

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Untuk membuat suatu produk komponen mesin dilakukan dengan menggunakan mesin perkakas yaitu melalui proses bubut. Pada proses tersebut banyak faktor- faktor atau parameter yang mempengaruhi hasil dari proses pembubutan. Selama proses pemesinan berlangsung terjadi interaksi antara pahat dan benda kerja terpotong sedangkan pahat akan mengalami gesekan. Akibat gesekan ini pahat akan mengalami keausan. Keausan pahat semakin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan (perlu pergantian pahat). Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan pahat ini yang disebut sebagai umur pahat. Pemotongan logam dengan proses bubut membutuhkan parameter yang melibatkan kondisi pemotongan dari kemampuan pahat potong. Untuk mencapai kondisi pemotongan yang optimal diperlukan adanya kombinasi antara kecepatan potong, pemakanan dan kedalaman potong yang terkait dengan umur pahat dan kualitas permukaan hasil pemesinan.

Proses pemesinan dengan pembubutan kering bahwa kecenderungan terbentuknya penumpukan geram lebih besar dibandingkan dengan pemesinan basah. (Bulloch, 2004) menatakan bahwa temperature tinggi pada permukaan termesin akan menyebabkan terjadinya perubahan mikrostruktur pada benda kerja hasil permesinan. Untuk mengatasi hal ini perlu dipilih pahat yang memiliki sifat

perlakuan tinggi dan tahan terhadap temperatur tinggi maka aktif dari pahat tersebut sangat berpotensi menyebabkan terjadinya keausan dengan konsekuensi akan mempengaruhi gaya pemotongan maupun dapat mempengaruhi permukaan benda kerja hasil pemesinan.

Dari penjelasan diatas kecenderungan yang akan terjadi keausan pada pahat seperti aus tepi (*Flank Wear*), aus kawah (*Crater Wear*), penumpukan geram (*BUE*). Srejeith dan Ngoi (2000) juga menyatakan bahwasanya pembubutan kering berhasil dilakukan pada logam besi tuang, baja karbon, dan paduan Tin. Permasalahan yang mungkin akan timbul dengan pembubutan kering pada proses pemotongan logam adalah terjadinya gesekan dan panas yang tinggi dengan membubut baja AISI 1045, Penurunan kecepatan potong akan menyebabkan geram kontiniu dan melekatnya geram pada permukaan dan terjadinya chatter dapat mempengaruhi hasil permukaan dan umur pahat. Penelitian pada skripsi ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong terhadap umur pahat melalui proses pemesinan kering. Dengan dilakukannya kecepatan potong tinggi pada pembubutan kering maka BUE tidak akan terbentuk.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari latar belakang masalah diatas, maka perumusan masalah yang dapat dibahas adalah:

1. Bagaimana mengetahui pengaruh kecepatan potong terhadap umur pahat karbida menggunakan baja AISI 1045 setelah proses pembubutan CNC.
2. Bagaimana kualitas jenis baja AISI 1045.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pahat Pahat yang digunakan pada proses pembubutan ini adalah pahat karbida berlapis.
2. Benda kerja yang digunakan sebagai objek penelitian adalah baja karbon sedang AISI 1045 dengan ukuran panjang benda kerja 30 cm dengan diameter 50 mm.
3. Parameter Pembubutan dengan tebal pemotongan 1 mm konstan.  
kecepatan potong ( $V_c$ ) sebesar 100 m/min, 150m/min, 200m/min dengan feeding sebesar 0,25 mm/rev.
4. Proses pemesinan menggunakan mesin bubut CNC
5. Metode pembubutan adalah pembubutan kering

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kecepatan pemotongan terhadap nilai umur pahat pada pembubutan baja AISI 1045 dengan menggunakan mata pahat karbida .
2. Mengetahui standart umur pahat karbida dari proses pembubutan baja AISI 1045 dengan pembubutan CNC.
3. Untuk mengaetaahui parameter kondisi pemesinan yang optimal pada pembubutan baja AISI 1045

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai masukan dan pertimbangan bagi perkembangan penelitian sejenis dimasa yang akan datang.
2. Mengetahui pengaruh kecepatan pemotongan terhadap umur pahat karbida berlapis pada baja AISI 1045.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Proses Permesinan**

Proses permesinan adalah suatu proses yang dilakukan untuk mengubah suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong, agar mendapatkan bentuk yang diinginkan dari produsen barang-barang teknik. (Taufiq Rochim: 2007)

Proses permesinan dilakukan untuk menciptakan produk melalui beberapa tahapan-tahapan dari bahan baku untuk diproses dengan cara-cara tertentu secara urut dan sistematis agar menghasilkan suatu produk yang diinginkan dan berguna sesuai fungsinya. (Marsyahyo : 2003)

Proses permesinan merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja atau mungkin juga proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan, dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati kepada bentuk sesungguhnya.

#### **2.2 Klasifikasi & Elemen Dasar Permesinan**

Komponen mesin yang dibuat dari logam memiliki bentuk yang beraneka ragam. Pada umumnya komponen-komponen tersebut dibuat dengan proses permesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (casting) dan proses pengolahan bentuk (metal forming). Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses permesinan yang dilakukan pun

beraneka ragam sesuai bidang yang dihasilkan silindrik atau rata. (Taufiq Rochim : 2007)

Setelah berbagai aspek ditinjau pembuangan geram yang paling cepat dilakukan dengan cara pemotongan, untuk itu ada lima elemen dasar proses permesinan yang perlu diketahui, yaitu:

1. Kecepatan Potong (cutting speed) :  $v$  (m/min)
2. Kecepatan Makan (feeding) :  $vf$  (mm/min)
3. Kedalaman Potong (depth of cut) :  $a$  (mm)
4. Waktu Pemotongan (cutting time) :  $tc$  (min)
- 5.. Kecepatan Penghasil Geram (rate of metal removal) :  $z$  (cm<sup>3</sup>/min)

Kelima elemen dasar proses pemesinan ini dihitung berdasarkan dimensi benda kerja dan pahat serta besaran mesin perkakas yang digunakan.

### 2.3 Mesin Bubut CNC

Mesin CNC singkatan dari Computer Numerically Controlled merupakan suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (data perintah dengan kode angka, huruf dan simbol) sesuai standart ISO. Sistem kerja teknologi CNC ini akan lebih sinkron antara komputer dan mekanik, sehingga bila dibandingkan dengan mesin perkakas yang sejenis, maka mesin perkakas CNC lebih teliti, lebih tepat, lebih fleksibel dan cocok untuk produksi masal. Dengan dirancangnya mesin perkakas CNC dapat menunjang produksi yang membutuhkan tingkat kerumitan yang tinggi dan dapat mengurangi campur tangan operator selama mesin beroperasi.

Bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan ke ujung mata pahat yang digerakkan secara sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Disaat sekarang ini rata-rata perusahaan pemasok komponen-komponen mesin lebih memilih mesin bubut CNC daripada mesin bubut konvensional dikarenakan mesin bubut CNC lebih akurat hasil pengerjaannya, jika dibandingkan dengan mesin bubut konvensional hasil pengerjaannya akan jauh berbeda karena mesin bubut konvensional terkadang tidak sesuai dengan keinginan para produsen tersebut. (Daryanto, 1992. Mesin Perkakas Bengkel, Jakarta : Rineka Cipta)



Gambar 2. 1 Mesin Bubut CNC

Dalam proses bubut yang diutamakan adalah kecepatan potong (cutting speed atau  $v$ ) dan kecepatan pemakanan (feeding speed atau  $v_f$ ) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar dan kecepatan pemakanan digambarkan gerakan makan mata pahat dikalikan dengan kecepatan putaran benda kerja.

### 2.3.1 Pemesinan Kering ( *Dry Machining* )

Pemesinan kering adalah proses pemesinan yang tidak menggunakan fluida pendingin dalam pemotongannya. Karena selain tidak ada cairan dalam 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 antar permukaan benda kerja dan pahat potong, kecepatan keluar serpihan, serta temperatur potong yang tinggi. dan hal tersebut semuanya terkait dengan parameter pemesinan. Secara umum industri pemesinan pemotongan logam melakukan pemesinan kering adalah untuk menghindari pengaruh buruk akibat cairan pemotongan yang dihasilkan oleh pemesinan basah.

### 2.3.2 Jenis-jenis Mesin Bubut CNC

Pada dasarnya desain atau type mesin bubut CNC dibuat sesuai sesuai kebutuhan. Sesuai kebutuhannya mesin bubut CNC dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Mesin bubut CNC kecil
2. Mesin bubut CNC sedang
3. Mesin bubut CNC besar

Ketiga mesin CNC tersebut memiliki sistem kerja yang sama, tetapi yang berbeda hanya kegunaannya dilapangan yang berbeda. Mesin bubut CNC kecil dapat kita temukan di sekolah-sekolah atau tempat-tempat pelatihan, yang biasanya dipergunakan untuk belajar pengoperasian dan untuk penelitian. Sedangkan mesin

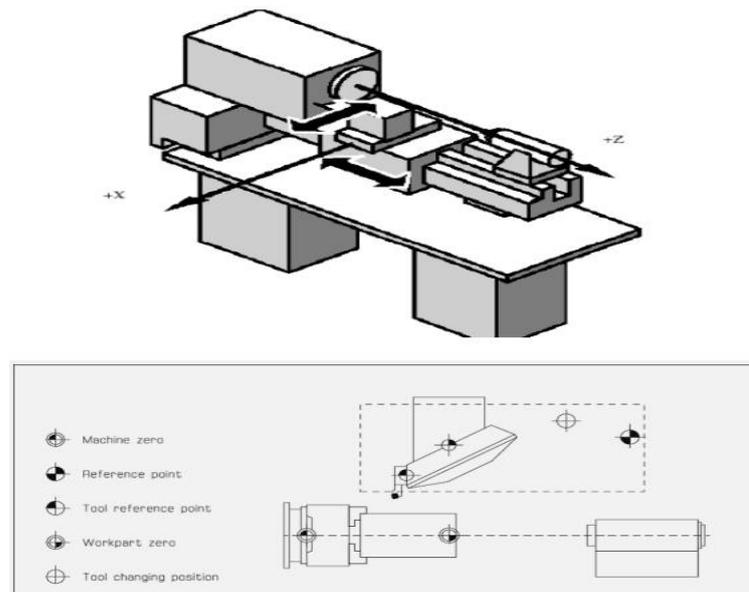
bubut CNC sedang dan besar dapat kita temukan diperusahaan-perusahaan. Hal ini disesuaikan dengan tuntutan konsumen yang menghendaki kualitas benda kerja yang presisi, berkualitas sama baiknya, dalam waktu singkat dan dalam jumlah yang banyak, akan lebih mudah dikerjakan dengan mesin bubut CNC (Computer Numerically Controlled) yaitu mesin yang dapat berkerja melalui pemograman yang dilakukan dan dikendalikan melalui komputer. (Wirawan Sumbodo,2008)

### 2.3.3 Sistem Persumbuan Mesin Bubut CNC

Mesin bubut CNC mempunyai prinsip gerak dasar seperti halnya mesin bubut konvensional yaitu gerakan ke arah melintang dan horizontal dengan sistem kordinat sumbu X dan Y. Sistem kerja mesin bubut CNC sama seperti mesin bubut konvensional yaitu benda kerja yang dicekam bergerak sedangkan pisau pemotong diam. Untuk arah gerakan pada mesin bubut diberi tanda sebagai berikut :

1. Sumbu X untuk arah gerakan melintang tegak lurus terhadap sumbu putar.
2. Sumbu Z untuk arah gerakan memanjang yang sejajar sumbu putar.

Untuk memperjelas fungsi dari sumbu-sumbu yang terdapat pada mesin bubut CNC ini dapat dilihat gambar berikut.



Gambar 2. 2 Sistem Koordinat Pada Mesin Bubut CNC.

#### 2.3.4 Bagian-bagian Utama Mesin Bubut CNC

Keterangan :

1. Tombol *Emergency*.
2. Kepala lepas.
3. Rumah pahat (*revolver*).
4. Cekam.
5. Eretan.
6. Panel control CNC.
7. Meja mesin.
8. *Control lock*.
9. *Start*.
10. Badan Mesin.

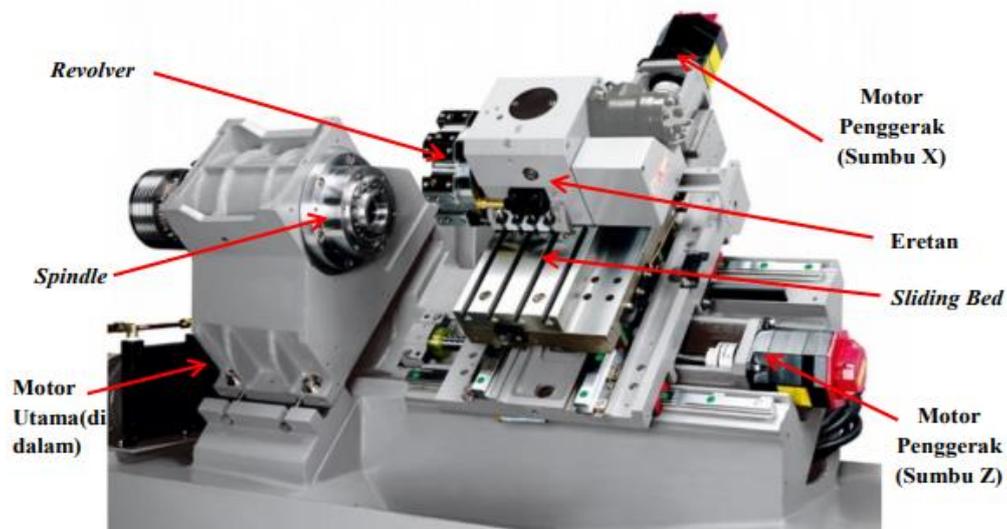


Gambar 2. 3 Bagian-bagian Mesin Bubut CNC.

Secara umum mesin bubut CNC terdiri dari 3 bagian, yaitu bagian mekanik serta bagian kontrol dan tampilan program.

#### 1. Bagian Mekanik

Bagian-bagian utama dari bagian mekanik mesin bubut CNC yaitu sebagai berikut :



Gambar 2. 4 Bagian Mekanik Mesin Bubut CNC

a. Motor Utama

Motor utama merupakan motor penggerak yang berfungsi untuk memutar spindle utama dimana pada spindle utama tersebut terpasang cekam yang sekaligus akan memutar benda kerja.

b. Eretan

Eretan atau support adalah gerak persumbuan jalannya eretan mesin dalam arah memanjang dan melintang sumbu utama (arah sumbu Z dan sumbu X). Pada mesin bubut CNC umumnya eretan dibagi menjadi dua, yaitu eretan yang memanjang (sumbu X) dan eretan yang melintang (sumbu Z).

c. Step Motor

Step motor adalah motor yang berfungsi sebagai penggerak eretan. Pada eretan terdapat gerak memanjang dan gerak melintang, setiap gerakan tersebut digerakkan oleh step motor tersendiri. Jadi tiap eretan memiliki step motor masing-masing.

d. Revolver

Rumah alat potong (revolver atau toolturret) berfungsi sebagai penjepit alat potong. Revolver ini terpasang pada eretan dimana eretan tersebut digerakkan oleh step motor. Jadi revolver dapat digerakkan secara manual maupun terprogram.

e. Cekam

Cekam berfungsi untuk menjepit benda kerja pada saat proses pemotongan benda kerja. Cekam terhubung pada spindle utama yang juga terhubung dengan motor utama melalui sabuk.

f. Meja mesin

Meja mesin atau sliding bed berfungsi sebagai dudukan eretan. Jadi eretan dapat meluncur sepanjang meja mesin baik dalam arah memanjang atau melintang.

g. Kepala lepas

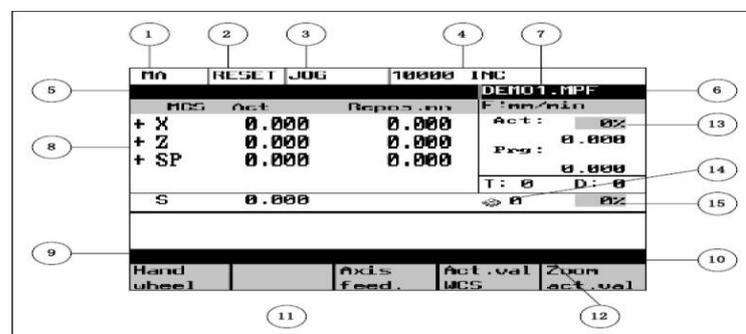
Kepala lepas atau tailstock berfungsi sebagai tempat pemasangan senter putar pada saat proses pembubutan benda kerja yang relatif panjang. Selain itu kepala lepas juga merupakan alat bantu mesin yang digunakan untuk mengerjakan proses kerja sederhana secara manual, seperti mengebor, dan lain sebagainya.

## 2. Bagian Kontrol dan Tampilan Program

Bagian kontrol merupakan bak kontrol mesin CNC yang berisikan tombol-tombol dan saklar. Pada mesin ini terdapat 2 bagian, bagian pertama merupakan bagian kontrol perintah langsung, dimana pada bagian ini terdapat tombol-tombol perintah seperti emergency stop, pengaturan spindel, set manual atau set CNC, setting tool dan lain sebagainya. Dan juga terdapat bagian tampilan program, pada bagian ini terdapat monitor untuk tampilan program dan keyboard untuk mengedit program NC. Kedua bagian tersebut langsung menempel pada mesin CNC. (Lilih, dkk., 2003)



Gambar 2. 5 Bagian Kontrol dan Tampilan Program Mesin Bubut CNC.



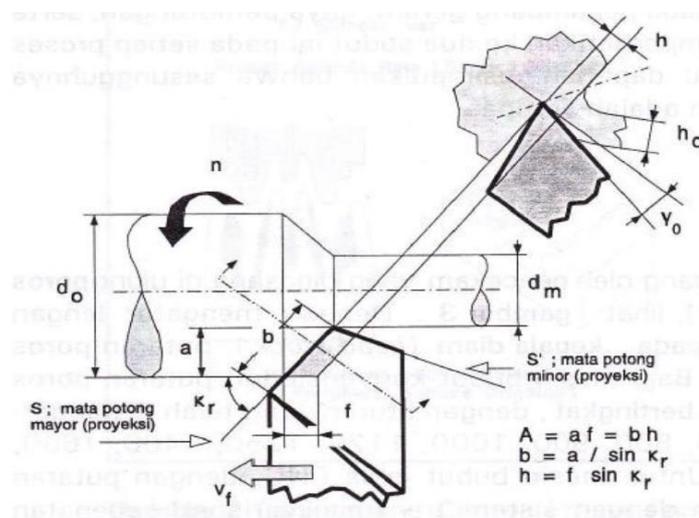
Gambar 2. 6 Tampilan Layar.

### 2.3.5 Cara Kerja Mesin Bubut

Benda kerja diikat atau dipegang dengan suatu alat pemegang atau pengikat yang disebut chuck atau cekam. Cekam ditempatkan pada ujung poros utama mesin bubut dengan sambungan pasak atau sambungan ulir, sehingga benda kerja pada chuck ikut berputar saat mesin dijalankan. Pahat yang dipasang pada pengikat pahat disebut juga tool-post. Tool-post dapat bergerak sejajar dengan benda kerja atau membujur. Alat ini dipasang diatas eretan kecil yang diletakkan diatas asutan melintang (cross slide), dan keduanya diletakkan diatas asutan membujur yang disebut pula support. Karena pahat beserta tool-post nya diletakkan diatas asutan

melintang, maka pahat dapat bergerak melintang dan membujur. Jadi tebal muka sayatan pahat dapat ditambah. (syamsudin, 1999)

### 2.3.5 Parameter Pada Mesin Bubut



Gambar 2. 7 Parameter Proses Pembubutan .

Dalam Teori dan Teknologi Proses Permesinan (Rochim, 1993) secara umum pada proses bubut terdapat tiga parameter utama yaitu kecepatan potong ( $v$ ), gerak makan ( $f$ ), dan kedalaman potong ( $a$ ). Elemen dasar pada proses bubut dapat diketahui menggunakan rumus yang dapat diturunkan berdasarkan gambar 2.7 di atas dimana kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut :

a. Benda Kerja :  $D_o$  = diameter awal ; mm.

$D_m$  = diameter akhir ; mm.

$l_t$  = panjang permesinan.

b. Pahat :  $\kappa_r$  = mm, sudut potong utama.

$\gamma_o$  = sudut geram.

c. Mesin Bubut :  $a$  = kedalaman potong ; mm.

$$a = \frac{(d_o - d_m)}{2} ; \text{mm} \dots \dots \dots (2.1)$$

$f$  = gerak makan ; mm/r .

$n$  = putaran poros utama (benda kerja) ; r/min.

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus ini :

a. Kecepatan potong

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{m/min} \dots \dots \dots (2.2)$$

b. Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot n ; \text{mm/min} \dots \dots \dots (2.3)$$

c. Waktu Pemotongan

$$T_c = \frac{lt}{vf} ; \text{min} \dots \dots \dots (2.4)$$

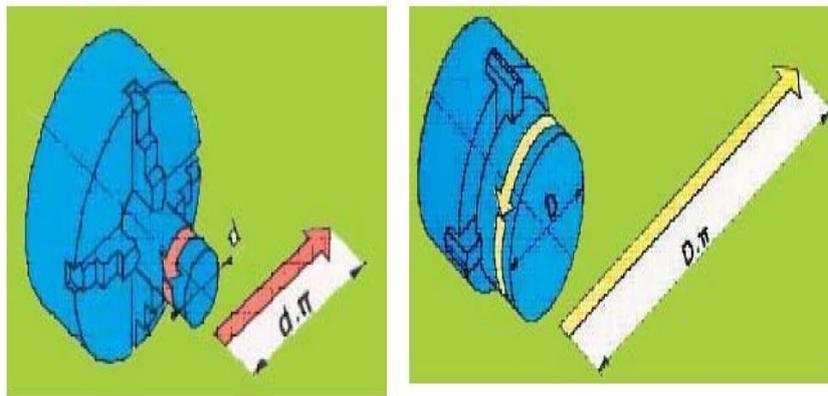
d. Kecepatan penghasil geram

$$Z = f \cdot a \cdot n ; \text{cm}^3/\text{menit} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dari parameter yang disebutkan diatas, parameter utama yang secara umum dapat diatur pada mesin bubut yaitu kecepatan putaran spindle (speed), Kecepatan makan (feeding), Kedalaman potong (depth of cut). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada Mesin Bubut.

Kecepatan putar,  $n$  (speed), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per

menit (rotations per minute, rpm). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (cutting speed atau  $v$ ) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling bend kerja (Gambar 2.4). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.2 (Widarto, dkk. 2008)

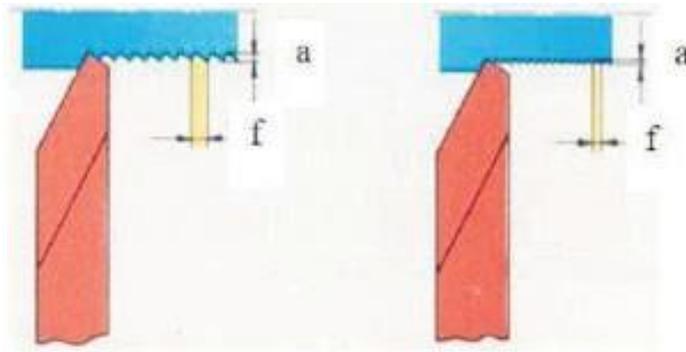


Gambar 2. 8 Panjang Permukaan Benda Kerja yang Dilalui Pahat Setiap Putaran

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan pahat.

Gerak makan,  $f$  (feeding), adalah jarak yang ditempuh pahat pada setiap putaran benda kerja, dengan gerakan ini maka akan mengalir geram yang dihasilkan (Gambar 2.5), sehingga satuan  $f$  adalah mm/putaran (Farizi Z., dkk., 2014). Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak

makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong ( $a$ ).



Gambar 2. 9 Gerak Makan ( $f$ ) dan Kedalaman Potong ( $a$ ).

Kedalaman potong ( $a$ ) (depth of cut), adalah dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas pembubutan. Ketika pahat memotong sedalam  $a$ , maka diameter benda kerja akan berkurang dua kali kedalaman  $a$ , karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar (Widarto, dkk, 2008).

#### 2.4 Pahat Mesin Bubut

Pada proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul dari material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan mempertimbangkan berbagai segi, yaitu :

1. Kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang saja tapi juga pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.

2. Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi saat pemesinan dengan interupsi maupun waktu
3. Ketahanan beban kejut termal, diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala.
4. Sifat adhesi yang rendah, untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan,
5. Daya larut elemen yang rendah, dibutuhkan demi memperkecil laju keausan akibat mekanisme difusi.

Pada penelitian ini pahat yang akan dibahas adalah pahat karbida namun pahat karbida tersebut dibagi lagi menjadi tiga type karbida, berikut penjelasannya :

Karbida (Cemented Carbide: Hardmetals)

Jenis karbida yang disemen (cemented carbide) ditemukan pada tahun 1923 (KRUPP WIDIA) merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (sintering) serbuk karbida (Nitridia, Oksida) dengan bahan pengikat pada umumnya yaitu kobalt (Co). Dengan cara carburizing masing-masing bahan dasar (serbuk) Tungsten (Wolfram, W), Titanium (Ti), Tantalum (Ta) dibuat menjadi karbida kemudian digiling dan disaring. Hot hardness karbida yang disemen ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar presentasi pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Modulus elastisitasnya sangat tinggi demikian pula berat jenis (density, sekitar dua kali lipat). Koefisien muai setengah daripada baja dan konduktivitas panasnya sekitar dua atau tiga kali konduktivitas panas HSS.

Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan yaitu,:

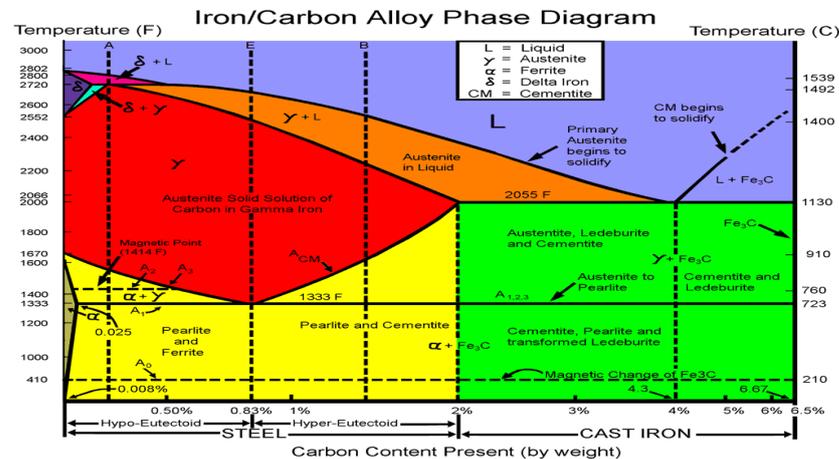
1. Karbida Tungsten ( $WC + Co$ ), yang merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang (cast iron cutting grade).
2. Karbida Tungsten Paduan ( $WC - TiC + Co$ ;  $WC - TaC - TiC + Co$ ;  $WC - TaC + Co$ ;  $WC - TiC - TiN + Co$ ;  $TiC + Ni, Mo$ ) merupakan pahat karbida untuk pemotongan baja (steel cutting grade).
3. Karbida berlapis (coated Cemented Carbides), merupakan jenis karbida tungsten yang dilapisi karbida, nitrida atau oksida lain yang lebih rapuh tapi hot hardnessnya tinggi. Karbida ini pertama kali dikenalkan oleh KRUPP WIDIA pada tahun 1968 dan sampai saat ini banyak jenis karbida berlapis semakin berkembang dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai jenis permesinan. Lapisan dibuat dengan dua cara yaitu dengan proses PVD (Physical Vapour Deposition) dan proses CVD (Chemical Vapour Deposition). Pelapisan secara CVD (Chemical Vapour Deposition) menghasilkan ikatan yang lebih kuat dari pada PVD (Physical Vapour Deposition). Bahan pelapis berguna untuk menghambat terjadinya difusi dan sebagai pelumas padat yang berfungsi untuk mereduksi gesekan dan panas tergenerasi selama proses pemotongan berlangsung. Pahat potong yang dilapisi dengan bahan pelapis mampu memberikan peningkatan kekerasan dan ketangguhan pahat sehingga dapat memperkecil gesekan dan aus pahat.

## 2.5 Baja dan Paduannya

Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran dari besi dan karbon, yang mana campuran dasarnya adalah unsur karbon (C). Selain itu, baja juga memiliki campuran unsur lainnya seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si) dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi dalam suatu paduan. Kandungan karbon pada baja sekitar 0,1% – 1,7%, sedangkan unsur yang lain dibatasi jumlahnya. Unsur paduan yang lain yang bercampur di dalam baja untuk membuat baja bereaksi terhadap pengerjaan panas (heat treatment) atau menghasilkan sifat-sifat yang khusus.

Unsur karbon adalah unsur campuran yang sangat penting dalam pembentukan baja, jumlah persentase dan bentuknya membawa pengaruh yang sangat besar terhadap sifatnya. Tujuan utama dari penambahan unsur campuran lain ke dalam baja adalah untuk mengubah pengaruh dari unsur karbon. Apabila dibandingkan dengan unsur karbonnya, maka dibutuhkan sebagian besar unsur campuran lain untuk menghasilkan sifat yang dikehendaki pada baja. Unsur karbon dapat bercampur pada besi setelah didinginkan secara perlahan pada temperatur kamar. Karbon larut dalam besi membentuk larutan ferit yang mengandung karbon di atas 0,006% pada temperatur kamar, kemudian unsur karbon akan naik lagi sampai 0,03% pada temperatur sekitar 725°C. Ferit bersifat lunak, tidak kuat dan kenyal. Sebagai campuran kimia dalam besi, campuran ini disebut sebagai sementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) yang mengandung 6,67% karbon. Sementit bersifat keras dan rapuh. Apabila baja dipanaskan kemudian didinginkan secara cepat, maka keseimbangannya akan rusak dan unsur karbon akan larut dalam bentuk yang lain. Maka dari itu, selain komposisi

kimia pada baja, macam-macam pemanasan dan periode pendinginan juga menentukan sifat baja.



Gambar 2. 10 Diagram Perlakuan Panas (Heat Treatment) Pada Baja.

a. Baja karbon rendah

Baja ini disebut baja ringan (mild steel) atau baja perkakas, baja karbon rendah bukan baja yang keras, karena kandungan karbonnya rendah kurang dari 0,3%. Baja ini dapat dijadikan mur, baut, sekrup, peralatan senjata, alat pengangkat presisi, batang tariik, perkakas silinder dan penggunaan yang hampir sama. Penggilangan dan penyesuaian ukuran baja dapat dilakukan dengan keadaan panas. Hal itu ditandai dengan melihat lapisan oksida besinya dibagian permukaan berwarna hitam.

b. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3% - 0,6% dan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (heat treatment) yang sesuai. Heat treatment menaikkan kekuatan baja dengan cara digiling. Baja ini digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti

roda gigi otomotif, poros bubungan, poros engkol, sekrup sangkup dan alat angkat presisi.

c. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung karbon 0,6% – 1,5%, dibuat dengan cara digiling panas. Pembentukan baja ini dilakukan dengan cara menggerinda permukaannya, misalnya batang bor dan batang datar. Jika baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas. Baja ini digunakan untuk peralatan mesin-mesin berat, batang-batang pengontrol, alat-alat tangan seperti palu, obeng, tang, kunci mur, baja pelat, pegas kumparan, dan sejumlah peralatan pertanian.

## 2.6 Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 – 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah [Glyn.et.al, 2001].

Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen otomotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Komposisi kimia dari baja AISI 1045 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Baja AISI 1045

<b>NO</b>	<b>UNSUR</b>	<b>KOMPOSISI ( % )</b>
<b>1.</b>	<b>Carbon</b>	<b>0,43% - 0,50%</b>
<b>2.</b>	<b>Mangan</b>	<b>0,60% - 0,90%</b>
<b>3.</b>	<b>Fosfor</b>	<b>Maksimum 0,04%</b>
<b>4.</b>	<b>Sulfur</b>	<b>Maksimum 0,05%</b>
<b>5.</b>	<b>Silicon</b>	<b>0,10% - 0,30</b>

Sumber : [www.Google.com](http://www.Google.com)

Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE ( *Society of Automotive Engineers* ). Pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan *plain carbon* kemudian kode xxx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon [Glyn.etal, 2001].

Baja AISI 1045 berarti baja karbon atau *plain carbon steel* yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45%. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, poros dan bantalan. Pada aplikasi ini baja tersebut harus mempunyai ketahanan aus yang baik karena sesuai dengan fungsinya harus mampu menahan keausan akibat bergesekan dengan rantai. Ketahanan aus didefinisikan sebagai ketahanan terhadap abrasi atau ketahanan terhadap pengurangan dimensi akibat suatu gesekan [ Avner, 1974 ]. Pada umumnya ketahanan aus berbanding lurus dengan kekerasan.

## **2.7 Karbida Berlapis**

karbida berlapis pertama kali dikenalkan oleh KRUPP WIDIA ( 1968 ) dan sampai saat ini jenis karbida lapis semakin berkembang dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai proses pemesinan ( di Negara-negara maju, pemakaiannya sekitar 40% dari seluruh jenis pahat karbida yang digunakan ).

Umumnya sebagai material dasar adalah karbida tungsten ( WC + Co ) yang dilapisi dengan bahan keramik ( karbida, nitride, dan oksida yang keras tahan temperature tinggi serta non adhesif. Lapisan setebal 1 s.d. 8 mikron ini diperoleh

dengan cara PVD atau CVD. Pelapisan secara CVD ( *Chemical Vapour Deposition* ) menghasilkan ikatan yang lebih kuat dari PVD ( *Physical Vapour Deposition* ).

PVD merupakan proses yang melibatkan pembentukan lapisan coating pada permukaan material pahat dengan prinsip deposi atau pengendapan secara fisik partikel-partikel atom, ion atau molekul dari bahan pelapis ( *coating* )

CVD merupakan proses yang menghasilkan lapisan coating secara kimiawi atau dengan reaksi kimia pada permukaan material yang dipanaskan. CVD dilaksanakan dengan mengendapkan elemen atau paduan elemen ( keramik ) yang terjadi akibat reaksi pada fasa uap antara elemen/paduan tersebut dengan gas pereaksi sehingga menempel dengan kuat pada material yang dilapis. Pelapisan dapat diulang untuk kedu atau ketiga kalinya dengan menggunakan elemen pelapis yang berbeda. Baik PVD dan CVD dapat digunakan untuk menambah ketahanan aus pada material pahat karbida.

## **2.8 Keausan Pahat**

Mekanisme keausan pahat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu keausan yang penyebabnya didominasi oleh perilaku mekanis dari bahan dan keausan yang penyebabnya didominasi oleh perilaku kimia dari bahan, sedangkan menurut Koji Kato, tipe keausan terdiri dari tiga macam yaitu *mechanical, chemical, and thermal wear*.

### **a. Keausan disebabkan perilaku mekanis**

Keausan yang disebabkan oleh perilaku mekanis digolongkan menjadi *abrasive, adhesive, flow, dan fatigue wear*.

### 1. Abrasive Wear

Keausan ini terjadi jika partikel keras atau permukaan keras yang kasar menggerus dan memotong permukaan sehingga mengakibatkan hilangnya material yang dipermukaan ( *earth moving equipment* ).

### 2. Adhesive Wear

Keausan ini terjadi jika partikel keras atau permukaan keras yang lebih lunak menempel atau melekat pada lawan kontak yang lebih keras.

### 3. Flow Wear

Keausan ini terjadi jika partikel keras atau permukaan keras yang lebih lunak mengalir seperti meleleh dan tergeser plastis akibat kontak dengan yang lain.

### 4. Fatigue Wear

Fenomena keausan ini didominasi akibat kondisi beban yang berulang ( *cyclic loading* ). Ciri-cirinya perambatan retak lelah biasanya tegak lurus pada permukaan tanpa deformasi plastis yang besar, seperti: *ball bearing*, *roller bearing*, dan lain sebagainya.

## b. Keausan disebabkan perilaku kimia

### 1. Oxidative Wear

Pada peningkatan kecepatan sliding dan beban rendah, lapisan oksida tipis, tidak lengkap, dan rapuh terbentuk. Pada percepatan yang jauh lebih tinggi, lapisan oksida menjadi berkelanjutan dan lebih tebal, mencakup seluruh permukaan.

### 2. Corrosive Wear

Mekanisme ini ditandai oleh batas butir yang korosif dan pembentukan lubang. Misalnya, permukaan sliding didalam lingkungan yang korosif.

c. Keausan disebabkan perilaku panas

1. Melt Wear

Keausan yang terjadi karena panas yang muncul akibat gesekan benda sehingga permukaan aus meleleh.

2. Diffusive Wear

Terjadi ketika ada pancaran ( *diffusion* ) elemen yang melintasi bidang kontak misalnya pada perkakas baja kecepatan tinggi.

## 2.9 Umur Pahat

Pahat mempunyai umur artinya tidak dapat digunakan terus tanpa menyebabkan kerugian- kerugian yang tidak dikehendaki. Sebagaimana halnya temperatur pemotongan umur pahat dapat dianalisa secara teoritik guna mengetahui variabel penentunya. Keausan pahat akan tumbuh membesar dengan bertambahnya waktu pemotongan sampai pada suatu pahat yang bersangkutan dianggap tidak dapat digunakan lagi karena telah ada tanda-tanda tertentu yang menunjukkan bahwa umur pahat telah habis. Karena kerusakan merupakan faktor yang menentukan umur pahat maka pertumbuhan perlu ditinjau dengan memperhatikan faktor utama/dominan mekanisme keausan.

Semakin besar keausan yang diderita pahat maka kondisi pahat akan semakin kritis. Jikalau pahat tersebut masih tetap digunakan maka pertumbuhan keausan akan semakin cepat dan pada suatu saat ujung pahat akan sama sekali rusak. Kerusakan fatal seperti ini tidak boleh terjadi sebab gaya pemotongan akan sangat tinggi sehingga dapat merusak seluruh pahat, mesin perkakas dan benda kerja, serta dapat

membahayakan operator yang menjalankan mesin tersebut. Oleh sebab itu, untuk menghindari hal tersebut ditetapkan suatu batas harga keausan ( dimensi dari keausan tepi dan keausan kawah ) yang dianggap sebagai batas kritis dimana pahat tidak boleh digunakan. Pengukuran dimensi keausan secara langsung memerlukan penghentian/ interupsi, proses pemesinan, pengambilan pahat, pengukuran keausan dengan mikroskop dan pemasangan kembali. Terutama dalam proses produksi yang sesungguhnya dimana gangguan atas kelancaran proses produksi tidaklah diizinkan. Keausan pahat akan menimbulkan efek samping yaitu ( Taufiq Rochim, 1993:120 ):

1. Adanya kenaikan gaya potong
2. Terjadinya getaran ( chatter )
3. Penurunan kehalusan permukaan hasil permesinan
4. Perubahan dimensi / geometri produk.

Dengan menentukan kriteria saat habisnya umur pahat seperti diatas, maka umur pahat dapat ditentukan yaitu mulai dengan pahat baru ( setelah diasah atau *insert* telah diganti ) sampai pahat yang bersangkutan dianggap tidak bisa digunakan lagi. Dimensi umur pahat merupakan besaran waktu, yang dapat dihitung secara langsung maupun secara tidak langsung dengan mengkolerasikan terhadap besaran lain.