidak terlepas dari komponen utamanya yaitu mesin bubut. Prinsip kerja mesin ini adalah menghilangkan bagian dari benda kerja dengan cara menyayat benda kerja untuk memperoleh suatu bentuk tertentu dimana benda kerja berputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar benda kerja.

## 2.9. Elemen Dasar Proses Membubut

Ada beberapa parameter yang harus diatur agar proses pemesinan bisa menghasilkan benda kerja dengan spesifikasi yang diharapkan, yaitu sebagai berikut (Rochim, T. 1993) :

### 1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed - Cs*)

Kecepatan potong (*Cs*) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau *feet/* menit). Adapun kecepatan potong dipengaruhi oleh material benda kerja dan pahat potong. Persamaan yang menyatakan hubungan tersebut adalah

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

Keterangan :

*Cs* = kecepatan potong(m/min)

$d$  = diameter benda kerja

$n$  = kecepatan putar poros utama/benda kerja, (*rpm*)

$\pi$  = nilai konstanta = 3,14

Pada kecepatan potong terdapat berbagai macam jenis bahan benda kerja yang umum dikerjakan pada proses pemesinan. Sehingga dalam penggunaan kecepatan potong ini tinggal menyesuaikan antara jenis bahan yang akan dibubut dan jenis alat potong yang digunakan.

Sedangkan untuk bahan-bahan khusus/spesial, tabel Cs-nya dikeluarkan oleh pabrik pembuat bahan tersebut. Pada tabel kecepatan potong (Cs) juga disertakan jenis bahan alat potongnya. Yang pada umumnya, bahan alat potong dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu HSS (*High Speed Steel*) dan karbida (*carbide*).

Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa dengan alat potong yang bahannya karbida, kecepatan potongnya lebih besar jika dibandingkan dengan alat potong HSS (Tabel 2.2).

Tabel 2.4 Kecepatan Potong Bahan

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja lunak( <i>Mild Steel</i> )	18–21	60 –70	30–250	100–800
Besi Tuang( <i>Cast Iron</i> )	14–17	45–55	45–150	150–500
Perunggu	21–24	70–80	90–200	300–700
Tembaga	45–90	150–300	150–450	500–1500
Kuningan	30–120	100–400	120–300	400–1000
Alumunium	90–50	300–500	90–180	a–600

## 2. Kecepatan Putaran Mesin (*Revolution Per Menit - RPM*)

Kecepatan putaran mesin bubut adalah kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit

(*Rpm*). Maka dari itu untuk mencari besarnya putaran mesin sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kecepatan potong dan keliling benda kerjanya. Pada nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerjanya.

Karena satuan kecepatan potong (*Cs*) dalam meter/menit sedangkan satuan diameter benda kerja dalam milimeter, maka pada satuannya harus disamakan terlebih dahulu yaitu dengan mengalikan nilai kecepatan potongnya dengan angka 1000 mm. Maka rumus untuk putaran mesin menjadi :

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

Keterangan :

$n$  = kecepatan putar poros utama / benda kerja, (*rpm*)

$Cs$  = kecepatan potong (*m/min*)

$d$  = diameter benda kerja

$\pi$  = nilai konstanta = 3,14

### 3. Kecepatan Pemakanan (*Feed – F*)

Kecepatan pemakanan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kesiapan mesin ini dapat diartikan, seberapa besar kemampuan mesin dalam mendukung tercapainya kecepatan pemakanan yang optimal.

Disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi

karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus atau waktu pembubutan lebih cepat, dan pada proses penyelesaiannya (*finising*) digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus atau waktu pembubutan lebih cepat.

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

$$F = f \times n(\text{mm/menit})\dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

F = kecepatan Pemakanan (*Feeding*) (mm/menit)

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

n = kecepatan putar poros utama/benda kerja, (*rpm*)

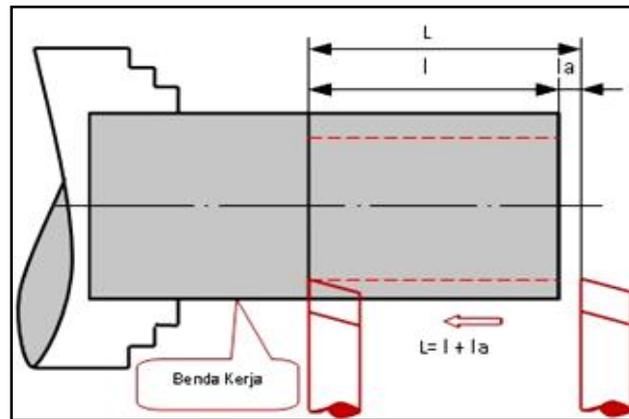
#### 4. Waktu Pemesinan Bubut (Tc)

Dalam membuat suatu produk atau komponen pada mesin bubut, lamanya waktu proses pemesinannya perlu diketahui/dihitung. Hal ini penting karena dengan mengetahui kebutuhan waktu yang diperlukan, perencanaan dan kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Apabila diameter benda kerja, kecepatan potong dan kecepatan penyayatan atau penggeseran pahatnya diketahui, maka waktu pembubutan dapat dihitung.

##### a. Waktu Pemesinan Bubut Rata

Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan rata ditambah mulai awal pahat ( $l_a$ ), atau:  $L_{total} =$

$\ell a + \ell$  (mm). Untuk nilai kecepatan pemakanan ( $F$ ), dengan berpedoman pada uraian sebelumnya  $F = f \cdot n$  (mm/putaran).



Gambar 2.10 Panjang Pembubutan Rata

Keterangan:

$L$  = panjang total pembubutan rata (mm)

$\ell$  = panjang pembubutan rata (mm)

$\ell a$  = jarak star pahat (mm)

Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diuraikan diatas, maka perhitungan waktu pemesinan bubut rata ( $t_m$ ) dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = \frac{L}{F} \text{ menit} \dots\dots\dots(2.4)$$

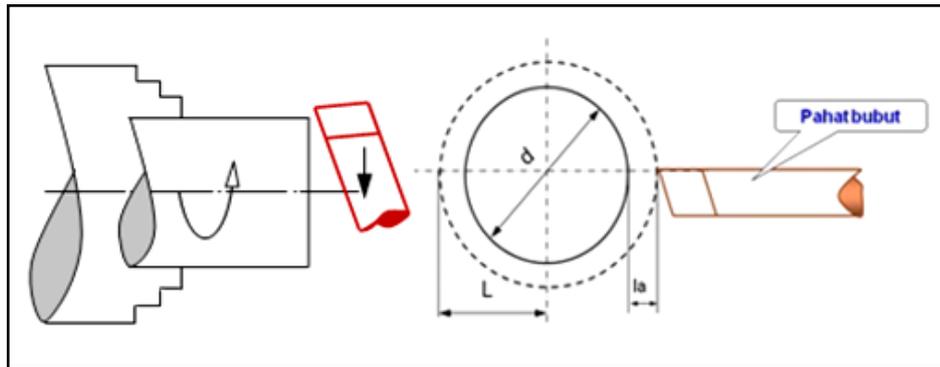
Keterangan:

$L$  = panjang total pembubutan rata (mm)

$F$  = kecepatan pemakanan (mm/menit)

#### b. Waktu Pemesinan Bubut Muka (*Facing*)

Perhitungan waktu pemesinan bubut muka pada prinsipnya sama dengan menghitung waktu pemesinan bubut rata, perbedaannya pada arah pemakanan yaitu melintang. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan ( $L$ ) adalah panjang pembubutan muka ditambah star awal pahat ( $\ell a$ ).



Gambar 2.11 Panjang Pembubutan Muka

#### 5. Kecepatan Penghasil Geram (Z)

$$Z = F \cdot \ell \cdot a \text{ (cm}^3\text{/min) .....(2.5)}$$

Keterangan :

F = kecepatan pemakanan (mm/menit)

$\ell$  = panjang pembubutan/gerak makan (mm)

a = kedalaman potong (mm)

### 2.10. Pahat

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 sehingga material dari pahat haruslah lebih keras dari material yang akan dibubut. Material pahat harus mempunyai sifat-sifat :

1. Keras, kekerasan material pahat harus melebihi kekerasan 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 haruslah ulet, dikarenakan pada saat proses pembubutan pahat pastila akan menerima beban kejut.
4. Tahan panas, material dari pahat haruslah 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 semakin 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.

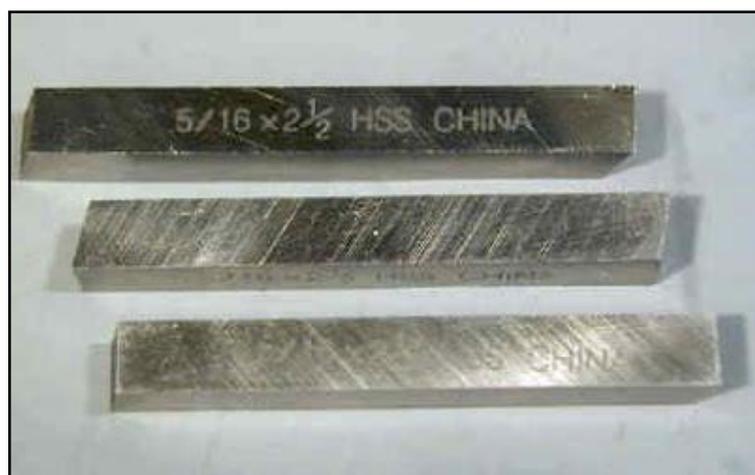
Sifat-sifat unggul di atas memang perlu oleh material pahat. Akan tetapi tidak semua sifat tersebut dapat dipenuhi secara berimbang. Pada umumnya kekerasan, ketahanan gesek dan ketahanan *thermal* yang tinggi selalu diikuti oleh penurunan keuletan. Pada saat ini material pahat yang banyak digunakan adalah 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. Apabila sudah aus, pahat HSS dapat diasah lagi sehingga mata potongnya tajam kembali, karena sifat keuletan yang relatif baik dari pahat tersebut maka sampai saat ini pahat HSS masih tetap digunakan.

*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, *Tetal.* 2000).



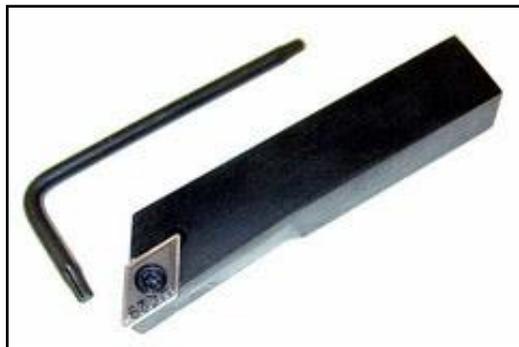
Gambar 2.12 *High Speed Steel* (HSS)

## 2. Pahat Carbide

Pahat Carbide 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.

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*).



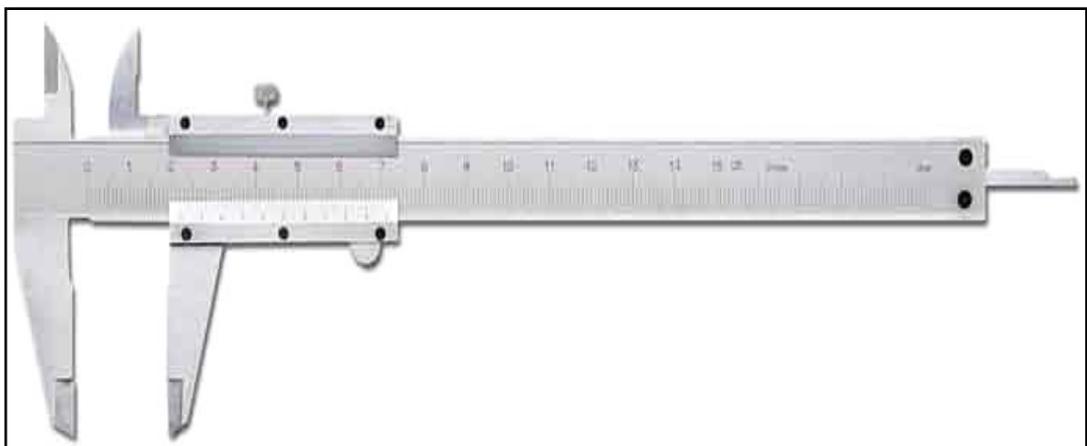
Gambar 2.13 Pahat Carbide

### 2.11. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat pengukur yang digunakan sebagai pengukur diameter suatu benda. Alat ukur ini digunakan untuk mengukur diameter benda kerja pada proses pembubutan agar mendapatkan hasil yang diinginkan setelah dibubut. Jangka sorong sering digunakan untuk mengukur panjang benda, diameter benda, kedalaman benda, dan ketebalan suatu benda. Adapun tingkat keakuratan dan ketelitian jangka sorong adalah 0,1 mm.

Alat ukur ini memiliki fungsi dalam proses pembubutan, berikut ini adalah fungsi Jangka Sorong, yaitu :

1. Untuk mengukur panjang suatu benda dengan ketelitian 0,1 mm (rahang tetap dan rahang geser bawah).
2. Rahang tetap dan rahang geser atas, untuk mengukur diameter benda yang sangat kecil misalnya cincin, pipa, dan lain-lain.
3. Tangkai ukur di bagian bawah, untuk mengukur kedalaman misalnya kedalaman tabung, lubang kecil, atau perbedaan tinggi yang kecil.
4. Untuk mengukur suatu benda dari sisi luar dengan cara diapit.



Gambar 2.14 Jangka Sorong