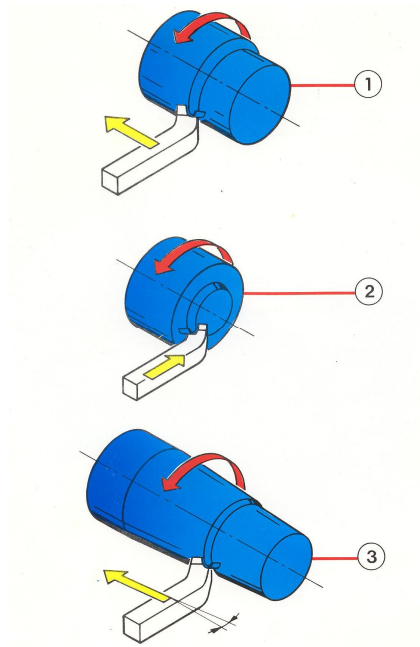


BAB 2 ***PROSES BUBUT(TURNING)***

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut. Bentuk dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata :

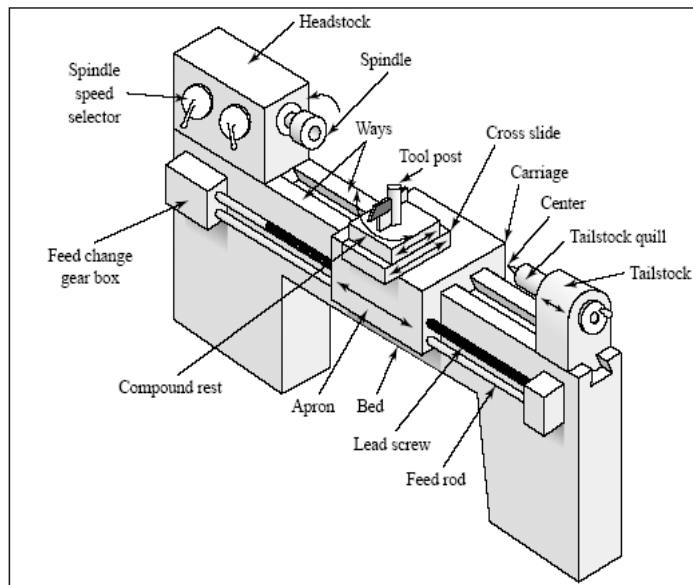
- Dengan benda kerja yang berputar
- Dengan satu pahat bermata potong tunggal (*with a single-point cutting tool*)
- Dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja (lihat Gambar 2.1 no. 1)



Gambar 2.1. Proses bubut rata, bubut permukaan, dan bubut tirus

Proses bubut permukaan/*surface turning* (Gambar 2.1 no.2) adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata ,tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses bubut tirus/*taper turning* (Gambar 2.1 no. 3) sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut kontur, dilakukan dengan cara memvariasi kedalaman potong sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

Walaupun proses bubut secara khusus menggunakan pahat bermata potong tunggal, tetapi proses bubut bermata potong jamak tetap termasuk proses bubut juga, karena pada dasarnya setiap pahat bekerja sendiri-sendiri. Selain itu proses pengaturannya (*setting*) pahatnya tetap dilakukan satu persatu. Gambar skematis mesin bubut dan bagian-bagiannya dijelaskan pada Gambar 2.2.

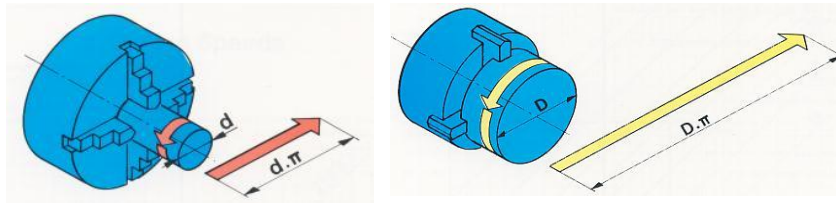


Gambar 2.2. Gambar skematis Mesin Bubut dan nama bagian-bagiannya

A. Parameter yang dapat diatur pada proses bubut

Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindle (*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 spindle (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 2.3). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau :



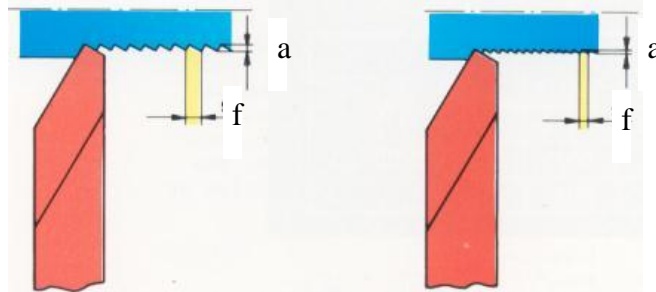
Gambar 2.3 Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran

$$V = \frac{\pi dn}{1000} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :
 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, 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 9.), 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.

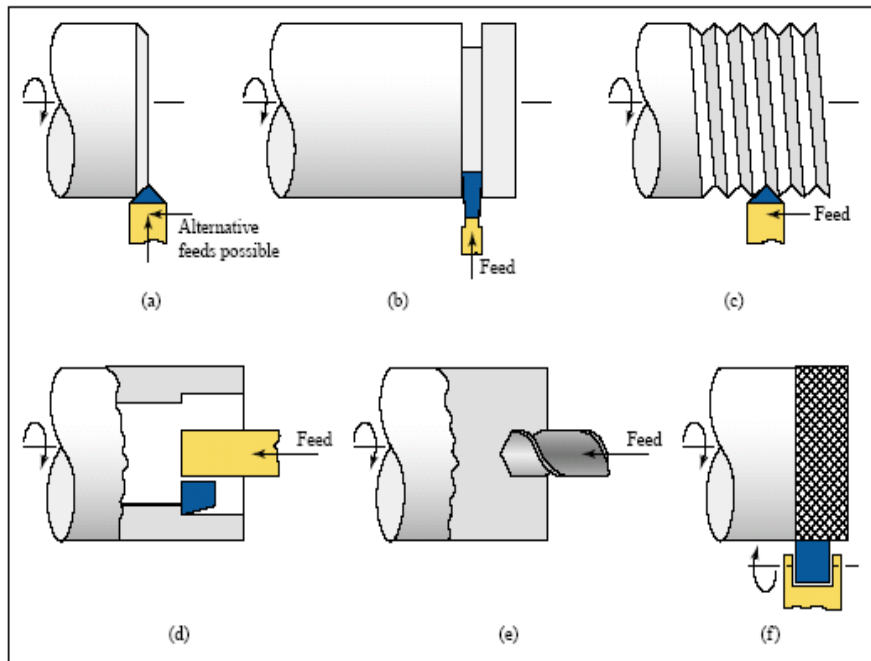


Gambar 2.4. Gerak makan (f) dan kedalaman

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 (lihat Gambar 2.4). 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.

Beberapa proses pemesinan selain proses bubut pada Gambar 2.1 dapat dilakukan juga di mesin bubut proses pemesinan yang lain, yaitu bubut dalam (*internal turning*), proses pembuatan lubang

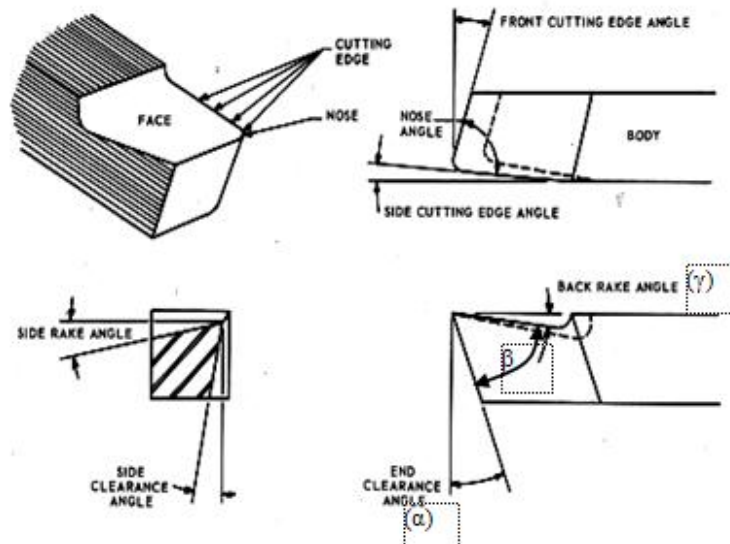
dengan mata bor (*arunting*), proses memperbesar lubang (*boring*), pembuatan ulir (*thread cutting*), dan pembuatan alur (*grooving/parting-off*). Proses tersebut dilakukan di mesin bubut dengan bantuan peralatan bantu agar proses pemesinan bisa dilakukan (lihat Gambar 10).



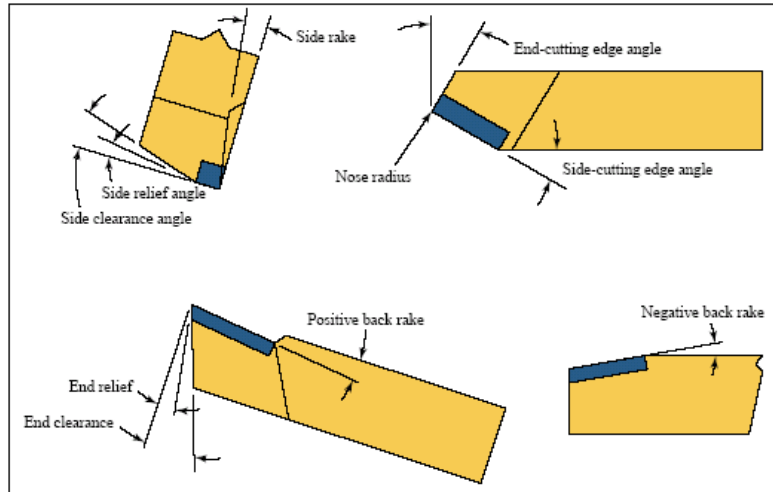
Gambar 2.5. Proses pemesinan yang dapat dilakukan pada mesin bubut : (a) pembubutan champer (*chamfering*), (b) pembubutan alur (*parting-off*), (c) pembubutan ulir (*threading*), (d) pembubutan lubang (*boring*), (e) pembuatan lubang (*drilling*), (f) pembuatan kartel (*knurling*)

B. Geometri Pahat Bubut

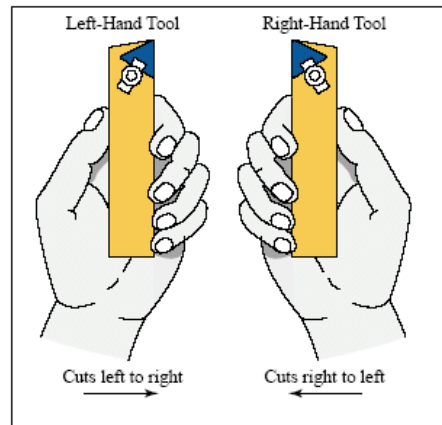
Geometri pahat bubut terutama tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Terminologi standar ditunjukkan pada Gambar 2.6. Untuk pahat bubut bermata potong tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut beram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut-sudut pahat HSS yang diasah dengan menggunakan mesin gerinda pahat (*Tool Grinder Machine*). Sedangkan bila pahat tersebut adalah pahat sisipan yang dipasang pada tempat pahatnya, geometri pahat dapat dilihat pada Gambar 2.7. Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*), lihat Gambar 2.8.



Gambar 2.6. Geometri pahat bubut HSS (Pahat diasah dengan mesin gerinda pahat).



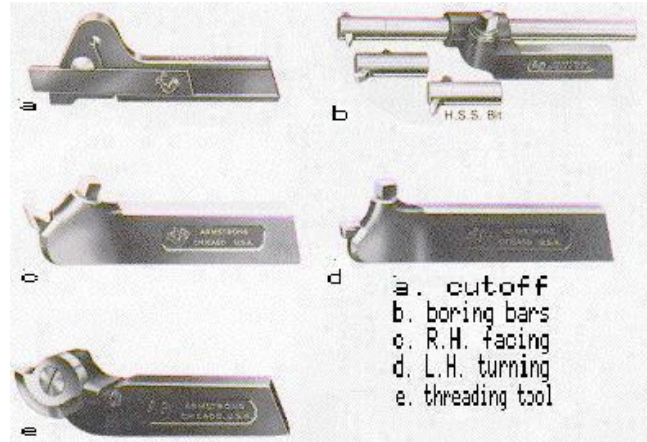
Gambar 2.7. Geometri pahat bubut sisipan (*insert*)



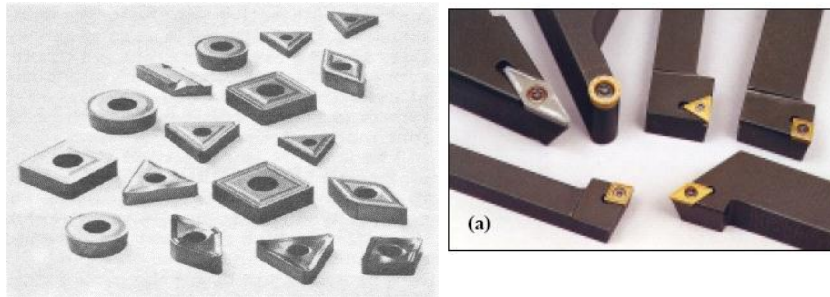
Gambar 2.8. Pahat tangan kanan dan pahat tangan kiri

Pahat bubut di atas apabila digunakan untuk proses membubut biasanya dipasang pada pemegang pahat (*Tool holder*). Pemegang pahat tersebut digunakan untuk memegang pahat dari HSS dengan ujung pahat diusahakan sependek mungkin agar tidak terjadi getaran pada waktu digunakan untuk membubut (lihat Gambar 2.9). Selain

berbentuk pahat seperti di Gambar 15, ada juga pahat yang berbentuk sisipan/*inserts* (lihat Gambar 16)



Gambar 2.9. Pemegang pahat HSS : (a) pahat alur, (b) pahat dalam, (c) pahat rata kanan, (d) pahat rata kiri, (e) pahat ulir



Gambar 2.10. Pahat bubut sisipan (*inserts*), dan pahat sisipan yang dipasang pada pemegang pahat (*tool holders*)

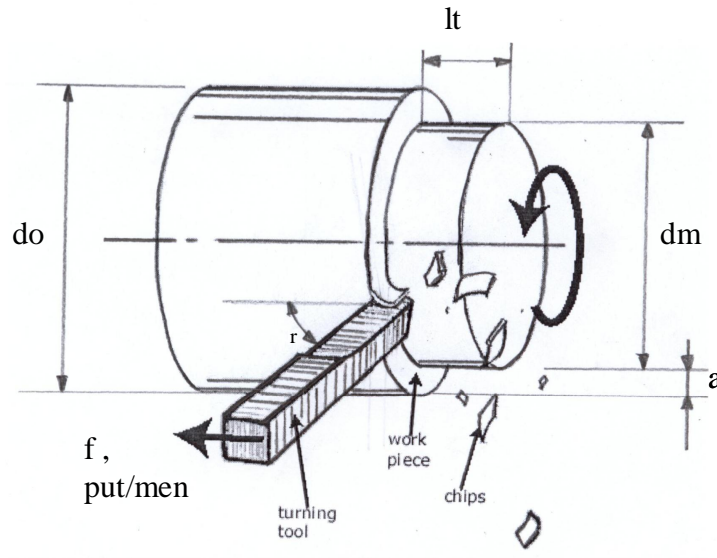
Pahat berbentuk sisipan tersebut harus dipasang pada pemegang pahat yang sesuai. Bentuk pahat sisipan sudah distandarkan oleh ISO (lihat Gambar 2.11). Standar ISO untuk pemegang pahat dapat dilihat pada Lampiran.

ISO DESIGNATION OF THE INSERTS ISO BEZEICHNUNG DER PLATTEN			DESIGNATION ISO DES PLAQUETTES ISO CODERING VAN DE PLATTEN						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insert shape Forme de la plaquette WSP Form Plaatvorm	Normal clearance Dépouille normale Freiwinkel Vrijwinkelhoek	Tolerance class Classe de tolérance Tolerantieklasse Tolerantieklasse	Flank and geometry Bris-copaux et évolution Belegung-Geometrie Belegungs-Übergang	Insert size Grandeur de la plaquette Größe der Platte Schaarmaßgröße	Insert thickness Épaisseur de la plaquette Plattendicke Dübeln von der Platte	Insert corner Pointe de coupe Schneidkante Schneidkante	Cutting edge Traitement d'arête Schneidkante Schneidkante	Cutting direction Direction de coupe Schneidrichtung Schneidrichtung	Manufacturer's optional symbol consisting of maximum three characters (numbers or letters) shall be separated from the standardized designation by a dash (-). Symbole facultatif proposé au fabricant, formé par une ou deux positions (chiffres ou lettres). Doit être séparé de la désignation normalisée par un tiret (-). Ein- oder zweistelliges Beigesetztes Symbol (Ziffern oder Buchstaben) nach Wahl des Fabrikanten. Muß von den vorangehenden Symbolen durch einen Bindestrich (-) getrennt sein. Eén of twee vige symbolen (cijfers of letters) naar keuze van de fabrikant, moet van het voorgaande symbool door een streep (-) gescheiden zijn.
<p>For other clearances requiring special application, specify the symbol in the order of specification.</p> <p>For angles Fractions, die greater Angles, specify the angle in degrees.</p> <p>Angle: specify as follows:</p>	<p>1) Insert with ground minor cutting edges</p> <p>Plaquettes à arêtes de plaques rectifiées</p> <p>2) Dependent upon insert size</p> <p>Je nach Plattendicke</p> <p>3) Dependent upon insert size</p> <p>Je nach Plattendicke</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>	<p>Special execution</p> <p>Spécialité</p> <p>Speciale uitvoering</p> <p>Speciale uitvoering</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>	<p>Values given in mm.</p> <p>Dégagez tout décimal. Lorsque le symbole est uniquement 0 (0,00) for 0,02 mm.</p> <p>Indication des valeurs en mm.</p> <p>Ne pas donner de décimal, si le symbole est uniquement 0 (0,00 pour 0,02 mm).</p> <p>Ziffer hinter dem Komma unberücksichtigt. Bei einer Plattendicke von 0,02 mm ist eine Null voranzusetzen.</p> <p>Cijfers achter de komma worden niet aangegeven.</p>
C	N	M	G	12	04	08	CNMG 120408		

Gambar 2.11. Standar ISO untuk pahat sisipan

C. Perencanaan dan perhitungan proses bubut

Elemen dasar proses bubut dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus dan Gambar 2.12 berikut :



Gambar 2.12. Proses bubut

Keterangan :

Benda kerja :

d_o = diameter mula ; mm

d_m = diameter akhir; mm

l_t = panjang pemotongan; mm

Pahat :

r = sudut potong utama

Mesin Bubut :

a = kedalaman potong, mm

f = gerak makan; mm/putaran

n = putaran poros utama; putaran/menit

1) Kecepatan potong .

$$v = \frac{\pi dn}{1000}; m / menit.....(2.2)$$

d = diameter rata-rata benda kerja ((d_o+d_m)/2 ; mm
n = putaran poros utama ; put/menit
= 3,14

2) Kecepatan makan

$$v_f = f.n; mm / menit.....(2.3)$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}; menit.....(2.4)$$

4) Kecepatan penghasiian beram

$$Z = A.v; cm^3 / menit.....(2.5)$$

di mana : A = a.f mm²

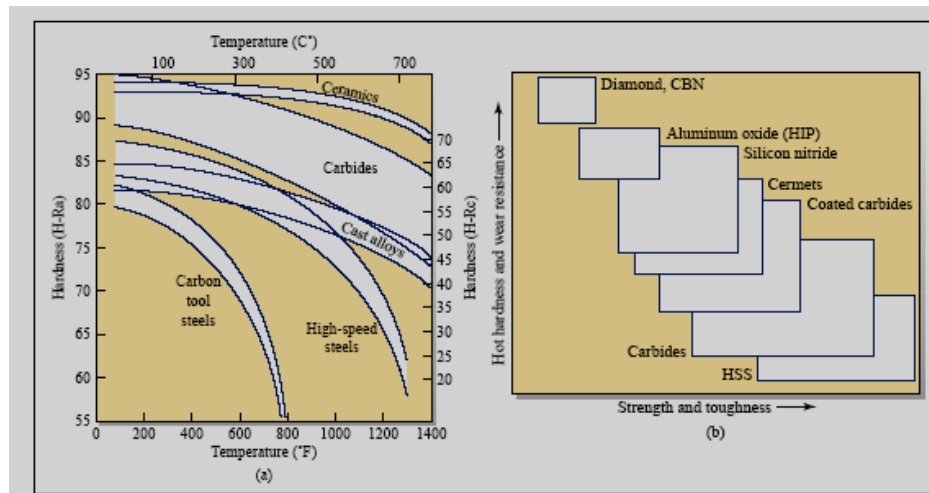
Perencanaan proses bubut tidak hanya menghitung elemen dasar proses bubut, tetapi juga meliputi penentuan/pemilihan material pahat berdasarkan material benda kerja, pemilihan mesin, penentuan cara pencekaman, penentuan langkah kerja/ langkah penyayatan dari awal benda kerja sampai terbentuk benda kerja jadi, penentuan cara pengukuran dan alat ukur yang digunakan.

1. Material pahat

Pahat yang baik harus memiliki sifat-sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik dan ekonomis. Kekerasan dan kekuatan dari pahat harus tetap ada 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 tanda 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 dari beberapa material pahat ditunjukkan pada Gambar 2.13 .



Gambar 2.13. (a) Kekerasan dari beberapa macam material pahat sebagai fungsi dari temperatur, (b) jangkauan sifat material pahat

Material pahat dari baja karbon (baja dengan kandungan karbon 1,05%) pada saat ini sudah jarang digunakan untuk proses pemesinan, karena bahan ini tidak tahan panas (melunak pada suhu 300- 500 F). Baja karbon ini sekarang hanya digunakan untuk kikir, bilah gergaji, dan pahat tangan.

Material pahat dari HSS (*High Speed Steel*) dapat dipilih jenis M atau T. Jenis M berarti pahat HSS yang mengandung unsur

Molibdenum, dan jenis *T* berarti pahat HSS yang mengandung unsur *Tungsten*. Beberapa jenis HSS dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jenis Pahat HSS

Jenis HSS	Standart AISI
HSS Konvensional	
• <i>Molibdenum</i> HSS	M1, M2, M7, M10
• <i>Tungsten</i> HSS	T1, T2
HSS Spesial	
• <i>Cobald added</i> HSS	M33, M36, T4, T5, T6
• <i>High Vanadium</i> HSS	M3-1, M3-2, M4, T15
• <i>High Hardness Co</i> HSS	M41, M42, M43, M44, M45, M46
• <i>Cast</i> HSS	
• <i>Powdered</i> HSS	
• <i>Coated</i> HSS	

Pahat dari HSS biasanya dipilih jika pada proses pemesinan sering terjadi beban kejut, atau proses pemesinan yang sering dilakukan interupsi (terputus-putus). Hal tersebut misalnya membubut benda segi empat menjadi silinder, membubut bahan benda kerja hasil proses penuangan, membubut eksentris (proses pengasarannya).

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 dan kode warna merah. Apabila digunakan untuk menyayat baja yang liat dinamakan *steel cutting grade*. Pahat jenis ini diberi kode huruf P 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 ketemesinan yang baik.

Contoh pahat karbida untuk menyayat berbagai bahan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Contoh penggolongan pahat jenis karbida dan penggunaannya

GENERAL TURNING		Cutting data		CUTTING SPEED RECOMMENDATIONS			
ISO	CNC No.	Material	Specific cutting force K_{tc} , N/mm ²	Hardness Brinell	Cutting speed v_c , ft/min		
					OC4525	OC4525	OC4525
					CUTTING SPEED RECOMMENDATIONS		
					Cutting speed v_c , ft/min		
P	01.1	Unalloyed steel C = 0.25-0.55%	288,500	125	2400-3950-6000	2150-4800-1450	1650-1550-1250
	01.2	C = 0.25-0.55%	320,000	150	2150-1750-1350	1800-1550-1250	1600-1350-1100
	01.3	C = 0.55-0.80%	317,000	170	-	1650-1400-1100	1400-1200-950
	02.1	Low-alloy steel (alloying elements <5%) Non-hardened	328,000	100	1750-1450-1150	1550-1300-950	1250-1050-800
	02.12	Ball bearing steel	395,000	210	-	-	-
	02.2	Hardened and tempered	371,500	275	1300-1050-810	820-770-610	650-540-425
	02.2	Hardened and tempered	419,500	350	740-620-465	230-190-150	520-425-260
	02.11	High-alloy steel (alloying elements >5%)	301,500	200	1300-1100-820	965-920-250	840-710-670
	02.21	Hardened tool steel	520,500	325	640-550-420	165-165-150	465-270-260
	06.1	Steel castings	280,000	180	650-700-570	260-215-175	740-600-470
06.2	Unalloyed	302,500	200	660-720-550	270-225-170	590-470-345	
06.3	Low-alloy (alloying elements <5%)	285,500	225	660-550-410	230-165-125	460-365-260	
06.3	High-alloy (alloying elements >5%)	-	-	-	-	-	
M	05.11	Ferritic/martensitic Bar/forged	334,500	200	950-700	1250-990-800	1250-990-800
	05.12	Non-hardened	514,500	250	500-400	1150-910-740	1150-910-740
	05.13	PH-hardened Hardened	414,000	250	500-400	700-630-510	700-630-510
	05.21	Austenitic Bar/forged	337,000	180	720-640	1250-1050-870	1350-1050-870
	05.22	PH-hardened	517,500	250	630-560	720-640-470	720-560-470
	05.23	Super austenitic	429,000	200	485-430	910-640-520	910-640-520
	05.51	Austenitic-Ferritic (Duplex) Bar/forged	372,500	250	-	1050-820-670	1050-820-670
	05.52	Non-weldable $\geq 0.05\%C$ Weldable $< 0.05\%C$	445,500	260	-	620-740-600	620-740-600
	15.11	Ferritic/martensitic Cast	304,500	200	-	-	-
	15.12	Non-hardened	453,500	250	-	-	-
15.13	PH-hardened Hardened	305,000	250	-	-	-	
15.21	Austenitic Cast	316,500	180	-	-	-	
15.22	Austenitic PH-hardened	456,000	250	-	-	-	
15.23	Super austenitic	390,000	200	-	-	-	
15.51	Austenitic-ferritic (Duplex) Cast	320,500	250	-	-	-	
15.52	Non-weldable $\geq 0.05\%C$ Weldable $< 0.05\%C$	421,000	260	-	-	-	
K	07.1	Malleable cast iron	135,500	120	-	2600-2300-1950	2600-2300-1950
	07.2	Ferritic (short chipping) Pearlitic (long chipping)	120,000	250	-	2500-1950-1650	2300-1850-1650
	08.1	Gray cast iron	158,500	180	5000-4550-3950	2650-2000-1950	2650-2300-1950
	08.2	High tensile strength Modular 95 iron	154,500	220	4800-4000-3450	2500-2100-1750	2500-2100-1750
	08.1	Ferritic	192,000	160	-	-	2000-1800-1450
	08.2	Pearlitic	252,000	250	-	-	1650-1450-1150
	08.3	Martensitic	390,500	380	-	-	1150-1000-800

2. Pemilihan mesin

Pertimbangan pemilihan mesin pada proses bubut adalah berdasarkan dimensi benda kerja yang akan dikerjakan. Ketika memilih mesin perlu dipertimbangkan kapasitas kerja mesin yang meliputi diameter maksimal benda kerja yang bisa dikerjakan oleh mesin, dan panjang benda kerja yang bisa dikerjakan. Ukuran mesin bubut diketahui dari diameter benda kerja maksimal yang bisa dikerjakan (*Swing over the bed*), dan panjang meja mesin bubut (*Length of the bed*). Panjang meja mesin bubut bukan berarti panjang maksimal benda kerja yang dikerjakan diantara dua senter. Panjang maksimal benda kerja maksimal adalah panjang meja dikurangi jarak yang digunakan kepala tetap dan kepala lepas.

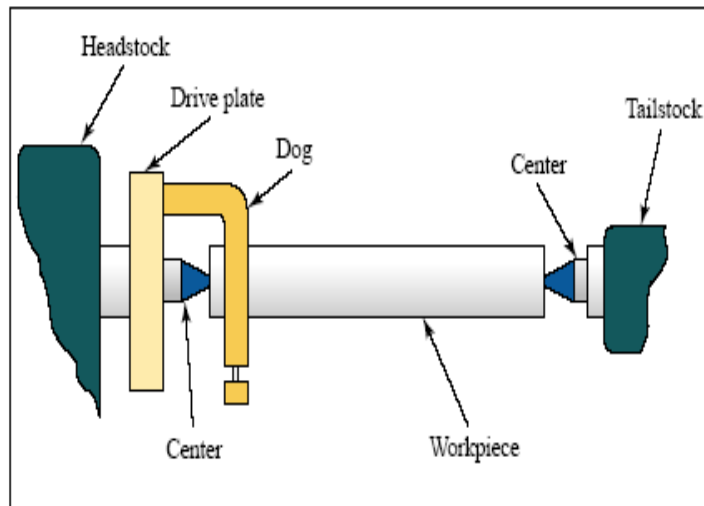
Beberapa jenis mesin bubut dari mesin bubut manual dengan satu pahat sampai dengan mesin bubut CNC dapat dipilih untuk proses pemesinan (Lihat Lampiran 1). Pemilihan mesin bubut yang digunakan untuk proses pemesinan bisa juga dilakukan dengan cara memilih mesin yang ada di bengkel (*workshop*). Dengan pertimbangan awal diameter maksimal benda kerja yang bisa dikerjakan oleh mesin yang ada.

Setelah langkah pemilihan mesin tersebut di atas, dipilih juga alat dan cara pengecaman/pemasangan benda kerja (Lihat Gambar 2.15). Pengecaman/pemegangan benda kerja pada mesin bubut bisa digunakan beberapa cara. Cara yang pertama adalah benda kerja tidak dicekam, yaitu menggunakan dua senter dan pembawa. Dalam hal ini, benda kerja harus ada lubang senternya di kedua sisi (Gambar 2.14). Cara kedua yaitu dengan menggunakan alat pengecam (Gambar 2.15). Alat pengecam yang bisa digunakan adalah :

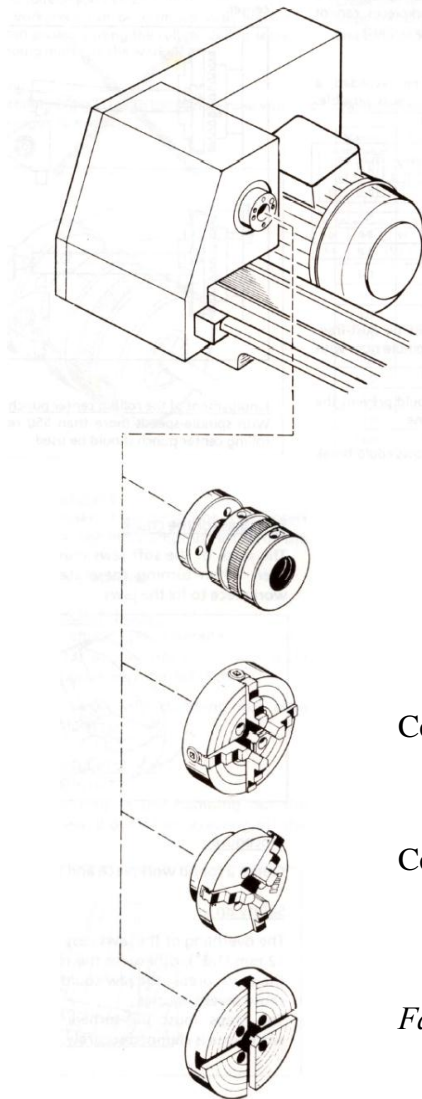
- a. **collet**, digunakan untuk mencekam benda kerja berbentuk silindris dengan ukuran sesuai diameter collet. Pengecaman dengan cara ini tidak akan meninggalkan bekas pada permukaan benda kerja.
- b. **cekam rahang empat** (untuk benda kerja tidak silindris) . Alat pengecam ini masing-masing rahangnya bisa diatur sendiri-sendiri, sehingga mudah dalam mencekam benda kerja yang tidak silindris.

- c. **cekam rahang tiga** (untuk benda silindris). Alat pengecam ini tiga buah rahangnya bergerak bersama-sama menuju sumbu cekam apabila salah satu rahangnya digerakkan.
- d. **Face Plate**, digunakan untuk menjepit benda kerja pada suatu permukaan plat dengan baut pengikat yang dipasang pada alur T.

Pemilihan cara pengecaman tersebut di atas, sangat menentukan hasil proses bubut. Pemilihan alat pengecam yang tepat akan menghasilkan produk yang sesuai dengan kualitas geometris yang dituntut oleh gambar kerja. Misalnya apabila memilih cekam rahang tiga untuk mencekam benda kerja silindris yang relatif panjang, hendaknya digunakan juga senter jalan yang dipasang pada kepala lepas, agar benda kerja tidak tertekan (Gambar 2.16).



Gambar 2.14. Benda kerja dipasang diantara dua senter



Spindel mesin bubut

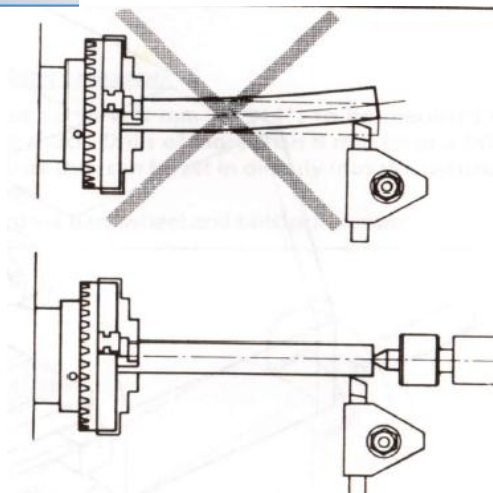
collet

Cekam rahang empat

Cekam rahang tiga

Face plate

Gambar 2.15. Alat pencekam benda kerja



Gambar 2.16. Benda kerja yang relatif panjang dipegang oleh cekam rahang tiga dan didukung oleh senter putar

Penggunaan cekam rahang tiga atau cekam rahang empat, apabila kurang hati-hati, akan menyebabkan permukaan benda kerja terluka. Hal tersebut terjadi misalnya pada waktu proses bubut dengan kedalaman potong yang besar, karena gaya pengekaman tidak mampu menahan beban yang tinggi, sehingga benda kerja tergelincir atau selip. Hal ini perlu diperhatikan terutama pada waktu proses finishing, proses pemotongan ulir, dan proses pembuatan alur. Beberapa contoh proses bubut, dengan cara pengekaman yang berbeda-beda dapat dilihat pada Gambar 2.17.

3. Penentuan langkah kerja

Langkah kerja dalam proses bubut meliputi persiapan bahan benda kerja, setting mesin, pemasangan pahat, penentuan jenis pemotongan (bubut lurus, permukaan, profil, alur, ulir), penentuan kondisi pemotongan, perhitungan waktu pemotongan, dan pemeriksaan hasil berdasarkan gambar kerja. Hal tersebut dikerjakan untuk setiap tahap (jenis pahat tertentu).

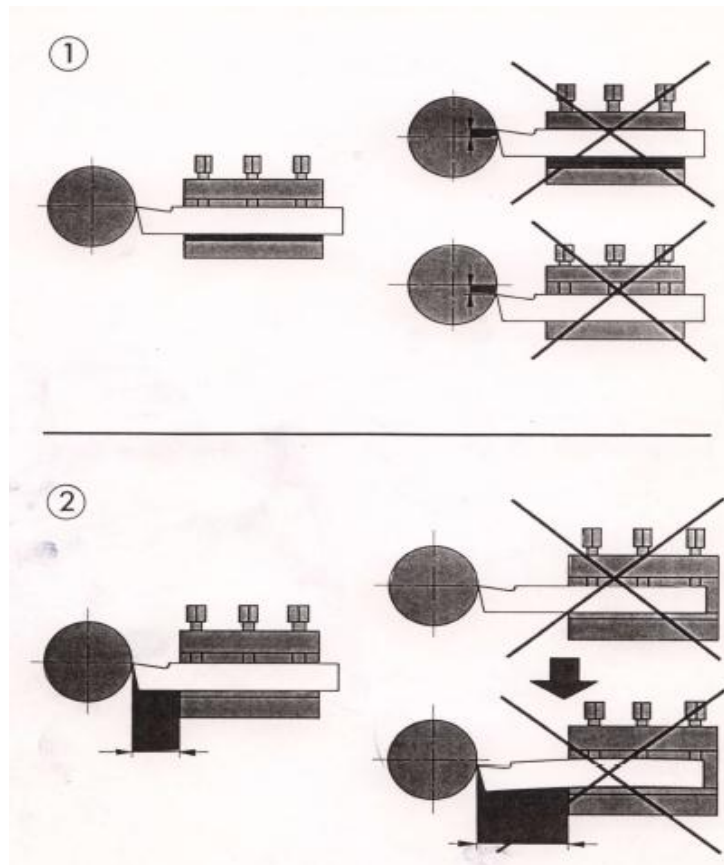


Gambar 2.17. Beberapa contoh proses bubut dengan cara pencekaman/pemegangan benda kerja yang berbeda-beda

Bahan benda kerja yang dipilih biasanya sudah ditentukan pada gambar kerja baik material maupun dimensi awal benda kerja. Seting/ penyiapan mesin dilakukan dengan cara memeriksa semua eretan mesin, putaran spindel, posisi kepala lepas, alat pencekam benda kerja, pemegangan pahat, dan posisi kepala lepas. Usahakan posisi sumbu kerja kepala tetap (spindel) dengan kepala lepas pada satu garis untuk pembubutan lurus, sehingga hasil pembubutan tidak tirus.

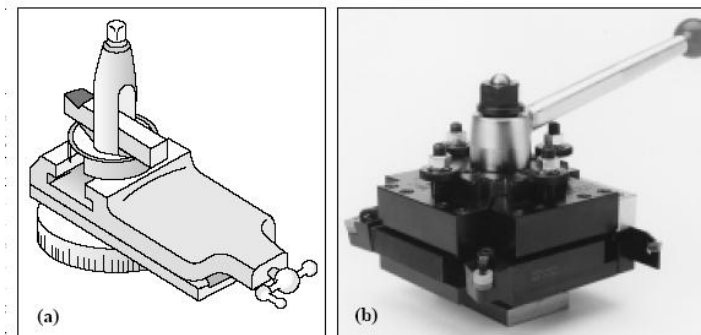
Pemasangan pahat dilakukan dengan cara menjepit pahat pada rumah pahat (*tool post*). Usahakan bagian pahat yang menonjol tidak

terlalu panjang, supaya tidak terjadi getaran pada pahat ketika proses pemotongan dilakukan. Posisi ujung pahat harus pada sumbu kerja mesin bubut, atau pada sumbu benda kerja yang dikerjakan. Posisi ujung pahat yang terlalu rendah tidak direkomendasi, karena menyebabkan benda kerja terangkat, dan proses pemotongan tidak efektif (lihat Gambar 2.18)



Gambar 2.18. Cara pemasangan pahat bubut : 1) Posisi ujung pahat pada sumbu benda kerja, 2) panjang pahat diusahakan sependek mungkin

Pahat bubut bisa dipasang pada tempat pahat tunggal, atau pada tempat pahat yang berisi empat buah pahat (*Quick change indexing square turret*). Apabila pengerjaan pembubutan hanya memerlukan satu macam pahat lebih baik digunakan tempat pahat tunggal. Apabila pahat yang digunakan dalam proses pemesinan lebih dari satu, misalnya pahat rata, pahat alur, pahat ulir, maka sebaiknya digunakan tempat pahat yang bisa dipasang sampai empat pahat. Pengaturannya sekaligus sebelum proses pembubutan, sehingga proses penggantian pahat bisa dilakukan dengan cepat (*quick change*).



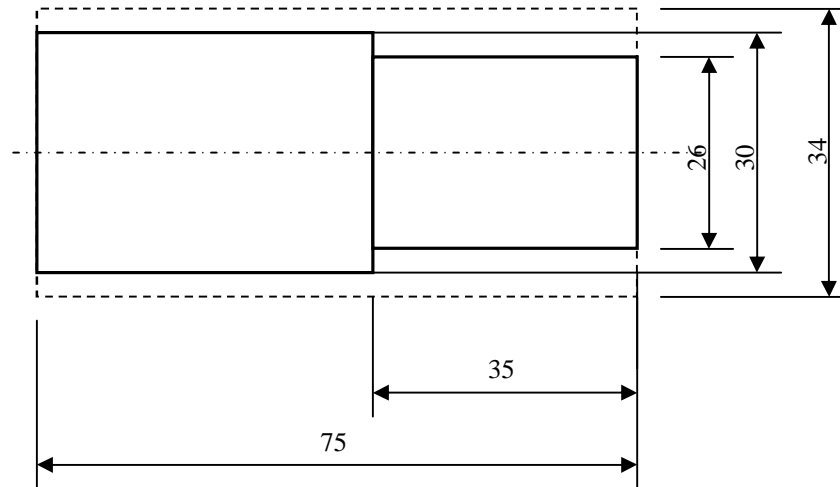
Gambar 2.19. Tempat pahat (*tool post*) : (a) untuk pahat tunggal, (b) untuk empat pahat

4. Perencanaan Proses membubut lurus

Proses membubut lurus adalah menyayat benda kerja dengan gerak pahat sejajar dengan sumbu benda kerja. Perencanaan proses penyayatan benda kerja dilakukan dengan cara menentukan arah gerakan pahat, kemudian menghitung elemen dasar proses bubut sesuai dengan rumus 2.2 sampai dengan rumus 2.5.

Contoh .

Akan dibuat benda kerja dari bahan Mild Steel (ST37) seperti Gambar 2.20 berikut.



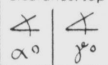
Gambar 2.20. Gambar benda kerja yang akan dibuat

Perencanaan proses bubut :

- a. Material benda kerja: *Mild Steel* (ST 37), diameter 34 mm x 75 mm
- b. Material Pahat : HSS atau Pahat Karbida jenis P10 , pahat kanan. Dengan geometri pahat dan kondisi pemotongan dipilih dari Tabel 2.3. (Tabel yang direkomendasikan oleh produsen mesin bubut) :
 - a. $\alpha = 8^\circ$, $\beta = 14^\circ$, $v = 34$ m/menit (HSS)
 - b. $\alpha = 5^\circ$, $\beta = 0^\circ$, $v = 170$ m/menit (Pahat karbida sisipan)
- c. Mesin yang digunakan: Mesin Bubut dengan Kapasitas diameter lebih dari 1 inchi

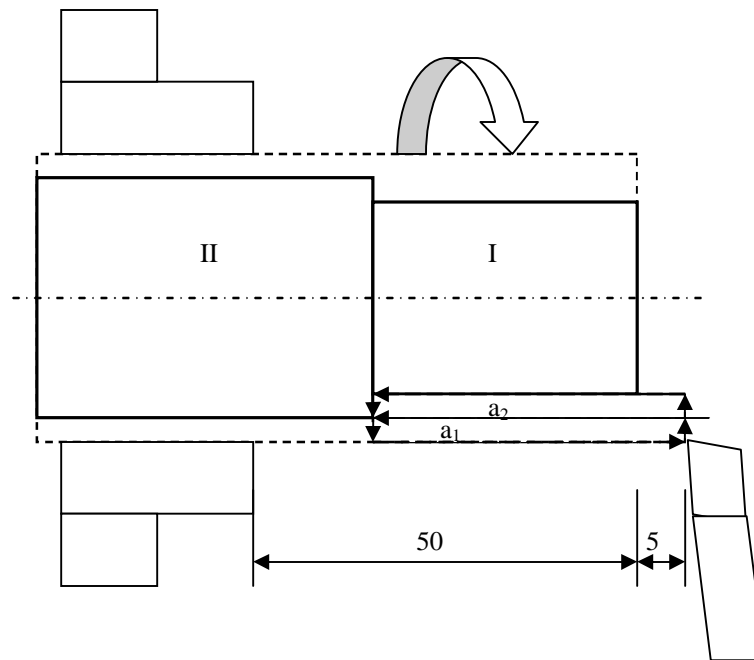
- d. Pengekaman benda kerja : Cekam rahang tiga. Benda kerja dikerjakan Bagian I terlebih dulu, kemudian dibalik untuk mengerjakan Bagian II (Gambar 2.21)

Tabel 2.3. Penentuan jenis pahat, geometri pahat, v , dan f (EMCO)

Workpiece material	Tensile strength in kp/mm ²	1) Tool	Cutting angle clearance/top 		Feed in mm/rev.				Coolant and Lubricant	
					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 S ₁	8 5	14 10	280	60 236	45 200	34 170	E	E or P
St 50, St 60	50...70	SS S ₁	8 5	14 10	240	44 205	32 175	24 145	E	E or P
St 70	70...85	SS S ₁	8 5	14 10	200	32 170	24 132	18 106	E	E or P
Cast steel	50...70	SS S ₁	8 5	10 6	118	34 100	25 85	19 71	E	dry
Alloyed steel	85...100	SS S ₁	8 5	10 6	150	24 118	17 95	12 75	E	E or P
Mn-Steel, Cr-Ni-steel, Cr-Mo-steel	100...140	SS S ₁	8 5	6 6	95	16 75	11 60	8 50	E	E or P
other alloyed steels	140...180	SS S ₁	8 5	6 6	60	9,5 48	6 38	32	E	E or P
Tool steel	150...180	SS S ₁	8 5	6 6	50	40 32	27	27	E	Colza oil or P
C.I.20, C.I.25	hardness Brinell 200...250	SS H ₁	8 5	0	106	32 90	18 75	13 63	dry or E	dry
Copper alloys	hardness Brinell 80...120	SS G ₁	8 5	0 6	600	125 530	85 450	56 400	dry, E or L	dry
Cast bronze		SS G ₁	8 5	0 6	355	63 280	53 236	43 200	E or L	dry
Light alloys aluminium		SS G ₁	12 12	30 30	400 1320	300 1120	200 950	118 850	E or P soap spirit	E or P soap spirit
Aluminium alloys (11...13%Si)		SS G ₁	12 12	18 18	100 224	67 190	45 160	30 140	E	Oil S II or P
Magnesium alloys*		SS G ₁	8 5	6 6	1000 1800	900 1500	800 1250	750 1060	dry or with non-combustible oil	dry or with non-combustible oil
Plastics and hard rubber		SS G ₁	12 12	10 10	300	280	250	224	dry	dry
Bakelite, Novotext, Pertinax hard plastic		SS G ₁	12 12	14 14	280	212	170	132	dry	dry

- e. Pemasangan pahat : menggunakan *tool post* (tempat pahat tunggal) yang tersedia di mesin, panjang ujung pahat dari *tool post* sekitar 10 sampai dengan 15 mm, $r = 93^\circ$.

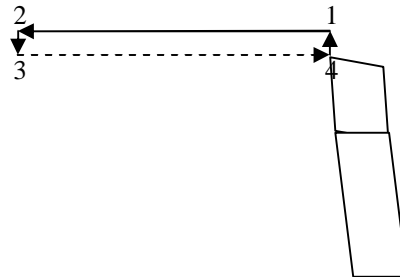
1. Data untuk elemen dasar :
 - 1) untuk pahat HSS : $v = 34$ m/menit; $f = 0,1$ mm/putaran, $a = 2$ mm.
 - 2) untuk pahat karbida : $v = 170$ m/menit; $f = 0,1$ mm/putaran; $a = 2$ mm.
- g. Bahan benda kerja telah disiapkan (panjang bahan sudah sesuai dengan gambar), kedua permukaan telah dihaluskan.
- h. Perhitungan elemen dasar berdasarkan rumus 2.2 ó 2.5 dan gambar rencana jalannya pahat adalah sebagai berikut (perhitungan dilakukan dengan *software spreadsheet*) :



Gambar 2.21. Gambar rencana pengecaman, penyayatan, dan lintasan pahat

Keterangan :

- 1) Benda kerja dicekam pada Bagian II, sehingga bagian yang menonjol sekitar 50 mm.
 - 2) Penyayatan dilakukan 2 kali dengan kedalaman potong $a_1 = 2$ mm dan $a_2 = 2$ mm. Pemotongan pertama sebagai pemotongan pengasaran (*roughing*) dan pemotongan kedua sebagai pemotongan *finishing*.
 - 3) Panjang pemotongan total adalah panjang benda kerja yang dipotong ditambah panjang awalan (sekitar 5 mm) dan panjang lintasan keluar pahat (sama dengan kedalaman potong) . Gerakan pahat dijelaskan seperti Gambar 2. 22 :
- a) Gerakan pahat dari titik 4 ke titik 1 adalah gerak maju dengan cepat (*rapid*)
 - b) Gerakan pahat dari titik 1 ke titik 2 adalah gerakan penyayatan dengan $f = 0,1$ mm/putaran
 - c) Gerakan pahat dari titik 2 ke titik 3 adalah gerakan penyayatan dengan $f = 0,1$ mm/putaran
 - d) Gerakan pahat dari titik 3 ke titik 4 adalah gerakan cepat (dikerjakan dengan memutar eretan memanjang)



Gambar 2.22. Gambar rencana gerakan dan lintasan pahat

Setelan rencana jarannya pahat tersebut di atas kemudian dilakukan perhitungan elemen dasar pemesinannya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Hasil perhitungan elemen dasar pemesinan Bagian I

a. Perhitungan elemen dasar proses bubut (untuk pahat HSS)

v=	34	mm/menit
f=	0,1	mm/putaran
a=	4	mm
a1=	2	mm
a2=	2	mm
a3=	..	mm
d _o =	34	mm
dm1=	30	mm
dm2=	26	mm
l _i =	42	mm

Proses	n (rpm)	V _f (mm/menit)	t _c (menit)	Z(cm ³ /menit)
Bubut rata a1	338,38	33,84	1,24	6,80
Bubut rata a2	386,72	38,67	1,09	6,80

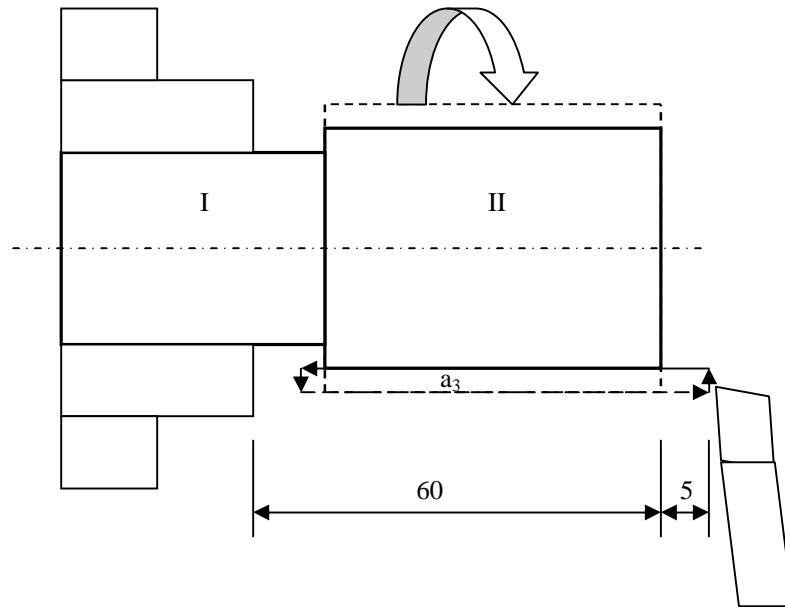
b. Perhitungan elemen dasar proses bubut (untuk pahat Karbida P10)

v=	170	mm/menit
f=	0,1	mm/putaran
a=	4	mm
a1=	2	mm
a2=	2	mm
a3=	..	mm
d _o =	34	mm
dm1=	30	mm
dm2=	26	mm
l _i =	42	mm

Proses	n (rpm)	V _f (mm/menit)	t _c (menit)	Z(cm ³ /menit)
Bubut rata a1	1691,88	169,19	0,25	34,00
Bubut rata a2	1933,58	193,36	0,22	34,00

Bagian II .

Benda kerja dibalik, sehingga bagian I menjadi bagian yang dicekam seperti terlihat pada Gambar 2.23. Lintasan pahat sama dengan lintasan pahat pada Gambar 2.22 hanya panjang penyayatannya berbeda, yaitu $(50+5+2)$ mm.



Gambar 2.23. Gambar rencana pencekaman, penyayatan, dan lintasan pahat

Hasil perhitungan elemen dasar pemesinan dapat dilihat pada Tabel 2.5 di bawah :

Tabel 2.5. Hasil perhitungan elemen dasar pemesinan Bagian II

Perhitungan elemen dasar proses bubut (untuk pahat HSS)

v= 34 mm/menit
f= 0,1 mm/putaran
a= 2 mm
a1= .. mm
a2= .. mm
a3= 2 mm
d_o= 34 mm
dm1= 30 mm
dm2= .. mm
l_f= 57 mm

Proses	n (rpm)	V _f (mm/menit)	t _c (menit)	Z(cm ³ /menit)
Bubut rata a3	338,38	33,84	1,68	6,80

Perhitungan elemen dasar proses bubut (untuk pahat Karbida)

v= 170 mm/menit
f= 0,1 mm/putaran
a= 2 mm
a1= .. mm
a2= .. mm
a3= 2 mm
d_o= 34 mm
dm1= 30 mm
dm2= .. mm
l_f= 57 mm

Proses	n (rpm)	V _f (mm/menit)	t _c (menit)	Z(cm ³ /menit)
Bubut rata a3	1691,88	169,19	0,34	34,00

Catatan .

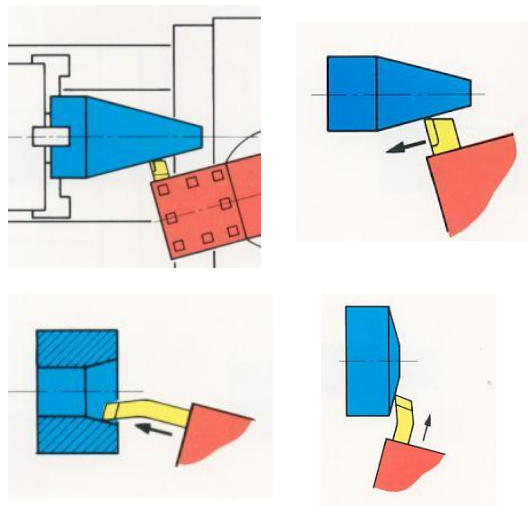
- 1) Pada prakteknya parameter pemotongan terutama putaran spindel (n) dipilih dari putaran spindel yang tersedia di mesin bubut tidak seperti hasil perhitungan dengan rumus di atas. Kalau putaran spindel hasil perhitungan tidak ada yang sama (hampir sama) dengan tabel putaran spindel di mesin sebaiknya dipilih putaran spindel di bawah putaran spindel hasil perhitungan.
- 2) Apabila parameter pemotongan n diubah, maka elemen dasar pemesinan yang lain berubah juga.
- 3) Waktu yang diperlukan untuk membuat benda kerja jadi bukanlah jumlah waktu pemotongan (t_c) keseluruhan dari tabel perhitungan di atas (Tabel 2.4 dan Tabel 2.5). Waktu pembuatan benda kerja harus ditambah waktu non produktif yaitu :
 - a) waktu penyiapan mesin/ pahat
 - b) waktu penyiapan bahan benda kerja (dengan mesin gergaji, dan mesin bubut yang disetel khusus untuk membuat bahan benda kerja)
 - c) waktu pemasangan benda kerja
 - d) waktu pengecekan ukuran benda kerja
 - e) waktu yang diperlukan pahat untuk mundur (*retract*)
 - f) waktu yang diperlukan untuk melepas benda kerja
 - g) waktu yang diperlukan untuk mengantarkan benda kerja (dari bagian penyiapan benda kerja ke mesin).
- 4) Tidak ada rumus baku untuk menentukan waktu non produktif. Waktu non produktif diperoleh dengan mencatat waktu yang diperlukan untuk masing-masing waktu non produktif tersebut.
- 5) Untuk benda kerja tunggal waktu penyelesaian suatu benda kerja lebih banyak dari pada pembuatan massal

- (ukuran benda kerja sama dalam jumlah banyak), karena waktu penyiapan mesin tidak dilakukan untuk setiap benda kerja yang dikerjakan.
- 6) Untuk proses bubut rata dalam, perhitungan elemen dasar pada prinsipnya sama dengan bubut luar, tetapi pada bubut dalam diameter awal (d_o) lebih kecil dari pada diameter akhir (d_m).
 - 7) Apabila diinginkan pencekaman hanya sekali tanpa membalik benda kerja, maka bahan benda kerja dibuat lebih panjang sekitar 30 mm. Akan tetapi hal tersebut akan menyebabkan pemborosan bahan benda kerja jika membuat benda kerja dalam jumlah banyak.
 - 8) Apabila benda kerja dikerjakan dengan dua senter (seting seperti Gambar 2.14), maka benda kerja harus diberi lubang senter pada kedua ujungnya. Dengan demikian waktu ditambah dengan waktu pembuatan lubang senter.
 - 9) Pahat karbida lebih produktif dari pada pahat HSS.

5. Perencanaan Proses membubut tirus

Benda kerja berbentuk tirus (*taper*) dihasilkan pada proses bubut apabila gerakan pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Cara membuat benda tirus ada beberapa macam :

- a. Dengan memiringkan eretan atas pada sudut tertentu (Gambar 2.24), gerakan pahat (pemakanan) dilakukan secara manual (memutar handel eretan atas). Pengerjaan dengan cara ini memakan waktu cukup lama, karena gerakan pahat kembali relatif lama (ulir eretan atas kisarnya lebih kecil dari pada ulir transportir).
- b. Dengan alat bantu tirus (*taper attachment*), pembuatan tirus dengan alat ini adalah untuk benda yang memiliki sudut tirus relatif kecil (sudut sampai dengan $\pm 9^\circ$). Pembuatan tirus lebih cepat karena gerakan pemakanan (*feeding*) bisa dilakukan otomatis (Gambar 2.25).

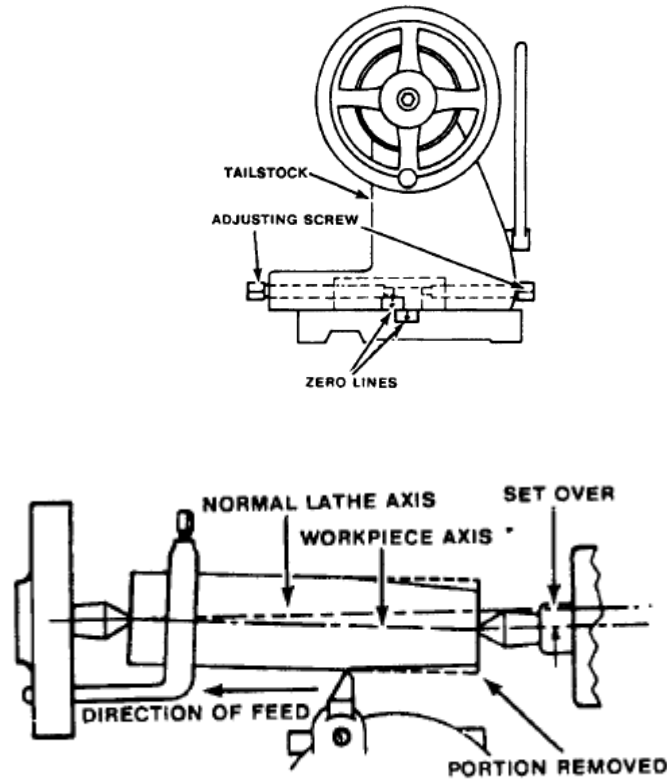


Gambar 2.24. Proses membubut tirus luar dan tirus dalam dengan memiringkan eretan atas, gerakan penyayatan ditunjukkan oleh anak panah



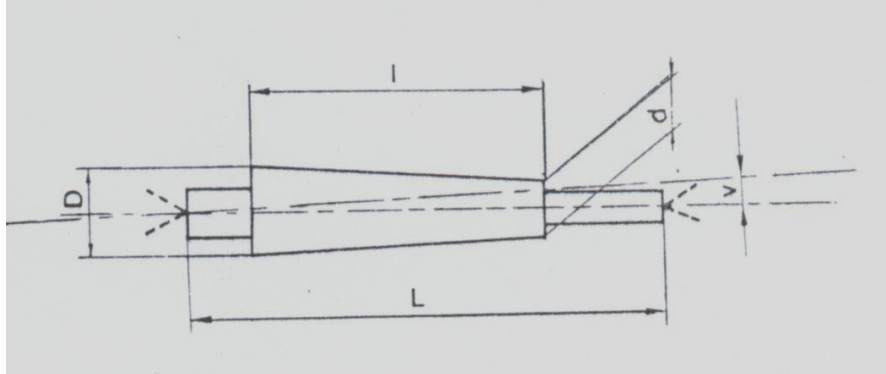
Gambar 2.25. Proses membubut tirus luar dengan bantuan alat bantu tirus (*Taper attachment*)

- c. 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 (Gambar 2.26). 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.



Gambar 2.26. Bagian kepala lepas yang bisa digeser, dan pembubutan tirus dengan kepala lepas yang digeser

Perhitungan pergeseran kepala lepas pada pembubutan tirus dijelaskan dengan gambar dan rumus berikut.



Gambar 2.27. Gambar benda kerja tirus dan notasi yang digunakan

Pergeseran kepala lepas (v) pada Gambar 2.27 di atas dapat dihitung dengan rumus :

$$v = \frac{D - d}{2l} \times L \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

D = diameter mayor (terbesar) ; mm

d = diameter minor (terkecil); mm

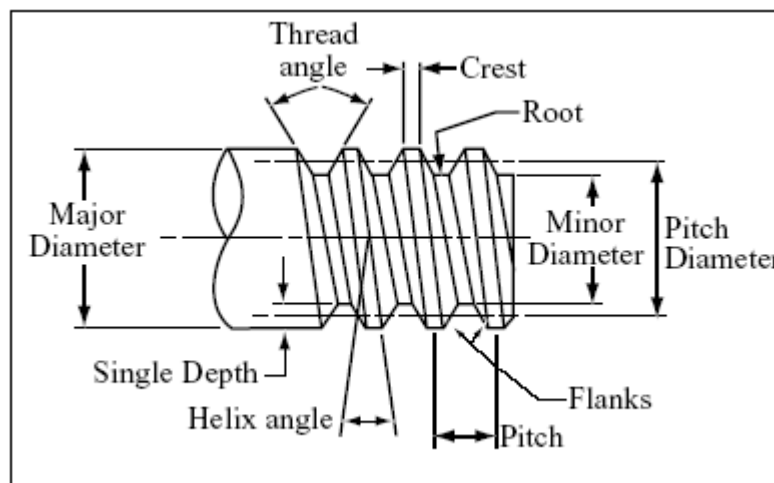
l = panjang bagian tirus ; mm

L = panjang benda kerja seluruhnya; mm

Penentuan pahat, perhitungan elemen pemesinan, dan penentuan langkah kerja/jalannya pahat untuk pembuatan benda kerja tirus analog dengan perencanaan proses bubut lurus. Perbedaannya ada pada perhitungan waktu pemesinan untuk pembuatan tirus dengan cara menggeser sudut eretan atas. Hal ini terjadi karena gerakan pahat dilakukan secara manual sehingga rumus waktu pemesinan (t_c) tidak dapat digunakan.

6. Perencanaan Proses membubut ulir

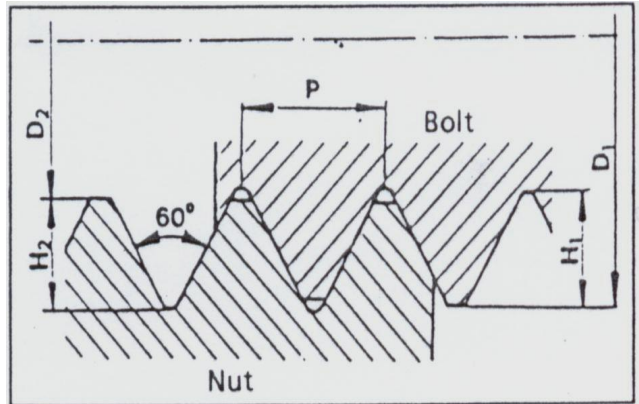
Proses pembuatan ulir bisa dilakukan pada mesin bubut. Pada mesin bubut konvensional (manual) proses pembuatan ulir kurang efisien, karena pengulangan pemotongan harus dikendalikan secara manual, sehingga proses pembubutan lama dan hasilnya kurang presisi. Dengan mesin bubut yang dikendalikan CNC proses pembubutan ulir menjadi sangat efisien dan efektif, karena sangat memungkinkan membuat ulir dengan kisar (*pitch*) yang sangat bervariasi dalam waktu relatif cepat dan hasilnya presisi. Nama-nama bagian ulir segi tiga dapat dilihat pada Gambar 2.28.



Gambar 2.28. Nama-nama bagian ulir

Ulir segi tiga tersebut bisa berupa ulir tunggal atau ulir ganda. Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segi tiga ini adalah pahat ulir yang sudut ujung pahatnya sama dengan sudut ulir atau setengah sudut ulir. Untuk ulir metris sudut ulir adalah 60° , sedangkan ulir Whitworth sudut ulir 55° . Identifikasi ulir biasanya ditentukan berdasarkan diameter mayor dan kisar ulir (Tabel 2.6). Misalnya ulir M5x0,8 berarti ulir metris dengan diameter mayor 5 mm dan kisar (*pitch*) 0,8 mm.

Tabel 2.6. 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

Selain ulir metris pada mesin bubut bisa juga dibuat ulir *Whitworth* (sudut ulir 55°). Identifikasi ulir ini ditentukan oleh diameter mayor ulir dan jumlah ulir tiap inchi (Tabel 2.7). Misalnya untuk ulir *Whitworth* $3/8$ jumlah ulir tiap inchi adalah 16 (kisarnya

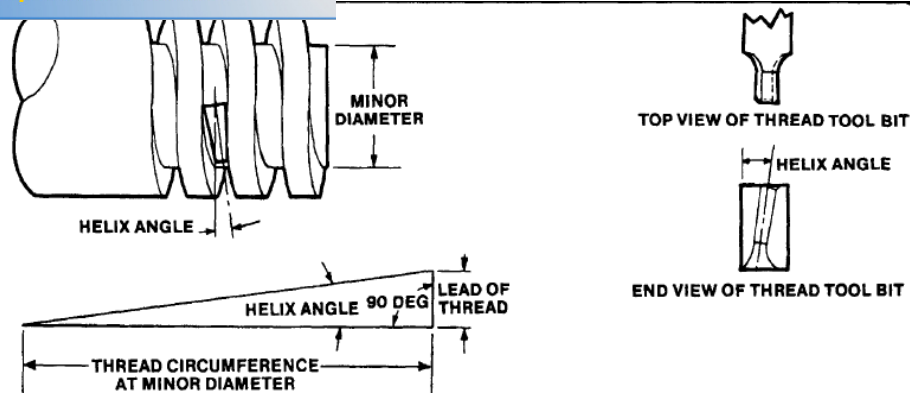
0,00250). Umr ini biasanya digunakan untuk membuat ulir pada pipa (mencegah kebocoran fluida).

Tabel 2.7. 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

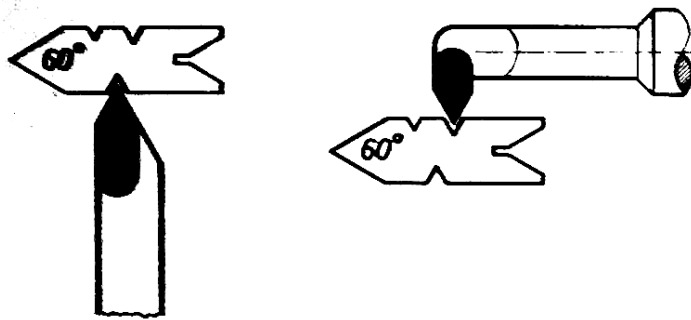
Selain ulir segi tiga, pada mesin bubut bisa juga dibuat ulir segi empat (Gambar 2.29). Ulir segi empat ini biasanya digunakan untuk ulir daya. Dimensi utama dari ulir segi empat pada dasarnya sama dengan ulir segi tiga yaitu : diameter mayor, diameter minor, kisar (*pitch*), dan sudut helix (Gambar 2.29). Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segi empat adalah pahat yang dibentuk (diasah) menyesuaikan bentuk alur ulir segi empat dengan pertimbangan sudut helix ulir (Gambar 2.29). Pahat ini biasanya dibuat dari HSS atau pahat sisipan dari bahan karbida.



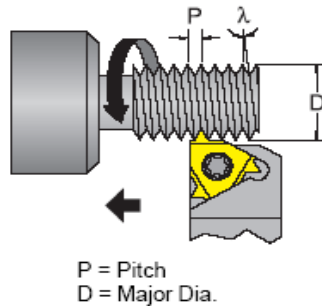
Gambar 2.29. Ulir segi empat

a. Pahat ulir

Pada proses pembuatan ulir dengan menggunakan mesin bubut manual pertama-tama yang harus diperhatikan adalah sudut pahat. Gambar 2.30 ditunjukkan bentuk pahat ulir metris dan alat untuk mengecek besarnya sudut tersebut (60°). Pahat ulir pada gambar tersebut adalah pahat ulir luar dan pahat ulir dalam. Selain pahat terbuat dari HSS pahat ulir yang berupa sisipan ada yang terbuat dari bahan karbida (Gambar 2.31).

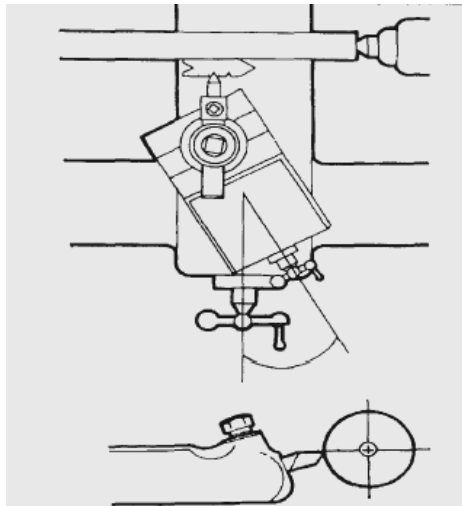


Gambar 2.30. Pahat ulir metris untuk ulir luar dan ulir dalam



Gambar 2.31. Proses pembuatan ulir luar dengan pahat sisipan

Setelah pahat dipilih, kemudian dilakukan setting posisi pahat terhadap benda kerja. Setting ini dilakukan terutama untuk mengecek posisi ujung pahat bubut terhadap sumbu mesin bubut/ sumbu benda kerja. Setelah itu dicek posisi pahat terhadap permukaan benda kerja, supaya diperoleh sudut ulir yang simetris terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap sumbu benda kerja (Gambar 2.32).



Gambar 2.32. Setting pahat bubut untuk proses pembuatan ulir luar

Parameter pemesinan untuk proses bubut ulir berbeda dengan bubut rata. Hal tersebut terjadi karena pada proses pembuatan ulir gerak makan (f) adalah kisar (*pitch*) ulir tersebut, sehingga putaran spindle tidak terlalu tinggi (secara kasar sekitar setengah dari putaran spindle untuk proses bubut rata). Perbandingan harga kecepatan potong untuk proses bubut rata (*Stright turning*) dan proses bubut ulit (*threading*) dapat dilihat pada Tabel 2.8.

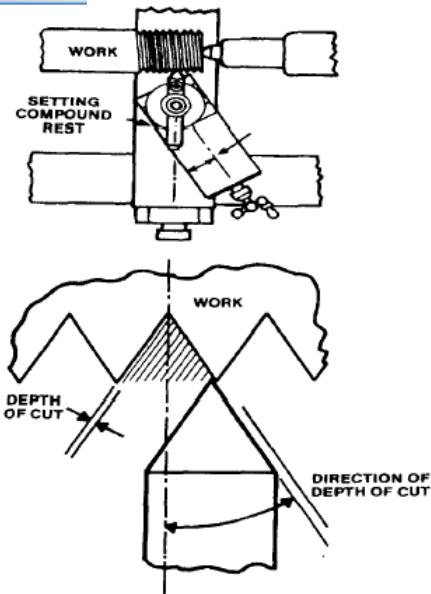
Tabel 2.8. Kecepatan potong proses bubut rata dan proses bubut ulir untuk pahat HSS

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

b. Langkah penyayatan ulir

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



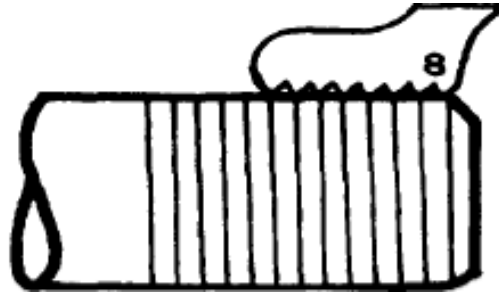
Gambar 2.33. Eretan atas diatur menyudut terhadap sumbu tegak lurus benda kerja dan arah pemakanan pahat bubut

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 29° (Gambar 2.33) untuk ulir metris. Sedang untuk ulir Acme dan ulir cacing dengan sudut 29° , eretan atas dimiringkan $14,5^\circ$. Proses penambahan kedalaman potong (*dept of cut*) dilakukan oleh eretan atas .

Proses bubut ulir dilakukan dengan cara :

- 1) Memajukan pahat pada diameter luar ulir
- 2) Setting ukuran pada eretan atas menjadi 0 mm.
- 3) Tarik pahat ke luar benda kerja, sehingga pahat di luar benda kerja dengan jarak bebas sekitar 10 mm
- 4) Atur handel kasar menurut tabel kasar yang ada di mesin bubut, geser handel gerakan eretan bawah untuk pembuatan ulir
- 5) Masukkan pahat dengan kedalaman potong sekitar 0,1 mm

- 6) Jarakkan mesin sampai panjang ulir yang dibuat terdapat goresan pahat, kemudian hentikan mesin dan tarik pahat keluar
- 7) Periksa kisar ulir yang dibuat (Gambar 2.34) dengan menggunakan kaliber ulir (*screw pitch gage*). Apabila sudah sesuai maka proses pembuatan ulir dilanjutkan. Kalau kisar belum sesuai periksa posisi handel pilihan kisar pada mesin bubut.

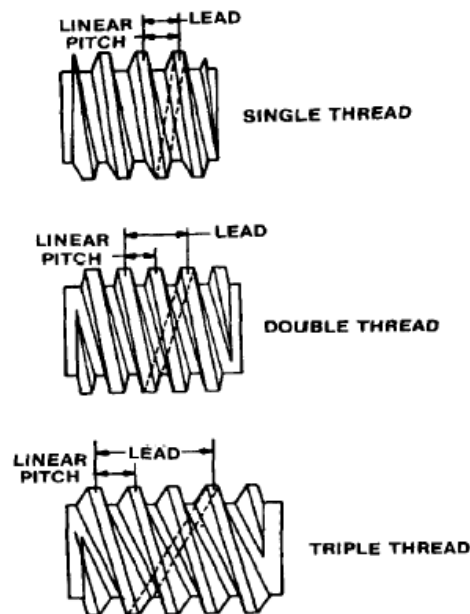


Gambar 2.34. Pengecekan kisar ulir dengan kaliber ulir

- 8) 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 pada Gambar 2.22).
- 9) Majukan pahat untuk kedalaman potong berikutnya dengan memajukan eretan atas.
- 10) Langkah dilanjutkan seperti no 7) sampai kedalam ulir maksimal tercapai.
- 11) Pada kedalaman ulir maksimal proses penyayatan perlu dilakukan berulang-ulang agar beram yang tersisa terpotong semuanya.
- 12) Setelah selesai proses pembuatan ulir, hasil yang diperoleh dicek ukuranya (Diameter mayor, kisar, diameter minor, sudut).

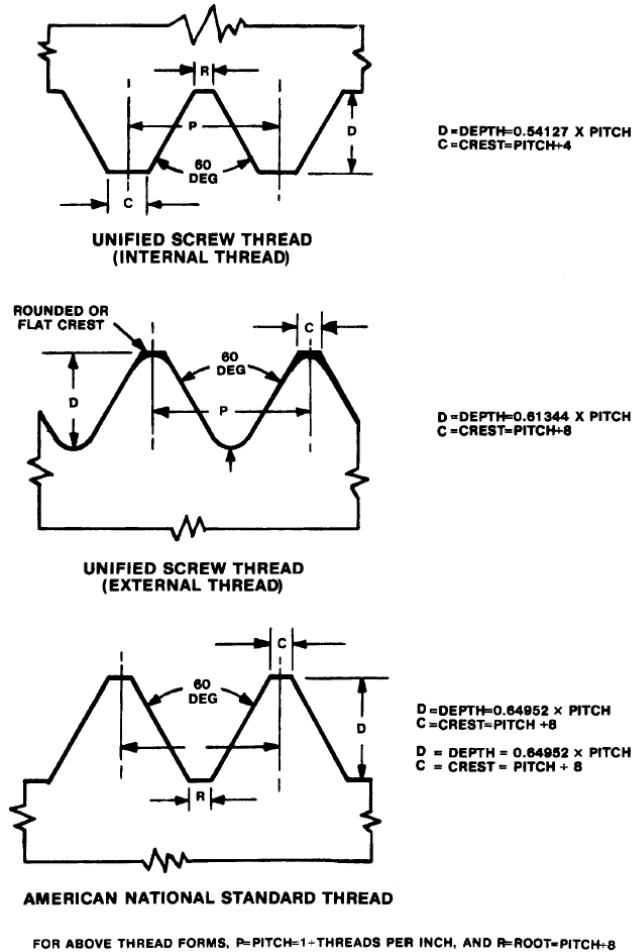
c. Pembuatan ulir ganda

Pembuatan ulir di atas adalah untuk ulir tunggal. Selain ulir tunggal ada tipe ulir ganda (ganda dua dan ganda tiga). Pada dasarnya ulir ganda dan ulir tunggal dimensinya sama, perbedaannya ada pada *pitch* dan *kisar* (Gambar 2.35). Pada ulir tunggal *pitch* dan *kisar* (*lead*) sama. Pengertian *kisar* adalah jarak memanjang sejajar sumbu yang ditempuh batang berulir (baut) bila diputar 360° (satu putaran). Pengertian *pitch* adalah jarak dua puncak profil ulir. Pada ulir kanan tunggal bila sebuah baut diputar satu putaran maka baut akan bergerak ke kiri sejauh *kisar* (Gambar 2.35). Apabila baut tersebut memiliki ulir kanan ganda dua, maka bila baut tersebut diputar satu putaran akan bergerak ke kiri sejauh *kisar* (dua kali *pitch*).

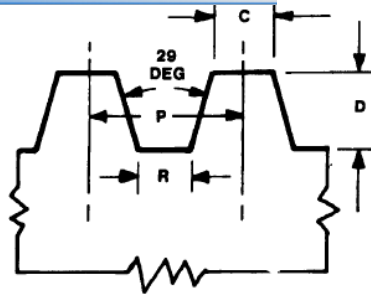


Gambar 2.35. Ulir tunggal, ulir ganda dua dan ulir ganda tiga

Bentuk-bentuk profil ulir yang telah distandarkan ada banyak. Proses pembuatannya pada prinsipnya sama dengan yang telah diuraikan di atas. Gambar 2.36 berikut ditunjukkan gambar bentuk profil ulir dan dimensinya.



Gambar 2.36. Beberapa jenis bentuk profil ulir

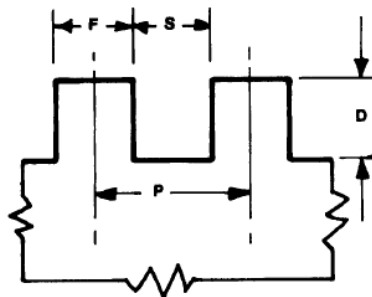


ACME SCREW THREAD

$$D = \text{DEPTH} = 1/2 \text{ PITCH} + 0.01 \text{ INCH}$$

$$C = \text{CREST} = 0.03707 \times \text{PITCH}$$

$$R = \text{ROOT} = \text{CREST} - 0.0052 \text{ INCH}$$



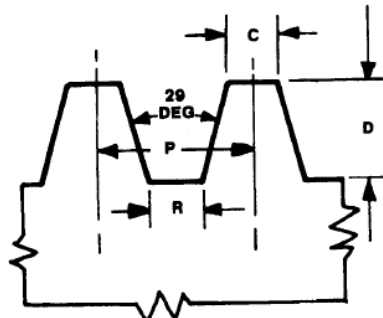
SQUARE SCREW THREAD

$$D = \text{DEPTH} = 1/2 \text{ PITCH}$$

$$F = \text{FLAT} = 1/2 \text{ PITCH}$$

$$S = \text{SPACE} =$$

FOR SCREW : 1/2 PITCH
FOR NUT : 1/2 PITCH + 0.001
TO 0.002 INCH
CLEARANCE



**29-DEG WORM SCREW THREAD
(BROWN AND SHARPE)**

$$D = \text{DEPTH} = 0.6866 \times \text{PITCH}$$

$$C = \text{CREST} = 0.335 \times \text{PITCH}$$

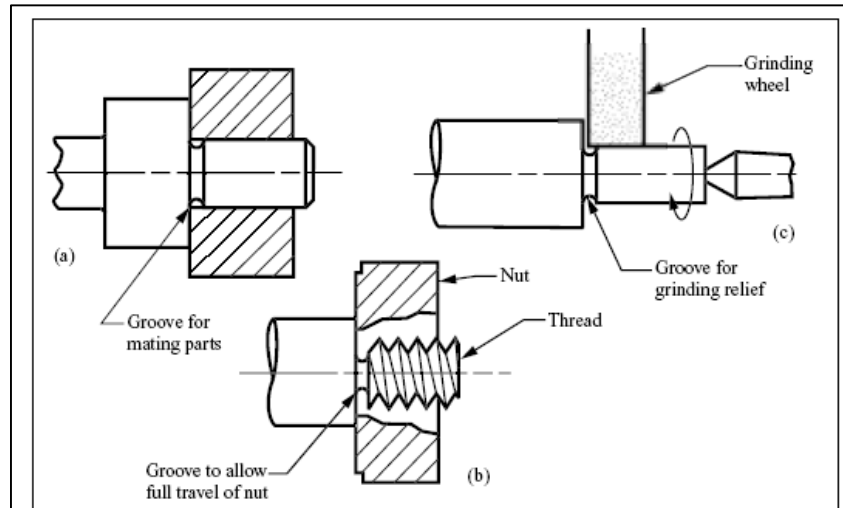
$$R = \text{ROOT} = 0.310 \times \text{PITCH}$$

FOR ABOVE THREAD FORMS, P=PITCH=1÷THREADS PER INCH

Gambar 2.36. Beberapa jenis bentuk profil ulir (lanjutan)

1. MEMBUKUT ALUR

Alur (*grooving*) pada benda kerja dibuat dengan tujuan untuk memberi kelonggaran ketika memasang dua buah elemen mesin, membuat baut dapat bergerak penuh, dan memberi jarak bebas pada proses gerinda terhadap suatu poros (Gambar 2.37). Dimensi alur ditentukan berdasarkan dimensi benda kerja dan fungsi dari alur

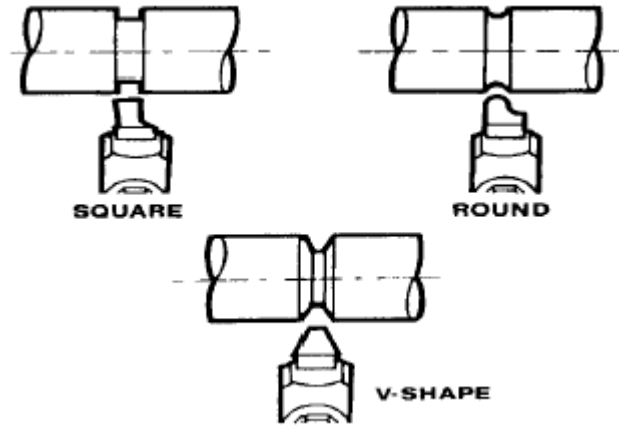


Gambar 2.37. Alur untuk : (a) pasangan poros dan lubang, (b) pergerakan baut agar penuh, (c) jarak bebas proses penggerindaan poros

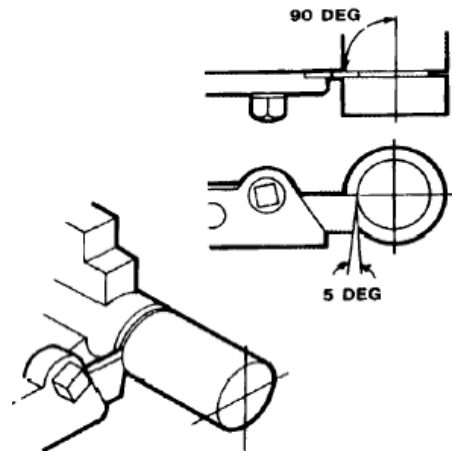
tersebut. Bentuk alur ada tiga macam yaitu kotak, melingkar, dan V (Gambar 2.38). Untuk bentuk-bentuk alur tersebut pahat yang digunakan diasah dengan mesin gerinda disesuaikan dengan bentuk alur yang akan dibuat. Kecepatan potong yang digunakan ketika membuat alur sebaiknya setengah dari kecepatan potong bubut rata. Hal tersebut dilakukan karena bidang potong proses pengaluran relatif lebar.

Proses yang identik dengan pembuatan alur adalah proses pemotongan benda kerja (*parting*). Proses pemotongan ini dilakukan

ketika benda kerja selesai dikerjakan dengan bahan benda kerja yang relatif panjang (Gambar 2.39).



Gambar 2.38. Bentuk alur kotak, melingkar, dan V

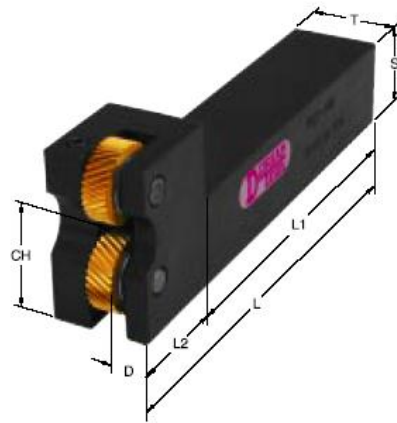
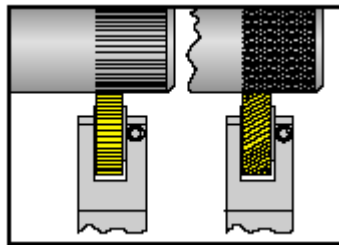


Gambar 2.39. Proses pemotongan benda kerja

Beberapa petunjuk penting yang harus diperhatikan ketika melakukan pembuatan alur atau proses pemotongan benda kerja adalah :

- 1) Cairan pendingin diberikan sebanyak mungkin.
- 2) Ujung pahat diatur pada sumbu benda kerja
- 3) Posisi pahat atau pemegang pahat tepat 90° terhadap sumbu benda kerja
- 4) Panjang pemegang pahat atau pahat yang menonjol ke arah benda kerja sependek mungkin agar pahat atau benda kerja tidak bergetar
- 5) Dipilih batang pahat yang terbesar
- 6) Kecepatan potong dikurangi (50% dari kecepatan potong bubut rata)
- 7) Gerak makan dikurangi (20% dari gerak makan bubut rata)
- 8) Untuk alur aksial, penyayatan pertama dimulai dari diameter terbesar untuk mencegah berhentinya pembuangan beram.

j. Membubut/ Membuat Kartel



[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

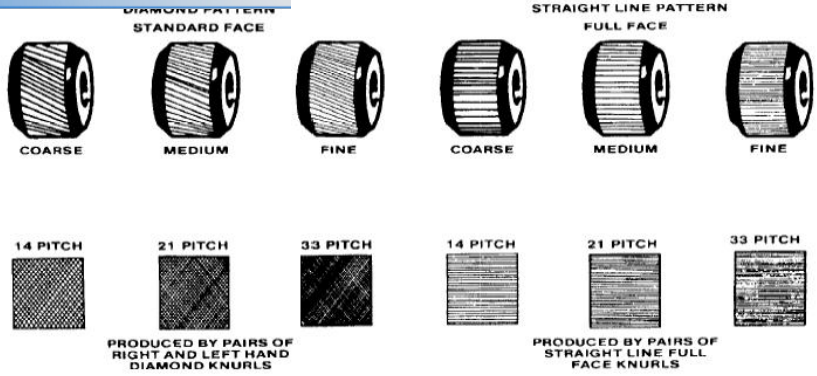


Figure 7-91. Knurling patterns and pitches.