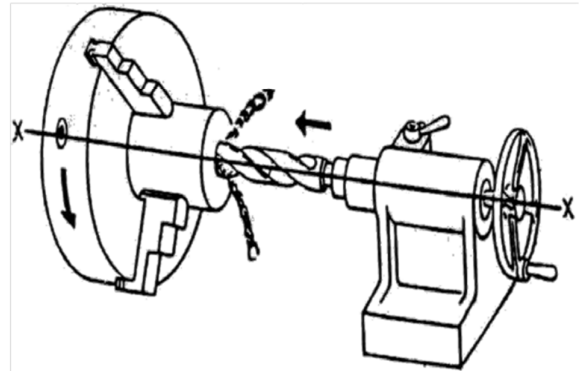
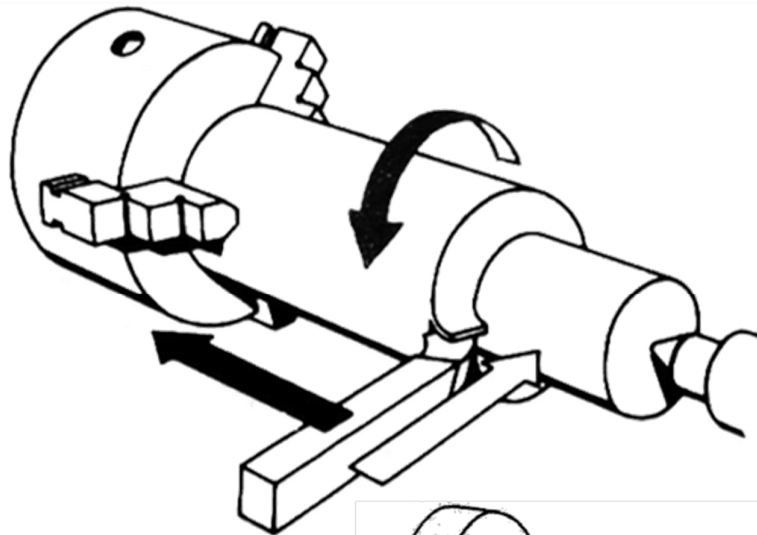


MODUL PEMESINAN BUBUT



Frans Luntungan, ST., MT



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK MESIN
PRODI D-IV TEKNIK MESIN PRODUKSI DAN PERAWATAN
TAHUN 2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa atas terselesaikannya penulisan Modul Pemesinan Bubut ini. Modul ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan ajar sekaligus pendamping jobsheet pada mata kuliah Praktik Manufaktur bagi mahasiswa program studi Teknik Mesin D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Politeknik Negeri Manado (Polimdo). Modul ini terdiri dari 5 bab dengan materi pembahasan yang disajikan secara ringkas, urut dan mendukung dalam penyelesaian pengerjaan jobsheet yang ada. Dimulai dengan Bab 1 Mengenal Mesin Bubut, kemudian dilanjutkan pada Bab 2 yang membahas Parameter Pemotongan, selanjutnya Bab 3 menjelaskan Pekerjaan Pembubutan, Bab 4 Toleransi Ukuran dan Suaian serta ditutup dengan Bab 5 tentang Pembuatan Work Preparation.

Terselesaikannya modul ini atas bantuan beberapa pihak, sehubungan dengan hal tersebut, maka kami sampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada : (1) Kajur Teknik Mesin Polimdo yang telah memfasilitasi pembuatan modul ini; (2) para dosen pengampu mata kuliah Praktik Manufaktur di program studi D-IV TMPP, (3) mahasiswa program studi D-IV TMPP Polimdo.

Kami berharap agar kehadiran Modul Pemesinan Bubut ini dapat menjadi tambahan sumber belajar bagi para mahasiswa dan semoga dapat memanfaatkan handout ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa handout ini masih perlu ditingkatkan mutunya, oleh karena itu, saran dan masukannya sangat kami harapkan.

Hormat Kami

Tim Penulis

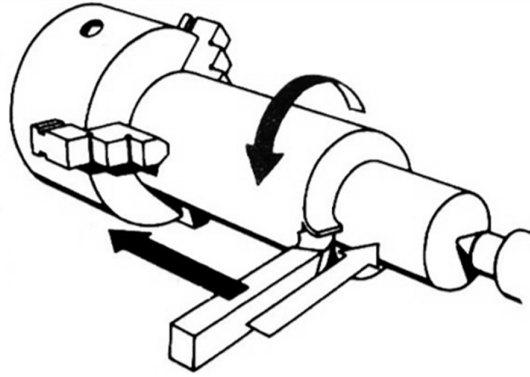
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
BAB I MENGENAL MESIN BUBUT	4
BAB II PARAMETER PEMOTONGAN.....	9
BAB III PEKERJAAN PEMBUBUTAN	14
BAB IV TOLERANSI UKURAN DAN SUAIAI.....	27
BAB V PEMBUATAN WORK PREPARATION	32

BAB I MENGENAL MESIN BUBUT

A. Pendahuluan

Mesin bubut merupakan salah satu *metal cutting machine* dengan gerak utama berputar, tempat benda kerja dicekam dan berputar pada sumbunya, sedangkan alat potong (*cutting tool*) bergerak memotong sepanjang benda kerja, sehingga akan terbentuk geram.



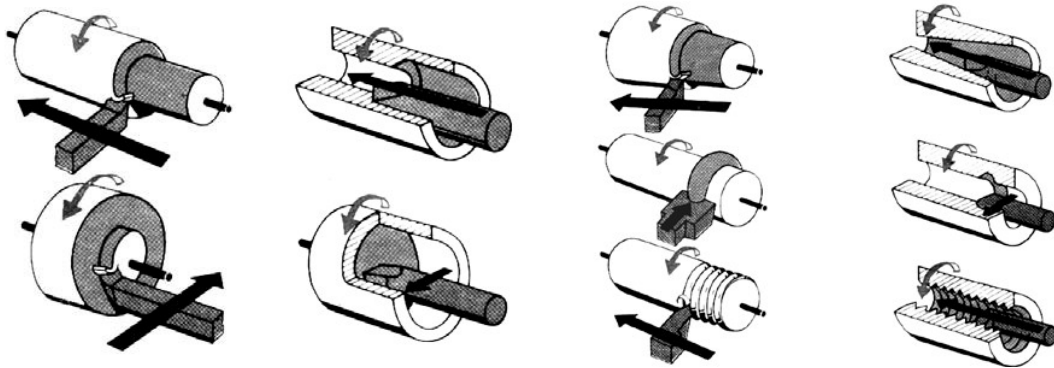
Gambar 1.1 Gerakan pada proses pembubutan

Prinsip kerja mesin bubut adalah :

1. Benda kerja berputar pada sumbunya
2. Gerakan alat potong :
 - a. alat potong bergerak sejajar sumbu utama disebut pembubutan memanjang.
 - b. alat potong bergerak tegak lurus terhadap sumbu utama disebut pembubutan muka alat potong bergerak bersudut terhadap sumbu utama disebut pembubutan konis atau pembubutan tirus.

Bentuk dasar benda kerja yang dapat dikerjakan mesin bubut :

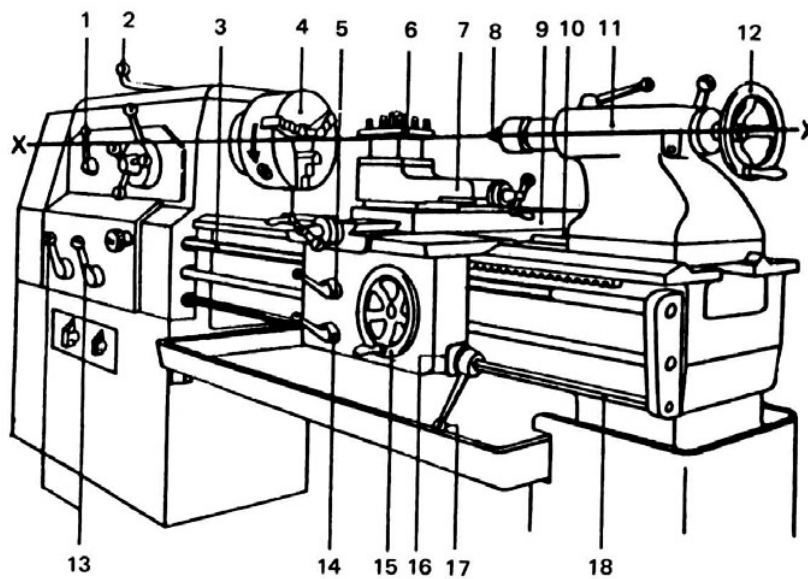
1. bentuk poros / lubang silindris
2. bentuk permukaan rata
3. bentuk tirus / konis luar
4. bentuk tirus / konis dalam
5. bentuk bulat / profil
6. bentuk ulir luar
7. bentuk ulir dalam
8. bentuk alur dalam



Gambar 1.2 Bentuk Dasar Pembubutan

B. Bagian - Bagian Utama Mesin Bubut

Mesin bubut memiliki beberapa bagian utama yang berfungsi untuk mendukung kinerja mesin yang sebaiknya diketahui oleh operator mesin bubut, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.3 di bawah ini.



Gambar 1.3 Bagian-bagian Mesin Bubut

Keterangan gambar :

1. handle untuk membalikkan arah perputaran *spindle* utama,
2. tuas untuk menggerakkan *spindle* utama,
3. poros potong bubut atau sekrup hantar,
4. *chuck* rahang tiga,
5. *handle* untuk kunci mur,
6. pemegang pahat,

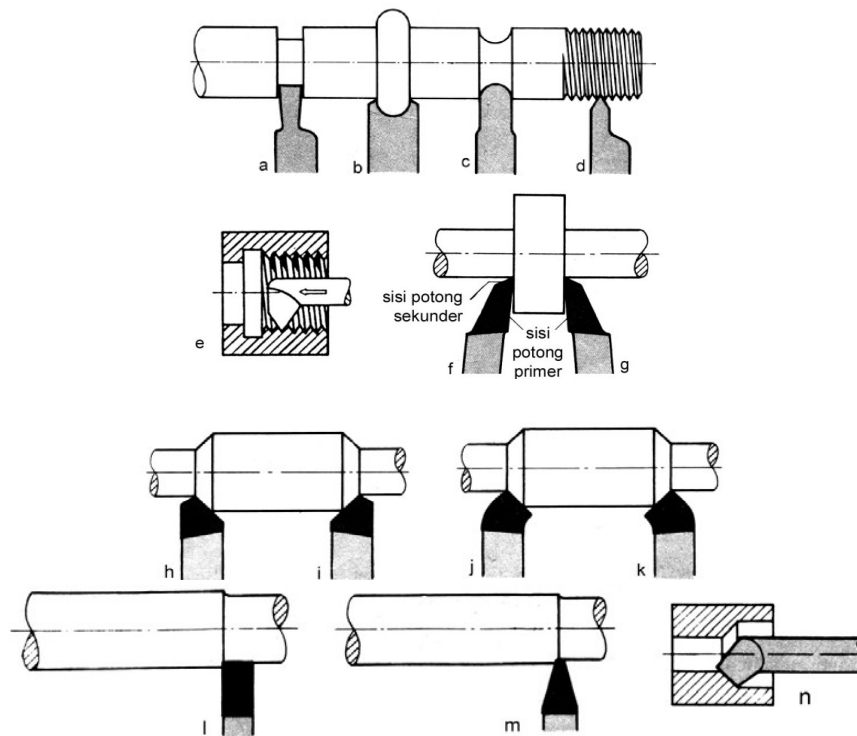
7. eretan atas,
8. senter dalam kepala lepas,
9. eretan melintang,
10. alas mesin (landas eretan),
11. kepala lepas,
12. roda tangan untuk menggerakkan kepala lepas,
13. tuas untuk mengatur jumlah perputaran poros utama,
14. tuas untuk poros utama,
15. roda tangan untuk memindahkan *support*,
16. lemari kunci,
17. tuas untuk menjalankan catu awal lewat poros utama,
18. poros utama

C. Perlengkapan mesin bubut 1. Pahat (*cutting tool*)

Umumnya pahat bubut dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Pahat bubut luar : digunakan untuk mengikis, menghaluskan, dan pekerjaan rata.
- b. Pahat bubut dalam : digunakan untuk mengikis dan menghaluskan lubang bor.

Secara lebih lengkap, jenis-jenis pahat dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1.4 Pahat Bubut

Keterangan gambar : a.

pahat potong,

b. pahat profil cembung,

c. pahat profil cekung,

d. pahat ulir luar,

e. pahat ulir dalam,

f. pahat samping kiri,

g. pahat samping kanan ,

h. pahat kasar lurus kiri,

i. pahat kasar lurus kanan,

j. pahat kasar tekuk kiri,

k. pahat kasar tekuk kanan,

l. pahat penyelesaian lurus,

m. pahat penyelesaian lurus,

n. pahat bubut dalam

2. Senter

Senter digunakan untuk mendukung benda kerja di lubang senternya pada saat pembubutan. Macam-macam senter antara lain : a. Senter penuh

b. Senter ujung kecil

c. Senter separuh

d. Senter dengan dudukan peluru

e. Senter ujung bola

f. Senter berputar

g. Senter segi empat

3. Cakera Pembawa (*Chuck*)

Chuck digunakan untuk mengikat benda kerja pada mesin bubut. macam *chuck* :

a. *Chuck* cakar dua (*two jaw chuck*) b. *Chuck* cakar tiga (*three jaw chuck*)

c. *Chuck* cakar empat (*four jaw chuck*)

d. Cakera pembawa kombinasi *jaw universal* dan *independent*

e. Cakera pembawa magnet

4. Penyangga (kaca mata)

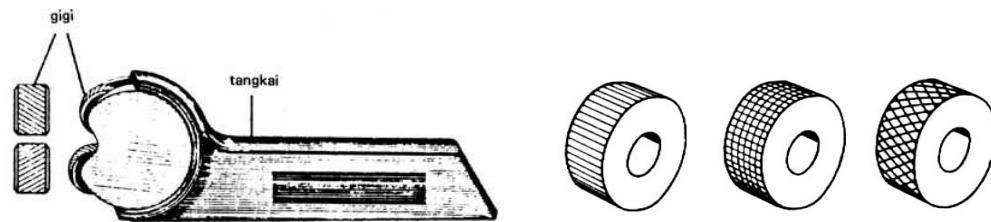
Penyangga digunakan untuk menyangga benda kerja yang panjang dan berdiameter kecil guna menahan getaran pada waktu pengerjaan serta posisi benda kerja tetap lurus segaris sumbu. Penyangga ada dua macam, yaitu :

- a. Penyangga jalan (*follower rest*) : di sebelah kanan maupun kiri rangka eretan melintang.
- b. Penyangga tetap (*steady rest*) : pada rangka mesin di antara *headstock* dan *tailstock*.

5. Kartel

Kartel digunakan untuk membuat alur-alur kecil pada benda kerja supaya tidak licin apabila dipegang dengan tangan, misalnya pada pemegang-pemegang. Kartel biasanya berbentuk lurus (*straight*), segi empat (*cross*) dan belah ketupat (*diamond*).

Pemasangannya seperti pemasangan pahat.



Gambar 1.5 Kartel

6. Mandrel

Mandrel merupakan alat bantu pencekam yang ditempatkan pada benda kerja secara konsentrik, misalnya pada pembubutan *pulley* dan roda gigi.

7. Collet

Collet merupakan modifikasi penjepit standar yang digunakan untuk memegang kuat benda kerja yang dihubungkan dengan spindel, sehingga distribusi tekanan lebih merata. *Collet* juga bertujuan untuk mengurangi resiko kerusakan benda kerja yang diproses dengan mesin bubut. *Collet* juga digunakan untuk benda kerja yang berdimensi relatif kecil dan pembubutan presisi. *Collet* mempunyai bermacam bentuk, ada yang berbentuk bulat (*round collet*), persegi (*square collet*), dan berbentuk segi enam (*hexagon collet*).

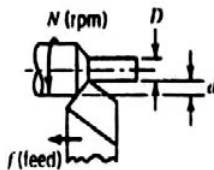
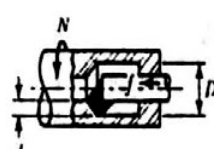

BAB II PARAMETER PEMOTONGAN

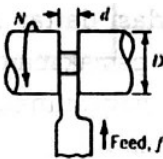
A. Parameter Proses Pembubutan

Dasar operasi berbagai pengerjaan pembubutan adalah :

1. Laju pemakanan (*feed rate*), merupakan jarak gerakan mata potong saat memotong benda kerja sepanjang bidang potong setiap kali putaran spindel, mm/putar atau inchi/put.
2. Kedalaman pemotongan (*depth of cut*), merupakan kedalaman mata potong yang menembus benda kerja sekali pemotongan, mm atau inchi.
3. Kecepatan putar (*speed*), merupakan besar putaran spindel tempat benda kerja yang diletakkan mengalami proses pemotongan, rpm.
4. Kecepatan pemotongan, merupakan besar rata-rata pada mata pahat yang bergerak memotong dari titik awal pemotongan hingga selesai, meter/menit.
5. Kecepatan penghasilan geram (*rate of metal removal*), merupakan volume logam dari benda kerja yang dipotong, mm³/menit atau inchi³/menit.

Tabel 2.1. Parameter Pemotongan Proses Pembubutan

Operasi	Skema	Kecepatan Potong	Waktu Pemesinan	Laju Pembuangan Material (MRR)
Pembubutan Luar		$V = \pi(D+2d)N$	$T = \frac{L}{fN}$ di mana : $L = L_{\text{benda kerja}} + \text{Allowance}$	$MRR = \pi(D+d)Nfd$
Boring (pengeboran)		$V = \pi DN$	$T = \frac{L}{fN}$	$MRR = \pi(D+d)Nfd$
Facing (pembubutan muka)		$V_{\text{maks}} = \pi DN$ $V_{\text{min}} = 0$ $V_{\text{mean}} = \frac{\pi DN}{2}$	$T = \frac{D + \text{Allowance}}{2 fN}$	$MRR_{\text{maks}} = \pi DNfd$ $MRR_{\text{min}} = 0$ $MRR_{\text{mean}} = \frac{\pi DNfd}{2}$

<p><i>Parting</i> (pemotongan)</p>		$V_{maks} = \pi DN$ $V_{min} = 0$ $V_{mean} = \frac{\pi DN}{2}$	$T = \frac{D + Allowance}{2fn}$	$MRR_{maks} = \pi DNfd$ $MRR_{min} = 0$ $MRR_{mean} = \frac{\pi DNfd}{2}$
--	---	---	---------------------------------	---

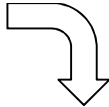
Besarnya kecepatan potong maksimum yang dapat diberikan tergantung pada:

1. material benda kerja.
2. material pahat.
3. gerak makan.
4. kedalaman potong.

B. Ringkasan Rumus-rumus pada parameter pembubutan:

Cs (*cutting speed*) = kecepatan potong = V

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (\text{m / menit})$$



$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (\text{Rpm})$$

Feed rate (laju pemakanan) = f = panjang bergesernya pahat bubut pada satu putaran, (mm)

Depth of cut (kedalamam pemakanan) = h, (mm)

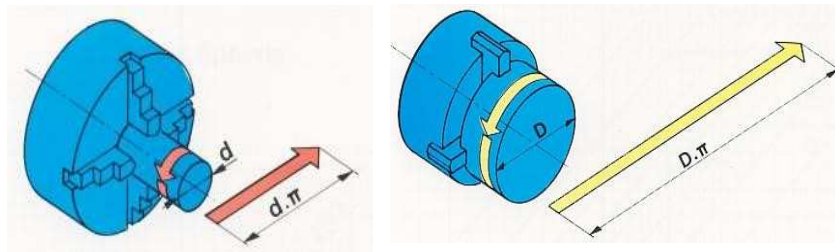
Proporsi antara feed dengan kedalaman pemakanan antara 1 : 5 sampai 1 : 10 (Gerling, 1965: 37)

Waktu pembubutan, $T_b = \frac{\text{Panjang pembubutan}}{\text{Feed / menit}} = \frac{L \text{ (mm)}}{f \text{ (mm)} \times n \text{ (/menit)}}$ (menit)

Secara rinci Parameter pemakanan pada mesin bubut dapat dijelaskan sbb.:

Ada 3 (tiga) parameter utama pada setiap proses bubut yaitu kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.

Kecepatan putar, *n* (*speed*), selalu dihubungkan dengan spindel (sumbu utama) dan benda kerja. Karena kecepatan putar diekspresikan sebagai putaran per menit (*revolutions per minute, rpm*), hal ini menggambarkan kecepatan putarannya. Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*Cutting speed* atau *v*) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/ keliling benda kerja (lihat gambar). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau :



Gambar 2.1 Panjang permukaan benda kerja

Gambar 2.1 diatas menunjukkan panjang permukaan benda kerja yang dilalui oleh ujung mata sayat pahat pada setiap putaran dimana :

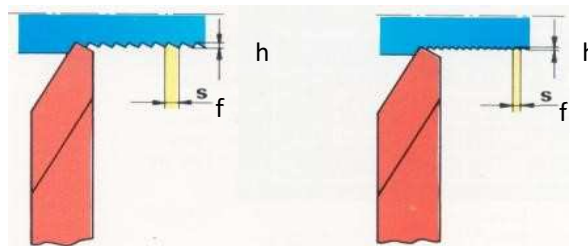
$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (\text{ m / menit })$$

v = kecepatan potong; m/menit
d = diameter benda kerja ;mm
n = putaran benda kerja; putaran/menit

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan pahat. Harga kecepatan potong sudah tertentu tergantung jenis bahan/benda kerja, jenis alat potong, dan kekasaran pemakanan pahat bubut. Misalnya untuk benda kerja *Mild Steel* dengan pahat dari HSS, kecepatan potongnya antara 20 sampai 30 m/menit.

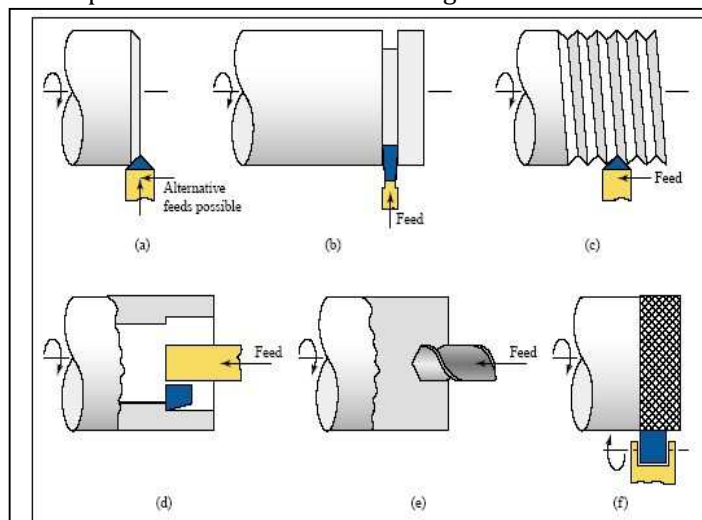
Gerak makan, f (feed), adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali (lihat gambar), sehingga satuan f adalah mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong h . Gerak makan tersebut berharga sekitar $1/3$ sampai $1/20$ h , atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki.

Kedalaman potong, h (depth of cut), adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong (ditunjukkan pada gambar 2.2). Ketika pahat memotong sedalam h , maka diameter benda kerja akan berkurang $2h$, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.





Gambar 2.2 Gerak makan (f) dan kedalaman pemotongan (h)

Perhatikan gambar 2.3 dibawah ini menunjukkan bagaimana proses-proses pemesinan yang dapat dilakukan pada mesin bubut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Proses-proses pembubutan: (a) pembubutanpinggul (*chamfering*), (b) pembubutanalur (*parting-off*), (c) pembubutanulir (*threading*), (d) pembubutanlubang (*boring*), (e) pembuatan lubang (*drilling*), (f) pembuatan kartel (*knurling*)

Tabel Cara Penentuan Jenis pahat, Geometri pahat, Harga V, dan Harga f (EMC)

Workpiece material	Tensile strength in kp/mm ²	1) Tool	Cutting angle clearance/top		Feed in mm/rev.				Coolant and Lubricant	
			 α°	 γ°	0,1	0,2	0,4	0,8	Roughing	Finishing
					cutting speed v m/min					
Steel St 34, St 37, St 42	up to 50,	SS	8	14		60	45	34	E	E or P
		S ₁	5	10	280	236	200	170		
St 50, St 60	50...70	SS	8	14		44	32	24	E	E or P
		S ₁	5	10	240	205	175	145		
St 70	70...85	SS	8	14		32	24	18	E	E or P
		S ₁	5	10	200	170	132	106		
Cast steel	50...70	SS	8	10		34	25	19	E	dry
		S ₁	5	6	118	100	85	71		
Alloyed steel	85...100	SS	8	10		24	17	12	E	E or P
		S ₁	5	6	150	118	95	75		
Mn-Steel, Cr-Ni-steel, Cr-Mo-steel	100...140	SS	8	6		16	11	8	E	E or P
		S ₁	5	6	95	75	60	50		
other alloyed steels	140...180	SS	8	6		9,5	6		E	E or P
		S ₁	5	6	60	48	38	32		
Tool steel	150...180	SS	8	6					E	Colza oil or P
		S ₁	5	6	50	40	32	27		
C.I.20,C.I.25	hardness Brinell 200...250	SS	8	0		32	18	13	dry or E	dry
		H ₁	5	0	106	90	75	63		
Copper alloys	hardness Brinell 80...120	SS	8	0		125	85	56	dry,EorL	dry
		G ₁	5	6	600	530	450	400		
Cast bronze		SS	8	0		63	53	43	E or L	dry
		G ₁	5	6	355	280	236	200		
Light alloys aluminium		SS	12	30		400	300	200	E or P	E or P
		G ₁	12	30	1320	1120	950	850		
Aluminium alloys (11...13%Si)		SS	12	18		100	67	45	E	Oil S II or P
		G ₁	12	18	224	190	160	140		
Magnesium alloys*		SS	8	6		1000	900	800	dry or with non-combustible oil	dry or with non-combustible oil
		G ₁	5	6	1800	1500	1250	1060		
Platics and hard rubber		SS	12	10					dry	dry
		G ₁	12	10	300	280	250	224		
Bakelite, Novotext, Pertinax hard plastic		SS	12	14					dry	dry
		G ₁	12	14	280	212	170	132		

Keterangan Tools:

SS = pahat *High speed steel*

S₁, H₁, G₁ = pahat sisipan/*tipped tools*

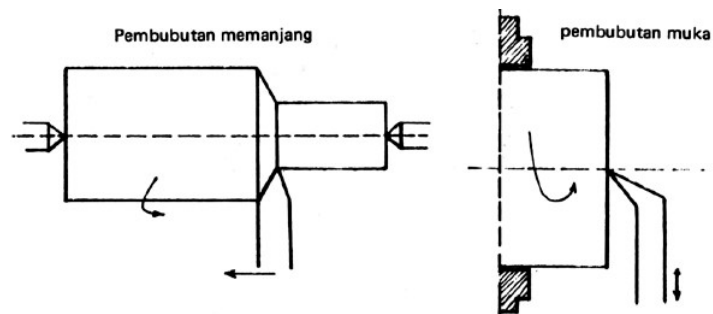
E = *Cutting emulsion* P = Paraffin L = Udara

BAB III PEKERJAAN PEMBUBUTAN

Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa jenis pekerjaan yang dapat dilakukan dengan menggunakan mesin mesin bubut, diantaranya yaitu :

1. Membubut lurus

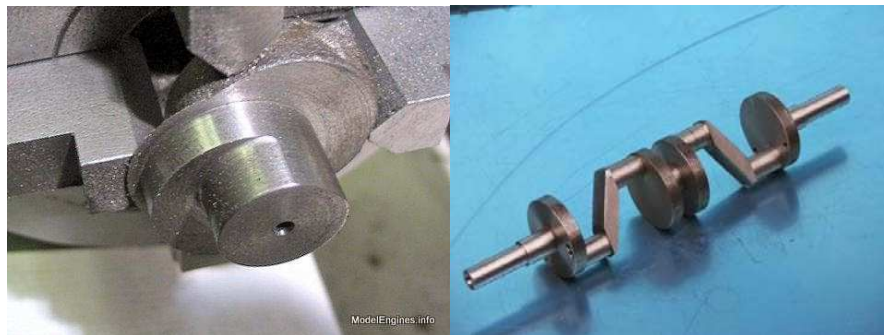
Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk membubut lurus seperti ditunjukkan pada gambar 3.1. Pertama, pembubutan memanjang (sejajar benda kerja) untuk mendapatkan ukuran diameter benda kerja yang dikehendaki. Kedua, pembubutan permukaan rata (*facing*), yaitu meratakan permukaan pada bidang diameter benda kerja untuk menghasilkan pembubutan permukaan datar pada benda kerja.



Gambar 3.1. Membubut Lurus

2. Membubut eksentris

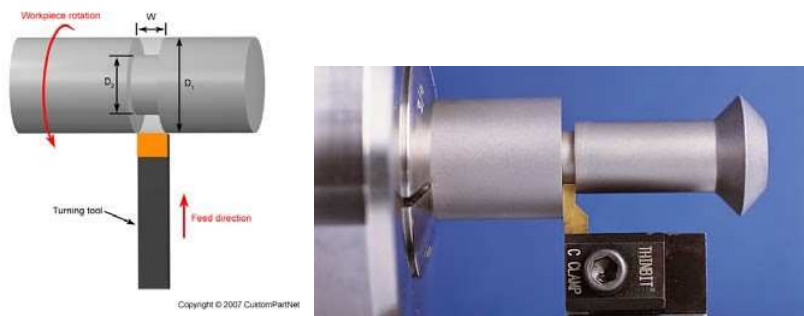
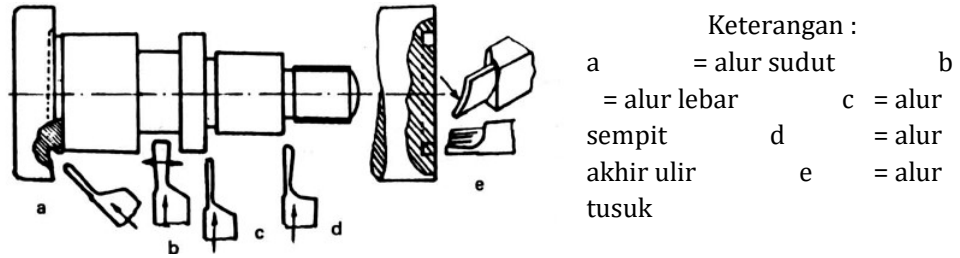
Eksentrik merupakan sebuah poros yang mempunyai kedudukan center/garis tengah diameter yang berbeda posisi/tergeser, pada pembubutan ini dapat dilakukan dengan cara menggeser posisi penckaman benda kerja sejauh ukuran yang diminta dengan alat cekam *four jaw chuck independent*, atau bisa juga dengan metode penjepitan *between center* dengan catatan lubang center sudah dibuat eksentrik.



Gambar 3.2 Membubut Eksentris

3. Membubut alur

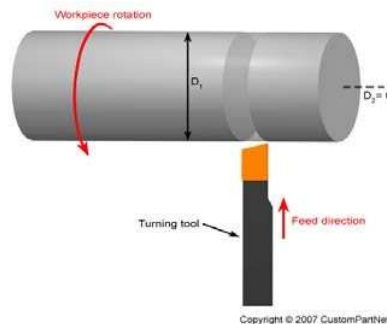
Untuk membubut alur atau membuat celah dengan lebar dan kedalaman tertentu, digunakan pahat bubut pengalur. Pembubutan alur bertujuan untuk membuat pembebas pada proses penguliran atau bisa juga untuk tempat pemasangan snap ring, pembubutan alur dapat dilakukan pada diameter luar dan dalam. Pahat ini berbentuk lurus, bengkak, berjenjang ke kanan atau ke kiri. Bentuk-bentuk pahat ini ditunjukkan pada gambar 3.3. dibawah ini:



Gambar 3.3 Membubut Alur

4. Memotong benda kerja

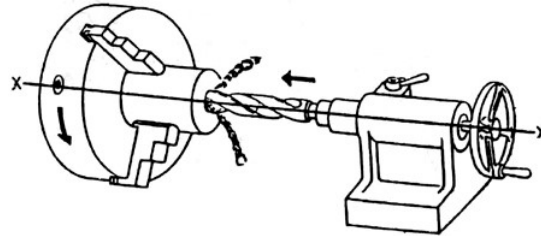
Untuk memotong benda kerja, digunakan pahat pengalur dengan penyayat sangat ramping, tetapi hal ini jarang dilakukan, karena pahat yang digunakan untuk memotong akan mudah patah.



Gambar 3.4 Memotong benda kerja

5. Mengebor

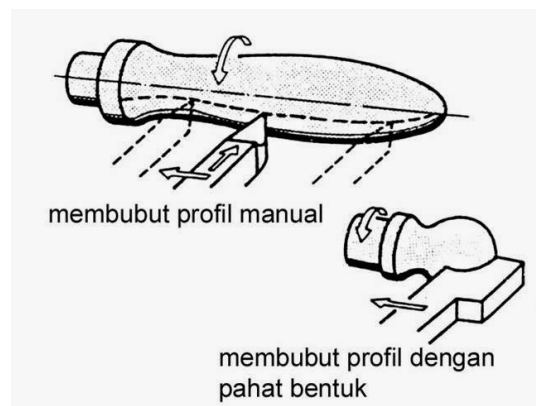
Pembubutan ini digunakan untuk pembuatan lubang pada benda kerja. Mata bor dipasang padaudukan yang tersedia pada center kepala lepas dan digerakan maju (langkah pemakanan=kedalaman lubang) menggunakan roda pemutar eretan yang ada pada center kepala lepas.



Gambar 3.5 Mengebor

6. Membubut profil

Pembubutan ini menghasilkan berbagai macam bentuk profil produk. Proses pembubutan dapat dilakukan secara manual menggerakkan eretan secara bersamaan /simultan atau dapat juga menggunakan pahat profil yang dibentuk sesuai dengan bentuk profil yang diinginkan, seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.6. di bawah ini.



Gambar 3.6 Membubut bentuk profil

7. Membubut dalam/*boring*

Pembubutan jenis ini banyak digunakan untuk keperluan memperbesar lubang pada benda kerja. Proses kerja pembubutan dalam pada dasarnya sama dengan membubut rata, namun dilakukan pada bagian dalam diameter benda kerja yang sebelumnya sudah dilubang menggunakan mata bor.



Gambar 3.7 Membubut dalam/*boring*

8. Mengkartel (*knurling*)

Kartel atau *knurling* adalah membuat rigi-rigi pada benda kerja yang berfungsi sebagai pegangan agar tidak licin. Pengkartelan dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa roda kartel yang berukuran standar. Roda kartel tersebut dipasang pada *toolpost* dan kedudukannya diatur setinggi senter benda kerja. Benda kerja dicekam pada senter kepala tetap dan sebaiknya juga didukung menggunakan senter kepala lepas. Prinsip kerja kartel adalah bukan menyayat benda kerja, tetapi menekan/menusuk benda kerja sehingga membentuk alur-alur kartel. Selama proses kartel sebaiknya benda kerja diberikan minyak pelumas untuk mengurangi panas dan juga membersihkan beram dihasilkan. Bentuk profil hasil kartel pada umumnya lurus, miring atau silang (*diamond*).



Gambar 3.8 Mengkartel

9. Membubut tirus

Pembubutan ini menghasilkan pembubutan poros tirus dengan sudut kemiringan tertentu. Ada tiga cara yang dapat dilakukan untuk membubut tirus, yaitu :

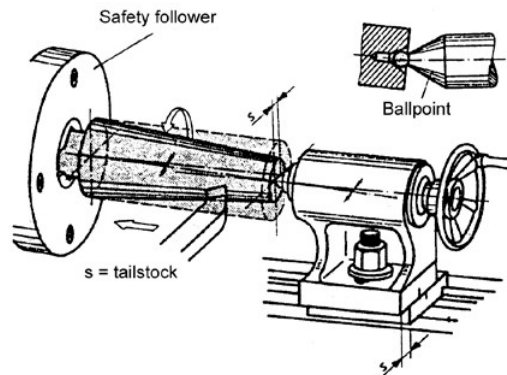
a. Menggeser posisi kepala lepas ke arah melintang

Benda kerja dijepit antara senter kepala lepas (*tail stock*) dan senter kepala tetap (*head stock*). Apabila senter kepala lepas digeser tegak lurus terhadap sumbu utama mesin bubut (*spindle*), maka akan terjadi sebuah kerucut/konis pada pembubutan sepanjang benda kerja. (perhatikan gambar 3.8)

Besarnya pergeseran senter kepala lepas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

- x = pergeseran kepala lepas (mm)
- D = diameter besar benda kerja (mm)
- d = diameter kecil benda kerja (mm)
- l = panjang benda yang ditirus (mm)
- L = panjang benda kerja keseluruhan (mm)



Gambar 3.9 Pembubutan tirus dengan menggeser kepala lepas

Keuntungan membubut tirus dengan cara menggeser kepala lepas, antara lain : dapat melakukan pembubutan tirus dengan ukuran yang relatif panjang dan pembubutan dapat dilakukan secara otomatis, sehingga permukaan hasil pembubutan dapat diperoleh lebih halus.

Sedangkan kekurangan dari pembubutan tirus dengan menggeser kepala lepas adalah : karena posisi kedua senter (kepala tetap dan kepala lepas) tidak pada garis lurus sehingga penumpuan benda kerja menjadi kurang baik, apalagi untuk sudut-sudut tirus besar mengakibatkan keamanan benda kerja berkurang atau bahaya. Kekurangan lainnya adalah sudut tirus yang terbentuk relatif kecil. Besarnya pergeseran hanya boleh sampai 1/50 (2 - 3%) dari panjang benda kerja keseluruhan.

b. Menggeser sekian derajat eretan atas.

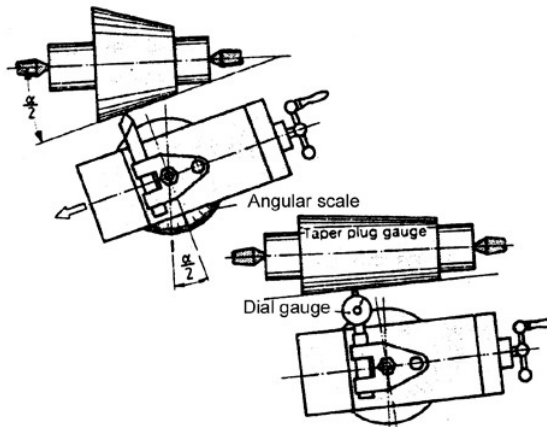
Proses pembubutan dipersiapkan dengan memutar kedudukan eretan atas mengelilingi sumbu tegak lurus sebesar sudut yang diinginkan. Benda kerja dicekam pada kepala tetap seperti pada pembubutan lurus, kemudian penyayatan terhadap benda kerja dengan menggunakan eretan atas.

Rumus untuk menentukan besarnya sudut pergeseran eretan atas yaitu :

$$tg\alpha = \frac{D - d}{2 \cdot l}$$

α = besar sudut putaran eretan atas ($^{\circ}$)
 D = diameter besar benda kerja (mm) d = diameter kecil benda kerja (mm)
 l = panjang benda yang ditirus (mm)

Cara pembubutan tirus ini dapat digunakan untuk tirus luar maupun tirus dalam, baik untuk sudut kecil maupun yang relatif besar. Kekurangannya adalah pembubutan hanya dapat dilakukan secara manual pergerakan eretan atas, sehingga sulit untuk mendapatkan hasil permukaan yang halus. Sehubungan dengan panjang eretan atas yang relatif pendek, maka metode ini hanya dapat digunakan pada pembubutan tirus dengan panjang yang relatif kecil maksimal sesuai panjang eretan atas. Kekurangan lainnya adalah pengaturan sudut yang kurang teliti sehingga agak sulit mendapatkan hasil tirus yang lebih presisi.



Gambar 3.10 Pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas

c. Memasang *tapper attachment*

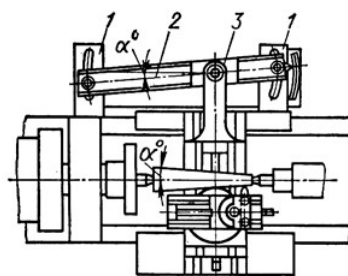
Pembubutan tirus cara ini dilakukan dengan memasang *tapper attachment* atau kadang disebut juga mistar konus. Tapper attachment dipasang pada sisi belakang bangku mesin bubut berupa sebuah rel penuntun yang dihubungkan dengan eretan lintang yang dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan tirus yang diinginkan.

Benda kerja dicekam secara normal pada senter kepala tetap seperti pada pembubutan lurus. Pada awal pengerjaan, setting pahat dilakukan dengan cara mendekatkan pahat bubut ke benda kerja dengan memutar eretan atas. Selanjutnya mur pada poros ulir eretan lintang tersebut dikencangkan pada badan luncur mistar penuntun *tapper attachment* dengan sekrup. Hal ini akan menghasilkan suatu hubungan engsel antara eretan lintang dengan badan luncur. Apabila pembubutan dilakukan secara otomatis, maka badan luncur akan bergerak sepanjang mistar penuntun tersebut dan memaksa eretan lintang bergerak sesuai dengan sudut tirus yang diinginkan.

Besarnya sudut yang digunakan pada *tapper attachment* dapat dihitung berdasarkan rumus yang sama dengan perhitungan sudut pada pembubutan dengan pergeseran eretan lintang. Agar memperoleh hasil yang optimal pada saat pembubutan tirus dengan menggunakan *tapper attachment* ini, berikut beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum pembubutan dilakukan :

- ☑ Harus dipastikan bahwa ujung mata sayat pahat bubut terpasang tepat setinggi center benda kerja.
- ☑ Bidang luncur pada *tapper attachment* harus diupayakan selicin mungkin dengan memberikan minyak pelumas agar pergerakan berjalan lancar.
- ☑ Baut dan skrup penahan harus dipastikan terikat dengan kuat.

Keuntungan pembubutan tirus dengan menggunakan *tapper attachment* adalah : benda kerja dapat dicekam dengan baik dan sempurna pada cekam kepala tetap, pengaturan besarnya sudut tirus relatif mudah dilakukan dan dapat diatur dengan lebih teliti, langkah pembubutan dapat dikerjakan secara otomatis sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih halus, setting benda kerja dan pahat sebelum pembubutan dapat dilakukan lebih cepat sehingga hemat waktu, selain itu dapat membuat tirus dengan ukuran yang relatif panjang.



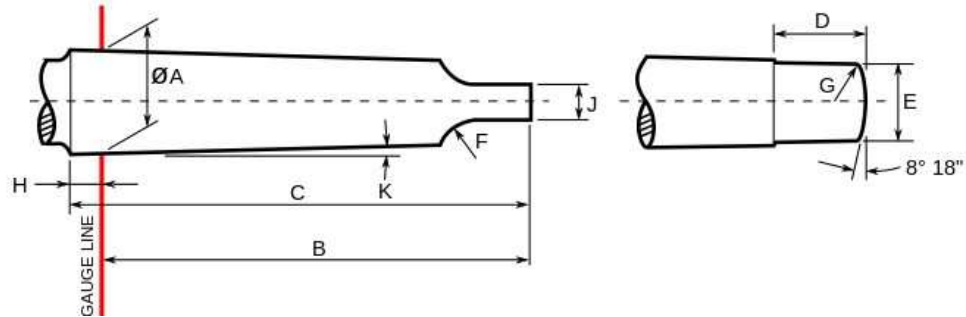
Keterangan :

1. alat pembawa
2. busur
3. sepatu geser

Gambar 3.11 Pembubutan Tirus dengan Perkakas Pembentuk

Standard Tirus Morse Taper

Morse taper ditemukan oleh Stephen A. Morse pada pertengahan 1860-an. Sejak itu berkembang untuk mencakup ukuran yang lebih kecil dan lebih besar dan telah diadopsi sebagai standar oleh berbagai organisasi, termasuk International Organization for Standardization (ISO) dan German Institute of Standardization (DIN). Standar morse banyak digunakan pada pembuatan tangkai mata bor, tangkai reamers dan tangkai pada senter kepala lepas mesin bubut.



Gambar 3.12 Dimensi tirus Morse

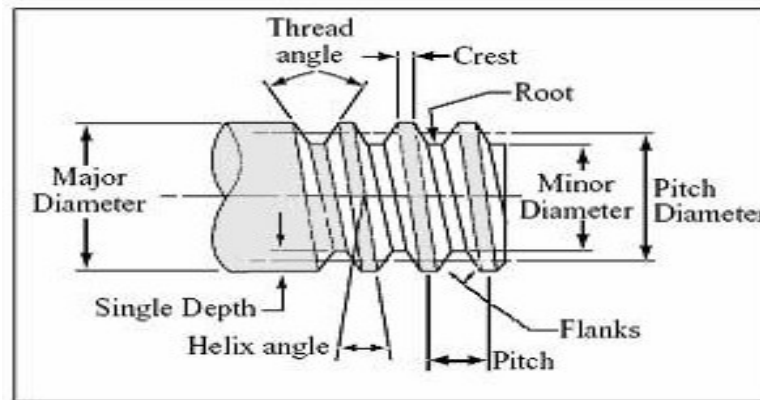
Morse taper terdiri dari 8 ukuran/level yaitu antar 0 sampai 7. Setiap level diberi kode MT yang diikuti satu digit angka, misal *morse taper* nomer 4 diberikan kode MT4. Ukuran selengkapnya ditunjukkan pada tabel 3.1. di bawah ini. **Tabel 3.1.** Ukuran taper morse

Morse Taper number	Taper	A	B (max)	C (max)	D (max)	E (max)	F	G	H	J	K
0	1:19.212	9.045	56.5	59.5	10.5	6	4	1	3	3.9	1° 29' 26"
1	1:20.047	12.065	62	65.5	13.5	8.7	5	1.2	3.5	5.2	1° 25' 43"
2	1:20.020	17.780	75	80	16	13.5	6	1.6	5	6.3	1° 25' 50"
3	1:19.922	23.825	94	99	20	18.5	7	2	5	7.9	1° 26' 16"
4	1:19.254	31.267	117.5	124	24	24.5	8	2.5	6.5	11.9	1° 29' 15"
5	1:19.002	44.399	149.5	156	29	35.7	10	3	6.5	15.9	1° 30' 26"
6	1:19.180	63.348	210	218	40	51	13	4	8	19	1° 29' 36"
7	1:19.231	83.058	285.75	294.1	34.9	-	-	19.05	-	19	1° 29' 22"

10. Membubut ulir

Ulir adalah suatu garis atau alur/profil yang dibuat melingkar pada suatu poros dengan ukuran tertentu (melilit pada silinder yang mempunyai sudut kisar atau uliran tertentu). Berdasarkan bentuk profil alurannya maka ulir dikategorikan menjadi : ulir segitiga, ulir segi empat, ulir trapesium, ulir buttress dan ulir bulat. Apabila dilihat dari

arah gerak ulir maka dibedakan menjadi ulir kanan (arah putaran ulir searah jarum jam) dan ulir kiri (arah putaran ulir berlawanan jarum jam). Selain itu juga dikenal jenis ulir luar (ulir yang posisinya pada diameter luar poros) dan ulir dalam ((ulir yang posisinya pada diameter dalam/lubang sutau poros). Bagian-bagian ulir seperti ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Bagian-bagian ulir

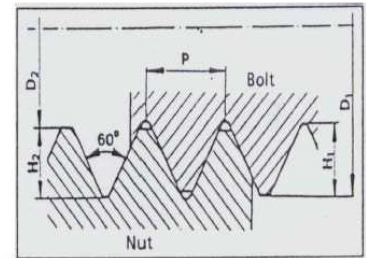
Ulir Segitiga

Ulir segitiga dapat berupa ulir tunggal maupun ulir ganda. Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segitiga adalah pahat ulir dengan ujung pahatnya sama dengan sudut ulir atau setengah sudut ulir. Untuk ulir metris sudut ulirnya adalah sebesar 60° , sedangkan ulir withworth memiliki sudut 55° . Identifikasi ulir biasanya ditentukan berdasarkan diameter mayor dan kisar ulir (tabel 3.2). Misalnya M10 X 1.5, artinya ulir meteris dengan diameter mayor/terluar sebesar 10 mm dan memiliki kisar sebesar 1,5 mm.

Selain ulir metris, pada mesin bubut dapat juga dibuat ulir whitworth dengan sudut ulir 55° . Identifikasi ulir ini ditentukan oleh diameter mayor ulir dan jumlah ulir tiap inchi (tabel 3.3). misalnya untuk ulir whitworth $3/8''$ maka jumlah ulir tiap inchi adalah 16 (kisarnya 0,0625"). Ulir jenis ini banyak digunakan untuk membuat ulir pada pipa dengan tujuan mencegah kebocoran fluida.

Tabel 3.2. Dimensi ulir metris

Thread designation	Pitch P	Bolt		Nut	
		Nominal diameter D_1	Thread height H_1	Core diameter D_2	Thread height H_2
M3	0,5	3,00	0,337	2,459	0,285
M3,5	0,6	3,50	0,416	2,850	0,355
M4	0,7	4,00	0,490	3,242	0,414
M4,5	0,75	4,50	0,529	3,688	0,448
M5	0,8	5,00	0,551	4,134	0,479
M6	1,0	6,00	0,717	4,917	0,609
M8	1,25	8,00	0,907	6,647	0,771
M10	1,5	10,00	1,100	8,376	0,934
M12	1,75	12,00	1,285	10,106	1,098
M14	2,0			11,835	1,257
M16	2,0			13,835	1,257



* M... stands for metric standard threads

Tabel 3.3. Dimensi ulir whitworth

Thread designation	Turns per inch	Pitch P	Bolt		Nut	
			Nominal diameter D_1	Thread height H_1	Core diameter D_2	Thread height H_2
.112 (4)	40	0,0250	0,1120	0,0174	0,0813	0,0147
.125 (5)	40	0,0250	0,1250	0,0174	0,0943	0,0147
.138 (6)	32	0,0313	0,1380	0,0243	0,0997	0,0188
.164 (8)	32	0,0313	0,1640	0,0243	0,1257	0,0188
.190 (10) _s	24	0,0417	0,1900	0,0330	0,1389	0,0252
.216 (12)	24	0,0417	0,2160	0,0330	0,1649	0,0252
1/4	20	0,0500	0,2500	0,0386	0,1887	0,0309
5/16	18	0,0556	0,3125	0,0447	0,2443	0,0346
3/8	16	0,0625	0,3750	0,0502	0,2983	0,0391
7/16	14	0,0714	0,4375	0,0577	0,3499	0,0449
1/2	13	0,0769			0,4056	0,0485
9/16	12	0,0833			0,4603	0,0526
5/8	11	0,0909			0,5135	0,0576

1" = 25,4 mm

Pada pembuatan ulir dengan menggunakan mesin bubut manual maka hal pertama yang harus diperhatikan adalah sudut pahat. Setelah pahat dipilih, kemudian dilakukan setting posisi pahat terhadap benda kerja. Setting ini dilakukan terutama untuk mengecek posisi ujung pahat bubut terhadap sumbu benda kerja, supaya diperoleh sudut ulir yang simetris terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap sumbu benda kerja.

Parameter pemesinan untuk proses bubut ulir berbeda dengan bubut rata. Hal tersebut terjadi karena pada proses pembuatan ulir harga gerak makan (f) adalah kisar (*pitch*) ulir tersebut, sehingga putaran spindel tidak terlalu tinggi (secara kasar sekitar setengah dari putaran spindel untuk proses bubut rata). Perbandingan harga kecepatan potong untuk proses bubut rata (*stright turning*) dan proses bubut ulit (*threading*) dapat dilihat pada tabel 3.4.

Supaya dihasilkan ulir yang halus permukaannya perlu dihindari kedalaman potong yang relatif besar. Walaupun kedalaman ulir kecil (misalnya untuk ulir M10x1,5, dalamnya ulir 0,934 mm), proses penyayatan tidak dilakukan sekali potong, biasanya dilakukan penyayatan antara 5 sampai 10 kali penyayatan ditambah sekitar 3 kali.

penyayatan kosong (penyayatan pada diameter terdalam). Hal tersebut karena pahat ulir melakukan penyayatan berbentuk V. Agar diperoleh hasil yang presisi dengan proses yang tidak membahayakan operator mesin, maka sebaiknya pahat hanya menyayat pada satu sisi saja (sisi potong pahat sebelah kiri untuk ulir kanan, atau sisi potong pahat sebelah kanan untuk ulir kiri). Proses tersebut dilakukan dengan cara memiringkan eretan atas dengan sudut 30° untuk ulir metris. Proses penambahan kedalaman potong (*dept of cut*) dilakukan oleh eretan atas.

Tabel 3.4. Kecepatan potong pembubutan rata dan pembubutan ulir dengan pahat HSS

MATERIAL	STRAIGHT TURNING SPEED		THREADING SPEED	
	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE
LOW-CARBON STEEL	80-100	24.4-30.5	35-40	10.7-12.2
MEDIUM-CARBON STEEL	60-80	18.3-24.4	25-30	7.6-9.1
HIGH-CARBON STEEL	35-40	10.7-12.2	15-20	4.6-6.1
STAINLESS STEEL	40-50	12.2-15.2	15-20	4.6-6.1
ALUMINUM AND ITS ALLOYS	200-300	61.0-91.4	50-60	15.2-18.3
ORDINARY BRASS AND BRONZE	100-200	30.5-61.0	40-50	12.2-15.2
HIGH-TENSILE BRONZE	40-60	12.2-18.3	20-25	6.1-7.6
CAST IRON	50-80	15.2-24.4	20-25	6.1-7.6
COPPER	60-80	18.3-24.4	20-25	6.1-7.6

NOTE: Speeds for carbide-tipped bits can be 2 to 3 times the speed recommended for high-speed steel

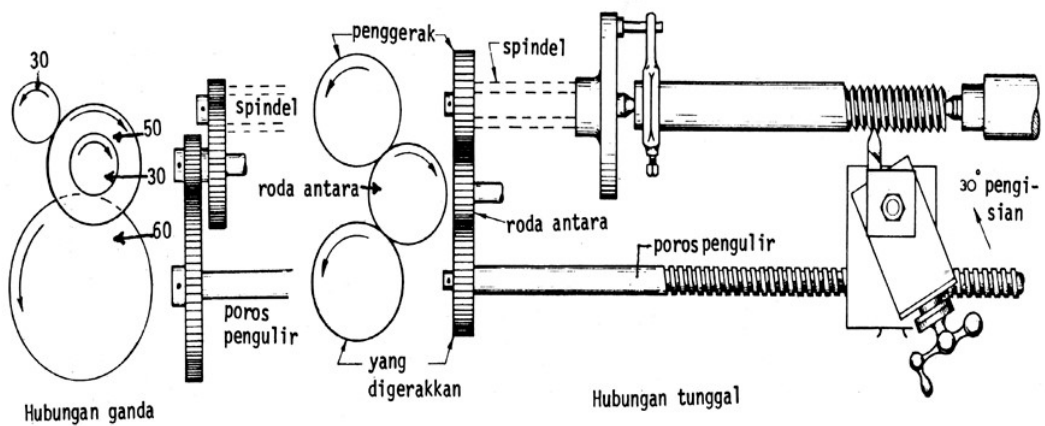
Berikut ini akan diuraikan langkah-langkah proses bubut ulir segitiga metris dengan menggunakan mesin konvensional adalah sebagai berikut :

- 1) Memasang benda kerja pada cekam senter kepala tetap dan memastikan putarannya center atau tidak oleng. Pada penjelasan ini diasumsikan bahwa diameter benda kerja sudah sesuai dengan diameter ulir yang akan dibuat.

- 2) Memasang pahat ulir yang sudah dipersiapkan (diasah terlebih dahulu) pada tool post dan memastikan ujung pahat ulir setinggi sumbu benda kerja.
- 3) Atur dan putar posisi eretan atas sehingga sedemikian rupa membentuk sudut 30° terhadap arah gerakan eretan lintang.
- 4) Atur handle/tuas pengatur kisar menurut tabel kisar yang tersedia di mesin bubut sesuai dengan kisar ulir yang akan dibuat (perhatikan gambar 3.14)
- 5) Memajukan pahat ulir sampai menyentuh pada diameter luar benda kerja.
- 6) Setting ukuran pada handle eretan lintang menjadi 0 mm.
- 7) Tarik pahat ke luar benda kerja, sehingga pahat di luar benda kerja dengan jarak bebas sekitar 10 mm di sebelah kanan benda kerja.
- 8) Majukan pahat dengan kedalaman potong sekitar 0,1 mm dengan menggunakan eretan atas.
- 9) Putar spindel mesin (kecepatan potong mengacu tabel 3.4) kemudian geser handle gerakan eretan bawah untuk pembuatan ulir (handle otomatis penguliran) sampai panjang ulir yang dibuat terdapat goresan pahat, kemudian hentikan mesin dan tarik mundur pahat dengan menggunakan eretan lintang.
- 10) Periksa kisar ulir yang dibuat dengan menggunakan kaliber ulir (screw pitch gage). Apabila sudah sesuai maka proses pembuatan ulir dilanjutkan, tetapi apabila kisar belum sesuai dengan yang diinginkan maka periksa kembali posisi handle pengatur kisar pada mesin bubut.
- 11) Gerakkan pahat mundur dengan cara memutar spindel arah kebalikan, hentikan setelah posisi pahat di depan benda kerja (Gerakan seperti gerakan pahat untuk membuat poros lurus.
- 12) Majukan pahat untuk kedalaman potong berikutnya dengan memajukan eretan atas.
- 13) Ulangi langkah 11 dan 12 di atas sampai beberapa kali pemakanan sampai dengan kedalaman ulir tercapai, pengecekan kedalaman ulir dapat dilakukan seperti pada langkah 10 diatas.
- 14) Pada kedalaman ulir maksimal proses penyayatan perlu dilakukan berulang-ulang agar beram yang tersisa terpotong semuanya.
- 15) Setelah selesai proses pembuatan ulir, hasil yang diperoleh dicek ukurannya (diameter mayor, kisar, diameter minor, dan sudut ulir).



Gambar 3.14. Tuas pengatur roda gigi sesuai kisar ulir



Gambar 3.15. Roda-roda Gigi Pengganti untuk Membubut Ulir

BAB IV. TOLERANSI UKURAN DAN SUAIAN

A. Penyimpangan Selama Proses Pembuatan

Karakteristik geometrik yang ideal: ukuran yang teliti, bentuk yang sempurna dan permukaan yang halus sekali dalam praktek tidak mungkin tercapai karena ada penyimpangan yang terjadi, yaitu :

1. Penyetelan mesin perkakas
2. Pengukuran dimensi produk
3. Gerakan mesin perkakas
4. Keausan pahat
5. Perubahan temperatur
6. Besarnya gaya pemotongan.

Penyimpangan yang terjadi selama proses pembuatan memang diusahakan seminimal mungkin, akan tetapi tidak mungkin dihilangkan sama sekali. Untuk itu dalam proses pembuatan komponen mesin dengan menggunakan mesin perkakas diperbolehkan adanya penyimpangan ukuran maupun bentuk. Terjadinya penyimpangan tersebut misalnya terjadi pada pasangan poros dan lubang. Agar poros dan lubang yang berpasangan nantinya bisa dirakit, maka ditempuh cara sebagai berikut :

- Membiarkan adanya penyimpangan ukuran poros dan lubang. Pengontrolan ukuran sewaktu proses pembuatan poros dan lubang berlangsung tidak diutamakan. Untuk pemasangannya dilakukan dengan coba-coba.
- Membiarkan adanya penyimpangan kecil yang telah ditentukan terlebih dahulu. Pengontrolan ukuran sangat dipentingkan sewaktu proses produksi berlangsung. Untuk perakitanya semua poros pasti bisa dipasangkan pada lubangnya.

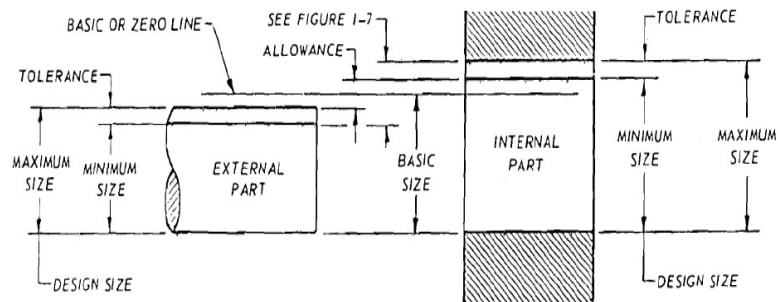
Cara kedua ini yang dinamakan cara produksi dengan sifat ketertukaran. Keuntungan cara kedua adalah proses produksi bisa berlangsung dengan cepat, dengan cara mengerjakannya secara paralel, yaitu lubang dan poros dikerjakan di mesin yang berbeda dengan operator yang berbeda. Poros selalu bisa dirakit dengan lubang, karena ukuran dan penyimpangannya sudah ditentukan terlebih dahulu, sehingga variasi ukuran bisa diterima asal masih dalam batas ukuran yang telah disepakati.

Selain dari itu suku cadang bisa dibuat dalam jumlah banyak, serta memudahkan mengatur proses pembuatan. Hal tersebut bisa terjadi karena komponen yang dibuat bersifat mampu tukar (*interchangeability*). Sifat mampu tukar inilah yang dianut pada proses produksi modern.

Variasi merupakan sifat umum bagi produk yang dihasilkan oleh suatu proses produksi, oleh karena itu perlu diberikan suatu toleransi. Memberikan toleransi berarti menentukan batas-batas maksimum dan minimum di mana penyimpangan karakteristik produk harus terletak. Bagian-bagian yang tidak utama dalam suatu komponen mesin tidak diberi toleransi, yang berarti menggunakan toleransi bebas/terbuka (*open tolerance*). Toleransi diberikan pada bagian yang penting bila ditinjau dari aspek : fungsi komponen; perakitan, dan pembuatan.

B. Toleransi

Toleransi ukuran (*dimensional tolerance*) adalah perbedaan antara dua harga batas dimana ukuran atau jarak permukaan/batas geometri suatu komponen harus terletak. Kedua harga batas toleransi dapat dinyatakan sebagai penyimpangan (*deviation*) terhadap ukuran dasar yang sudah didefinisikan terlebih dahulu. Sedapat mungkin ukuran dasar dinyatakan dalam bilangan bulat.



Gambar 4.1. Pasangan poros dan lubang, ukuran dasar, daerah toleransi

Standar ISO 286-1:1988 Part 1 : Bases of tolerances, deviations and fits", serta ISO 2862:1988 Part 2 : Tables of standard tolerance grades and limit " adalah merupakan dasar bagi penggunaan toleransi dan suaian yang diikuti banyak perusahaan dan perancang sampai saat ini. Beberapa istilah perlu dipahami untuk penerapan standar ISO tersebut di atas. Untuk setiap komponen perlu didefinisikan :ukuran dasar (*basic size*); daerah toleransi (*tolerance zone*); dan penyimpangan (*deviation*).

Ukuran dasar adalah ukuran/dimensi benda yang dituliskan dalam bilangan bulat. Daerah toleransi adalah daerah antara harga batas atas dan harga batas bawah. Penyimpangan adalah jarak antara ukuran dasar dan ukuran sebenarnya.

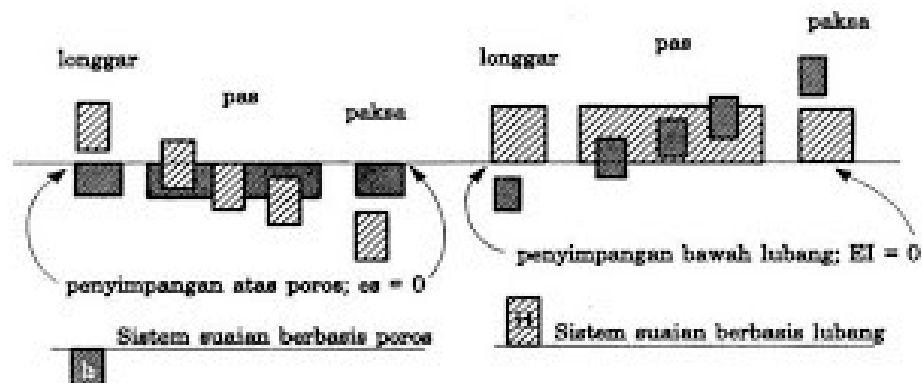
C. Suaian (fit)

Apabila dua buah komponen akan dirakit maka hubungan yang terjadi yang ditimbulkan oleh karena adanya perbedaan ukuran sebelum mereka disatukan, disebut dengan suaian (*fit*). Suaian ada tiga kategori, yaitu :

1. Suaian Longgar (*Clearance Fit*) : yaitu suaian yang selalu menghasilkan kelonggaran (*clearance*), daerah toleransi lubang selalu terletak di atas daerah toleransi poros.
2. Suaian paksa (*Interference Fit*) : suaian yang akan menghasilkan kerapatan (*interference*), daerah toleransi lubang selalu terletak di bawah toleransi poros.
3. Suaian pas (*Transition Fit*) : suaian yang dapat menghasilkan kelonggaran ataupun kerapatan, daerah toleransi lubang dan daerah toleransi poros saling berpotongan (sebagian saling menutupi)

Tiga jenis suaian tersebut ditunjukkan pada gambar 4.2. Untuk mengurangi banyaknya kombinasi yang mungkin dapat dipilih maka ISO telah menetapkan dua buah sistem suaian yang dapat dipilih, yaitu :

1. Sistem suaian berbasis poros (*shaft basic system*), penyimpangan atas toleransi poros selalu berharga nol ($es=0$)
2. Sistem suaian berbasis lubang (*hole basic system*) untuk sistem suaian berbasis lubang maka penyimpangan bawah toleransi lubang yang bersangkutan selalu bernilai nol ($EI=0$).

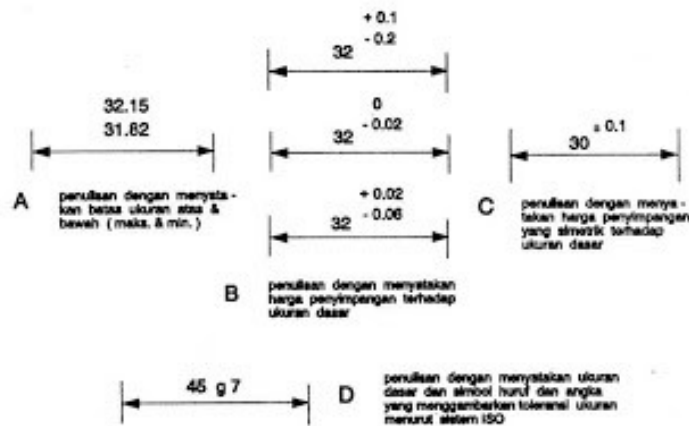


Gambar 4.2 Sistem suaian berbasis poros dan suaian berbasis lubang

D. Cara Penulisan Toleransi Ukuran/Dimensi

Toleransi dituliskan di gambar kerja dengan cara tertentu sesuai dengan standar yang diikuti (ASME atau ISO) yang ditunjukkan pada gambar 4.3. di bawah ini yaitu :

1. Penulisan dengan menyatakan batas ukuran atas dan bawah (maksimum dan minimum)
2. Penulisan dengan menyatakan harga penyimpangan terhadap ukuran dasar
3. Penulisan dengan menyatakan harga penyimpangan yang masuk terhadap ukuran dasar
4. Penulisan dengan menyatakan ukuran dasar dan simbol huruf dan angka yang menggambarkan toleransi ukuran menurut sistem ISO.



Gambar 4.3 Cara penulisan harga toleransi ukuran

Pada penulisan toleransi ada dua hal yang harus ditetapkan, yaitu :

- a. Posisi daerah toleransi terhadap garis nol ditetapkan sebagai suatu fungsi ukuran dasar. Penyimpangan ini dinyatakan dengan simbol satu huruf (untuk beberapa hal bisa dua huruf). Huruf kapital untuk lubang dan huruf kecil untuk poros.
- b. Toleransi, harganya/besarnya ditetapkan sebagai suatu fungsi ukuran dasar. Simbol yang dipakai untuk menyatakan besarnya toleransi adalah suatu angka (sering disebut angka kualitas).

Contoh : 45 g7

artinya suatu poros dengan ukuran dasar 45 mm posisi daerah toleransi (penyimpangan) mengikuti aturan kode g serta besar/harga toleransinya menuruti aturan kode angka 7.

Catatan : Kode g7 ini mempunyai makna lebih jauh, yaitu :

- Jika lubang pasangannya dirancang menuruti sistem suaian berbasis lubang akan terjadi suaian longgar. Bisa diputar/digeser tetapi tidak bisa dengan kecepatan putaran tinggi.
- Poros tersebut cukup dibubut tetapi perlu dilakukan secara seksama
- Dimensinya perlu dikontrol dengan komparator sebab untuk ukuran dasar 45 mm dengan kualitas 7 toleransinya hanya 25 μm

Berikut ini adalah faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih basis suaian :

1. Macam / jenis pekerjaan
2. Ongkos pengerjaan komponen-komponen yang harus dibuat
3. Harga komponen-komponen yang dapat dibeli di pasaran/ dipesan dari pabrik lain
4. Biaya pembelian perkakas potong dan alat ukur
5. Kemudahan dari segi perancangan, pembuatan dan perakitan

BAB IV Pembuatan Work Preparation

A. Mengenal Work Preparation

Work Preparation (WP) adalah suatu dokumen dengan format tertentu yang harus dipersiapkan dan dibuat oleh mahasiswa sebelum melaksanakan praktik berdasarkan arahan dan bimbingan dosen pengampu. Dokumen tersebut memuat informasi tentang : identitas mahasiswa, nama atau jenis job/pekerjaan yang akan dikerjakan, sub pekerjaan atau tahap-tahap yang harus dilakukan, mesin/peralatan yang digunakan, parameter yang harus dipenuhi, estimasi waktu yang diperlukan tiap tahap pekerjaan, aspek keselamatan kerja dan prosedur atau petunjuk kerja lain yang diperlukan untuk dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai gambar kerja pada job sheet yang telah ditentukan.

Berikut ini adalah beberapa hal yang dapat dilakukan dalam mempersiapkan pembuatan WP agar lebih efektif dan efisien :

a. Mencermati gambar kerja

Gambar kerja yang disediakan pada job sheet dicermati dengan seksama khususnya mengenai ukuran/dimensi atau bahkan terkait toleransi ukuran bila ada.

b. Mengidentifikasi jenis/sub pekerjaan.

Bentuk atau profil hasil akhir benda kerja yang harus dikerjakan sesuai gambar kerja menjadi fokus utamanya. Proses identifikasi jenis pekerjaan ini misalnya dalam gambar kerja tersebut terdapat pekerjaan bubut muka, pembubutan poros bertingkat, perlu adanya chamfer, pembuatan alur atau bahkan pembuatan ulir. Dari jenis pekerjaan tersebut maka akan dapat pula diidentifikasi alat potong dan peralatan lain yang diperlukan selama proses penyelesaian benda kerja tersebut.

c. Memperkirakan urutan kerja.

Agar dapat diperoleh hasil yang optimal dan waktu yang efisien maka urutan kerja yang tepat menjadi hal yang sangat penting. Harus diperhatikan agar sesedikit mungkin melakukan bongkar pasang pencekaman benda kerja harga menghemat waktu dalam melakukan setting benda kerja. Akan menjadi penting pengerjaan satu sisi benda kerja sampai selesai baru kemudian membalik benda kerja untuk mengerjakan pekerjaan yang selanjutnya sampai selesai juga. Sehingga dengan cukup membalik satu kali benda kerja maka pekerjaan dapat diselesaikan dengan sempurna.

d. Membuat atau memberi tanda urutan pekerjaan pada gambar kerja.

Untuk mempermudah pengecekan langkah kerja sebagaimana pada point c di atas maka dapat dilakukan dengan membuat tanda urutannya pada gambar kerja. Hal ini agar

tidak ada sub pekerjaan yang terlewat yang pada akhirnya akan sangat mengganggu seleuruh proses penyelesaian pekerjaan.

Berikut ini adalah format work preparation yang digunakan pada praktik Pemesinan Bubut sebagaimana pada contoh di bawah ini.

Nama Pekerjaan/JOB : _____

Nama Mahasiswa / NIM : _____

Jenis & Ukuran Bahan : _____

Nama Kelas / Grop : _____

Jumlah Bahan : _____

Nama Dosen/ Instruktur : _____

NO.	JENIS PEKERJAAN & GAMBAR KERJA	LANGKAH KERJA	MESIN / ALAT YANG DIGUNAKAN	ALAT POTONG	PARAMETER PEMBUBUTAN				Estimasi Waktu (menit)	K-3	Pengukuran & Pengujian hasil
					V	Feed	n	h			
1	Membubut facing	a. Mencekam BK. b. Mengeset pahat c. dst	Mesin bubut Emco Chuck R-3 Kunci tool post Jangka sorong	Pahat facing, HSS	45	0	550	0.2	10	Kaca mata Baju kerja dsb.	
2	Membubut lubang senter										
Dst.											

Dosen Pembimbing :

Penyusun :

DAFTAR PUSTAKA

B.H. Amstead, Bambang Priambodo. (1995). *Teknologi Mekanik Jilid 2*. Jakarta: Erlangga

Taufiq Rochim, (1993). *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung: Proyek HEDS.

Widarto, (2008), *Teknik Pemesinan*, Jakarta, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah,

<http://machiningtool.blogspot.com/2011/01/macam-macam-proses-pembubutan-metal.html>

<http://teknik-manufaktur.blogspot.com/2011/01/toleransi-suaian.html>