

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi, suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khususnya pada proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin bor, mesin frais dan mesin skrap. Adanya mesin perkakas produksi pembuatan komponen mesin akan semakin mudah dan efisien dengan ketelitian yang tinggi. (Boenasir. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang)

Bagi teknisi di bidang pengerjaan logam dan mahasiswa pada jurusan teknik mesin, mesin bubut telah dikenal fungsi dan perannya untuk membuat komponen-komponen dari bermacam-macam mesin. Pada dasarnya setiap pekerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas permukaan yang berbeda-beda, tergantung dengan type baja itu sendiri, pengaruh feeding pada keausan mata pahat akan menyebabkan kualitas pemotongan hasil pembubutaan dapat dilihat dari permukaan baja pada setiap pemotongan makin rendah tingkat keausannya makin baik pula kualitasnya sehingga cukup beralasan apabila keausan mata pahat diperhatikan dan dicari solusinya untuk mendapatkan keausan yang rendah. (Boenasir. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keausan mata pahat pada pengerjaan logam dengan menggunakan mesin bubut, antara lain kecepatan potong, ketebalan pemakanan, kondisi mesin, material benda kerja, bentuk ujung pahat mata potong, pendinginan dan operator. (Boenasir. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang)

Kualitas permukaan potong tergantung kepada kondisi pemotongan (*cutting condition*), Adapun yang maksud dengan kondisi pemotongan disini antara lain adalah besarnya kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feeding*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*). Dengan mengetahui bahan hasil pembubutan dipengaruhi oleh kondisi penyayatan, dan khususnya dalam hal ini ada lah tentang *feeding*, maka dalam prosesnya harus diperhatikan oleh operator. (Boening. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang)

Kecepatan pemakanan (*feeding*) merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi hasil pengerjaan pada pembubutan. Kualitas permukaan benda kerja tergantung pada kondisi penyayatan, dengan pemakaian standarisasi kecepatan potong (*feeding*) kemungkinan akan didapat hasil kerataan yang sesuai dapat dilihat. Pada penelitian ini dengan adanya variasi *feeding* akan diperoleh perbandingan keausan mata pahat pada proses pembubutan lurus. Pemilihan material benda kerja untuk dijadikan komponen-komponen pada mesin dan industri ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain pertimbangan fungsi, pembebanan, kemampuan bentuk dan kemudahan pencarian dipasaran. Beberapa jenis

baja memiliki sifat-sifat yang tertentu sebagai akibat penambahan unsure paduan. Salah satu unsur paduan yang sangat penting dapat mengontrol sifat baja karbon adalah (C), untuk tiap tingkatan kekerasan bahan tersebut apabila dikerjakan pada mesin-mesin produksi termasuk pada pembubutan akan memiliki tingkat kualitas permukaan yang berbeda-beda untuk masing-masing tingkat kekerasan bahan tersebut, hal tersebut dapat langsung dilihat pada bekas hasil pengerjaan atau cip yang dihasilkan. (Boenasir. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang.)

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon tergantung pada kadar karbon. Oleh karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan pada kadar karbonnya. Pada pengelompokan baja karbon terbagi menjadi tiga, yaitu Baja karbon rendah (Low Carbon Steel) Baja ini mengandung karbon 0,05% -0,3%. Baja karbon menengah (Medium Carbon Steel) mengandung karbon 0,3% - 0,60%. Baja karbon tinggi (High Carbon Steel) mengandung 0,60% - 0,75%. Baja karbon sangat tinggi (Very High Carbon Steel) 0,75% - 1,90%.

1.2. Perumusan Masalah

1. Keausan permukaan benda kerja yang dihasilkan pada proses pembubutan sangat erat kaitannya dengan tingkat kecepatan pemakanan (*feeding*) kecepatan potong (*cutting speed*) dan keausan matapahat pada saat proses pembubutan, benda kerja, material pahat

potong, serta posisi pahat. (Boenasir. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang)

2. Menurut survey di bengkel pemotongan logam, bahwa untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan lain yang halus masih menggunakan cara coba-coba.

1.3. Batasan Permasalahan

Adapun batasan masalah pembahasan pada tulisan ini adalah membahas pengaruh feeding (pemakanan) terhadap keausan mata pahat karbida berlapis, dimana akan dilihat lima (5) variasi pemakanan (feeding) kemudian dilihat pengaruhnya pada keausan mata pahat karbida berlapis

1.4. Tujuan Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan tingkat keausan mata pahat pada proses pembubutan mesin CNC dengan memvariasikan tingkat laju pemakanan (*feeding*)
2. Untuk mendapatkan nilai feeding yang menghasilkan permukaan benda kerja yang terbaik (memenuhi standard)

1.5. Manfaat Penelitian

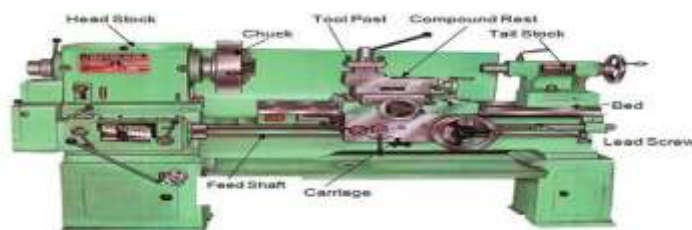
Dari penelitian ini penulis dapat menambah pengetahuan akademik bagaimana cara untuk memperoleh tingkat keausan mata pahat karbida berlapis pada proses pembubutan serta dapat menyesuaikan antara kecepatan pemakanan (*feeding*) dengan material benda kerja dan pahat, serta mengetahui elemen-elemen dasar cara pengoperasian, pahat, dan optimasi proses mesin bubut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Mesin Bubut

Mesin bubut (*Turning Machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata pahat atau tools sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindir. Pada proses benda kerja terlebih dahulu dipasang pada chuck (*pencekam*) yang dipasang pada spindle mesin. Kemudian spindle dan benda kerja berputar dengan kecepatan sesuai perhitungan. Alat potong (*pahat*) yang dipakai untuk membentuk benda kerja, akan disayatkan pada benda kerja yang berputar umumnya pahat bubut dalam keadaan diam., pada perkembangan ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerja diam. Dalam kecepatan putar sesuai perhitungan, alat potong akan mudah untuk memotong benda kerja sehingga benda kerja mudah dibentuk sesuai yang diinginkan.



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Mesin Bubut

Dikatakan konvensional karena untuk membedakan mesin-mesin yang dikontrol dengan komputer CNC (*Controlled Computer Numerically*) ataupun kontrol numerik (*Numerik Control*) dan karena jenis mesin konvensional mutlak diperlukan keterampilan manual dari operatornya. Pada kelompok mesin bubut konvensional juga terdapat bagian-bagian otomatis dan pergerakannya bahkan juga ada yang dilengkapi dengan layanan sistem otomatis baik yang dilayani dengan sistem hidraulik, pneumatik, ataupun elektrik. Ukuran mesinnya pun tidak semata-mata kecil karena tidak sedikit mesin bubut konvensional.

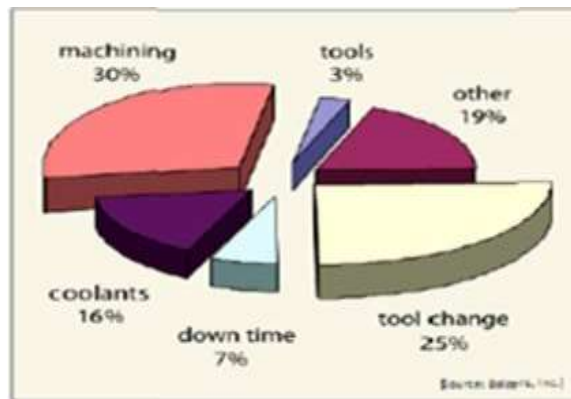
2.2. Pemesinan Kering (Dry Machining)

Pemesinan kering (*Dry Machining*) adalah proses pemesinan yang tidak menggunakan fluida pendingin dalam proses pemotongannya. Fenomena kegagalan pahat dan penggunaan cairan pemotongan merupakan salah satu masalah yang telah banyak dikaji dan mendapatkan perhatian dalam kaitan yang sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil pengerjaan, ketelitian geometri produk dan mekanisme keausan matapahat serta umur pahat. Melaporkan bahwa umumnya cairan pemotongan bekas disimpan dalam kontainer dan kemudian ditimbun ditanah. Selain itu, masih banyak praktek yang membuang cairan pemotongan bekas langsung ke alam bebas. Hal ini jelas akan merusak lingkungan.

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.

Dihasilkan pencemaran lingkungan kerja dan ini berarti tidak menghasilkan kabut partikel cairan Secara umum industri pemesinan pemotongan logam melakukan pemesinan kering adalah untuk menghindari pengaruh buruk akibat cairan pemotongan yang dihasilkan oleh pemesinan basah. Argumen ini secara khusus didukung oleh penelitian yang telah dilakukan Mukun et. Al., (1995) secara umum kuantitatif menyangkut pengaruh buruk pemesinan basah dengan anggapan pada pemesinan kering tidak akan pemotongan. Oleh sebab itu perlu diketahui pentingnya pemesinan kering dilakukan dalam proses. Pertimbangan hal ini 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 darimasalah tersebut. Melalui pemesinan kering diharapkan disamping aman bagi lingkungan, juga bisa mereduksi ongkos produksi. Pemesinan kering direkomendasikan penggunaanya untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan akibat limbah cairan pendingin, maka para pakar pemesinan merekomendasikan dengan pemesinan kering. Selain karena alasan dipakainya metode pemesinan kering adalah untuk menghemat biaya produksi.



Gambar 2.2 Ongkos Produksi Secara Umum

Pemesinan kering diakui mampu mengatasi masalah pada dampak yang telah diuraikan diatas. Pilihan alternatif dari pemesina 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. Konsep pemesinan kering ini sebenarnya biasa dilakukan oleh industri manufaktur, dari aspek proses pemesinan, pemesinan kering berarti pemotongan logam dilakukan pada suhu dan gesekan yang relative tinggi. Sejak akhir tahun 1970 penggunaan proses pembubutan keras (*Hard Turning*) dijadikan inovasi berikutnya untuk mengatasi permasalahan yang ada, hal ini terbukti melalui proses pembubutan keras dapat mereduksi waktu pemesinan hingga 60% (Thonsoff. Et.al.1995)

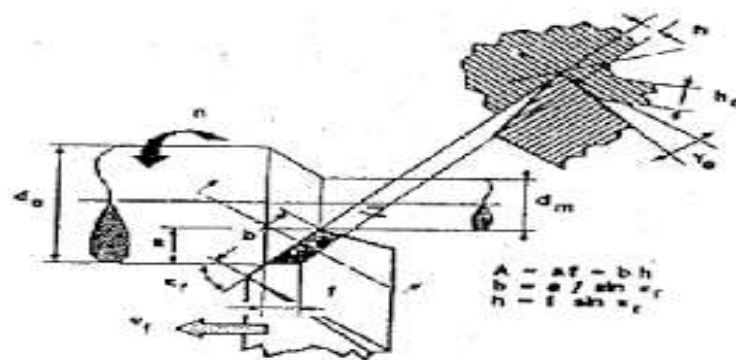
2.2.1 Proses Pembubutan

Elemen-elemen dasar pemotongan pada proses bubut dapat diketahui dengan rumus yang dapat diturunkan dngan memperhatikan gambar teknik, dimana didalam gambar teknik dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk

komponen mesin yang digambarkan, setelah itu harus dipilih suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Salah satu cara atau prosesnya adalah dengan bubut, pengerjaan produk, komponen mesin dan alat-alat menggunakan mesin bubut akan ditemui dalam setiap perencanaan proses permesinan untuk itu perlu kita pahami lima elemen dasar permesinan bubut yaitu:

1. Kecepatan potong (Cutting speed) : v (m/min)
2. Gerak makan (feed rate) : f (mm/rev)
3. Kedalaman pemakanan (Depth of cut) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (Cutting Time) : t_c (min)
5. Kecepatan penghasil geram (Rate of metal removal) : z (cm³/min)

Elemen dasar dari proses bubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Proses Bubut

Benda kerja:

d_o : diameter mula-mula (mm)

d_m : diameter akhir (mm)

λ_t : panjang permesinan (mm)

Pahat:

K_r : sudut potong utama (o)

γ_o : sudut geram (o)

Mesin Bubut:

a : kedalaman potong/pemakanan (mm)

f : gerak makan (mm/rev)

n : putaran poros utama/benda kerja, (rad/min)

2.2.2 Kecepatan Potong (Cutting speed)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang total yang terpotong dalam ukuran meter yang 14 diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit. Sebagai contoh, baja lunak dapat dipotong sepanjang 30 meter tiap menit. Hal ini berarti spindel mesin perlu berputar supaya ukuran mata lilitan pahat terhadap benda kerja (panjang total) sepanjang 30 meter dalam waktu putaran satu menit. Karena ukuran benda kerja berbeda-beda, maka kecepatan potong ditentukan dengan rumus:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

v: adalah kecepatan potong, (m/min)

π : adalah konstanta, seharga 3,14

d: diameter rata-rata

Dimana:

d : ($d_o + d_m$)

n : kecepatan putar poros utama, (rpm)

Karena diameter dinyatakan dalam milimeter, dan kecepatan potong dalam meter, $\pi \times d$ keliling benda kerja dibagi dengan 100.

2.2.3 Kecepatan Gerak Pemakanan

Kecepatan gerak pemakanan adalah kecepatan yang dibutuhkan pahat untuk bergeser menyayat benda kerja tiap radian permenit. Kecepatan tersebut dihitung tiap menit. Untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan didasarkan pada gerak makan (f). Gerak makan ini biasanya disediakan dalam daftar spesifikasi yang dicantumkan pada mesin bubut bersangkutan. Untuk memperoleh kecepatan gerak pemakanan yang kita inginkan kita bisa mengatur gerak makan tersebut untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan dapat kita rumuskan sebagai berikut:

$$v = f.n \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

v : kecepatan gerak pemakanan (m/min)

f : gerak makan, (mm/rev)

n : putaran benda kerja, (rad/min)

2.2.4 Kedalaman Pemakanan

Kedalaman pemakanan adalah rata-rata selisih dari diameter benda kerja sebelum dibubut dengan diameter benda kerja setelah di bubut. Kedalaman pemakanan dapat diatur dengan menggeserkan peluncur silang melalui roda pemutar (skala pada pemutar menunjukkan selisih harga diameter). Kedalaman pemakanan dapat diartikan pula dengan dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas bubutan. Kedalaman pemakanan dirumuskan sebagai berikut:

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

a : kedalaman pemakanan (mm)

d_o : diameter awal, (mm)

d_m : diameter akhir, (mm)

2.2.5 Waktu Pemotongan

Waktu pemotongan bisa diartikan dengan panjang permesinan tiap kecepatan gerak pemakanan. Satuan waktu permesinan adalah milimeter. Panjang permesinan sendiri adalah panjang pemotongan pada benda kerja ditambah langkah pengawalan ditambah dengan langkah pengakhiran, waktu pemotongan dirumuskan dengan:

$$t_c = \frac{\lambda t}{v f} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

t_c : waktu pemotongan (min)

λt : panjang permesinan

$f v$: kecepatan pemakanan, (mm/min)

2.3 Pemilihan Pahat Bubut

Pertimbangan dalam memilih pahat bubut yang akan digunakan sebaiknya mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya:

1. Bahan/material benda kerja kualitas bahan pahat bubut harus memiliki sifat keras, ulet, tahan gesek, tahan aus dan tahan beban kejut.
2. Kecepatan potong (*cutting speed-C_s*) makin tinggi kecepatan potong yang ditetapkan, alat potong harus mempunyai sifat tahan panas yang baik.
3. Kualitas permukaan (*Surface Quality*) semakin bagus kualitas permukaan yang dituntut, alat potong harus mempunyai sifat tahan aus yang baik.
4. Frekuensi Ekonomis, pertimbangan harga semakin murah tapi kualitas semaksimal mungkin
5. Semakin sering digunakan alat potong mempunyai sifat tahan keausan

2.3.1 Karakteristik Pahat Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu mesin yang digunakan dalam proses pemesinan. Pekerjaan pemesinan umumnya mempertemukandua jenis material

yaitu material pahat dan material benda kerja. Karena pahat merupakan salah satu komponen utama yang memegang peranan penting dalam proses pembubutan, maka material pahat yang digunakan haruslah cocok. Untuk menjamin kelangsungan proses ini dengan baik maka diperlukan beberapa kriteria material pahat bubut yang akan digunakan untuk menyayat dan memotong benda kerja pada mesin bubut. Adapun kriteria material pahat bubut yang perlu diperhatikan antara lain:

a. Kekerasan

Material pahat bubut harus memiliki tingkat yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja yang akan dibubut. Kekerasan material pahat bubut tidak hanya pada temperatur ruangan tapi harus mampu bertahan pada temperatur tinggi. Dengan kata lain material pahat bubut harus memiliki Hot Hardness yang tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.

b. Keuletan

Keuletan pada material pahat bubut yang cukup besar berfungsi untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu pembubutan dengan interupsi maupun sewaktu memotong benda kerja yang mengandung partikel/bagian yang keras (Hard Spot).

c. Ketahanan Beban Kejut Termal

Ketahanan beban kejut termal diperlukan pada material pahat bubut bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala/periodik.

d. Sifat Adhesi Yang Rendah

Material pahat bubut haruslah memiliki sifat adhesi yang rendah untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan dan penurunan gaya pemotong.

e. Daya Larut Elemen/Komponen Material Pahat Rendah

Daya larut elemen material rendah dibutuhkan pada material pahat bubut untuk memperkecil laju keausan akibat mekanisme difusi. Kekerasan yang rendah dan daya adhesi yang tinggi tidak diinginkan pada material pahat bubut, sebab pahat bubut akan terdeformasi, terjadi keausan tepi dan keausan kawah yang besar. Keuletan yang rendah serta ketahanan beban kejut termal yang kecil mengakibatkan rusaknya mata potong maupun retak mikro yang menimbulkan kerusakan fatal. Kriteria material pahat bubut. Tetapi, tapi semua sifat tersebut dapat dipenuhi secara berimbang. Pada umumnya kekerasan dan daya tahan termal yang dipertinggi selalu diikuti oleh penurunan keuletan.

Secara berurutan, material pahat bubut tersebut dapat disusun mulai dari yang paling keras tetapi getas sebagai berikut:

1. Pahat Baja Karbon (High Carbon Steels:Carbon SteelsCTS

Baja dengan kandungan karbon yang relatif tinggi 0,7%-1,4%C tanpa unsur lain atau dengan presentase unsur lain yang rendah 2%Mn, W, Cr. Mempunyai kekasaran permukaan yang cukup tinggi, dengan proses perlakuan panas, kekerasan yang tinggi ini (500-1000 HV) dicapai karena terjadi transformasi martensif. Karena martensif akan melunak pada temperatur sekitar 250°C, maka baja karbon ini hanya digunakan pada kecepatan potong yang rendah (sekitar VC=10 mm/min).

2. Pahat HSS (High Speed Steels; Tools Steel)

Merupakan baja paduan tinggi dengan unsur paduan crom dan tungsten melalui prose penuangan (*molten metalurgy*) kemudian diikuti pengerolan ataupun penempaan baja dibentuk menjadi batang atau silindris. Pada kondisi lunak (*Annealed*) bahan tersebut dapat diproses secara permesinan menjadi berbagai bentuk pahat potong. Setelah dilakukan proses laku panas. Kekerasannya akan cukup tinggi sehingga dapat digunakan pada kecepatan potong yang tinggi (sampai dengan tiga kali kecepatan potong untuk pahat CTS), sehingga dinamakan dengan BAJA KECEPATAN TINGGI (HIGH SPEED STEEL/HSS). Apabila telah aus maka HSS dapat diasah sehingga mata potongnya tajam kembali karena sifat keuletannya yang relatif baik. Pahat ini selain digunakan untuk pahat bubut biasanya juga digunakan untuk pahat gurdi dan skrap.

Hot hardness dan recovery hardness yang cukup tinggi dapat dicapai berkat adanya unsur paduan W, Cr, Mo, Co. pengaruh unsur tersebut pada unsur dasar besi (Fe) dan karbon (C) adalah sebagai berikut:

a. Tungsten/Wolfram (W)

Untuk mempertinggi *hot hardness* dimana terjadi pembentukan karbida, yaitu paduan yang sangat keras, yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses *hardening* dan *tempering*

b. Chromium (Cr)

Menaikan *hardenability* dan hot hardness. Crom merupakan elemen pembentukan karbida akan tetapi Cr menaikan sensitifitas *over heating*.

c. Vanadium (V)

Menurunkan sensitifitas terhadap over heating serta menghaluskan besar butir. Vanadium juga merupakan elemen pembentukan karbida.

d. Molibdenum (Mo)

Mempunyai efek yang sama seperti W, akan tetapi lebih terasa (2% W dapat digantikan oleh 1% Mo). Selain itu, Mo-HSS lebih liat, sehingga mampu menahan beban kejut. Kekurangannya adalah lebih sensitif terhadap *over heating*

(hangus ujung-ujung yang runcing sewaktu dilakukan proses *Heat Treatment*).

3. Pahat Karbida (Cemented Carbides)

Merupakan jenis pahat yang disemen (Cemented Carbides) dengan bahan padat yang dibuat dengan cara sintering serbuk karbida (nitrida oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya dari kobalt (Co). Cara carbuzing masing-masing bahan dasar (serbuk). Tungsten, titanium, tantalum yang dibuat menjadi karbida yang digiling dan disaring. Salah satu atau campuran karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (1000°C pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas) dan kemudian sintering (1600°C). Hot hardness karbida yang disemen hanya akan menurun bila terjadi perlunakan elemen pengikat. Semakin besar presentase pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Modulus elastistasnya sangat tinggi demikian pula berat jenisnya. Koefisien muainya $\frac{1}{2}$ dari baja dan konduktivitasnya panasnya sekitar 2 atau 3 kali konduktivitasnya panas HSS. Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan, yaitu:

a. Karbida Tungsten

(WC+Co) yang merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang (*Cast Iron Cutting Grade*).

b. Karbida Tungsten Paduan

(WC-TiC+Co, WC-TaC-TiC+Co; WC-TaC+Co; WC-TiC-TiN+Co; TiC+Ni, Mo) merupakan jenis pahat karbida pemotong baja (*Steels Cutting Grade*).

c. Karbida Lapis

(Coated Cemented Carbides) merupakan jenis karbida tungsten yang dilapisi beberapa lapis karbida, nitrida oksida lain yang lebih rapuh ihot hardness yang tinggi:

d. Pahat CBN (Cubie Boron Nitrides)

CBN termasuk jenis keramik, dibuat dengan penekanan panas sehingga serbuk grafit putih nitrida boron dengan struktur atom heksagonal berubah menjadi struktur kubik. CBN dapat digunakan untuk proses pemesinan berbagai jenis baja dalam keadaan dikeraskan (Hardened Steel). HSS, besi tuang, maupun karbida semen. Afinitas terhadap baja sangat kecil dan tahan terhadap baja sangat kecil dan tahan terhadap perubahan reaksi kimia sampai dengan temperatur pemotongan 1300°C.

2.3.2 Umur Pahat

Umur pahat (Cutting Tools Life) adalah sesuatu yang penting untuk dipertimbangkan secara ekonomis dalam pemotongan logam. Pada pemotongan kasar (*Roughing*) bermacam-macam sudut paahat (*Tool Angle*) kecepatan potong

(*Cutting Speed*) dan kecepatan pemakan (*Feeding*) selalu harus dipilih dengan tepat untuk mendapatkan umur pahat (*Tool Life*) yang ekonomi.

Pemilihan bentuk pahat (*Tool Shape*) dan kondisi pemotongan (*Cutting Condition*) yang tidak tepat akan mendapatkan tool life yang tidak ekonomis, sebab akan memperpanjang waktu pengasahan dan penggantian pahat (*Tool Replacement*) dan akan menambah biaya operasi (*Operation Cost*) sebaliknya. Dengan menurunkan kondisi pemotongan untuk mendapatkan umur pahat yang panjang juga tidak ekonomis karena dapat berakibat angka produksi persatuan waktu menurun. Keausan yang terjadi pada pahat dapat menimbulkan peningkatan terhadap gaya pemotong sehingga akan berdampak terhadap kerusakan pahat yang lebih fatal, kerusakan pahat yang lebih fatal, kerusakan benda kerja dan kerusakan mesin perkakas.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hayat pahat (umur pahat)

Antara lain:

- a. Kecepatan potong
- b. Dalam pemotongan
- c. Langkah makan (*feeding*)
- d. Pendinginan
- e. Jenis material/benda kerja yang menyangkut kekerasannya

2.4 Bahan Logam

2.4.1 Sifat Dan Karakteristik Logam

Berbagai macam sifat logam, logam mempunyai beberapa sifat antara lain sifat mekanis, sifat fisika, sifat kimia, dan sifat pengerjaan. Sifat mekanis adalah kemampuan suatu logam untuk menahan beban yang diberikan pada logam tersebut. Pembebanan yang diberikan dapat berupa pembebanan statis (besar dan arahnya berubah). Sifat mekanis pada logam antara lain:

kekuatan bahan (*Strength*). Kekerasan elastisitas, kekakuan, plastisitas, kelelahan bahan, sifat fisika, sifat kimia, dan sifat pengerjaan.

Kekuatan (*Strength*) adalah kemampuan material untuk menahan tegangan tanpa kerusakan. Beberapa material seperti baja struktur, besi tempa, aluminium, dan tembaga mempunyai kekuatan tarik dan tekan yang hampir sama. Ukuran kekuatan bahan adalah tegangan maksimumnya, atau gaya tersebar persatuan luas yang dapat ditahan bahan tanpa patah. Untuk mengetahui kekuatan suatu material dapat dilakukan dengan pengujian tarik, tekan atau geser.

Kekerasan (*Hardness*) adalah ketahanan suatu bahan untuk menahan pembebanan yang dapat berupa goresan atau penekanan. Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan takik atau kikisan. Untuk mengetahui kekerasan suatu material digunakan uji brinell. Kelakuan adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi setelah diberi beban. Kelelahan bahan adalah kemampuan suatu bahan menerima beban yang berganti dengan tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan.

Elastisitasnya adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk.

Plastisitas adalah kemampuan suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa ada kerusakan. Sifat fisika adalah karakteristik suatu bahan ketika mengalami peristiwa fisika seperti adanya pengaruh panas atau listrik. Yang termasuk sifat-sifat fisika adalah: titik lebur, kepadatan, daya hantar panas dan daya hantar listrik. Sifat kimia adalah kemampuan suatu logam dalam mengalami peristiwa korosi

2.4.2 Bahan Logam Non-Ferro

Bahan logam non-ferro adalah bahan yang memiliki unsur logam tetapi tidak ada unsur besi (*ferrous*). Bahan logam non-ferro diantaranya adalah:

1. Aluminium
2. Magnesium dan paduannya
3. Tembaga dan paduannya
4. Nikel dan paduannya
5. Seng dan paduannya
6. Titanium dan paduannya
7. Timah hitam dan paduannya
8. Timah dan pada paduannya

2.5 Material Benda Kerja

Didalam kehidupan sehari-hari baja merupakan material yang sangat berpengaruh didalam kehidupan manusia dan kemajuan zaman terutama didalam bidang teknik. Sulit untuk menemukan kegiatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak berkaitan terhadap bahan pokok baja. Hampir

50% dari produk baja digunakan pada bidang teknik sipil, 15-20% pada bidang transportasi, dan 30-35% pada industri berat, produksi pipa, aplikasi rumah tangga, kawat, dan sebagainya (Masduki. 2002)

Pada umumnya didalam baja terdapat sifat yang sangat dipengaruhi oleh persentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain didalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan persentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0.3%. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit.

2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3%C – 0,6%C (*medium carbon steel*) dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi mengandung 0,6% C – 1,5% C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas.

2.5.1 Heat Treatment

Perlakuan panas merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengubah sifat-sifat dari suatu material. Secara umum perlakuan panas adalah memanaskan atau mendinginkan material, biasanya pada suhu ekstrim, untuk mencapai hasil yang diinginkan seperti pengerasan atau melunakan material. Yang termasuk ke dalam perlakuan panas antara lain:

1. Annealing

Annealing merupakan proses pelunakan material baja dimana material tersebut dipanaskan lebih dari titik kritis atas. Dengan demikian seluruh karbonnya diserap oleh besi γ , membentuk austenite. Kemudian tersebut dibiarkan dingin perlahan-lahan didalam tanur. Pendinginan lambat adalah hal yang utama didalam proses, yang membuat baja selunak mungkin dan menghindari terjadinya tegangan-tegangan dalam. Dalam baja yang di *annealing*, struktur butiran termasuk kasar, *ferrite* dan *pearlite* ditemukan terbagi, membentuk area-area yang terpisah.

2. Hardening

Bila baja didinginkan dari atas titik kritis atas, pendinginana berjalan cepat, endapan karbon akan ditekan dan struktur dibekukan dalam suatu larutan padat. Baja tersebut amat keras dan regas; bila dilihat dengan mikroskop akan terlihat seperti struktur jarum yang dikenal dengan martensite. Baja-baja biasa didinginkan dengan air maka hasilnya keras dan regas sehingga kegunaannya tidak begitu banyak. Sifat-sifat yang di hasilkan dari pendinginan cepat (*quenching*) dari panas yang merah sekali adalah kerapuhan dan amat keras. Hal ini bukanlah kombinasi yang baik (terutama dalam pembuatan perkakas) tetapi bisa diperbaiki dengan pemanasan kedua.

3. Tempering

Pada pemanasan kedua baja ini, baja tersebut dipanaskan sampai dibawah titik kristis bawah, dan ini akan menyebabkan pengendapan sebagian dari karbon, bukan sebagai *pearlite*, tetapi baja tersebut menjadi lebih kuat. Setelah dinaikan sampai panas penyepuhan (*tempering head*), baja dibiarkan dingin secara perlahan-lahan. Tingkat kekerasan yang dicapai setelah pendinginan tergantung pada kandungan karbon didalam baja, yang mengandung kurang dari 0,3% C tidak memperlihatkan perubahan yang nyata. Kekerasan maksimum dicapai bila baja itu mengandung 1,2% C.

4. Quenching

Pendinginan baja secara mendadak dari 700°C lebih adalah suatu pengerjaan yang sangat drastis dan pendinginan yang cepat ini sering

mengakibatkan keretakan dan pergeseran benda kerja. Karena pendinginan itu mulai dari luar sewaktu pencelupan, penyusutan dan pengerasan dengan cepat terbentuk pada lapisan sekitar teras yang terjadi pendinginan dan penyusutan dalam waktu yang sama. Waktu panas merambat keluar, teras tersebut mulai dingin dan ketika melalui titik kritis atas, terjadilah ekspansi (berhubungan dengan perubahan dari besi γ ke besi α). Lapisan keras telah dipengaruhi oleh perubahan ini lalu terjadilah penyusutan, sedang pada teras berlangsung sedikit ekspansi. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya keretakan.

5. Strengthening

Pada strengthening (penyebuhan) baja-baja karbon dikeraskan kulitnya dengan jalan permukaannya dikarburasi (bersenyawa dengan zat arang), jadi teras yang lunak dibungkus dengan baja karbon tinggi. Benda-benda kerja tersebut akan mempertahankan kekenyalannya pada baja lunak, jadi bisa tahan terhadap kejutan, sedangkan permukaan yang dikeraskan akan tahan sewaktu dipakai. Selama pemanasan, karbon diserap kedalam yang tergantung pada lamanya pemanasan dan metode pelaksanaannya.

2.6 Baja AISI 4340

Material AISI 4340 dikenal sebagai material HSLA (High Strength Low Alloy). Material ini termasuk kedalam baja karbon medium dengan paduan rendah Ni-Cr dan Mo. Baja AISI 4340 memiliki sifat yang baik dalam hal ketahanan impak dan sifat tahan abrasinya. Secara umum material ini diperoleh dalam kondisi annealing atau pre-hardened. Dapat juga diberikan

perlakuan hardening dan tempering apabila diinginkan kekerasan yang tinggi. Pada kondisi dikeraskan menggunakan celup oli dan tempering pada 540°C baja AISI 4340 memiliki sifat kekuatan 1172 Mpa dengan kekuatan yield sebesar 1076 Mpa. Pengembangan baja AISI 4340 banyak dilakukan oleh para peneliti dunia untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan. Perkembangan penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan material AISI 4340 dengan komposisi persentasi suhu pada ferrit-bainit (30°C-70°C) dengan metode perlakuan panas.