

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)

Contoh benda yang sering ditemukan adanya permukaan yang dikartel yaitu terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar tap dan komponen lain yang memerlukan pemegangnya tidak licin. Bentuk/profil hasil pengkartelan akan mengikuti jenis kartel yang digunakan. Salah satunya ada berbentuk belah ketupat, dan ada yang lurus tergantung gigi kartelnya. Hasil bentuk injakan kartel ada beberapa dalam berbagai ukuran yaitu kasar 14 pitch, medium 21 pitch, dan halus 33 pitch.

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

Pada proses bubut kartel ada beberapa jenis pembubutan yang harus dilalui sebelum melakukan pembubutan kartel yaitu melakukan drilling/boring atau membuat lubang senter pada kedua ujung benda kerja agar bisa dikaitkan dengan kepala lepas untuk putaran silindris yang stabil. Setelah itu benda kerja akan dibubut rata/silindris pada permukaan benda kerja agar halus, pembubutan ini juga biasa disebut dengan pembubutan facing yang artinya membubut seluruh permukaan. Pembubutan rata dilakukan sampai menjadi ukuran diameter awal sebelum dikartel yaitu di bawah ukuran diameter hasil kartel yang diminta pada *jobsheet* (lembar kerja). Untuk mempermudah dan mendapatkan hasil yang baik

pada pembubutan kartel lakukan juga pembubutan alur sebelum dikartel dan pembubutan champer pada setiap sudutnya. Setelah melakukan semua proses pembubutan di atas maka lakukan pembubutan kartel dengan mengganti pahat mata kartel.

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

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian ini lebih menitik beratkan pada penggunaan variasi diameter awal benda kerja sebelum melakukan pembubutan kartel, serta pengaruhnya terhadap hasil kartel yang sesuai diameter yang diminta maupun permukaan poros kartel yang baik. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil judul “Analisa Pembubutan Diameter Awal Benda Kerja Sebelum Dikartel Untuk Mencapai Ukuran Diameter Kartel Yang Sesuai pada Baja S45C Menggunakan Mata Kartel Garis Lurus”.

1.2. Masalah

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

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

1.3. Batasan Masalah

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

1. Kedalaman potong yang digunakan 1 mm
2. Material benda kerja yang digunakan adalah Baja S45C
3. Penelitian ini melakukan proses bubut rata hingga sampai menjadi diameter awal sebelum melakukan pembubutan kartel
4. Diameter awal pada benda kerja sebelum pembubutan kartel dibubut dengan bervariasi ukuran
5. Panjang benda yang dibubut untuk dikartel masing-masing 20 mm

1.4. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

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

- b. Untuk mengetahui beberapa proses pembubutan yang sesuai untuk dilakukan sebelum pembubutan kartel

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

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 S45C adalah baja karbon medium, artinya logam ini terdiri dari campuran ferrite dan pearlite yang kandungannya sama-sama besar atau setara dengan komposisi paduan sebesar C 0,45%, Si 0,3%, Mn 0,7%. Daya tahan baja S45C 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 S45C 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 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 di sesuaikan 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. Poros

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

Fungsi poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersamaan dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Contohnya sebuah poros dukung yang berputar, yakni poros roda keran pemutar gerobak. Berdasarkan pembebanan poros memiliki jenis yaitu :

1. Poros Transmisi (*Transmission Shafts*)

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan *shaft*. Poros akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur berganti ataupun kedua-duanya. Pada poros daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt, sprocket, rantai, dll.

2. Gandar

Poros gandar merupakan transmisi yang relatif pendek seperti pada poros utama mesin perkakas beban utamanya berupa beban puntiran dan beban lentur

3. Poros Spindle

Poros spindle merupakan transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur (*axial load*). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.



Gambar 2.1 Poros

2.4. Mesin Bubut (*Turning*)

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

pada *chuck* (pencekam) yang terpasang spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu.

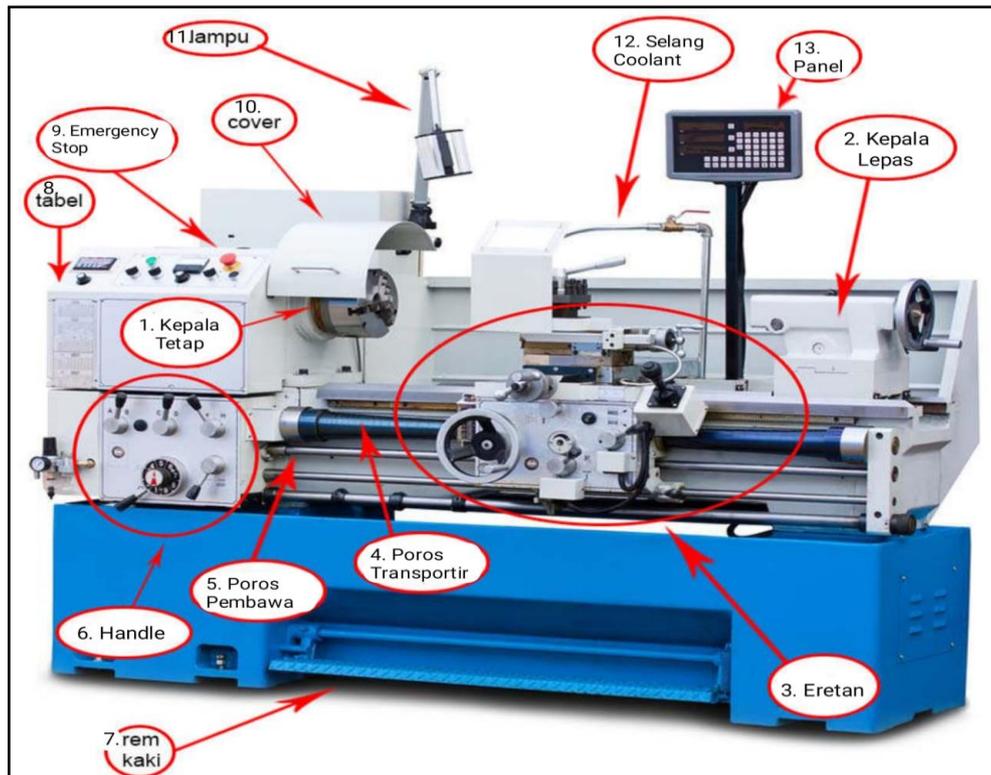
Bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang penyayatan dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada mata pahat yang digerakan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi 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 adalah untuk membuat benda berpenampang silindris, misalnya poros lurus, poros bertingkat (*step shaft*), poros tirus (*cone shaft*), poros beralur (*groove shaft*) 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 hidrolik ataupun elektrik. Ukuran mesinya 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 :

1. Mesin bubut konvensional
2. Mesin bubut *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 2.2 Mesin Bubut

2.5. Bagian-Bagian Mesin Bubut

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 2.3 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 2.4 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 2.5 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 2.6 Kepala Lepas

5. Penjepit pahat

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



Gambar 2.7 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 2.8 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 eretan 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 2.9 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 (*independent chuck*) 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 2.10 *Chuck* (cekam)

2.6. Gerakan-Gerakan Dalam Membubut

1. Dalam pengerjaan mesin bubut dikenal beberapa prinsip yaitu Gerakan berputar-putar 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 dalam pembubutan akan menghasilkan geram/serpih/tatal (*chip*). Gerakan ini disebut kecepatan makan (*feed motion*).

3. Gerakan pahat sejajar sumbu benda kerja (*depth of cutting*), pahat dimajukan ke arah melintang sampai ke dalam pemotongan yang dikehendaki. Gerakan ini disebut "adjusting motion".

2.7. Proses Pembubutan

Pada umumnya proses pembubutan akan menghasilkan produk yang berbentuk silindris, akan tetapi bukan hanya bentuk silindris saja yang dapat dihasilkan dari proses bubut. Proses bubut juga dapat mengerjakan beberapa variasi proses, antara lain:

1. Pembubutan Muka (*Face Cutting*)

Proses ini juga merupakan proses dasar yaitu mengurangi sisi muka dari benda kerja atau disebut juga mengurangi panjang benda kerja.

2. Pembubutan Dalam (*Boring*)

Pembubutan dalam pada dasarnya sama dengan pembubutan rata, namun pada proses ini bagian yang dibubut merupakan bagian dalam diameter benda kerja.

3. Pembubutan Alur (*Grooving*)

Pembubutan alur bertujuan untuk membuat pembebas pada menguliran atau bisa juga untuk tempat pemasangan snap ring, pembubutan alur dapat dilakukan pada diameter luar dan dalam.

4. Pembubutan Ulir (*Threading*)

Pembubutan ulir merupakan proses yang identic dengan mesin bubut, pada mesin bubut kita dapat membuat beraneka ragam ulir pada bagian luar maupun bagian dalam.

5. Pembubutan Tirus

Tirus atau taper adalah suatu bagian dari poros yang ukuran diameternya berangsur-angsur mengecil dari titik ke titik pada panjang poros.

6. Pembubutan Potong (*Cut of Turning*)

Pembubutan potong pada dasarnya sama dengan penguliran, akan tetapi bertujuan untuk memotong benda kerja menjadi 2 bagian.

7. Pengkartelan (*Knurling*)

Kartel pada bagian mesin berfungsi sebagai pegangan agar tidak licin, pada mesin bubut pengkartelan dilakukan dengan roda kartel yang berukuran standar. Proses ini tidak memotong melainkan menekan benda kerja sehingga membentuk alur-alur kartel.

8. Pembubutan Eksentrik (*Excentric Turning*)

Eksentrik merupakan sebuah poros yang mempunyai kedudukan senter diameter yang berbeda posisi, pada pembubutan ini dapat dilakukan dengan cara menggeser posisi pencekam benda kerja sejauh ukuran yang diminta dengan alat cekam *four jaw chuck independent*.

9. Pembubutan Lubang dengan Bor

Pada mesin bubut dapat membuat lubang dengan mata bor dan juga terkadang dilanjutkan dengan proses boring dengan pahat.

2.8. Elemen Dasar Proses Membubut

Menurut (Dwijana, I.G.K. 2009) bagi suatu tingkat proses, ukuran produk terlebih dahulu ditentukan dan kemudian pahat harus membuang sebagian

material benda kerja sampai ukuran benda kerja tercapai. Hal ini tidak terlepas dari elemen dasar proses pemesinan.

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*)

π = 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 - 150	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

π = 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*)

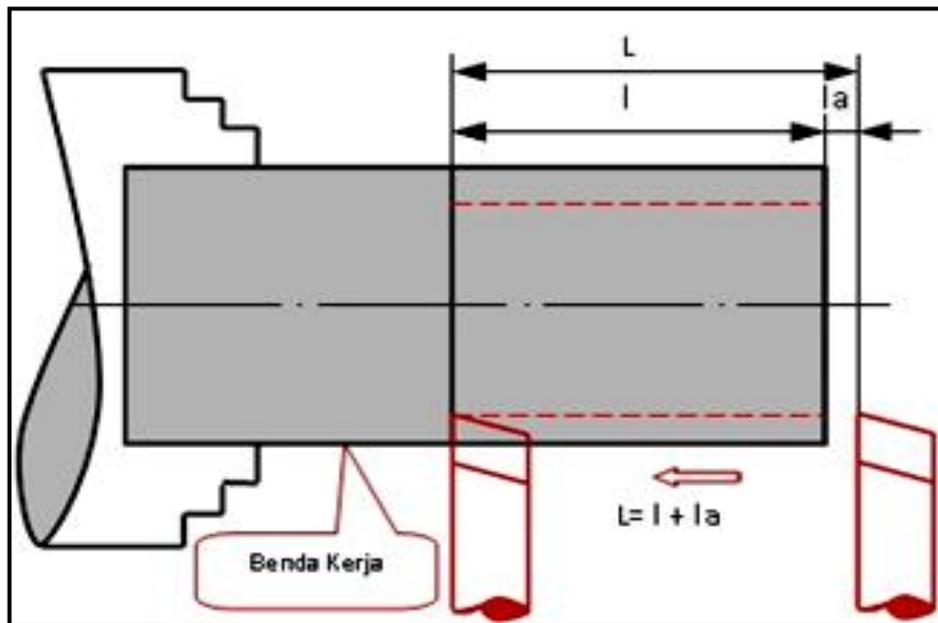
4. Waktu Pemesinan Bubut (T_c)

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 penyayat atau penggeseran pahatnya diketahui, maka waktu pembubutan dapat dihitung.

a. Waktu Pemesinan Bubut Rata

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pemesinan bubut adalah,seberapa besar panjang atau jarak tempuh pembubutan (L) dalam satuan mm dan kecepatan pemakanan (F) dalam satuan mm/menit.

Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan rata ditambah mulai awal pahat (l_a), atau: $L_{total} = l_a + l$ (mm). Untuk nilai kecepatan pemakanan (F), dengan berpedoman pada uraian sebelumnya $F = f.n$ (mm/putaran).



Gambar 2.11 Panjang Pembubutan Rata

Keterangan:

L = panjang total pembubutan rata (mm)

l = panjang pembubutan rata (mm)

la = jarak star pahat (mm)

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

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

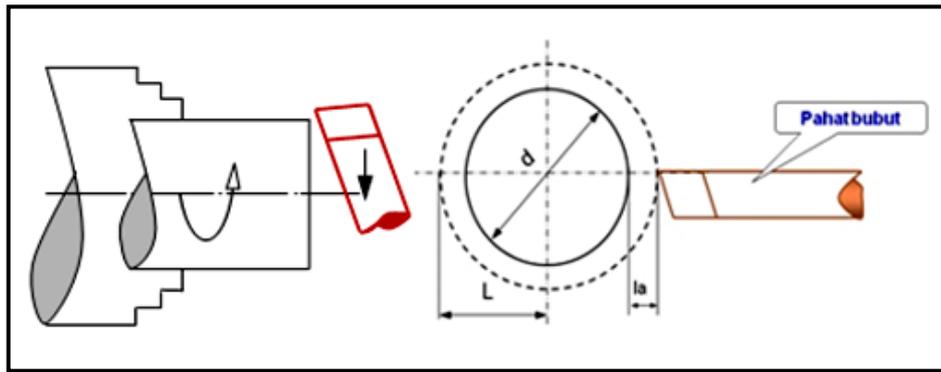
Keterangan:

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 (la).



Gambar 2.12 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)

ℓ = panjang pembubutan/gerak makan (mm)

a = kedalaman potong (mm)

2.9. Toleransi

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

Jika toleransi yang diizinkan adalah 0,1 maka ukuran hasil benda kerja dibenarkan setelah dari proses pemesinan yaitu lebih dari 0,1 dan kurang dari 0,1 apabila ukuran yang diminta adalah 26 maka ukuran yang masih diizinkan yaitu

minimum 25,9 dan maksimum 26,1 dari toleransi yang dibatasi untuk hasil ukuran benda kerja yang menyimpang.

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

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

Dalam toleransi terdapat dua macam yang lebih memudahkan untuk membedakan dalam proses pengerjaan benda kerja pada mesin, yaitu :

- a. Toleransi Ukuran
- b. Toleransi Geometrik

2.9.1 Toleransi Ukuran

Toleransi ukuran adalah dua batas penyimpangan sebuah ukuran benda kerja yang masih diizinkan atau masih dibenarkan dalam proses pemesinan. Toleransi ini sangat memegang peranan penting pada proses produksi dikarenakan sangat sulit membuat suatu alat atau benda kerja yang sesuai dengan ukuran yang tepat karena menyangkut ada ketelitian dalam proses pengerjaannya. Toleransi ukuran yang tertulis dengan simbol lebih kurang dari nilai toleransi yang ditentukan. Pada toleransi ukuran ini dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Toleransi Standart, toleransi ini ditentukan oleh ISO/R286 (sistem ISO untuk limit dan suaian) agar sesuai dengan persyaratan fungsional dan untuk keseragaman.
2. Toleransi umum, toleransi ini diberikan untuk ukuran yang tidak memerlukan ketelitian atau bukan merupakan bagian dari benda berpasangan (suaian).
3. Toleransi suaian, Suaian adalah suatu istilah untuk menggambarkan tingkat kekekatan atau kelonggaran yang mungkin dihasilkan dari penggunaan kelegaan atau toleransi tertentu pada elemen mesin yang berpasangan.

2.9.2 Toleransi Ukuran

Toleransi geometrik adalah toleransi yang membatasi penyimpangan bentuk, posisi tempat, dan penyimpangan putar terhadap suatu elemen geometris. Toleransi geometrik pada dasarnya memberikan kesempatan untuk memperlebar persyaratan dari toleransi ukuran. Pemakaian toleransi geometrik hanya dianjurkan apabila memang perlu untuk meyakinkan ketepatan komponen menurut fungsinya.

2.10. Pahat Bubut

Pahat bubut digunakan untuk memotong/menyayat benda kerja, pahat dipasang/dijepit pada penjepit pahat (*tool post*). Bahan pahat yang digunakan saat menyayat harus memiliki kekerasan dan kekuatan yang tahan terhadap temperatur tinggi (*hot hardness*).

Menurut (Syabanto, Soedjono. 2008) pahat bubut merupakan alat pemotong atau penyayat dalam kerja bubut yang sangat penting. Bentuk serta sudut

pengasahannya bermacam-macam, dan kegunaan yang berbeda-beda. Dalam membubut untuk tiap jenis logam mempunyai kekerasan pahat bubut yang berlainan, juga dalam pengaturan kecepatan (rpm) maupun penyayatan dan setiap pahat bubut mempunyai kategori sendiri.

Ketangguhan (*toughness*) pahat juga diperlukan agar pahat tidak pecah atau retak pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut dan tidak mudah aus, sehingga membutuhkan jenis material pahat yang lebih keras dan kuat dari bahan benda kerja.

Material pahat harus mempunyai sifat-sifat yaitu:

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 saat proses pembubutan berlangsung pahat tidak mudah habis (berkurang dimensinya) untuk mencapai keakuratan dimensi dan benda kerja.
3. Ulet, material dari pahat haruslah ulet, dikarenakan pada saat proses pembubutan pahat pastilah akan menerima beban kejut.
4. Tahan panas, material dari pahat harus tahan panas. karena pada saat pahat dan beban kerja akan menimbulkan panas yang cukup tinggi (2500–4000°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 haruslah sesuai dengan jenis pengerjaan yang dilakukan).

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.

2.10.1. Jenis - Jenis Pahat Bubut

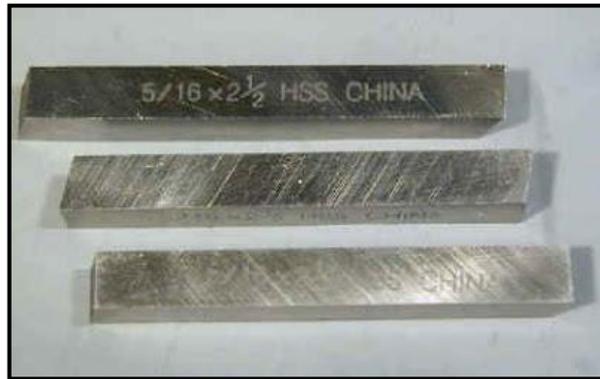
Berdasarkan bahan pembuatnya, ada dua macam pahat bubut yang umum dipakai, yaitu :

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 2.13 *High Speed Steel (HSS)*

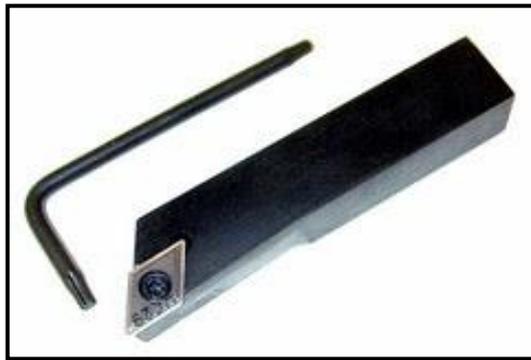
2. Pahat Carbide

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 karbida 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 2.14 Pahat *Carbide*

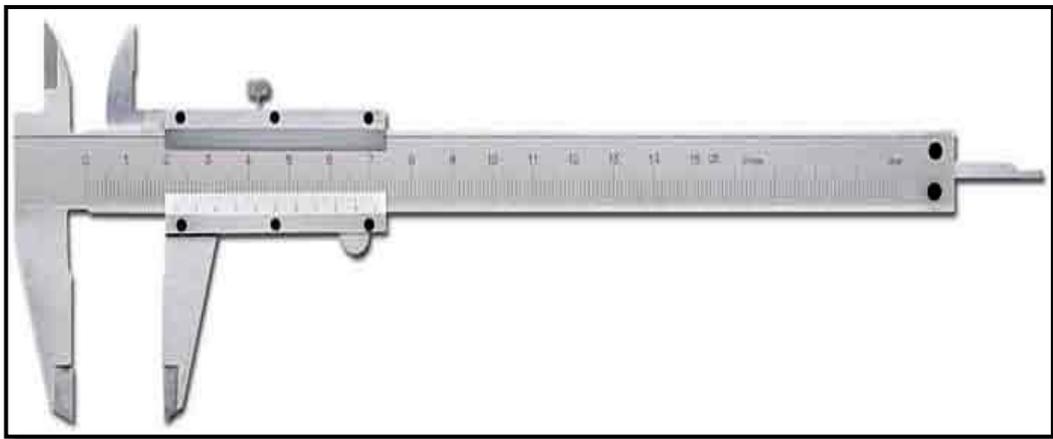
2.11. Jangka Sorong

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 2.15 Jangka Sorong

2.12. Pendingin (*Coolant*)

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.

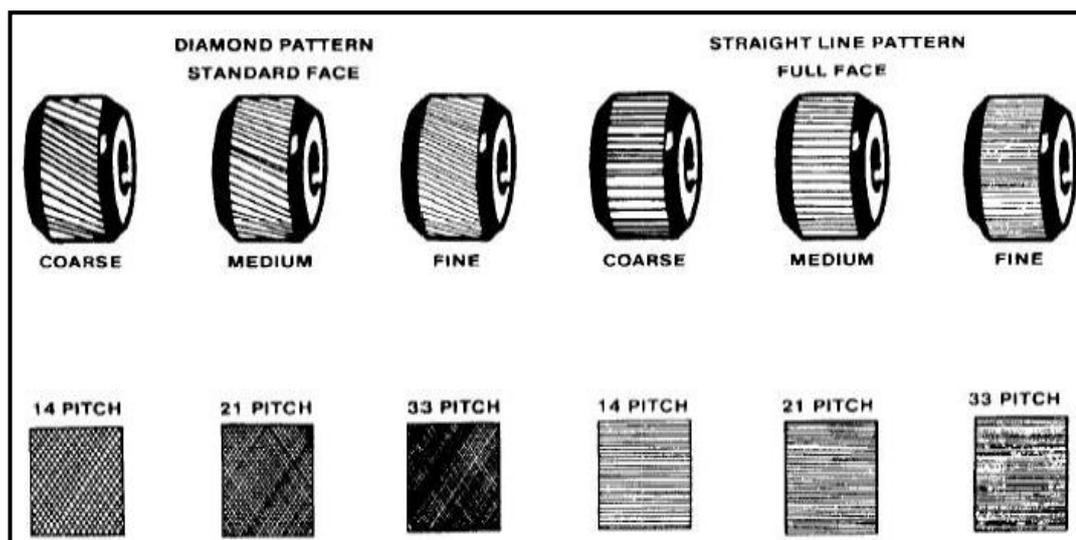
Collant merupakan cairan hasil campuran ethylene atau propylene glycol dan air. Dengan rasio perbandingan zat mineral itu berkisar 50/50. Cairan pendingin pada proses pemesinan memiliki fungsi langsung dan tak langsung. Fungsi langsung yaitu fungsi yang di kehendaki oleh perencana pemesinan atau

operator mesin perkakas. Fungsi tak langsung pendingin yaitu fungsi yang menguntungkan dengan adanya penerapan cairan pendingin tersebut.

1. Fungsi langsung cairan pendingin adalah :
 - a. Melumasi proses pemotongan pada kecepatan pada potong rendah.
 - b. Mendinginkan benda kerja khususnya pada kecepatan tinggi.
 - c. Membuang geram dari daerah pemakanan.
2. Fungsi tak langsung cairan pendingin adalah :
 - a. Melindungi permukaan yang disayat dari korosi.
 - b. Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian panas telah didinginkan.

2.13. Kartel (*knurling*)

Kartel (*knurling*) adalah proses membuat injakan ke permukaan benda kerja berbentuk berlian (*diamond*) atau garis lurus beraturan untuk memperbaiki penampilan atau memudahkan dalam pemegangan. Bentuk injakan kartel ada dalam berbagai ukuran yaitu kasar 14 pitch, medium 21 pitch, dan halus 33 pitch.



Gambar 2.16 Bentuk Kartel

Bentuk-bentuk kartel ini sering dijumpai pada pegangan perkakas seperti tangkai palu besi, ujung tangkai pemutar tap, dan perkakas lainnya yang membutuhkan permukaan benda agar tidak licin sehingga mudah untuk dipegang. Pembuatan injakan kartel dimulai dengan mengidentifikasi lokasi dan panjang bagian yang akan dikartel, kemudian mengatur mesin untuk proses kartel. Putaran spindel diatur pada kecepatan rendah (antara 60-80 rpm). Pada posisi pahat kartel harus dipasang sama dengan pemasangan pahat bubut lainnya yaitu pada tempat pahat dengan sumbu dari kepalanya setinggi sumbu mesin bubut permukaannya paralel dengan permukaan benda kerja.



Gambar 2.17 Kartel Bubut