



MATERI KULIAH TEORI PEMESINAN DASAR

MEMPERGUNAKAN MESIN BUBUT (KOMPLEK)



Oleh:

Prof. Dr. Ir. Dwi Rahdiyanta, M.Pd., IPU.

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Februari 2022**

KATA PENGANTAR

Kurikulum Berbasis Kompetensi sebagai inovasi pendidikan menghendaki adanya reorientasi pembelajaran dari model *teaching* ke model *learning* dengan berpusat pada peserta didik (*student centered learning*). Model ini menempatkan mahasiswa sebagai subyek pembelajaran yang harus aktif mengembangkan dirinya. Pembelajaran bersifat aktif, partisipatif dan kolaboratif serta secara menyeluruh memadukan aspek kecakapan hidup spesifik maupun generik.

Paling sedikit dapat diidentifikasi enam karakteristik kurikulum berbasis kompetensi antara lain: sistem belajar dengan modul, menggunakan keseluruhan sumber belajar, menekankan kepada pengalaman lapangan, strategi belajar individual personal, kemudahan belajar diberikan melalui kombinasi antara pembelajaran individual personal dengan pengalaman lapangan, dan pembelajaran secara tim (*team teaching*), dan belajar tuntas

Buku ini disusun sebagai bagian dari upaya mewujudkan pembelajaran berbasis kompetensi khususnya pada bidang pemesinan bubut. Dengan demikian diharapkan buku ini dapat membantu mahasiswa dalam mencapai kompetensi khususnya di bidang pemesinan bubut.

Penulis menyadari, masih terdapat kekurangan dalam penyusunan modul ini. Oleh karena itu saran dan kritik membangun sangat diharapkan.

Yogyakarta, Februari 2022
Penyusun,

Dwi Rahdiyanta

DAFTAR ISI

A. KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA	1
1. Keselamatan pekerja/operator	1
2. Keselamatan mesin	6
3. Keselamatan alat-alat bantu.....	6
4. Keselamatan benda kerja.....	7
B. MESIN BUBUT (<i>LATHE MACHINE</i>)	8
1. Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut.....	8
a. Kepala tetap (<i>headstock</i>).....	9
b. Kepala lepas (<i>tailstock</i>).....	10
c. Eretan (<i>carriage</i>).....	11
d. <i>Toolpost</i>	12
e. Alas (<i>bed</i>).....	12
f. Mekanisme Transmisi.....	13
2. Perlengkapan Mesin Bubut.....	16
a. Alat pencekam benda kerja.....	16
b. Alat penahan benda kerja.....	20
c. <i>Taper Attachment</i>	21
d. Alat bantu pengeboran.....	22
e. Alat bantu pengukuran.....	22
f. Alat bantu pengencangan dan pelepasan mur dan baut.....	23
g. Kuas.....	23
h. Mal ulir.....	24
C. ALAT POTONG PROSES PEMESINAN BUBUT	27
1. Material pahat bubut.....	27
a. Baja karbon.....	7
b. <i>High Speed Steel</i>	27
c. Karbida.....	28
d. Keramik.....	28
e. <i>Cubic Boron Nitride</i>	28
f. Intan.....	28

2.	Jenis alat potong pada proses pemesian bubut.....	29
a.	Pahat bubut.....	29
b.	Kartel.....	32
c.	Mata bor.....	33
3.	Geometri pahat bubut.....	35
4.	Kerusakan pahat.....	38
5.	Perawatan alat potong mesin bubut.....	41
D.	PARAMETER PEMOTONGAN PADA PROSES BUBUT.....	42
1.	Kecepatan potong (<i>cutting speed</i>).....	43
2.	Kecepatan putar (<i>speed</i>).....	44
3.	Gerak makan (<i>feed</i>).....	44
4.	Kedalaman potong (<i>depth of cut</i>).....	44
5.	Waktu Pemotongan (<i>time</i>).....	45
6.	Kecepatan penghasiian tatal.....	45
E.	MENGOPERASIKAN MESIN BUBUT.....	46
1.	<i>Standart Operational Procedure (SOP)</i>	46
a.	Menghidupkan dan mematikan sumber arus listrik (<i>power supply</i>) mesin.....	46
b.	Menghidupkan dan mematikan mesin.....	47
c.	Mengatur kelurusan sumbu kepala tetap dan kepala lepas mesin bubut.....	48
d.	Mengatur ketinggian pahat.....	49
e.	Memasang benda kerja.....	49
f.	Mengatur putaran dan arah putaran mesin bubut.....	50
g.	Mengatur feeding.....	51
h.	Mengoperasikan eretan secara manual dan otomatis.....	52
2.	Proses Membubut.....	52
a.	Membubut muka (<i>facing</i>).....	53
b.	Membubut lurus.....	53
c.	Membubut bertingkat.....	54
d.	Membubut <i>chamfer</i>	54
e.	Membubut tirus.....	59
f.	Membubut alur.....	60
g.	Teori ulir dan cara membubut ulir.....	66

h. Melakukan proses <i>drilling</i> dan <i>boring</i> pada mesin bubut.....	67
i. Membubut kartel.....	68
j. Membubut profil.....	68
Daftar Pustaka.....	70

GARIS BESAR MATERI KULIAH

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

Tujuan Pembelajaran:

1. Siswa mengetahui pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja dalam melakukan suatu pekerjaan
2. Siswa mengetahui perlengkapan pakaian kerja dalam melakukan pekerjaan dengan mesin bubut
3. Siswa mengetahui berbagai macam keselamatan yang harus diperhatikan dalam melakukan pekerjaan dengan mesin bubut

MESIN BUBUT

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mengikuti pembelajaran tentang mesin bubut, diharapkan siswa dapat:

1. Menjelaskan definisi mesin bubut
2. Menjelaskan prinsip kerja mesin bubut
3. Menjelaskan bagian dan fungsi bagian mesin bubut
4. Menjelaskan Perlengkapan dan fungsi perlengkapan mesin bubut

ALAT POTONG PROSES PEMESINAN BUBUT

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mengikuti pembelajaran tentang alat potong proses pemesinan bubut, diharapkan siswa dapat:

1. Menjelaskan sifat-sifat pahat bubut
2. Menjelaskan material pahat bubut
3. Menjelaskan jenis-jenis alat potong pada proses pemesinan bubut
4. Menjelaskan geometri pahat bubut
5. Menjelaskan kerusakan pahat bubut
6. Menjelaskan perawatan pahat bubut

PARAMETER PEMOTONGAN PROSES PEMESINAN BUBUT

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mengikuti pembelajaran tentang parameter pemotongan proses pemesinan bubut , diharapkan siswa dapat:

1. Menjelaskan parameter pemotongan mesin bubut
2. Menerapkan parameter pemotongan mesin bubut

MENGOPERASIKAN MESIN BUBUT

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mengikuti pembelajaran tentang mengoperasikan mesin bubut , diharapkan siswa dapat:

1. Menerapkan Standard Operational Procedure dalam mengoperasikan mesin bubut
2. Menerapkan cara membubut rata
3. Menerapkan cara membubut bertingkat
4. Menerapkan cara membubut tirus
5. Menerapkan cara membubut alur
6. Menerapkan cara membubut ulir
7. Menerapkan cara membubut kartel
8. Menerapkan cara mengebor dengan mesin bubut


KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA



Gambar Perlengkapan kesehatan dan keselamatan kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah suatu sistem yang dirancang untuk menjamin keselamatan yang baik pada semua personil di tempat kerja agar tidak menderita luka maupun menyebabkan penyakit di tempat kerja dengan mematuhi/taat pada hukum dan aturan keselamatan dan kesehatan kerja tercermin pada perubahan sikap menuju keselamatan di tempat kerja. Kecelakaan kerja yang terjadi di bengkel pada umumnya disebabkan oleh kelalaian operator atau siswa yang kurang memperhatikan hal-hal kecil yang sebenarnya sangat penting untuk mendukung suatu pekerjaan agar dapat diselesaikan dengan selamat. Keselamatan kerja tidak hanya untuk operator, tetapi keselamatan mesin, alat-alat pendukung serta benda kerja juga harus diperhatikan. Kondisi mesin dan alat bantu yang tidak dalam kondisi unjuk kerjanya akan mempengaruhi kualitas dari pekerjaan dan berdampak pada ketidaksesuaian ukuran benda kerja sesuai dengan yang kita kehendaki.

1. Keselamatan Pekerja/Operator

1.201	1.202	1.203	1.204	1.205	1.206
					
Wajib Sarung Tangan	Wajib Sepatu Safety	Wajib Helmet	Wajib Pelindung Mata	Wajib Pelindung Telinga	Wajib Masker
1.207	1.208	1.209	1.210	1.211	1.212
					
Wajib Penutup Kepala	Wajib Pelindung Wajah	Wajib Masker Las	Wajib Respirator	Wajib Pakaian Pelindung	Wajib Jaket Keselamatan

Gambar Simbol-simbol perlengkapan K3 untuk pekerja

Agar keselamatan kerja terjamin, dalam mengoperasikan mesin khususnya mesin bubut, pekerja harus menggunakan peralatan keselamatan kerja yang telah ditentukan sebagai berikut :

a. Pakaian Kerja

Pada saat bekerja dibengkel kita harus menggunakan pakaian kerja untuk menjaga keselamatan tubuh kita dari dari kecelakaan yang tidak bisa



Gambar Pakaian kerja

kita inginkan. Saat pengerjaan di mesin bubut, pakaian kerja kan melindungi kita dari beram (tatal) panas yang melayang saat operator mengoperasikan mesin. Disamping itu, pakaian kerja juga dipakai untuk mencegah kotoran dan hal-hal lain yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja bagi operator. Oleh karena itu, pakaian kerja yang digunakan operator harus dalam keadaan rapi dan baik kondisinya serta tidak boleh mengganggu pergerakan tubuh operator.

b. Sepatu Kerja



Gambar Sepatu kerja

Alat ini digunakan untuk menghindari kecelakaan pada kaki dari tusukan benda tajam atau terbakar oleh zat kimia. Oleh karena itu, sepatu harus terbuat dari bahan yang disesuaikan dengan kebutuhan tempat kita bekerja. Jika operator bekerja dalam bengkel perkakas, digunakan sepatu yang bentuknya seperti sepatu biasa dengan bahan kulit dan alasnya dari karet. Akan tetapi, pada bagian ujung dalamnya dilapisi dengan baja yang digunakan untuk melindungi kaki apabila terjatuh oleh benda-benda berat. Alas dari karet ini berfungsi agar operator tidak terpeleset karena permukaan yang licin akibat oli dan bahan pelumas lainnya.

c. Kacamata



Gambar Kacamata kerja

Kacamata berfungsi untuk melindungi mata operator dari beram (tatal) yang dihasilkan saat mesin bubut dioperasikan. Pada pekerjaan mesin yang lain, kacamata digunakan untuk melindungi mata dari panas yang dihasilkan dari mesin tersebut, sinar yang menyilaukan, dan juga dari debu. Contohnya adalah pada pengerjaan menggerinda, memahat, dan mengefrais. Kacamata yang digunakan oleh operator harus mampu menutup semua bagian-bagian mata dari kemungkinan terkena beram (tatal), tidak mengganggu penglihatan operator, dan memiliki lubang sebagai sirkulasi udara ke mata.

d. Sarung Tangan



Gambar Sarung tangan kerja

Alat ini digunakan untuk melindungi tangan dari kotoran atau pun beram yang tajam dari sisa sisa proses bubut. Sarung tangan jg digunakan untuk memperkuat pegangan supaya tidak meleset pada saat memegang suatu benda yang berminyak dari bagian-bagian mesin atau bahan baja.

- e. Jangan menghidupkan mesin bubut dalam kondisi kunci *chuck* masih terpasang
- f. Periksa kekencangan penjepitan benda kerja pada *chuck* sebelum menghidupkan mesin.
- g. Jangan membersihkan beram (tatal) saat mesin hidup

2. Keselamatan Mesin

Selain menjaga keselamatan operator, kita juga harus menjaga keselamatan mesin dalam bekerja. Ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas mesin dan agar tidak terjadi kerusakan pada mesin. Untuk menjaga keselamatan mesin secara umum, seseorang pekerja/operator harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Periksa kesiapan mesin dan alat sebelum digunakan
- b. Mengetahui cara memberhentikan mesin, sebelum memulainya.
- c. Gunakan putaran mesin bubut yang sesuai dengan pekerjaan
- d. Jangan mengubah arah putaran atau kecepatan mesin apabila mesin sedang berjalan (berputar).
- e. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya
- f. Jangan meninggalkan mesin ketika sedang bekerja (hidup)
- g. Peliharalah mesin agar selalu berada dalam kondisi yang baik dan setelah dipakai harus dibersihkan.
- h. Lakukan perawatan dan perbaiki mesin secara berkala.

3. Keselamatan Alat-alat Bantu

Alat-alat bantu yang digunakan pada saat bekerja pada mesin bubut berupa alat potong dan alat ukur. Alat potong dalam mesin bubut adalah pahat. Pahat merupakan bagian terpenting yang dapat menentukan baik atau buruknya penyayatan. Untuk itu, dalam melakukan pembubutan kita harus menggunakan pahat yang sesuai dengan jenis benda kerja yang akan kita bubut.

Keselamatan alat ukur sangat diperlukan untuk menjaga ketelitian dari alat ukur tersebut. Untuk menjaga keselamatan alat ukur, maka dalam menggunakan

tempatny, jangan sampai tertindih dengan benda lain. Simpanlah alat ukur tersebut di dalam rak-rak lemari, laci, atau pada tempatnya jika sudah tidak digunakan.

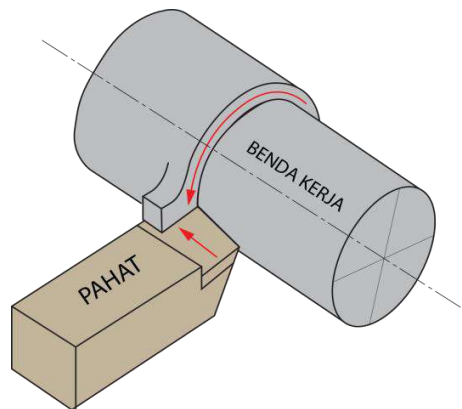
4. Keselamatan Benda Kerja

Keselamatan benda kerja perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil akhir benda kerja yang maksimal. Untuk mendapatkan hasil akhir yang maksimal maka keselamatan operator, mesin, dan alat-alat pendukung pada proses permesinan harus terpenuhi terlebih dahulu, sebab benda kerja yang kita buat merupakan hasil akhir dari proses tersebut.

Selain itu, dengan memaksimalkan keselamatan benda kerja dapat berakibat pada penghematan bahan, karena tidak banyak bahan yang rusak. Hal itu berakibat pada keuntungan yang diperoleh dari perusahaan pembuat produk tersebut.

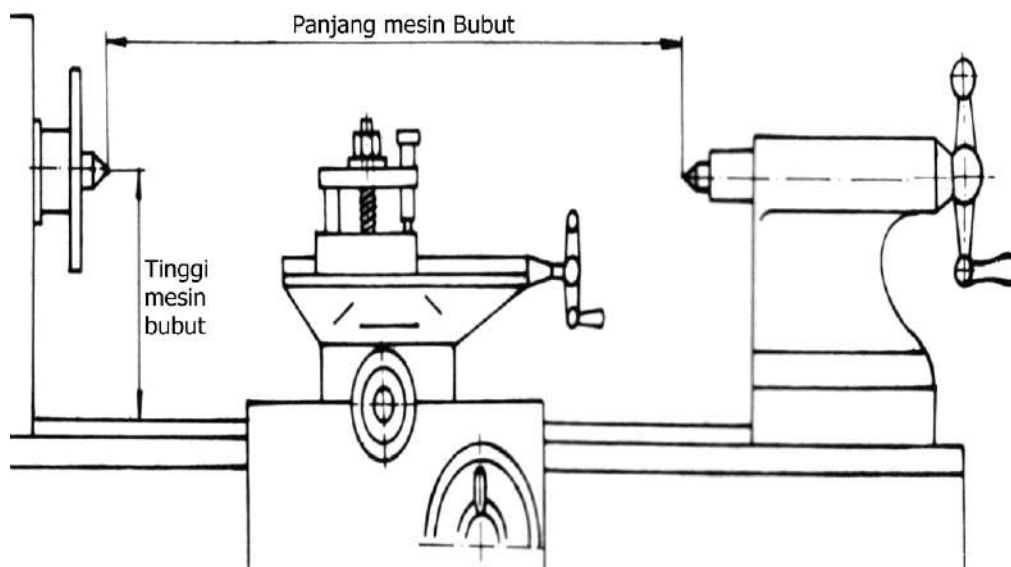
MESIN BUBUT (*LATHE MACHINE*)

Mesin Bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas produksi yang digunakan untuk membentuk dan menghasilkan benda kerja yang berbentuk silindris. Dalam proses kerjanya, penyayatan dalam proses bubut terjadi karena adanya gesekan antara benda kerja yang berputar dengan ujung mata potong dari pahat bubut yang bergerak sejajar dengan sumbu benda kerja tersebut.



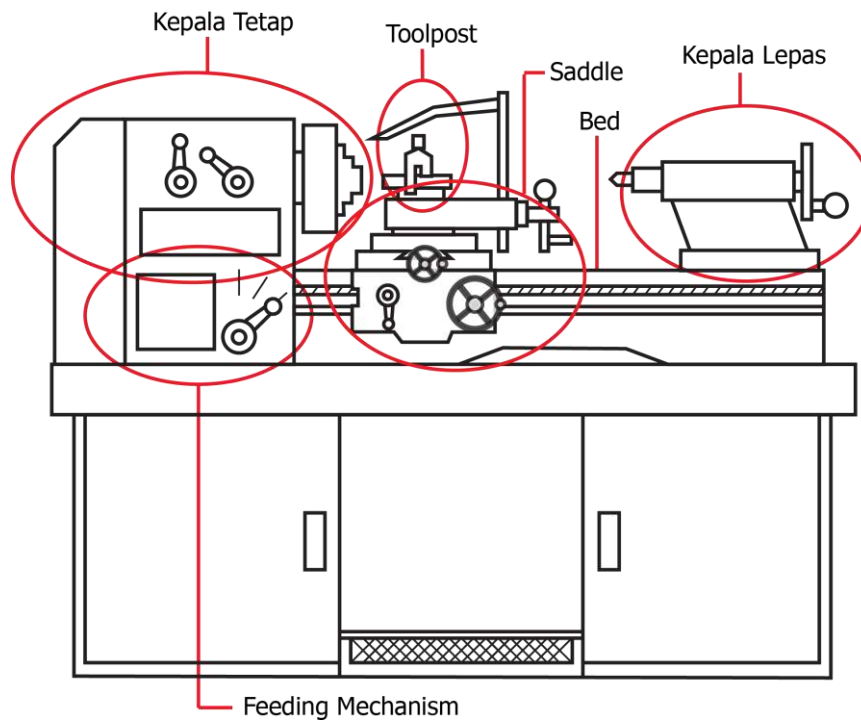
Gambar Proses penyayatan dalam proses pemesinan bubut

Dimensi utama mesin bubut dilihat dari 2 ukuran utama yaitu panjang dan tinggi mesin bubut. Panjang mesin bubut dihitung dari jarak antara center kepala tetap dan ujung senter kepala lepas yang menunjukkan kemampuan mesin bubut untuk melakukan pekerjaan pembubutan dalam arah memanjang sesuai dengan bed mesin bubutnya. Tinggi mesin bubut dihitung dari jarak center kepala tetap terhadap bed mesin yang menunjukkan kapasitas besarnya diameter maksimal benda kerja yang dapat dikerjakan oleh mesin bubut tersebut.



Gambar Dimensi Mesin Bubut

1. Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut



Gambar Bagian Utama Mesin Bubut

a. Kepala Tetap (*Headstock*)

Kepala tetap (*headstock*) merupakan salah bagian utama dalam mesin bubut yang di dalamnya terdapat komponen mesin bubut seperti *spindle* mesin. *Spindle* mesin ini berfungsi sebagaiudukan perlengkapan pencekaman benda kerja pada mesin bubut seperti cekam (*chuck*), kolet, senter tetap, plat pembawa rata (*face plate*) dan plat pembawa berekor (*driving plate*).

Selain *spindle* mesin, di dalam kepala tetap juga terdapat sistem transmisi beserta tuas-tuas pengatur untuk mempermudah operator mesin dalam mengatur posisi dari sistem transmisi tersebut sehingga didapat kecepatan putar mesin sesuai dengan kebutuhan operator mesin.



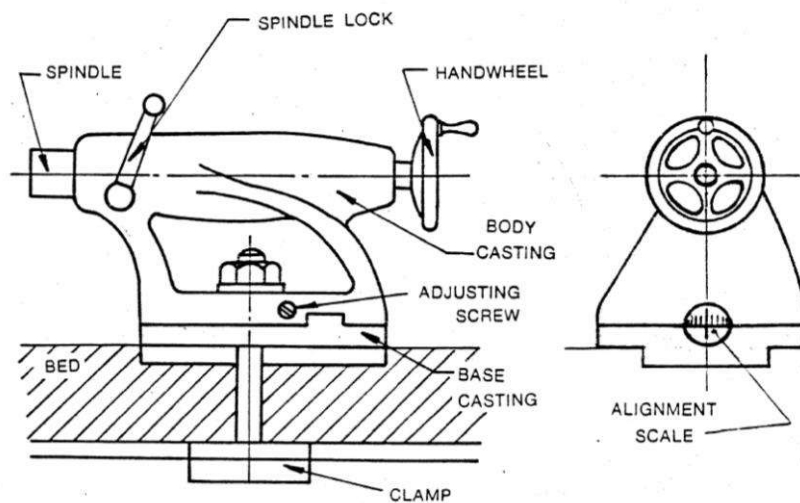
Gambar Kepala tetap (*headstock*) mesin bubut

b. Kepala Lepas (Tailstock)



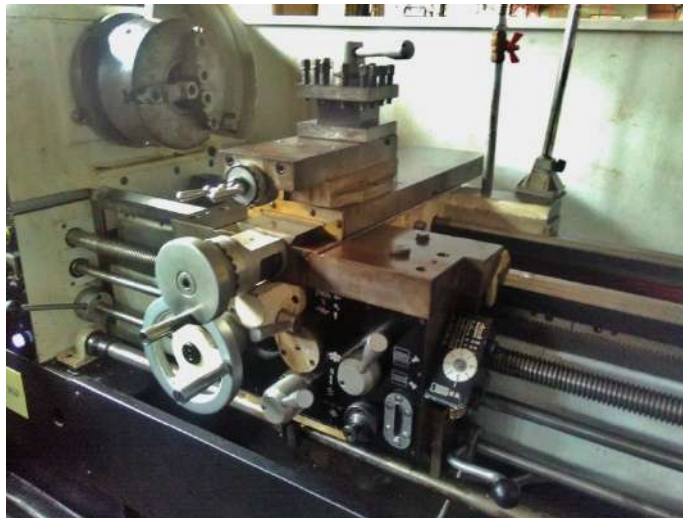
Gambar kepala lepas (*tailstock*) mesin bubut

Kepala lepas (*tailstock*) berfungsi sebagaiudukan senter putar (*rotary centre*), senter tetap, cekam bor (*chuck drill*) dan mata bor bertangkai tirus. Kepala lepas dapat digeser sepanjang alas (*bed*). Kepala lepas dilengkapi dengan roda putar beserta skala ukur dengan angka ketelitian tertentu untuk mendukung fungsinya dalam proses bubut. Tinggi senter pada kepala lepas harus sama dan berada satu sumbu dengan senter kepala tetap agar dapat digunakan sebagai pendukung benda kerja agar putarannya stabil atau pun saat digunakan untuk melakukan pengeboran benda kerja. Kepala lepas juga berfungsi sebagai alat bantu dalam melakukan proses bubut tirus untuk mendukung kedudukan benda kerja pada sudut kemiringan tertentu.



Gambar Bagian-bagian kepala lepas mesin bubut

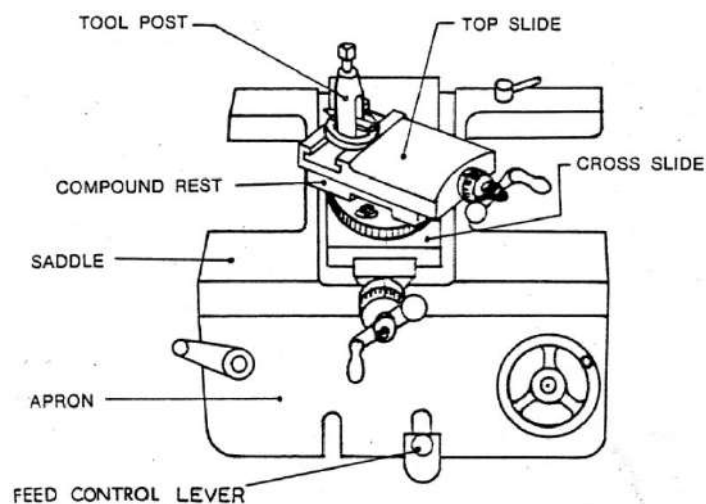
c. Eretan (Carriage)



Gambar Eretan mesin bubut

Eretan (*carriage*) adalah bagian mesin bubut yang berfungsi untuk menggerakkan pahat saat melakukan penyayatan. Eretan pada mesin bubut terdiri dari 3 bagian, yaitu:

- 1) Eretan memanjang (*longitudinal slide*), berfungsi untuk melakukan gerak pemakanan arah memanjang sejajar dengan sumbu benda kerjadan sekaligus sebagai dudukan eretan melintang.
- 2) Eretan melintang (*cross slide*), berfungsi untuk melakukan gerak pemakanan arah melintang tegak lurus terhadap sumbu benda kerja dan sekaligus sebagai dudukan eretan atas.
- 3) Eretan atas (*top slide*), berfungsi untuk melakukan pemakanan dengan sudut arah pemakanan sesuai dengan penyetelan posisi eretan atas tersebut.



Gambar Bagian-bagian eretan mesin bubut

Masing masing eretan tersebut dilengkapi skala ukur dengan ketelitian tertentu baik dalam satuan mm ataupun inch yang berfungsi untuk membantu operator mesin untuk dapat mencapai ukuran suatu produk dengan toleransi dan suaian yang terdapat pada gambar kerja.

d. *Toolpost*

Toolpost merupakan bagian mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit pahat. Terdapat beberapa jenis *toolpost* yang digunakan oleh mesin bubut, yaitu *toolpost* untuk pahat tunggal (*toolpost for single point tool*) dan *toolpost* untuk pahat jamak (*square turret*) yang bisa digunakan untuk menjepit pahat hingga 4 buah pahat.



Gambar Toolpost untuk 1 hingga 4 buah pahat

e. Alas (*Bed*)

Alas mesin bubut (*bed*) berfungsi sebagai tumpuan gaya yang timbul pada saat proses bubut dilakukan. Alas mesin bubut merupakan kedudukan dari kepala lepas dan eretan. Alas mesin bubut harus memiliki permukaan yang sangat halus, rata dan kedataran serta kesejajaran dengan ketelitian yang sangat tinggi untuk mendukung kerjanya sebagai penopang eretan dan kepala lepas, sehingga gerakan kepala lepas dan eretan memanjang dalam melakukan penyayatn dapat berjalan dengan lancar, stabil dan dapat menghasilkan pembubutan yang presisi.



Gambar *Bed* mesin bubut

f. Mekanisme Transmisi



Gambar Transmisi Mesin Bubut

Mesin bubut memiliki mekanisme pemindah tenaga berupa transmisi yang berfungsi untuk menghubungkan dan mengatur perbandingan putaran serta arah putaran dari motor listrik menuju *spindle* mesin melalui suatu susunan roda gigi. Pengaturan kecepatan ini pada umumnya dilakukan melalui tuas-tuas yang ada pada kepala tetap mesin bubut. Besarnya nilai kecepatan putar yang dimiliki oleh suatu mesin bubut biasanya sudah tertera pada tabel kecepatan putar pada kepala tetap.



Gambar Mekanisme Pengatur Kecepatan Putar dan Arah Putaran Mesin Bubut

Selain mengatur kecepatan putar, transmisi mesin bubut juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak makan (*feeding*) yang ada di dalam mesin bubut tersebut ketika gerak makan otomatis digunakan. Kecepatan gerak makan ini terjadi melalui penerusan putaran roda gigi transmisi dari *spindle* mesin menuju ulir transportir serta poros pembawa. Kecepatan gerak makan diatur dengan mengubah posisi tuas-tuas pengatur kecepatan gerak makan otomatis pada kepala tetap dengan mengacu pada tabel data kecepatan gerak makan otomatis yang ada, akan tetapi mesin bubut juga membutuhkan pengaturan roda gigi pengganti untuk mengatur kecepatan gerak makan otomatis tersebut. Gerak pemakanan otomatis ini berfungsi untuk membantu kerja operator dalam melakukan penyayatan terhadap benda kerja. Selain itu, gerak pemakanan otomatis juga dapat digunakan untuk pembuatan ulir dengan pengaturan perbandingan antara kecepatan putar *spindle* dan ulir transportir serta poros pembawa dengan kecepatan gerak pemakanan otomatis tertentu.



Gambar Knob Pengatur Gerak Makan Otomatis pada Mesin Bubut

Roda gigi pengganti adalah roda gigi transmisi yang menghubungkan putaran antara *spindle* menuju ulir transportir dan poros pembawa. Pengaturan roda gigi pengganti ini bertujuan untuk merubah perbandingan putaran antara *spindle* menuju ulir transportir dan poros pembawa tersebut sehingga suatu mesin bubut memiliki perbandingan putaran yang variatif yang berpengaruh pada kapasitas kecepatan gerak makan yang lebih variatif pula. Biasanya mesin bubut memiliki roda gigi pengganti dengan jumlah gigi adalah sebagai berikut:

20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 45 – 50 – 55 – 60 – 65 – 70 – 75 – 80 – 85 – 90 – 95 – 100 – 105 – 110 – 115 – 120 – 127

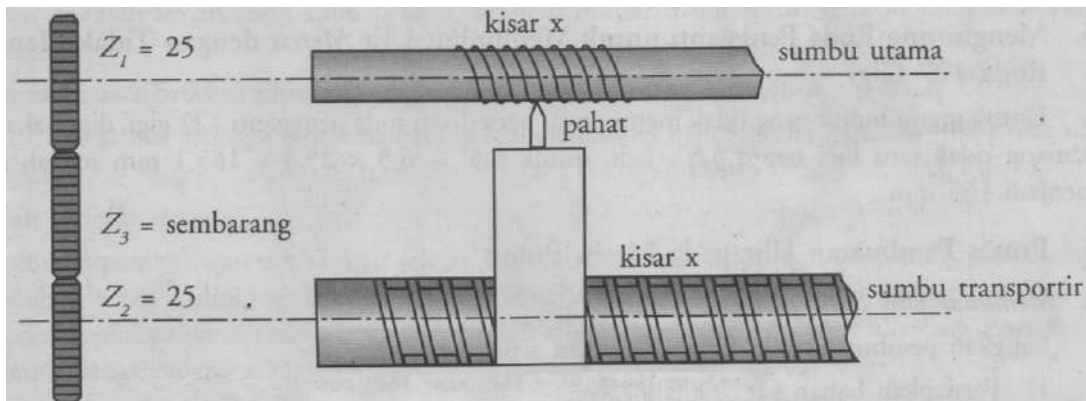
Atau

20 – 22 – 23 – 25 – 30 – 32 – 35 – 40 – 45 – 50 – 55 – 60 – 65 – 70 – 76 – 80 – 90 – 100 – 127

Pada mesin bubut kecil roda giginya adalah sebagai berikut:

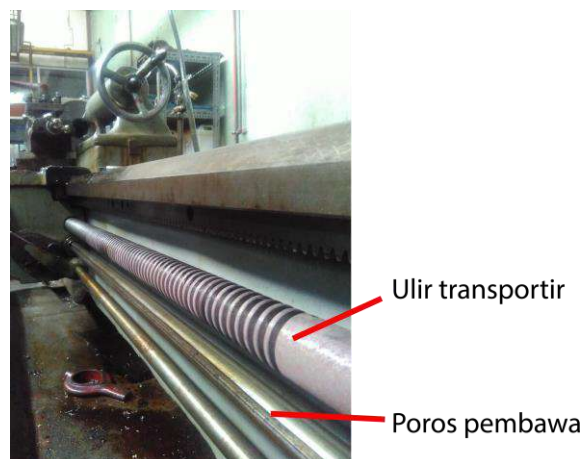
16 – 18 – 20 – 21 – 22 – 26 – 28 -34 – 38 – 42 – 44 -56 – 60 – 66 – 73 – 88 – 96
108 – 127

Dalam sepasang roda gigi pengganti seperti di atas terdapat dua buah roda gigi dengan jumlah gigi yang sama banyaknya untuk digunakan dalam membubut ulir yang kisarnya sama dengan kisar ulir transportirnya.



Gambar Hubungan *Spindle* dan Ulir Transportir melalui Roda Gigi

Ulir transportir adalah sebuah poros berulir persegi atau trapesium dengan ulir jenis withworth (*inch*) atau metrik (mm) yang berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis. Ulir transportir pada mesin bubut pada umumnya memiliki kisar antara 6 mm hingga 12 mm menyesuaikan dengan ukuran mesin bubut. Poros pembawa selalu berputar untuk mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis.



Gambar Ulir Transportir dan Poros Pembawa

2. Perlengkapan Mesin Bubut

a. Alat pengecam benda kerja

Alat pengecam benda kerja pada mesin bubut terbagi menjadi 3, yaitu:

1) Cekam (*Chuck*)

Cekam (*chuck*) adalah salah satu perlengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit atau mengikat benda kerja pada proses bubut. Cekam terbagi menjadi 2 berdasarkan cara kerjanya gerakan rahangnya, yaitu:

- a) **Cekam sepusat (*self centering chuck*)**, yaitu cekam yang apabila salah satu rahangnya digerakkan maka keseluruhan rahang pada cekam tersebut akan bergerak bersama-sama mendekati atau menjauhi pusat sumbu. Maka dari itu, cekam jenis ini sebaiknya hanya digunakan untuk mencekam benda kerja yang benar-benar sudah silindris. Cekam jenis ini rahangnya ada yang berjumlah tiga rahang (*three jaw chuck*), empat rahang (*four jaw chuck*) dan enam rahang (*six jaw chuck*).



(a)

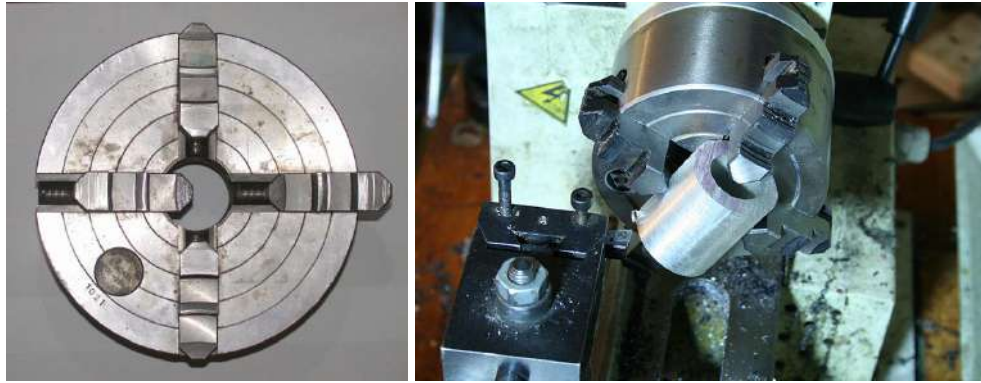
(b)

(c)

Gambar Cekam sepusat (a) rahang 3, (b) rahang 4, (c) rahang 6

(sumber: chronos.ltd.uk)

- b) **Cekam tidak sepusat (*independent chuck*)**, yaitu cekam yang masing-masing rahangnya dapat digerakkan sendiri-sendiri untuk mendekati atau menjauhi pusat sumbu dari cekam tersebut. Cekam tidak sepusat digunakan untuk menjepit benda kerja dengan bentuk yang tidak silindris atau tidak beraturan serta membuat benda kerja dengan sumbu senter tidak sepusat (eksentris). Jumlah rahang pada cekam tidak sepusat pada umumnya memiliki empat rahang.



(a)

(b)

Gambar (a) Cekam independen, (b) Penggunaan cekam independen
(sumber: mini-lathe.org.uk)

Kunci *chuck* cekam dibutuhkan untuk mengoperasikan cekam mesin bubut baik dalam pemasangan atau pun pelepasan benda kerja. Setiap mesin bubut mempunyai ukuran kunci cekam yang berbeda-beda, tergantung dengan ukuran dari cekam yang digunakan.



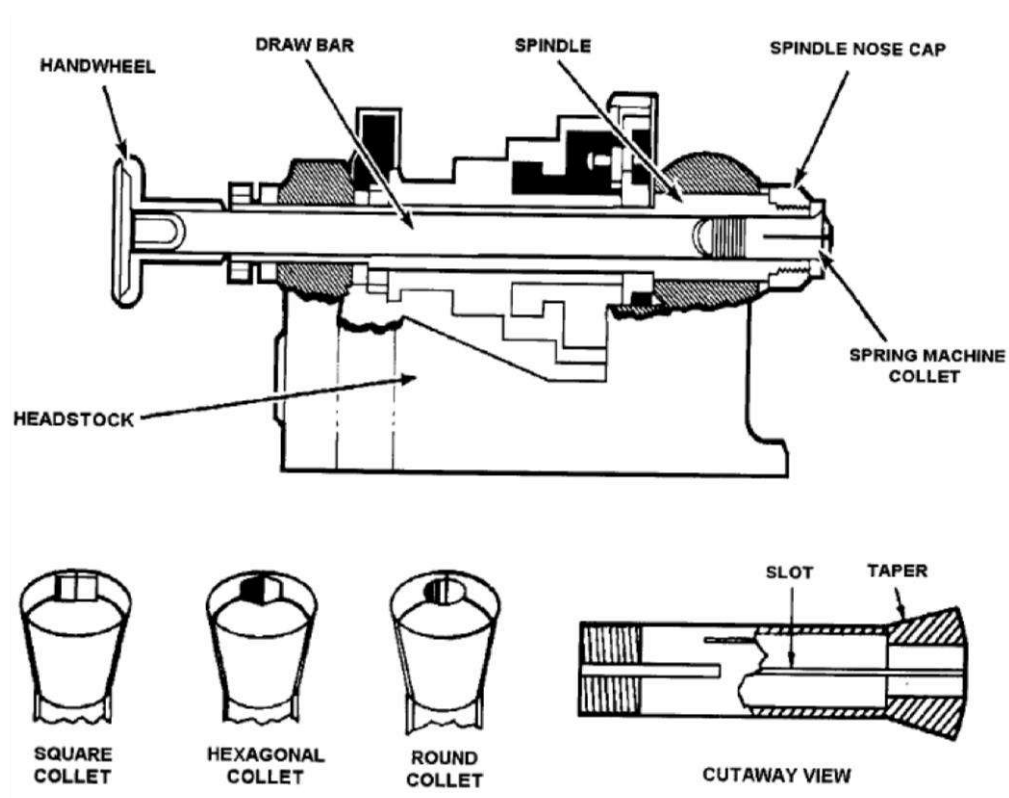
Gambar Kunci *Chuck*

2) Collet



Gambar *Collet* (sumber:directindustry.com)

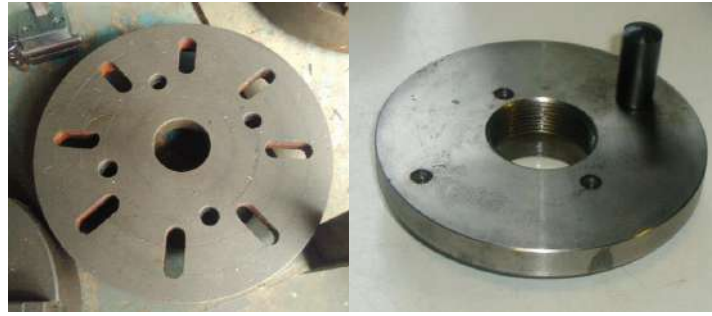
Collet adalah perlengkapan mesin bubut yang digunakan untuk mencekam benda kerja berbentuk silindris dengan ukuran sesuai diameter *collet* yang digunakan. Pencekaman dengan cara ini tidak akan meninggalkan bekas pada permukaan benda kerja. *Collet* terdiri dari 3 bagian untuk dapat digunakan sebagai alat pencekaman pada mesin bubut, yaitu *collet*, rumah *collet* (*collet adapter*) dan batang penarik (*drawbar*).



Gambar Komponen pencekaman dengan *collet*

3) Plat Pembawa

Plat pembawa terbagi menjadi 2 macam, yaitu plat pembawa rata (*face plate*) dan plat pembawa bertangkai. Konstruksi pelat pembawa berbentuk bulat dan pipih, berfungsi untuk memutar pembawa (*lathe-dog*) sehingga benda kerja yang terikat oleh pembawa akan ikut berputar bersama spindle mesin. Akan tetapi plat pembawa rata juga dapat digunakan untuk mencekam benda kerja yang berbentuk tak beraturan



(a)

(b)

Gambar (a) Plat pembawa rata, (b) Plat pembawa bertangkai

Pembawa (*lathe dog*) adalah perlengkapan yang berfungsi sebagai penjepit benda kerja agar benda kerja ikut berputar bersama spindel mesin ketika plat pembawa digunakan. Pembawa terbagi menjadi 2, yaitu pembawa berujung lurus dan pembawa berujung bengkok. Pembawa berujung lurus digunakan bersama dengan plat pembawa bertangkai, sedangkan pembawa berujung bengkok digunakan bersama dengan plat pembawa rata.



(a)

(b)

Gambar (a) Pembawa bertangkai bengkok, (b) Pembawa bertangkai lurus
(sumber: dealry.co.uk)



(a)

(b)

Gambar (a) Pencekaman benda kerja dengan plat pembawa bertangkai dan pembawa bertangkai lurus (sumber: modelengineneews.org), (b) pencekaman

benda kerja berbentuk tak beraturan dengan plat pembawa rata
(sumber:homews.co.uk)

b. Alat Penahan benda Kerja

1) Penyangga

Penyangga adalah perlengkapan mesin bubut yang digunakan untuk menahan benda kerja yang berukuran relatif panjang supaya tetap lurus dan berada pada sumbu putarannya ketika timbul gaya saat dilakukan proses bubut terhadap benda kerja tersebut. Benda kerja yang berukuran panjang, apabila tidak dibantu penyangga ketika dilakukan proses pembubutan, kemungkinan diameternya akan menjadi elips/oval, tidak silindris dan tidak rata karena terjadi getaran akibat lenturan benda kerja. Penyangga pada mesin bubut ada dua macam yaitu, penyangga tetap (*steady rest*). Penggunaan penyangga tetap, dipasang atau diikat pada alas/meja mesin, sehingga kedudukannya tetap, tidak mengikuti gerakan eretan . Untuk penyangga jalan, pemasangannya diikatkan pada eretan memanjang sehingga pada saat eretannya digerakkan maka penyangga jalan mengikuti gerakan eretan tersebut



(a)

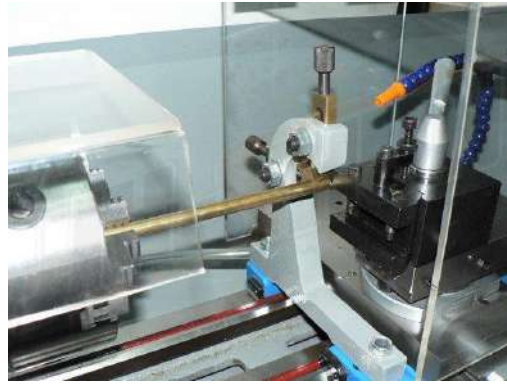


(b)

Gambar (a) Penyangga tetap, (b) Penggunaan penyangga tetap (sumber: rifleshooter.com)



(a)



(b)

Gambar (a) Penyangga jalan, (b) Penggunaan penyangga jalan (sumber: jihshun.com.tw)

2) Senter (Lathe Centre)

Senter terbuat dari baja yang dikeraskan dan digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter tetap/mati (senter yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan) dan senter putar (senter yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan. Kedua jenis senter ini ujung pada bagian tirusnya memiliki sudut 60° , dan bila digunakan pemasangannya pada ujung kepala lepas



(a)



(b)

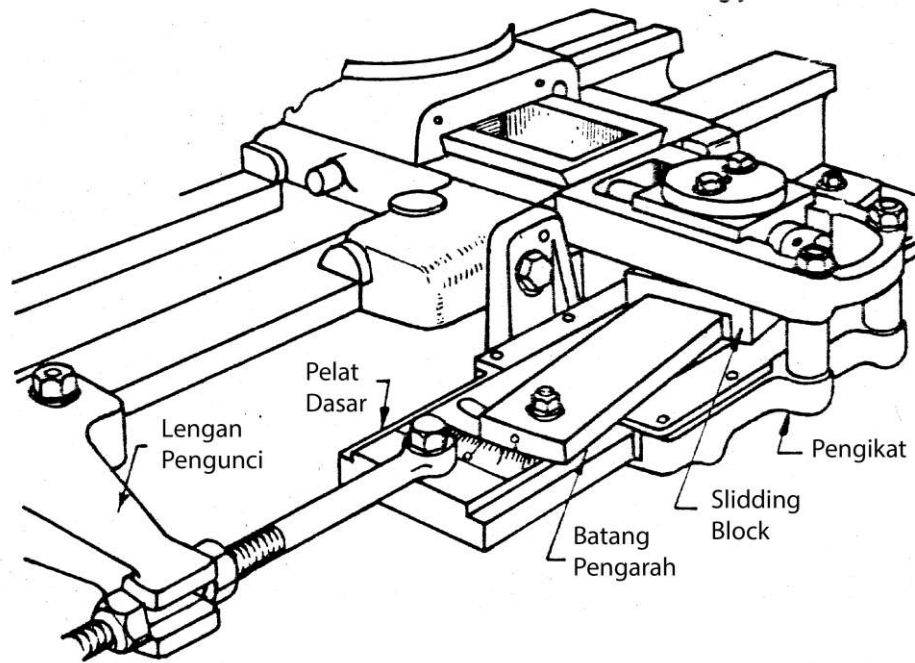
Gambar (a) Senter putar, (b) Senter mati (sumber: directindustry.com)

Mengingat senter tetap pada saat digunakan tidak ikut berputar (akan selalu terjadi gesekan pada ujung senternya), maka untuk menjaga agar tidak cepat aus harus sering diberi pelumas.

c. *Taper Attachment*

Taper attachment merupakan salah satu perlengkapan mesin bubut yang digunakan sebagai alat bantu dalam membubut tirus. Alat ini penting dalam proses bubut tirus dimana pahat bubut diatur untuk melakukan penyayatan sesuai dengan sudut yang dikehendaki dengan mengatur sudut kemiringan batang pengarah sesuai dengan sudut yang dikehendaki. Keuntungan dari penggunaan *taper attachment*

dalam melakukan bubut tirus adalah proses penyayatan dapat diotomatis karena penyayatan dilakukan dengan menggunakan eretan memanjang, akan tetapi penggunaan *taper attachment* juga memiliki kekurangan yaitu sudut tirus maksimal $\pm 5^\circ$ serta panjang tirus yang dibuat hanya sepanjang settingan *taper attachment*.



d. Gambar *Taper Attachment*

e. Alat bantu pengeboran

Alat bantu pengeboran dalam mesin bubut adalah cekam bor yang berfungsi sebagai pengikat atau pemegang mata bor saat akan digunakan untuk melakukan proses gurdi atau pun proses bor dalam proses pemesinan bubut.



Gambar Cekam bor

f. Alat Bantu Pengukuran

Alat bantu pengukuran yang paling umum digunakan dalam proses bubut adalah jangka sorong (*vernier caliper*) dan *dial indicator*. Jangka sorong digunakan untuk berbagai macam proses pengukuran seperti panjang, ketebalan, diameter dan kedalaman lubang. Ketelitian jangka sorong bermacam-macam mulai dari 0.05 mm – 0.02 mm.



Gambar Jangka Sorong

Dial indicator atau *dial gauge* adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk memeriksa kerataan suatu bidang dan kesilindrisan suatu poros. *Dial indicator* dalam proses pemesinan bubut biasanya digunakan untuk memeriksa kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam mesin bubut. *Dial indicator* dipasangkan pada *magnetic base* sebagai pemegangnya. *Dial indicator* memiliki ketelitian 0,01 mm hingga 0,001 mm.



Gambar *Dial indicator*

g. Alat Bantu Pengencangan dan Pelepasan Mur dan Baut

1) Kunci L

Kunci segi enam/kunci L digunakan untuk mengencangkan dan mengendorkan *tool post*.



Gambar Kunci L

2) Kunci Kombinasi Pas dan Ring

Dalam proses pemesinan bubut, kunci kombinasi pas dan ring pada umumnya digunakan untuk mengendorkan baut pengunci eretan atas untuk keperluan mengatur sudut kedudukan eretan atas.



Gambar Kunci kombinasi pas dan ring

h. **Kuas**

Kuas digunakan untuk membersihkan meja mesin dari tatal sisa penyayatan benda kerja pada mesin bubut.



Gambar Kuas

i. **Mal Ulir**

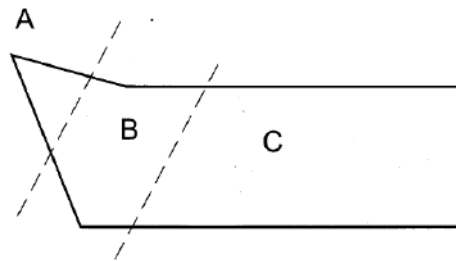
Prinsip kerja mal ulir hampir sama dengan jangka sorong yaitu sebagai alat ukur, hanya saja mal ulir digunakan untuk mengukur benda yang di ulir. Ada

beberapa klasifikasi dari mal ulir, diantaranya mal ulir metris, mal ulir *withworth* dan mal ulir union.



Gambar Mal ulir

ALAT POTONG PROSES PEMESINAN BUBUT



Keterangan:

A. Hidung

B. Leher

C. Batang

Gambar Bagian-bagian Pahat Bubut

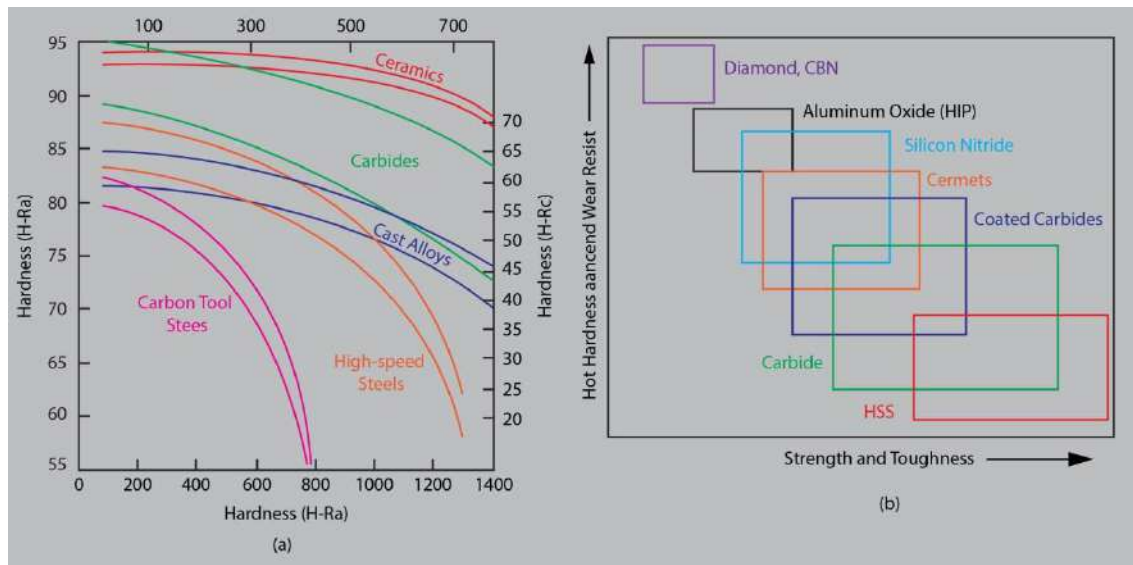
Bagian-bagian pahat bubut, yaitu sebagai berikut:

- 1) Hidung, digunakan untuk memotong dan membentuk demikian karena diasah.
- 2) Leher, sebagai perubahan dari penampang batang yang diperkecil ke hidung.
- 3) Batang, digunakan untuk mengikat pahat.

1. Material Pahat Bubut

Pahat sebagai alat potong yang baik pada proses pemesinan bubut harus memiliki sifat-sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik (ukuran tepat) dan ekonomis (waktu yang diperlukan pendek). Kekerasan dan kekuatan pahat harus tetap bertahan meskipun pada temperatur tinggi, sifat ini dinamakan *Hot Hardness*. Ketangguhan (*toughness*) dari pahat diperlukan, sehingga pahat tidak akan pecah atau retak terutama pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut. Ketahanan aus sangat dibutuhkan yaitu ketahanan pahat melakukan pemotongan tanpa terjadi keausan yang cepat.

Penentuan material pahat didasarkan pada jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan (pengasaran, adanya beban kejut, penghalusan). Material pahat yang ada ialah baja karbon sampai dengan keramik dan intan. Sifat-sifat dari beberapa material pahat ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar (a) Kekerasan dari beberapa macam material pahat berdasarkan temperatur, (b) jangkauan sifat material pahat.

a. **Baja karbon**

Pahat dengan material baja karbon disebut juga dengan *Carbon Tool Steel*. Baja karbon yang digunakan sebagai pahat ini adalah baja karbon tinggi dengan kandungan karbon sebesar 1,05%. Kandungan karbon yang tinggi ini memungkinkan baja mengeras dan memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap keausan. Namun karena cepat melunak pada suhu 300°F hingga 500°F dan hanya dapat digunakan pada kecepatan potong 10m/menit, pahat baja karbon jarang digunakan dan hanya digunakan untuk memotong logam yang lunak atau kayu.

b. **Baja Kecepatan Tinggi/ High Speed Steel (HSS)**

High Speed Steel (HSS) adalah material baja dengan penambahan unsur paduan seperti mangan, kromium, tungsten, vanadium, molibdenum, kobalt dan niobium yang menambahkan kemampuan dalam pengerasan, ketahanan kekerasan pada suhu tinggi, ketahanan terhadap keausan, dan kekuatan. Karakteristik ini memungkinkan proses pembubutan dengan kecepatan mesin yang relatif lebih tinggi dan meningkatkan kinerja pahat lebih dari baja karbon tinggi biasa. Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) apabila dilihat dari komposisinya dapat dibagi menjadi dua, yaitu **HSS Konvensional** meliputi Molibdenum HSS dan Tungsten HSS serta **HSS Spesial** meliputi *Cobalt Added HSS, High Vanadium HSS, High Hardness Co HSS, Cast HSS, Powdered HSS* dan *Coated HSS*. Pahat dari HSS biasanya dipilih jika pada proses pemesinan sering

terjadi beban kejut, atau proses pemesinan yang sering dilakukan interupsi (terputus-putus), misalnya membubut benda segi empat menjadi silinder, membubut bahan benda kerja hasil proses penuangan, membubut eksentris (proses pengasarannya).

c. **Karbida (*Carbide*)**

Pahat dari karbida dibagi dalam dua kelompok tergantung penggunaannya. Bila digunakan untuk benda kerja besi tuang yang tidak liat dinamakan *cast iron cutting grade*. Pahat jenis ini diberi kode huruf K (atau C1 sampai C4) dan kode warna merah. Apabila digunakan untuk menyayat baja yang liat dinamakan *steel cutting grade*. Pahat jenis ini diberi kode huruf P (atau C5 sampai C8) dan kode warna biru. Selain kedua jenis tersebut ada pahat karbida yang diberi kode huruf M, dan kode warna kuning. Pahat karbida ini digunakan untuk menyayat berbagai jenis baja, besi tuang dan non ferro yang mempunyai sifat mampu mesin yang baik.

d. **Keramik (*Ceramics*)**

Keramik adalah bahan non logam yang menempatkan keramik dalam kategori berbeda dengan HSS dan *carbide*. Keramik memiliki ketahanan aus yang sangat tinggi, memiliki kekuatan yang tinggi untuk melakukan penyayatan tipis pada benda kerja yang sangat keras, memiliki ketahanan kekerasan yang tinggi terhadap panas serta memiliki konduktivitas termal yang rendah. Akan tetapi pemakain pahat dengan material keramik terbatas karena sifatnya yang sangat rapuh ketika digunakan untuk melakukan penyayatan besar (berat) atau penyayatan terputus-putus.

e. ***Cubic Boron Nitride (CBN)***

Cubic Boron Nitride (CBN) termasuk jenis keramik. CBN mirip dengan berlian di struktur polikristalin dan juga terikat ke basis karbida. Pahat dengan material CBN digunakan untuk melakukan penyayatan material yang sangat keras dan sulit untuk diproses dengan mesin. Akan tetapi CBN dipertimbangkan sebagai material pahat finishing karena memiliki kekerasan dan kerapuhan yang ekstrim

f. **Intan**

Intan yang digunakan sebagai alat potong terbagi menjadi 2, yaitu *industrial grade natural diamonds* dan *synthetic polycrystalline diamonds*. Karena

intan adalah karbon murni, intan memiliki afinitas untuk karbon pada logam nonferro dan pahat intan tidak dapat di gunakan untuk memotong bahan yang mengandung besi. Pahat dengan bahan intan hanya digunakan untuk proses finishing pada permukaan presisi bagi benda kerja nonferro (*Al Alloys, Cu Alloys, Plastics dan Rubber*).

2. Jenis Alat Potong Pada Proses Pemesinan Bubut

a. Pahat bubut

1) Berdasarkan konstruksi

Secara umum tipe pahat bubut dapat dibedakan menjadi dua tipe berdasarkan konstruksi yaitu *Solid tool* dan *Tool bits*.

a) *Solid tool*

Solid tool ialah pahat bubut yang berukuran besar dibuat dari baja perkakas paduan (*alloy tool steel*) atau *High Speed Steel (HSS)*. Pahat dari jenis ini digunakan dalam pekerjaan penyayatan bahan-bahan lunak (seperti baja lunak / *Mild Steel*). Pemasangannya langsung dijepit pada *tool post*, namun terdapat pula ukuran yang kecil (1/4 ") ini dipasang pada *tool holder*, pahat ini termasuk *solid tool*.



Gambar *HSS solid tools* (sumber: hdpixa.com)

b) Pahat sisipan (*Tool bit*)

Tool bit adalah pahat yang hanya terdiri atas mata potongnya dan harus menggunakan *tool holder* dengan spesifikasi khusus sesuai dengan bentuk *tool bit* itu sendiri, atau di *brazzing* pada tangkainya.

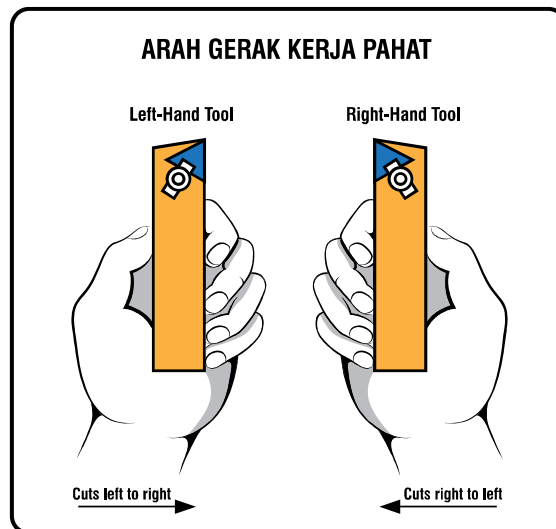


Gambar mata pahat sisipan dengan pemasangan pada tangkai dengan cara brazing (cumber: tungstek.cn)



Gambar mata pahat sisipan dengan pemasangan pada tangkai dengan cara dibaut (sumber: chronos.ltd.uk)

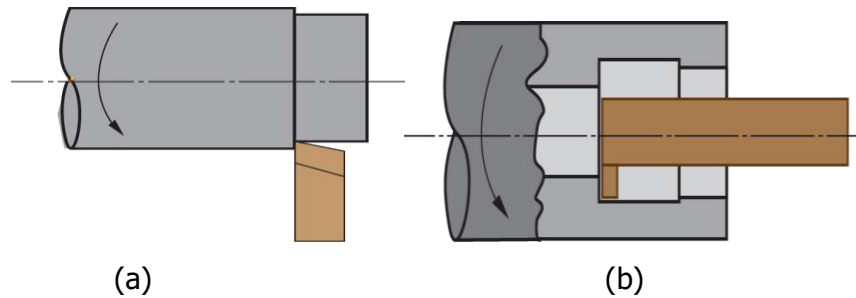
- 2) Berdasarkan arah gerak kerjanya, pahat pada mesin bubut terbagi menjadi 2, yaitu pahat kanan (*right-hand tool*) dan pahat kiri (*left-hand tool*). Pahat kanan melakukan penyayatan terhadap benda kerja dari sisi kanan ke kiri dan sebaliknya untuk pahat kiri.



Gambar Jenis pahat berdasarkan arah gerakannya

- 3) Berdasarkan Letak Penyayatan.

Pahat bubut terbagi menjadi 2 jenis berdasarkan letak penyayatannya, yaitu pahat bubut luar dan dalam.

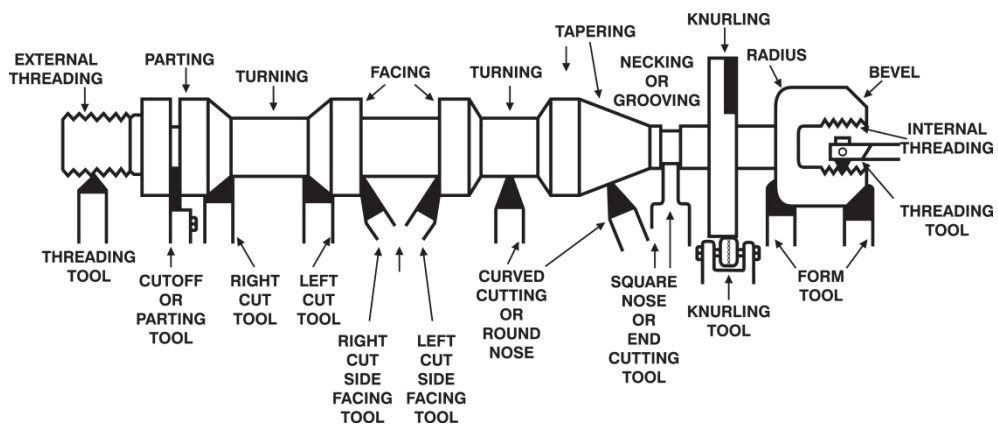


Gambar (a) Penggunaan pahat bubut luar, (b) Penggunaan pahat bubut dalam

4) Berdasarkan Keperluan Pekerjaan

Pahat bubut terbagi menjadi 2 jenis berdasarkan keperluan pekerjaannya, yaitu pahat kasar (*roughing*) dan pahat *finishing*. Pahat *roughing* digunakan ketika selisih ukuran hasil benda kerja yang akan dikerjakan berbeda relatif jauh dengan ukuran awal benda kerja. Tujuan dari penggunaan pahat *roughing* ini adalah untuk mempercepat proses pengerjaan benda kerja dengan pemakanan yang relatif dalam hingga mendekati ukuran yang diinginkan. Proses ini dinamakan dengan proses pengasaran (*roughing process*). Kemudian ketika proses pengerjaan telah mendekati ukuran yang akan dibuat, pahat *roughing* diganti dengan pahat *finishing* untuk keperluan memperhalus permukaan benda kerja. Pahat *finishing* digunakan untuk penyayatan dengan kedalaman potong yang tipis.

5) Berdasarkan Fungsi



Gambar Berbagai macam pahat bubut berdasarkan fungsinya

Berdasarkan fungsinya, pahat bubut terbagi menjadi 6, yaitu:

- a) Pahat Sisi/Muka

Pahat bubut sisi atau muka digunakan untuk membubut permukaan ujung benda kerja hingga rata.

b) Pahat Rata

Pahat bubut jenis ini digunakan untuk membubut permukaan rata pada bidang memanjang.

c) Pahat Alur

Pahat jenis ini digunakan untuk membentuk profil alur pada permukaan atau pun memotong benda kerja.

d) Pahat Chamfer

Pahat jenis ini digunakan untuk menchamper pada ujung permukaan benda kerja. Besar sudut champer pada umumnya 45°

e) Pahat Ulir

Pahat jenis ini digunakan untuk membuat ulir pada permukaan benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar.

f) Pahat Bentuk

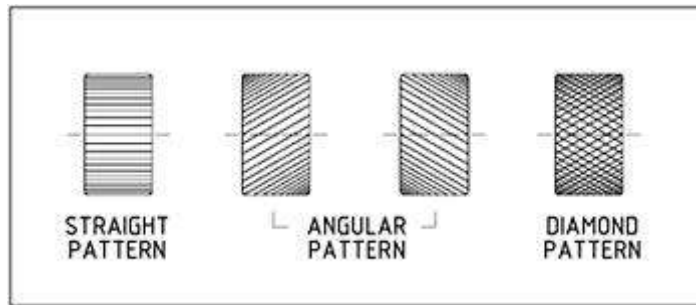
Pahat jenis ini digunakan untuk membuat profil khusus pada permukaan benda kerja seperti profil radius luar, radius dalam, alur radius dan lain sebagainya.

b. Kartel (*Knurling*)

Kartel (*knurling*) adalah suatu alat pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat alur-alur melingkar lurus atau silang pada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam. Tujuan pengkartelan bagian luar adalah agar permukaan bidang tidak licin pada saat dipegang, contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar yang dipegang dengan tangan. Bentuk/ profil hasil pengkartelan ada tiga jenis yaitu: belah ketupat/ intan, menyudut/ silang dan lurus. Hasil pengkartelan tergantung dari bentuk gigi pisau kartel yang digunakan.



Gambar Kartel (sumber: directindustry.com)



Gambar Macam-macam pola alur kartel

c. Mata Bor

Mata bor adalah alat potong dalam proses gurdi (*drilling process*) dan proses bor (*boring process*), akan tetapi dalam proses pemesinan bubut mata bor juga diperlukan untuk membuat lubang senter pada ujung benda kerja atau pun untuk melubangi benda kerja searah dengan sumbu dari benda kerja tersebut. Berikut adalah beberapa mata bor yang digunakan dalam proses bubut:

1) *Twist drill*

Twist drill digunakan untuk melubangi benda pejal baik itu berupa proses gurdi (pembuatan lubang pada benda kerja) atau pun proses bor (memperbesar lubang yang telah dibuat)



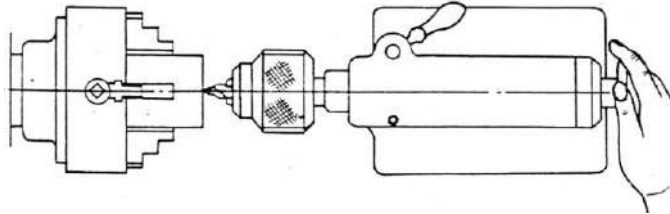
Gambar *Twist drill* (sumber: weiku.com)

2) *Centre drill*

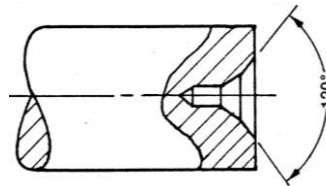


Gambar *Centre drill*

Centre drill digunakan untuk membuat lubang senter pada permukaan ujung benda kerja. Lubang senter pada benda kerja ini biasanya digunakan sebagai penahan benda kerja atau pun sebagai awalan untuk melubangi benda kerja.



Gambar Cara melakukan bor senter dengan mesin bubut



Gambar Lubang hasil proses bor senter

3) *Reamer*

Reamer adalah alat potong untuk memperbesar dan memperhalus lubang yang sebelumnya telah dibuat.



Gambar *Reamer*

4) *Countersink*

Countersink adalah alat potong yang digunakan untuk membuat chamfer pada ujung lubang benda kerja pada proses pemesinan bubut agar tidak tajam atau chamfer pada ujung lubang benda kerja untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.



Gambar *Countersink* (sumber:sdslondon.co.uk)

5) Counterbor

Counterbor digunakan untuk membuat lubang bertingkat pada ujung benda kerja.

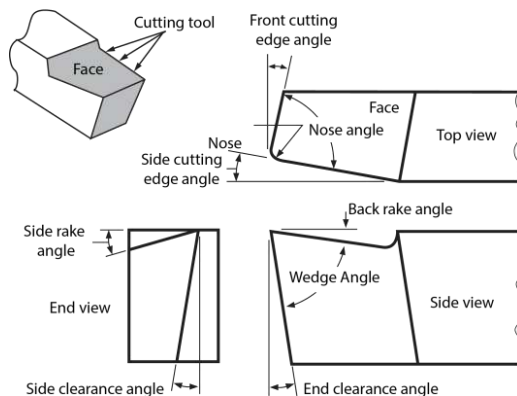


Gambar Counterbor (sumber: use-enco.com)

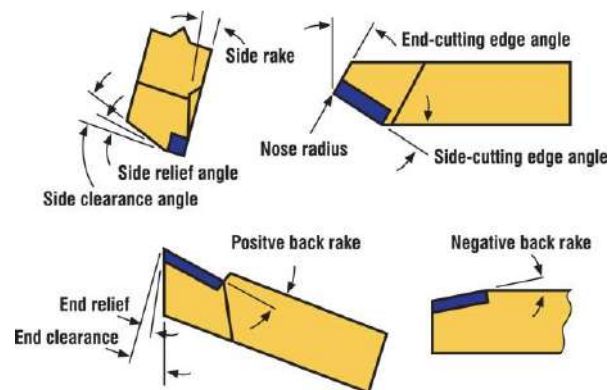
3. Geometri pahat bubut

Hal yang sangat penting diperhatikan adalah bagaimana alat potong dapat menyayat dengan baik, dan untuk dapat menyayat dengan baik alat potong diperlukan adanya sudut baji, sudut bebas dan sudut tatal sesuai ketentuan, yang semua ini disebut dengan istilah geometri alat potong. Sesuai dengan bahan dan bentuk pisau, geometri alat potong untuk penggunaan setiap jenis logam berbeda.

Geometri Pahat HSS



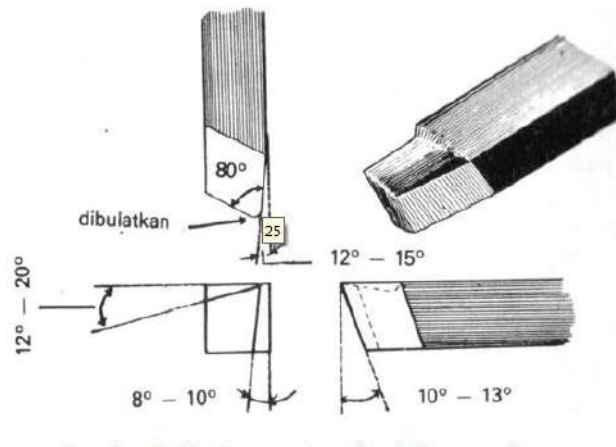
GEOMETRI PAHAT BUBUT SISIPAN



Gambar Nama bidang sudut pada geometri pahat bubut HSS dan pahat bubut sisipan

a. Pahat bubut rata kanan

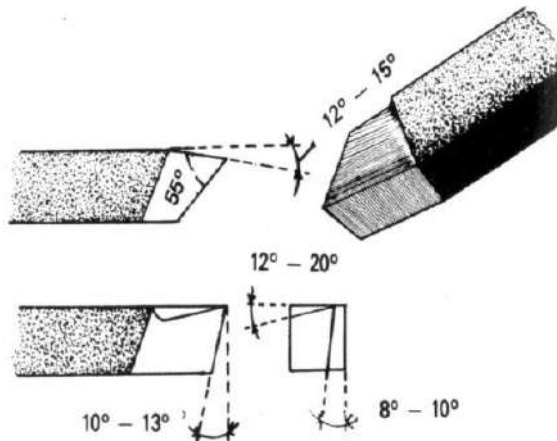
Pahat bubut rata kanan memiliki sudut baji 80° dan sudut-sudut bebas lainnya sebagaimana pada gambar, pada umumnya digunakan untuk pembubutan rata memanjang yang pemakanannya dimulai dari kiri ke arah kanan mendekati posisi cekam.



Gambar Pahat Bubut Rata Kanan

b. Pahat bubut muka

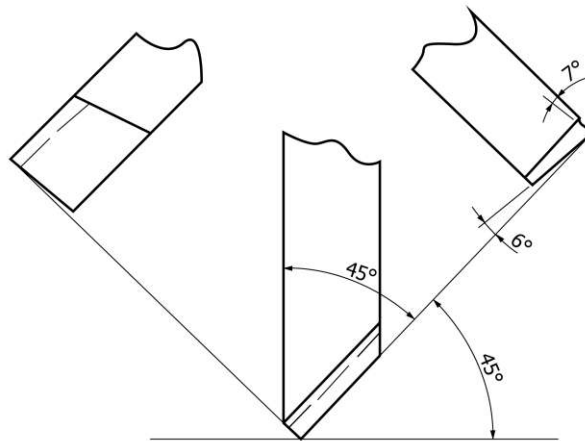
Pahat bubut muka memiliki sudut baji 55° , pada umumnya digunakan untuk pembubutan rata penampang benda kerja (*facing*) yang pemakanannya dapat dimulai dari luar benda kerja ke arah mendekati titik senter dan juga dapat dimulai dari titik senter ke arah luar benda kerja tergantung arah putaran mesinnya.



Gambar Pahat Bubut Muka

c. Pahat *chamfer*

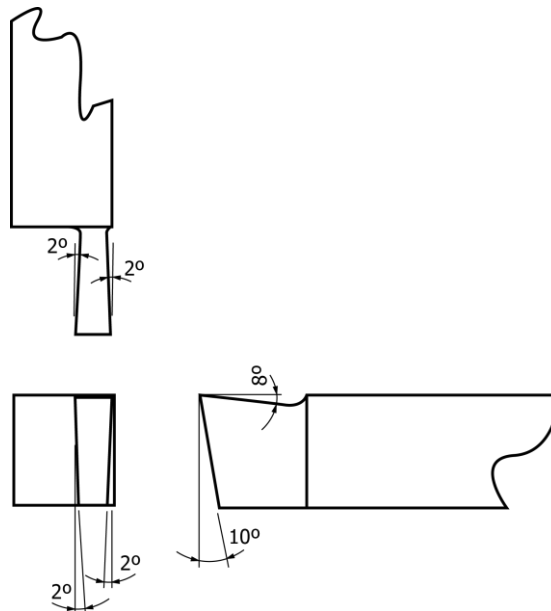
Chamfer adalah bagian pada ujung benda kerja yang dibuat tirus dengan sudut kemiringan yang pada umumnya sebesar 45° untuk menghilangkan sisi-sisi tajam dari suatu benda kerja.



Gambar geometri pahat *chamfer*

d. Pahat bubut alur

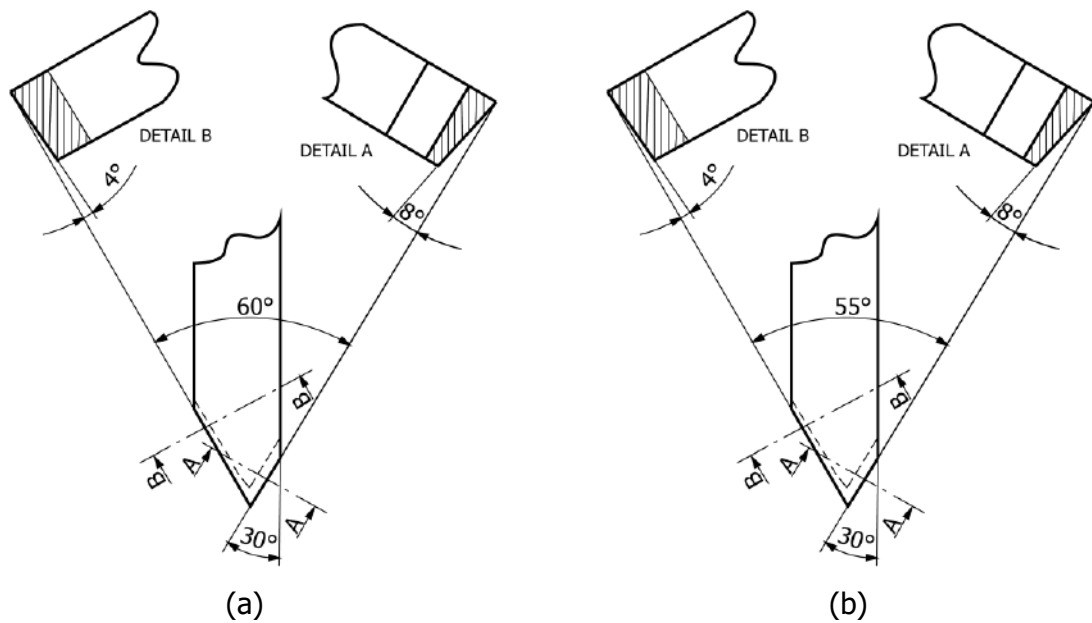
Pahat bubut alur memiliki geometri meliputi sudut bebas muka sebesar 10° , sudut bebas sisi sebesar 2° , sudut baji 72° dan sudut tatal 8° untuk mendukung proses pembuatan alur atau pun pemotongan benda kerja.



Gambar Geometri pahat alur

e. Pahat bubut ulir

Pahat bubut ulir memiliki sudut puncak tergantung dari jenis ulir yang akan dibuat, sudut puncak 55° adalah untuk membuat ulir jenis *whitworth*. Sedangkan untuk pembuatan ulir jenis metrik sudut puncak pahat ulirnya dibuat 60° .



Gambar (a) Geometri pahat ulir metris, (b) geometri pahat ulir *withworth*

4. Kerusakan pahat

Dalam penggunaannya, pahat bubut yang digunakan memiliki umur pakai yang terbatas. Umur pakai setiap pahat tidak selalu sama, tergantung dari proses pengerjaan yang menyangkut penggunaan *feed*, *cutting speed*, dan material benda kerja. Meskipun pahat memiliki sifat *hot hardness*, *toughness* dan tahan aus, namun tidak menutup kemungkinan jika pahat dapat mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan oleh tegangan, gesekan, panas, beban kejut, material benda kerja yang terlalu keras, posisi pemasangan pahat tidak setinggi senter, tidak menggunakan *coolant* dan pengasahan pahat dengan geometris yang kurang tepat. Sebagai akibatnya, pahat mengalami keausan seiring dengan usia pemakaiannya, baik itu menjadi tumpul, gempil, aus karena gosong (terlalu panas), pahat patah dan lain sebagainya. Tanda-tanda pahat tumpul adalah sebagai berikut:

- a. Hasil sayatan pahat kasar, tatalnya berupa bubuk, meskipun penyayatan tipis
- b. Berbunyi mengkerit, berasap, dan bekas sayatan mengkilap.

Berikut adalah contoh-contoh kerusakan yang sering terjadi pada pahat bubut:

a. Radius Pada Ujung

Pembentukan radius pada ujung pahat, merupakan kerusakan yang wajar terjadi disebabkan oleh frekuensi pemakaian yang sudah melebihi ambang *tool life* pahat tersebut. Oleh karena itu di butuhkan pengasahan pahat yang kontinyu, agar proses produksi dapat berjalan lancar.



Gambar Pembentukan radius pada ujung pahat

b. Keausan pada bidang bebas muka

Keausan pada bidang bebas muka, dapat disebabkan oleh pemakaian *feed* yang terlalu besar, atau sudut bebasnya terlalu kecil, sehingga terjadi gesekan antara pahat dan benda kerja. Hal ini dapat dihindari dengan memperbesar sudut bebas atau memperkecil *feed*. Andaiakan dalam kondisi ini pahat masih terus dipakai maka yang akan terjadi adalah penggesekan penyayatan dan berakibat seperti di atas.



Gambar Keausan pada bidang bebas muka

c. Keausan pada bidang potong

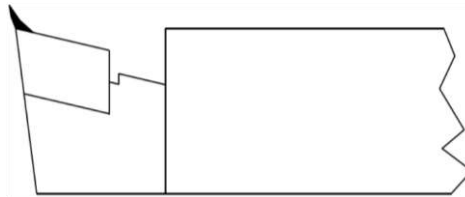
Keausan pada bidang potong, disebabkan panas yang berlebihan (*over heat*). Panas yang timbul dari hasil penyayatan dibawa oleh serpihan dan disalurkan ke pahat melalui bidang garuk tersebut. Hal ini bisa disebabkan oleh pemakaian *cutting speed* yang terlalu tinggi, dan juga sistem pendinginan yang kurang baik, sehingga panas yang muncul berlebihan dan tidak dapat dihantarkan atau dinetralisir dengan sempurna. Keausan ini akan menyebabkan berubahnya nilai sudut potong, tingkat kesesuaian antara geometri sudut dan material akan berubah pula pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas dari benda kerja. Hal ini dapat dicegah dengan penggunaan *cutting speed* yang sesuai dan pendinginan yang baik.



Gambar Keausan pada bidang potong

d. *Built Up Edge (BUE)*

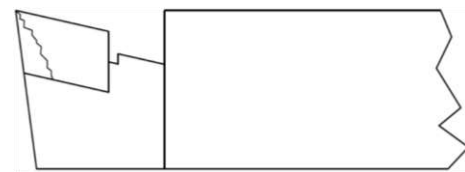
Built up edge adalah lelehan material benda kerja yang menempel pada ujung pahat, lelehan ini menjadi dingin dan mengeras sehingga berfungsi sebagai mata potong yang baru. Akibat yang ditimbulkan adalah perubahan sisi potong utama yang berarti juga perubahan geometri sudut potongnya ukuran awal pahat dan center dari pahat akan berubah. Hal ini biasanya terjadi pada material yang lunak seperti mild steel atau Aluminium. Masalah ini bisa dihindari dengan memperbesar sudut buang tatal supaya alirannya chipnya lancar atau mengurangi cutting speednya. Bisa juga dengan menggunakan pendingin khusus untuk mencegah beram melekat pada pahat dan permukaan benda kerja bisa lebih halus misalnya untuk pengerjaan aluminium menggunakan pendingin minyak tanah.



Gambar Lelehan material benda kerja yang menempel pada ujung pahat

e. Keretakan pada pahat bubut sisipan atau tip *carbide*

Keretakan pada tip *carbide*, lebih disebabkan karena panas berlebihan (*over heat*) dengan pendinginan yang tidak kontinyu atau mendadak. Tip *carbide* tidak mampu menahan perubahan suhu yang besar dan mendadak. Perubahan itu memacu proses pemuaian dan penyusutan dalam range yang besar dan dalam waktu yang singkat. Untuk menghindarinya cukup dengan pemberian pendingin yang tepat dan teratur. Hal ini bisa juga disebabkan karena bagian bawah tip *carbide* tidak menumpu dengan sempurna akibat dari proses permesinan sebelumnya atau proses brassing yang kurang sempurna.

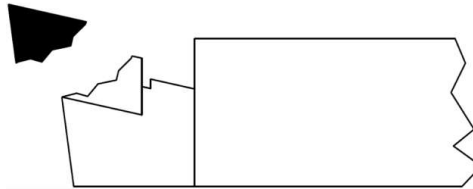


Gambar Keretakan pada tip *carbide*

f. Tip *carbide* pecah

Kelemahan yang paling utama dari pahat *carbide* adalah ketidak mampuan untuk menahan beban kejut (*impact load*). Jika pahat *carbide* menerima beban

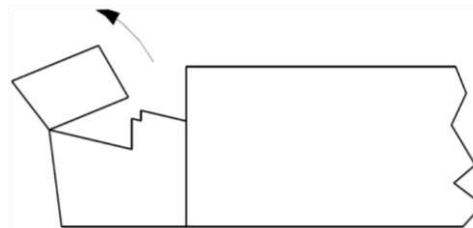
kejut diluar kemampuannya maka akan pecah. Hal lain juga bisa disebabkan beban berlebih karena kedalaman pemakanan, feed, atau cutting speed yang berlebihan. Selain tidak mampu menerima beban kejut tip carbide juga tidak mampu menahan beban tarik, jadi bisa juga pecahnya tip ini karena terjepit atau tertarik oleh material benda kerja.



Gambar Tip *carbide* pecah

g. Tip *carbide* lepas

Lepasnya tip carbide ini lebih disebabkan karena sistem pengikat antara tip hasil brassing dan holdernya kurang baik, atau bisa juga disebabkan oleh beban lebih (*over load*) yang menyebabkan lepasnya sistim pengikat yang ada.



Gambar Tip *Carbide* lepas

5. Perawatan Alat Potong Mesin Bubut

Pahat bubut harus disimpan sedemikian rupa sehingga sisi potongnya tidak mudah rusak. Sisi potong yang tumpul menyebabkan getaran yang besar, sehingga menyebabkan panas dan permukaan yang kasar. Oleh sebab itu janganlah menunggu sampai sisi potong tumpul. Untuk mempertajam pahat, menggunakan batu asah yang standar. Anda mungkin perlu secara teratur mengasah sisi datar untuk menjaga ketajaman mata pahat teratur dengan baik. Penyimpanan yang lebih baik adalah untuk menggantung pahat pada rak atau laci dengan garis pembagi untuk benturan dengan benda lain. Hal-hal yang harus diperhatikan pada waktu mengasah pahat bubut, yaitu

- 1) Pakailah kacamata untuk melindungi mata dari debu penginderaan
- 2) Gunakan batu gerinda yang kasar untuk membentuk sudut-sudut mata pemotongnya, setelah itu diselesaikan pada batu gerinda yang halus,

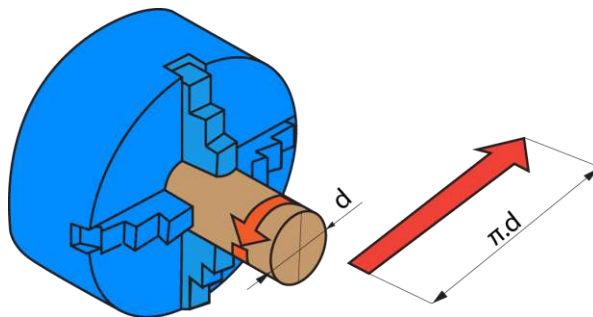
- 3) Pakailah mal pengasah pahat atau *bevel protector* untuk memeriksa sudut-sudut yang diasah,
- 4) Peganglah pahat itu dengan tangan bersandar pada alat penahan mesin gerinda,
- 5) Penekan pahat pada batu gerinda jangan terlalu keras agar pahat tidak cepat panas dan pengasahnya jangan pada satu tempat saja,
- 6) Bagian yang diasah jangan sampai biru atau merah. Hal ini dapat mengurangi kekuatan pahat, kemudian
- 7) Dinginkanlah pahat tersebut di dalam air sesering mungkin.

Parameter Pemotongan Pada Proses Bubut

Yang dimaksud dengan parameter pemotongan pada mesin bubut adalah, informasi berupa dasar-dasar perhitungan, rumus dan tabel-tabel yang mendasari proses pemotongan/penyayatan pada proses pemesinan bubut. Parameter pemotongan pada mesin bubut meliputi: kecepatan potong (*cutting speed - Cs*), kecepatan putaran mesin (*revolution per menit - rpm*), kecepatan pemakanan (*feed - f*) dan waktu proses pemesinan (*time - t*).

a. Kecepatan potong (*Cutting speed*)

Kecepatan potong (Cs) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit). Dalam proses pemesinan bubut, kecepatan potong (Cs) dapat juga diartikan sebagai panjang beram yang dihasilkan selama satu menit atau keliling lingkaran benda kerja yang dilalui oleh pahat selama satu menit.



Gambar Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran.

Nilai kecepatan potong untuk setiap jenis material sudah ditetapkan secara baku seperti yang tertera pada tabel berikut:

Tabel Kecepatan potong berdasarkan material benda kerja dan pahat

Jenis Material	Pahat HSS		Pahat <i>Carbide</i>	
	Halus	Kasar	Halus	kasar
Baja perkakas	75 – 100	25 – 45	185 – 230	110 – 140
Baja karbon rendah	70 – 90	25 – 40	170 – 215	90 – 120
Baja karbon menengah	60 – 85	20 – 40	140 – 185	75 – 110
Besi cor kelabu	40 – 45	25 – 30	110 – 140	60 – 75
Kuningan	85 – 110	45 – 70	185 – 215	120 – 150
aluminium	70 – 110	30 – 45	140 – 215	60 – 90

b. Kecepatan putar *spindle* (*Speed*)

Kecepatan putar, n (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Secara sederhana kecepatan putar *spindle* dirumuskan sebagai berikut:

$$n = \frac{1000 \cdot C_s}{\pi \cdot d}$$

Dimana :

V_c = kecepatan potong (m/menit)

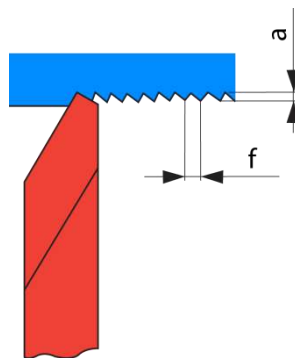
d = diameter benda kerja (mm)

n = putaran benda kerja

Dengan demikian kecepatan putar *spindle* ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain ditentukan oleh diameter benda kerja, faktor jenis material benda kerja dan material pahat sangat menentukan harga kecepatan potong yang berpengaruh pada kecepatan putar *spindle*.

c. Gerak Makan (*Feed*)

Gerak makan (*feed- f*), adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali sehingga satuan f adalah mm/putaran. 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 . Gerak makan tersebut berharga sekitar $1/3$ sampai $1/20$ a , atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki.

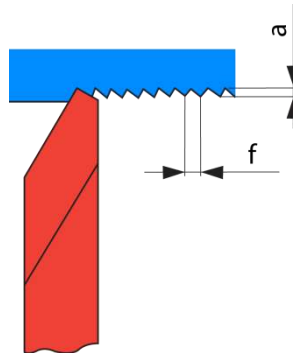


Gambar Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a).

d. Kedalaman Potong (*Depth of Cut*)

Kedalaman potong, a (*depth of cut*), adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong

terhadap permukaan yang belum terpotong . Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang $2a$, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.



Gambar Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a).

e. Waktu Pemotongan (*Time – t*)

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

$$t = \frac{lt}{Vf}$$

Dimana :

- T = waktu pemotongan (menit)
- lt = panjang pemotongan (mm)
- Vf = kecepatan gerak pemakanan selama 1 menit (mm/menit)

f. Kecepatan Penghasilan Total

Kecepatan penghasilan total adalah jumlah volume yang dihasilkan dalam proses pemesinan bubut dalam waktu 1 menit. Kecepatan penghasilan total dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = a.f.Cs$$

Dimana :

- Z = Kecepatan penghasilan total (cm³/menit)
- a = kedalaman potong (mm)
- f = gerak makan (mm/putaran)
- Cs = kecepatan potong (m/menit)

MENGOPERASIKAN MESIN BUBUT

1. *Standart Operational Procedure (SOP)*

a. Menghidupkan dan Mematikan Sumber Arus Listrik (*Power Suply*) Mesin

Menghidupkan sumber arus listrik merupakan kegiatan paling awal yang dilakukan sebelum melakukan proses bubut dengan tujuan agar arus listrik tersalurkan pada motor penggerak melalui sehingga mesin siap untuk dinyalakan. Sedangkan mematikan sumber arus listrik merupakan kegiatan paling akhir yang dilakukan setelah selesai melakukan proses bubut dengan tujuan agar tidak ada aliran arus listrik yang tersalurkan pada motor penggerak sehingga aman dari hal-hal yang tidak diinginkan ketika mesin tidak digunakan. Letak saklar *on/off* pada mesin bubut berbeda-beda sesuai dengan pabrikannya.



Gambar Saklar pemutus arus dari sumber arus listrik menuju mesin bubut

b. Menghidupkan dan Mematikan Mesin

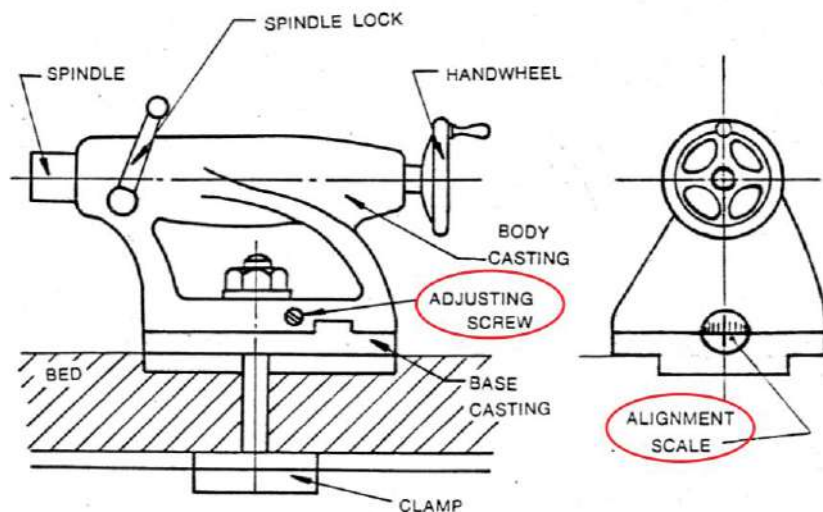
Menghidupkan dan mematikan mesin merupakan kegiatan untuk menyalakan dan mematikan motor penggerak utama mesin bubut yang terhubung pada spindel mesin bubut sehingga spindel mesin bubut berputar ketika dinyalakan dan sebaliknya. Untuk menghidupkan atau mematikan mesin pada tiap mesin bubut berbeda-beda, ada yang menggunakan tombol dan ada pula yang menggunakan tuas.



Gambar saklar *on/off* mesin bubut

c. Mengatur Kelurusan Sumbu Kepala Tetap dan Kepala Lepas Mesin Bubut

Memeriksa dan mengatur kelurusan sumbu antara kepala tetap dengan kepala lepas pada mesin bubut perlu dilakukan sebelum mengoperasikan mesin bubut. Apabila posisi sumbu kepala tetap dan kepala lepas tidak berada pada satu garis, maka hasil bubut akan menjadi tirus, terutama ketika proses bubut dilakukan dengan melibatkan senter putar sebagai penahan benda kerja atau pun ketika melakukan proses bubut diantara 2 senter. Pengaturan kelurusan sumbu bisa dilakukan dengan memutar baut (*adjusting screw*) pada kepala lepas dan memperhatikan skala kelurusan (*alignment scale*) yang ada pada kepala lepas seperti pada gambar di bawah ini



Gambar Bagian-bagian kepala lepas pada mesin bubut

Untuk memeriksa apakah sumbu kepala tetap dan kepala lepas sudah berada pada satu garis lurus dapat dilakukan dengan mendekatkan kepala lepas

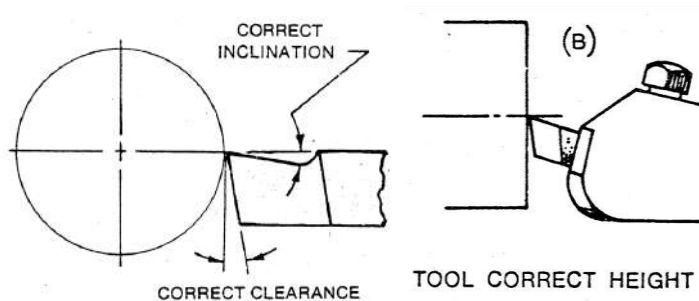
pada cekam, kemudian mendekatkan ujung senter putar kepala lepas pada cekam yang sudah dirapatkan rahangnya. Jika ujung senter putar sudah berada pada pusat rahang pada cekam, maka sumbu kepala tetap dan kepala lepas sudah berada pada satu garis lurus.



Gambar pemeriksaan kelurusan sumbu kepala lepas dan kepala tetap

d. Mengatur Ketinggian Pahat

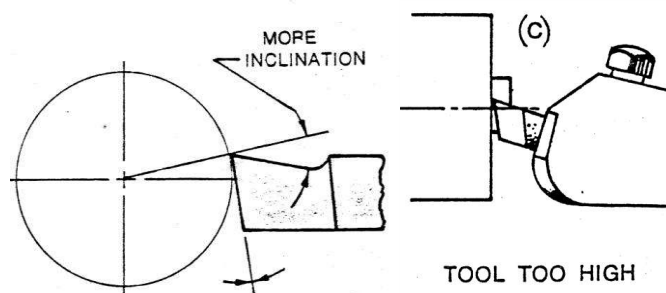
1) Pemasangan pahat setinggi sumbu benda kerja



Gambar Posisi pemasangan pahat setinggi senter atau sumbu benda kerja

Untuk mendapatkan permukaan hasil pembubutan yang maksimal, pemasangan pahatnya harus benar, yaitu setinggi senter atau sumbu benda kerja seperti yang ditunjukkan oleh gambar di atas.

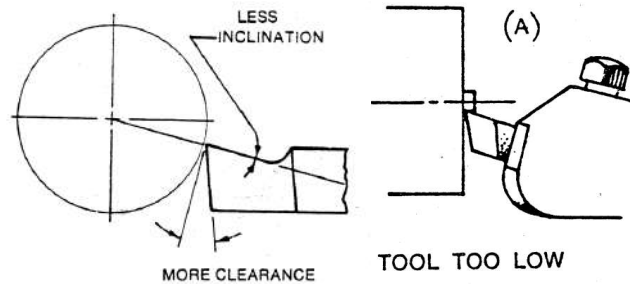
2) Pemasangan pahat di atas sumbu benda kerja



Gambar Posisi pemasangan pahat di atas senter atau sumbu benda kerja

Jika dalam pemasangan pahat terlalu tinggi, jarak antara garis sumbu dan tatal akan membesar sehingga sudut bebasnya mengecil. Akibatnya, sisi depan pahat akan maju terlebih dahulu dan tatal akan membesar sehingga pemotongan tidak berjalan dengan sempurna.

3) Pemasangan pahat di bawah sumbu benda kerja

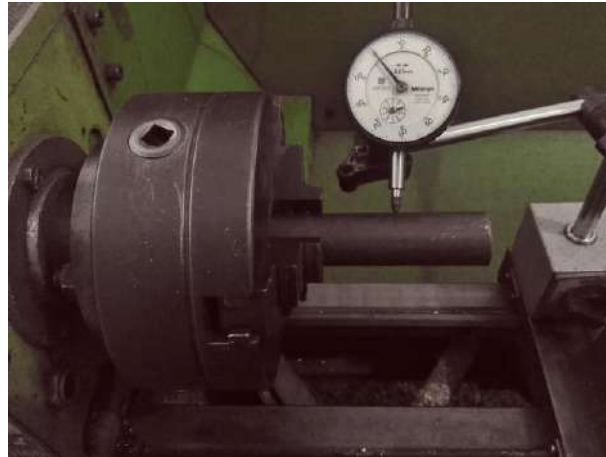


Gambar Posisi pemasangan pahat di bawah senter atau sumbu benda kerja

Apabila pemasangan pahat di bawah sumbu benda kerja, besarnya sudut antara garis sumbu dan tatal akan berkurang sehingga sudut tatal akan membesar. Kedudukan pahat seperti ini akan cenderung mengangkat benda kerja dan penyayatan benda kerja menjadi lebih berat.

e. Memasang Benda Kerja

Sebelum melakukan proses bubut, pemasangan benda kerja harus dilakukan dengan benar. Pemasangan benda kerja tidak boleh miring yang berakibat benda menjadi oleng saat berputar. Untuk mengantisipasi hal ini, diperlukan pengecekan kelurusan benda kerja menggunakan *dial indicator*. Pengecekan dilakukan dengan memutar cekam secara manual dengan tangan kemudian melihat simpangan terjauh pada indikator *dial indicator*. Atur lah supayapenyimpangan yang terjadi menjadi seminimal mungkin.



Gambar (a) *Dial Indicator*, (b) *Setting* posisi pemasangan benda dengan menggunakan *dial indicator*

f. Mengatur Putaran dan Arah Putaran Mesin Bubut

Untuk menentukan putaran yang diperlukan dalam proses bubut dapat dihitung dengan rumus yang telah dibahas pada parameter pemotongan proses pemesinan bubut, yaitu:

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

n = Kecepatan putar (putaran/menit)
 V_c = Kecepatan potong (m/menit)
 d = diameter awal (mm)

Hasil perhitungan kecepatan putar mesin dengan rumus di atas belum tentu sesuai dengan ketersediaan kecepatan putar yang ada pada tiap-tiap mesin. Untuk mengatasi hal tersebut, kecepatan putar yang dipilih adalah yang paling mendekati dengan hasil perhitungan.

Pengaturan kecepatan putar mesin bubut biasanya dilakukan melalui pengaturan posisi tuas yang pada umumnya berada pada kepala tetap mesin bubut sesuai dengan tabel kecepatan yang tertera pada mesin bubut tersebut. Perubahan putara mesin bubut tidak boleh dilakukan ketika mesin sedang berputar. Arah putaran juga dapat diatur, baik searah putaran jarum jam, atau pun sebaliknya.



Gambar tuas pengatur kecepatan putar dan arah putaran mesin bubut

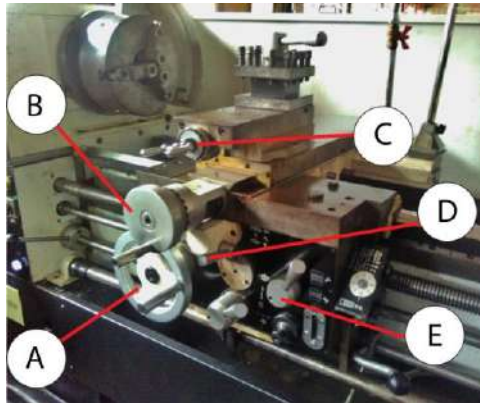
g. Mengatur *Feeding*

Feeding adalah jarak yang ditempuh oleh pahat dalam satu kali putaran benda kerja seperti yang sudah dijelaskan pada bagian parameter pemotongan mesin bubut. Dalam kecepatan putar yang sama, semakin lambat *feeding*-nya maka semakin halus permukaan benda kerja yang dihasilkan. Berikut adalah contoh pengatur kecepatan *feeding* pada mesin bubut:



Gambar Pengatur kecepatan *feeding* pada mesin bubut beserta tabel kecepatan *feeding* yang tersedia

h. Mengoperasikan Eretan secara Manual dan Otomatis



Gambar Eretan pada mesin bubut

Untuk dapat melakukan berbagai proses pembubutan, seorang operator harus dapat mengoperasikan eretan baik secara manual maupun otomatis. Untuk melakukan penyayatan searah sejajar dengan sumbu benda kerja (arah memanjang benda kerja) dengan memutar handel eretan memanjang (Bagian A) yang ada pada landasan (*saddle*). Untuk melakukan penyayatan searah tegak lurus dengan sumbu benda kerja (melintang atau memotong benda kerja), dapat dilakukan dengan memutar handel yang ada eretan lintang (Bagian B). Sedangkan eretan atas (Bagian C) digunakan untuk melakukan penyayatan dengan arah sesuai dengan posisi sudut kedudukan eretan atas tersebut.

Untuk mengoperasikan eretan memanjang secara otomatis dapat dilakukan dengan mengaktifkan handel otomatis memanjang yang ada pada landasan/ *saddle* (Bagian E), demikian juga untuk mengoperasikan eretan lintang secara otomatis, dapat dilakukan dengan mengaktifkan handel otomatis melintang yang ada landasan (*apron*) eretan memanjang (Bagian E).

2. Proses Membubut

a. Membubut Muka (*facing*)



Gambar Proses bubut muka (sumber: restlessmass.com)

Cara membubut muka adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- 3) Pasang pahat bubut muka pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter.
- 4) Atur kecepatan putaran mesin
- 5) Nyalakan mesin
- 6) Gerakkan pahat mendekati permukaan penampang benda kerja dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- 7) Atur kedalaman potong untuk proses bubut muka yang akan dilakukan menggunakan eretan memanjang.
- 8) Gerakkan eretan melintang untuk melakukan penyayatan sampai seluruh permukaan kerja terbubut rata.

b. Membubut Lurus



Gambar Proses bubut lurus (sumber: machinistblog.com)

Cara membubut lurus adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- 3) Pasang pahat bubut rata pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter.
- 4) Atur kecepatan putaran mesin
- 5) Nyalakan mesin
- 6) Gerakkan pahat mendekati ujung benda kerja dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- 7) Atur skala ukur pada eretan menjadi nol

- 8) Atur kedalaman potong untuk proses bubut lurus yang akan dilakukan menggunakan eretan melintang.
- 9) Gerakkan eretan memanjang untuk melakukan penyayatan sampai seluruh permukaan kerja terbubut rata.

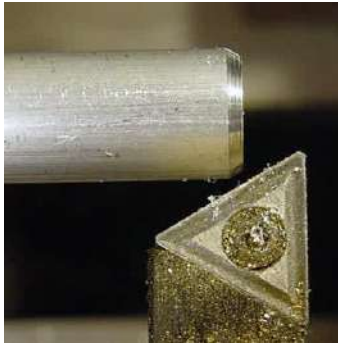
c. Membubut Bertingkat

Cara membubut bertingkat adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- 3) Pasang pahat bubut rata pada toolpost dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter.
- 4) Atur kecepatan putaran mesin
- 5) Nyalakan mesin
- 6) Gerakkan pahat mendekati ujung benda kerja dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- 7) Atur skala ukur pada eretan menjadi nol
- 8) Atur kedalaman potong untuk proses bubut yang akan dilakukan menggunakan eretan melintang.
- 9) Gerakkan eretan memanjang untuk melakukan penyayatan sepanjang sesuai dengan ukuran pada gambar kerja. Lakukan proses bubut untuk menyelesaikan bagian benda kerja bertingkat untuk bagian diameter yang lebih besar terlebih dahulu
- 10) Posisikan kembali pahat pada ujung benda kerja
- 11) Atur kedalaman potong untuk proses bubut yang akan dilakukan untuk diameter benda kerja yang lebih kecil menggunakan eretan melintang.
- 12) Gerakkan eretan memanjang untuk melakukan penyayatan sepanjang sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dan ulangi hingga mencapai diameter yang diinginkan.

d. Membubut Tirus

- 1) Membubut tirus dengan pahat *chamfer*



Gambar Proses bubut *chamfer* (sumber: robotroom.com)

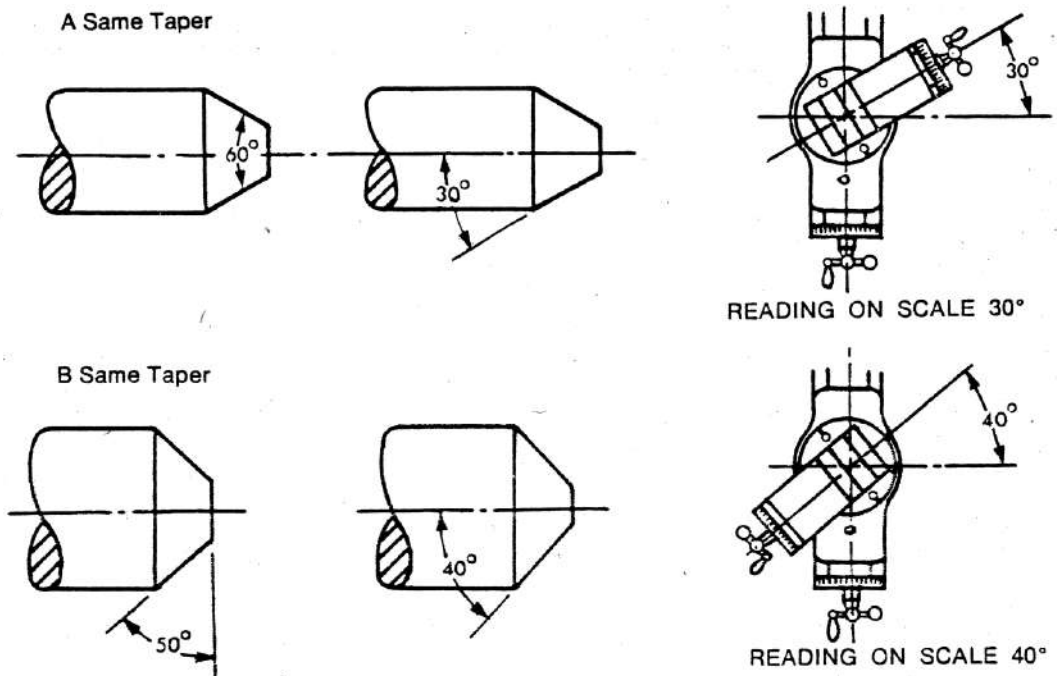
Cara membubut *chamfer* adalah sebagai berikut:

- a) Persiapan alat dan bahan
- b) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- c) Pasang pahat bubut *chamfer* pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter. Posisi tangkai pahat harus 90° dari sumbu benda kerja.
- d) Atur kecepatan putaran mesin
- e) Nyalakan mesin
- f) Gerakkan pahat mendekati ujung benda kerja atau bagian yang akan di-*chamfer* dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- g) Atur skala ukur pada eretan menjadi nol
- h) Lakukan penyayatan pada benda kerja hingga mencapai ukuran yang diinginkan. Penyayatan dapat dilakukan eretan memanjang atau pun eretan melintang.

2) Membubut tirus dengan eretan atas

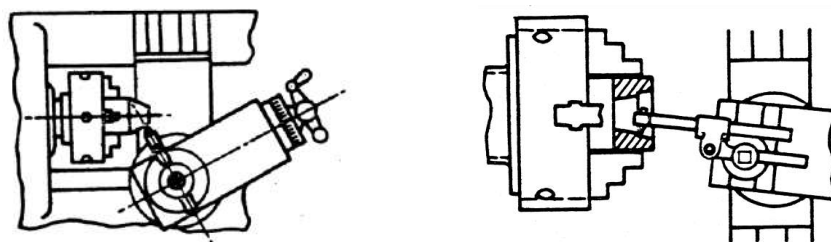
Cara membubut tirus dengan eretan atas mesin bubut:

- a) Persiapan alat dan bahan
- b) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- c) Pasang pahat bubut rata pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter.
- d) Atur posisi sudut kedudukan eretan atas terhadap benda kerja sesuai dengan sudut ketirusan benda yang akan dibuat



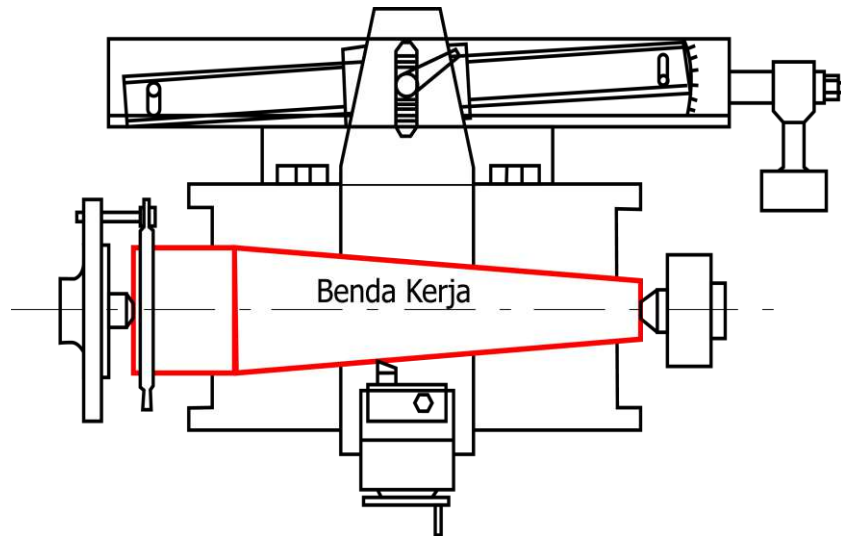
Gambar Pengaturan posisi sudut kemiringan eretan atas dalam membubut tirus

- e) Atur kecepatan putaran mesin
- f) Nyalakan mesin
- g) Gerakkan pahat mendekati permukaan penampang benda kerja dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- h) Atur skala ukur pada eretan menjadi nol
- i) Atur kedalaman potong untuk proses bubut yang akan dilakukan menggunakan eretan melintang.
- j) Lakukan penyayatan dengan menggunakan eretan atas pada benda kerja hingga mencapai ukuran yang diinginkan.



Gambar (a) Membubut tirus luar dengan eretan atas, (b) Membubut tirus dalam dengan eretan atas

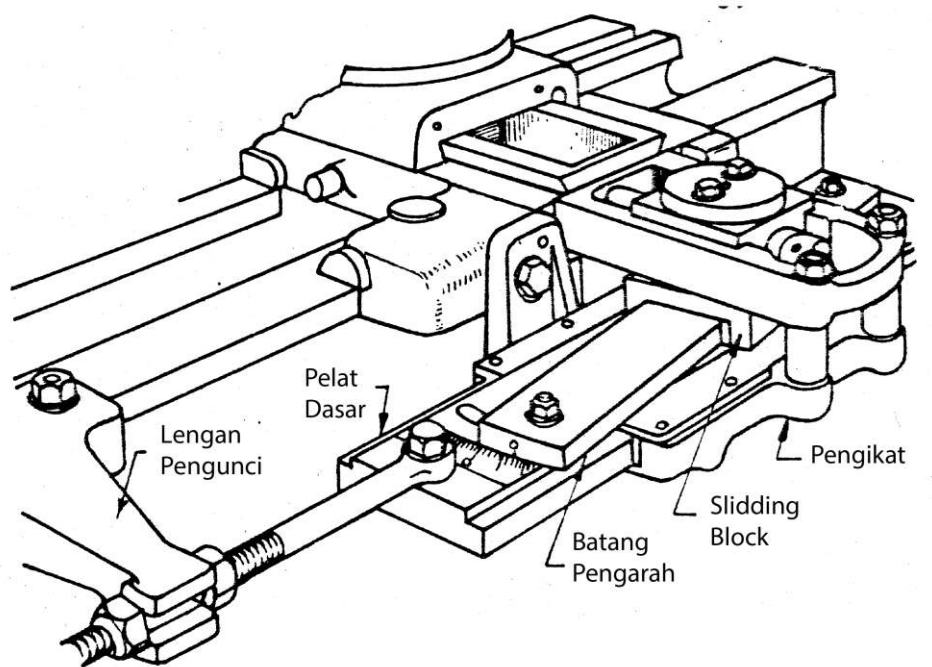
3) Membubut tirus dengan *taper attachment*



Gambar Membubut Tirus dengan *Taper Attachment*

Cara melakukan proses pemesinan bubut tirus dengan menggunakan *taper attachment* adalah sebagai berikut:

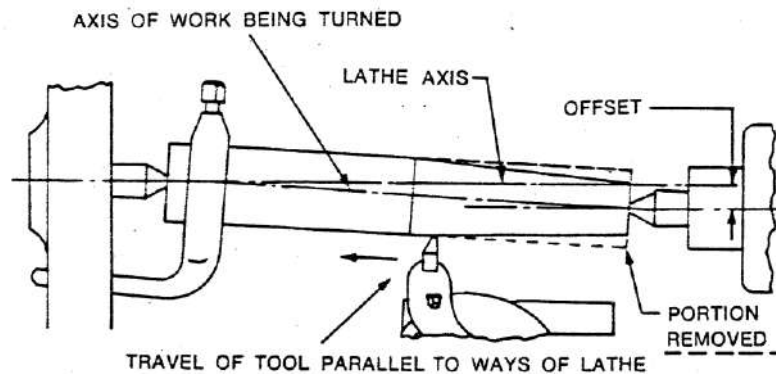
- a) Persiapan alat dan bahan
- b) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- c) Pasang pahat bubut *chamfer* pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter. Posisi tangkai pahat harus 90° dari sumbu benda kerja.
- d) Atur kecepatan putaran mesin



Gambar *Taper Attachment*

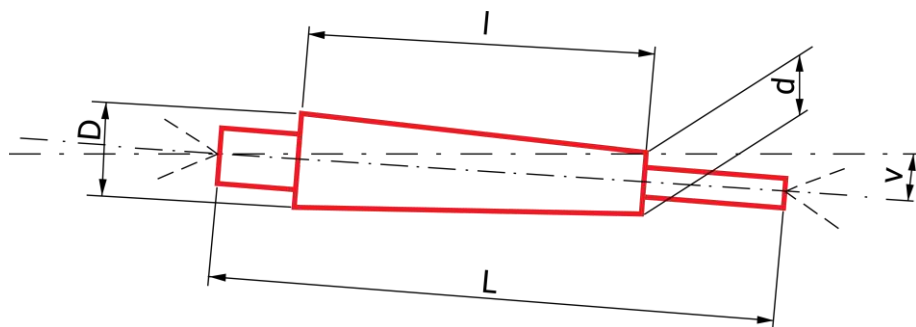
- e) Nyalakan mesin lalu bubut rata benda kerja hingga mencapai diameter terbesar dari tirus.
- f) Atur *taper attachment* sesuai dengan besar sudut ketirusan yang dikehendaki dengan menggunakan skala derajat yang ada pada pelat dasar *taper attachment*.
- g) Atur kedudukan pelat dasar *taper attachment* agar ujung batang pengarah terbagi sama oleh ujung eretan melintang.
- h) Bubut benda kerja hingga mencapai ukuran tirus benda kerja yang diinginkan.

4) Membubut tirus dengan kepala lepas



Gambar Membubut Tirus dengan Kepala Lepas

Dengan menggeser kepala lepas (*tail stock*), dengan cara ini proses pembubutan tirus dilakukan sama dengan proses membubut lurus dengan bantuan dua senter. Benda kerja tirus terbentuk karena sumbu kepala lepas tidak sejajar dengan sumbu kepala tetap. Untuk cara ini sebaiknya hanya untuk sudut tirus yang sangat kecil, karena apabila sudut tirus besar bisa merusak senter jalan yang dipasang pada kepala lepas. Perhitungan pergeseran kepala lepas pada pembubutan tirus dijelaskan dengan gambar dan rumus berikut:



Gambar Benda Kerja Tirus dan Notasi yang Digunakan

$$x = \frac{D - d}{2 \cdot l} L$$

Dimana:

D = diameter mayor (terbesar) (mm)

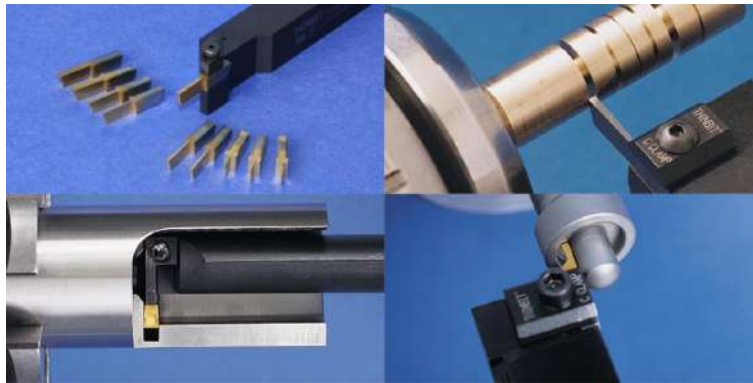
d = diameter minor (terkecil) (mm)

l = panjang bagian tirus (mm)

L = panjang benda kerja seluruhnya (mm)

Penentuan pahat, perhitungan elemen pemesinan, dan penentuan langkah kerja/jalannya pahat untuk pembuatan benda kerja tirus sama dengan perencanaan proses bubut lurus.

e. Membubut Alur

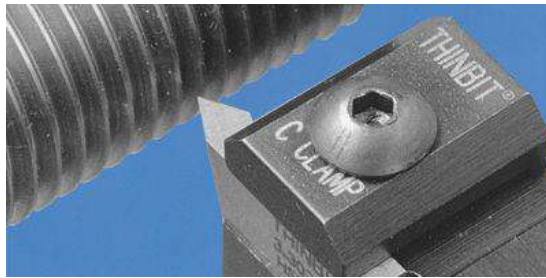


Gambar Pahat alur dan berbagai macam proses bubut alur (sumber: thinbit.com)

Cara membubut alur adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- 3) Pasang pahat bubut alur pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter. Posisi tangkai pahat harus 90° dari sumbu benda kerja.
- 4) Atur kecepatan putaran mesin antara 1/3 hingga 1/4 putaran normal
- 5) Nyalakan mesin
- 6) Gerakkan pahat mendekati bagian permukaan benda kerja yang akan di alur dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- 7) Atur skala ukur pada eretan menjadi nol
- 8) Lakukan penyayatan pada benda kerja hingga mencapai ukuran alur yang diinginkan. Penyayatan dapat dilakukan eretan memanjang atau pun eretan melintang sesuai dengan ukuran alur yang diinginkan dan ukuran pahat alur yang digunakan.

f. Membubut Ulir

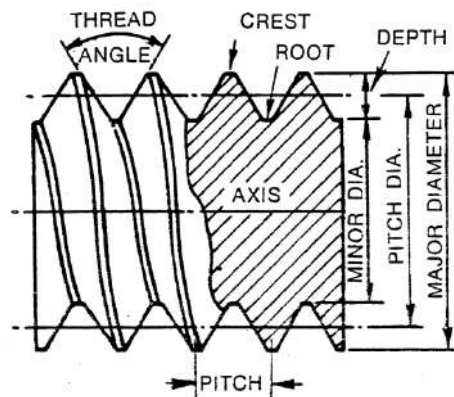


Gambar Proses bubut ulir (sumber: thinbit.com)

TEORI ULIR

Ulir adalah alur-alur yang melilit pada poros atau batang silinder yang berfungsi untuk mengencangkan atau mengikat 2 buah bagian benda menjadi satu dengan ukuran dan spesifikasi tertentu. Selain itu, ulir juga dapat digunakan sebagai penggerak benda seperti penggunaan ulir pada dongkrak dan ulir transportir pada mesin bubut. Berdasarkan bagian benda yang diulir, ulir terbagi menjadi ulir luar dan ulir dalam. Ulir luar adalah ulir yang dibuat pada bagian luar dari sebuah poros atau batang silinder seperti pada baut (*bolt*), sedangkan ulir dalam adalah ulir yang dibuat pada dinding lubang silindris seperti pada mur (*nut*).

1. Bagian-bagian ulir



Gambar Bagian-bagian ulir

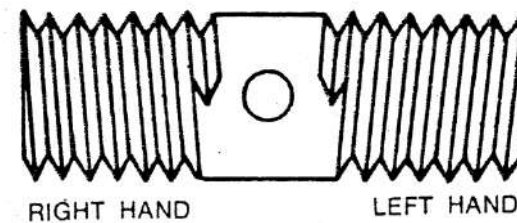
Berikut adalah bagian bagian ulir:

- Pitch* (p) atau kisar adalah jarak antara titik puncak ulir yang memiliki spazi seragam diukur sejajar dengan sumbu.
- Major diameter* (d), adalah diameter terluar dari ulir.
- Minor diameter* (d_r atau d_1), adalah diameter terkecil dari ulir.

- d. *Pitch diameter* (d_m atau d_2), adalah diameter imajiner dimana lebar dan tinggi alur sama besar.
- e. *Root* adalah bagian dasar ulir.
- f. *Crest* adalah bagian atas/puncak ulir.
- g. *Thread angle* adalah sudut ulir diantara dua buah puncak (*crest*).
- h. *Depth* adalah jarak antara puncak ulir dengan dasar ulir, diukur tegak lurus dengan sumbu

2. Jenis ulir

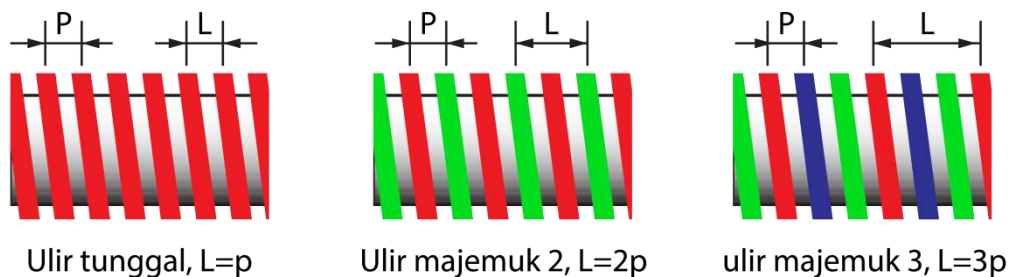
- a. Berdasarkan arah putaran



Gambar ulir kanan dan ulir kiri

- 1) Ulir kanan (*Right Hand – RH*), yaitu ulir yang dalam kerjanya (pemasangan atau pengencangan) harus diputar ke arah kanan atau searah putaran jarum jam.
- 2) Ulir kiri (*Left Hand – LH*), yaitu ulir yang dalam kerjanya (pemasangan atau pengencangan) harus diputar ke arah kiri atau berlawanan arah putaran jarum jam.

- b. Berdasarkan kisar atau gang

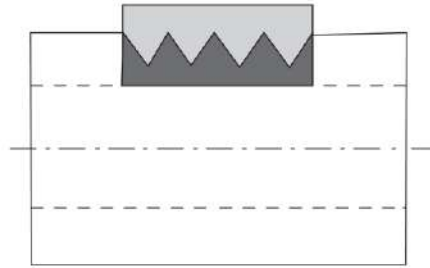


Gambar ulir tunggal dan ulir majemuk

- 1) Ulir Tunggal, yaitu ulir yang dalam satu kisar hanya mempunyai satu gang (jumlah gang = jumlah kisar)
- 2) Ulir Majemuk, yaitu ulir yang dalam satu kisar terdiri dari beberapa gang. Ulir majemuk digunakan sebagai penggerak dengan kecepatan tinggi.

c. Berdasarkan bentuknya

1) Ulir segitiga



Gambar Ulir bentuk segitiga

Ulir segitiga digunakan sebagai ulir pemegang yang dapat menghasilkan daya pegang yang besar dan tidak mudah terlepas. Berikut adalah beberapa standar yang digunakan pada ulir segitiga, yaitu:

a) Ulir *ISO Metric*

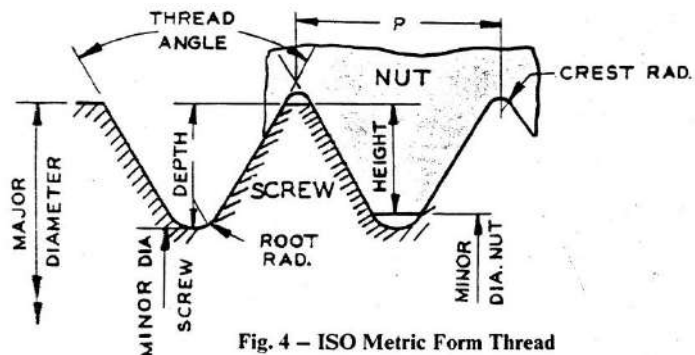
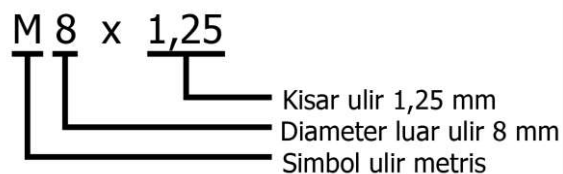


Fig. 4 – ISO Metric Form Thread

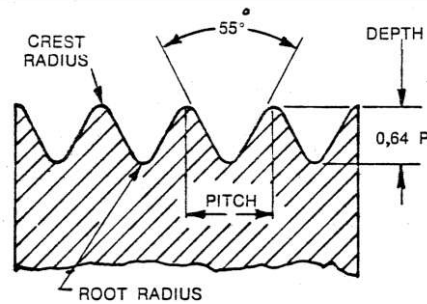
Major Diameter	= Nominal size 5, 6, 8 millimetre, etc.
Depth	= $0,61P$ (in mm) (general workshop practice)
Height	= $0,54P$
Root radius	= $0,14P$
Crest radius (nut)	= $0,07P$
Thread Angle	= 60 degrees

Ulir *ISO Metric* atau yang biasa disebut dengan ulir metris adalah ulir dengan sudut puncak 60° dan keseluruhan satuan dimensinya menggunakan satuan metris. Ulir metris disimbolkan dengan huruf "M".



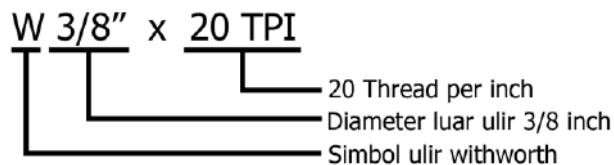
Kisar ulir 1,25 mm
Diameter luar ulir 8 mm
Simbol ulir metris

b) Ulir *Withworth*



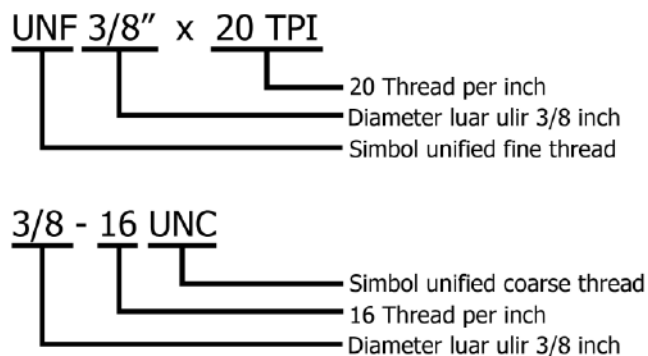
Gambar Ulir *withworth*

Ulir *withworth* merupakan ulir segitiga dengan sudut puncak 55° dan keseluruhan dimensinya menggunakan satuan *British* yaitu *inch*. Satuan kisar ulir *withworth* adalah *thread per inch (TPI)* yang menunjukkan dalam satu *inch* terdapat beberapa puncak ulir, misalnya 20 TPI menunjukkan bahwa ulir tersebut dalam panjang satu *inch* terdapat 20 buah puncak ulir. Ulir *withworth* disimbolkan dengan huruf "W"

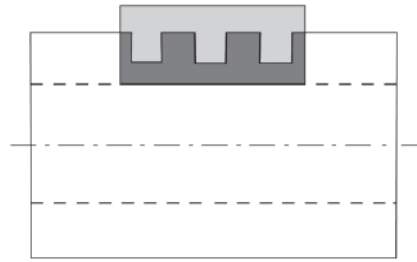


c) Ulir *Unified*

Ulir *unified* adalah ulir dengan dimensi gabungan dari ulir metris dan *withworth*. Ulir *unified* memiliki puncak 60° dan keseluruhan dimensinya menggunakan satuan *British* yaitu *inch*. Ulir *unified* terbagi menjadi 2 yaitu *Unified Fine Thread (UNF)* dan *Unified Coarse Thread (UNC)*. Ulir *UNF* adalah versi ulir halus dari ulir *unified*, sedangkan *UNC* adalah versi ulir kasarnya.



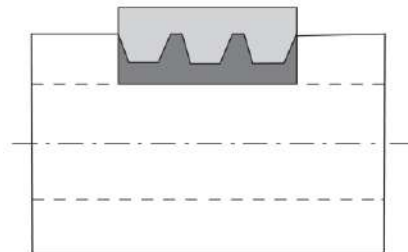
2) Ulir segi empat



Gambar Ulir segi empat

Ulir segi empat pada umumnya digunakan sebagai penggerak pada bagian-bagian mesin dan pengikat dengan beban besar. Ulir jenis segi empat ini kuat menahan beban aksial. Ulir ini banyak diaplikasikan pada ragum, ulir transportir mesin bubut, pintu air dan lain sebagainya.

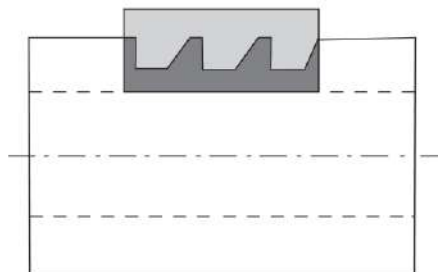
3) Ulir trapesium



Gambar ulir trapesium

Ulir trapesium sering digunakan sebagai penggerak. Ulir trapesium mempunyai sudut ulir sebesar 30° . Ulir trapesium disimbolkan dengan huruf "Tr" dengan dimensi metris.

4) Ulir tanduk

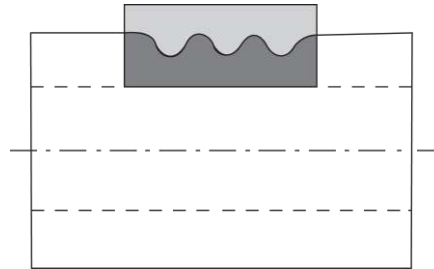


Gambar ulir tanduk

Ulir tanduk merupakan ulir berbentuk segitiga tetapi bukan segitiga sama kaki melainkan seperti tanduk. Sisi penyangga mempunyai sudut 3° dan

sisi yang lain bersudut 30° . Ulir tanduk biasa digunakan sebagai pengunci tarikan seperti pada pengunci *collet*.

5) Ulir bulat

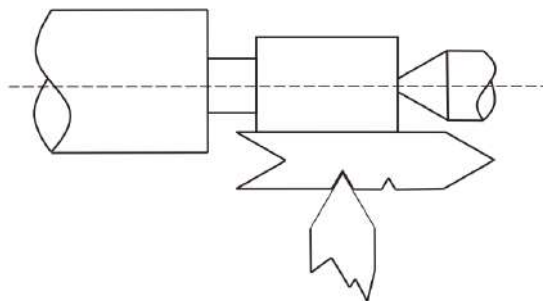


Gambar ulir bulat

Ulir bulat merupakan ulir dengan profil setengah lingkaran pada bagian puncak dan dasar ulirnya. Ulir jenis ini bisasa digunakan untuk mentransmisikan daya atau gerakan secara halus tanpa kelonggaran. Contoh ulir bulat adalah ulir pada bola lampu

Cara membubut ulir adalah sebagai berikut:

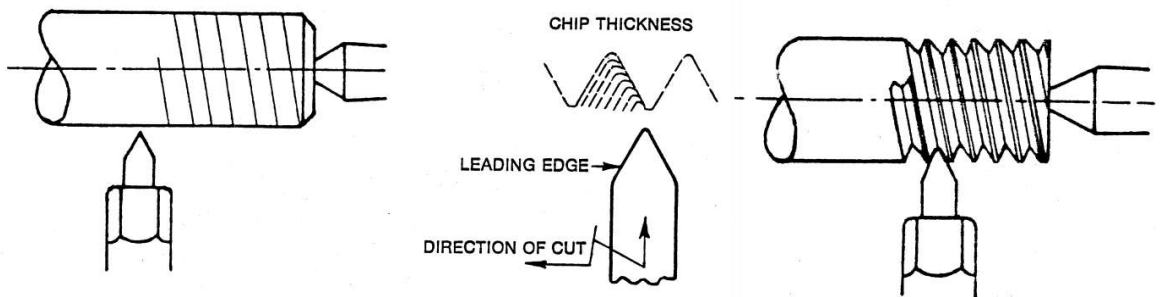
- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam. Pasang pahat bubut ulir pada *tool/post* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter. Posisi tangkai pahat harus 90° dari sumbu benda kerja dan periksa menggunakan mal ulir.



Gambar *Setting* kelurusan pahat ulir dengan menggunakan mal ulir pada proses bubut ulir

- 3) Atur kecepatan putaran mesin lambat
- 4) Atur kecepatan gerak makan (*feeding*) otomatis sesuai dengan kisar ulir yang akan
- 5) Eretan atas sebaiknya dipasang sejajar sumbu benda kerja

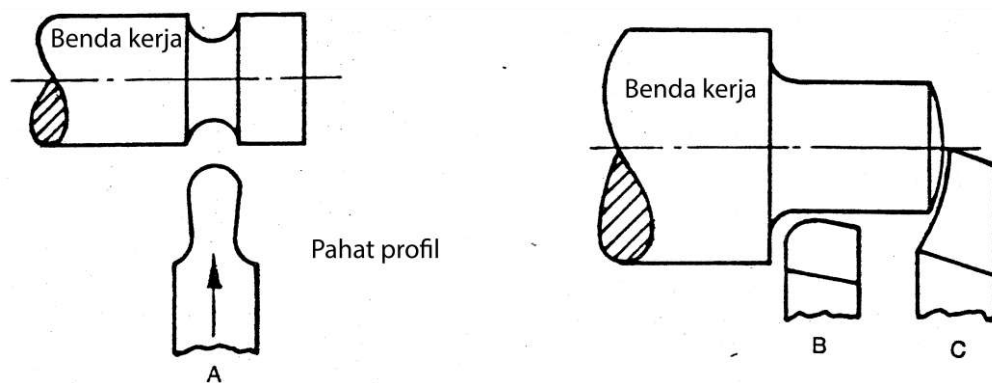
- 6) Nyalakan mesin
- 7) Gerakkan pahat mendekati bagian permukaan benda kerja yang akan di ulir dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang.
- 8) Atur skala ukur pada eretan menjadi nol
- 9) Atur kedalaman potong untuk proses bubut yang akan dilakukan menggunakan eretan melintang.



Gambar Tahap kedalaman penyayatan pada proses bubut ulir

- 10) Lakukan penyayatan pada benda kerja hingga mencapai ukuran yang diinginkan. Penyayatan dilakukan dengan gerak makan otomatis eretan memanjang.
- 11) Berikan pelumas pada bagian penyayatan

g. Membubut Profil



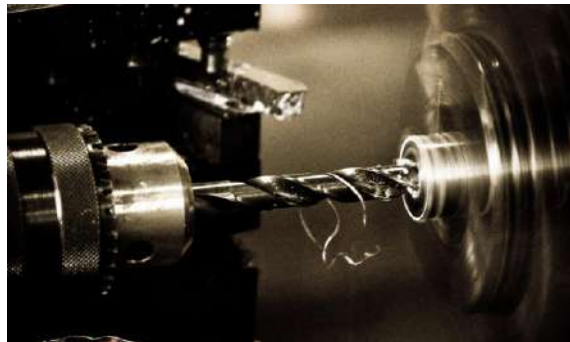
Gambar Contoh Pahat Bubut Profil beserta Profil yang Dihasilkan

Membubut profil adalah proses bubut untuk menghasilkan kontur atau bentuk benda kerja sesuai dengan bentuk pahat. Contoh dari proses bubut profil adalah pembuatan profil radius. Cara membubut ulir adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.

- 3) Pasang pahat bubut profil pada *toolpost* dan atur ketinggian ujung mata potong pahat agar setinggi senter.
- 4) Atur kecepatan putaran mesin
- 5) Nyalakan mesin
- 6) Gerakkan pahat mendekati permukaan penampang benda kerja yang akan dibubut profil dengan menggunakan eretan memanjang dan eretan melintang
- 7) Atur kedalaman potong untuk proses bubut muka yang akan dilakukan menggunakan eretan memanjang.
- 8) Gerakkan eretan melintang untuk melakukan penyayatan sampai permukaan kerja terbubut menjadi bentuk profil yang dikehendaki.

h. Melakukan Proses Gurdi dan Bor pada Mesin Bubut

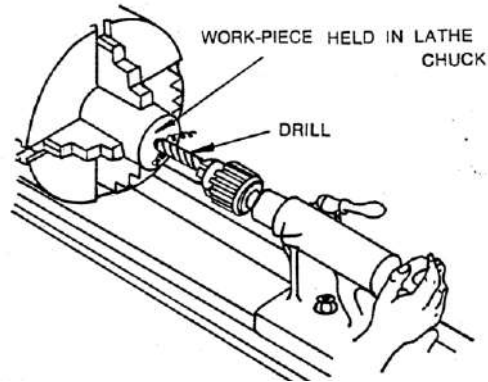


Gambar Proses gurdi menggunakan mesin bubut

Proses gurdi adalah proses pelubangan material pejal, sedangkan proses bor adalah proses pembesaran lubang yang telah dibuat sebelumnya. Berikut adalah cara melakukan proses gurdi pada mesin bubut:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut kemudian atur kelurusan pemasangan benda kerja pada cekam.
- 3) Pasang cekam bor pada *spindle* kepala lepas
- 4) Pasang mata bor pada cekam bor. Proses gurdi diawali dengan menggunakan mata bor senter kemudian dilanjutkan secara bertahap dengan menggunakan *twist drill* yang lebih besar sesuai dengan ukuran lubang yang akan dibuat.
- 5) Atur kecepatan putaran mesin sesuai dengan diameter mata bor yang digunakan.

- 6) Atur posisi kepala lepas hingga ujung dari mata bor mendekati ujung benda kerja, kemudian kunci kepala lepas pada *bed*.
- 7) Nyalakan mesin
- 8) Lakukan proses gurdi dengan memutar *handle* pada kepala lepas hingga kedalaman dan ukuran diameter yang diinginkan



Gambar Proses gurdi pada mesin bubut

i. Membubut Dalam

Proses bubut dalam pada dasarnya sama dengan proses bubut luar, yaitu bubut muka, bubut lurus, bubut bertingkat, bubut *chamfer*, bubut tirus, bubut alur, dan bubut ulir. Yang membedakan hanyalah bagian sisi benda kerja yang dibubut serta ukuran dari tangkai pahat yang digunakan.



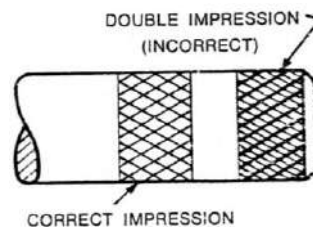
Gambar Contoh proses bubut dalam (sumber: thinbit.com)

j. Membubut Kartel

Sebelum dikartel, benda kerja harus dibubut dahulu sampai halus dengan ukuran kurang lebih 0,5 mm lebih kecil dari pada ukuran yang sebenarnya. Selisih ukuran ini diperkirakan akan sama dengan pengembangan bagian yang dikartel sehingga apabila benda kerja telah dikartel akan berukuran sesuai

dengan yang dikehendaki. Langkah-langkah membubut kartel adalah sebagai berikut:

- 1) Ujung sebelah kanan benda harus ditahan oleh senter jika benda tersebut panjang.
- 2) Pasang kartel pada rumah pahat dengan kedudukan setinggi senter. Kedudukan senter terletak antar dua gigi kartel.
- 3) Putaran mesin diatur dengan kerja ganda dan pergerakan kartel diatur pada gerakan yang lambat pula.
- 4) Tempatkan kartel pada ujung sebelah kanan dari benda kerja dan hampir menyentuh benda kerja.
- 5) Jalankan mesin, lalu putarlah eretan lintang hingga kartel menekan benda kerja. Penekanan pertama jangan terlalu keras dan kedua gigi harus berputar bersama benda kerja. Jika salah satu gigi tidak berputar, kedudukan kartel tidak tepat.
- 6) Hentikan mesin dan periksa hasilnya. Jika sudah baik hasilnya, tambahlah penekanannya sedikit, agar kedudukan kartel tidak berubah, pengkartelan dijalankan dengan gerakan otomatis,
- 7) Jika sudah sampai batas ukuran tempat kartel jangan dilepas dari benda kerja, hentikan mesin, aturlah gerakan eretan hingga bergerak ke kanan. Jalankan mesin dan tambahlah penekanan kartel secukupnya.
- 8) Penekanan kartel dilakukan dua atau tiga kali dengan gerakan bolak-balik sampai bentuk alur ini baik. Selama pengkartelan harus diberi minyak pelumas dan penambahan tekanan dilakukan pada waktu benda sedang berputar.



Gambar Hasil kartel yang benar (*correct impression*) dan hasil kartel yang salah (*double impression*)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rachman (1984) **Penambatan Frais**. Jakarta: PT. Bhratara Karya Aksara.
- Bm. Surbakty dan Kasman Barus (1984) **Petunjuk Kerja Frais**. Madiun: CV Sinar Harapan Madiun.
- Burghardt, Henry D., Axelrod, Aaron., and Anderson, James., (1960). **Machine Tool Operation**. Tokyo: McGraw Hill Kogakusha, Ltd.
- Chapman WAJ, (1979). **Workshop Technology Part 2**. London: Butler &Tunner Ltd.
- C. Van Terheijden dan Harun, (1981). **Alat-alat Perkaskas Jilid 3**. Bandung: Binacipta.
- Eko Marsyahyo, (2003). **Mesin Perkakas Pemotongan Logam**. Malang: Bayumedia.
- Gerling, (1974). **All About Machine Tools**. New Delhi: Wiley EasternPrivate Limited.
- Krar and Oswald, (1985). **Machine Tool Operations**. New York: McGraw Hill Book Company.
- S. Avrutin, (tanpa tahun). **Fundamental of Milling Practice**. Moscow: Foreign Language Publishing House.
- Smith dan McCarthy, (1968). **Machine Tool Technology**. Illinois: McKnight & McKnight Publishing Company.
- State Library of Victoria, (1971). **itting and Machining Part III**. Victoria: Wilke and Company.
- Sularso dan Kiyolatsu Suga, (2002). **Dasar Perencanaan dan pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Taufiq Rochim, (1993). **Proses Pemesinan**. Jakarta: HEDSP.