

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum Mesin Bubut

Mesin bubut mencakup segala mesin perkakas yang memproduksi bentuk silindris. Jenis yang paling tua dan paling umum adalah pembubut (*lathe*) yang melepas bahan dengan memutar benda kerja terhadap pemotong mata tunggal. Suku cadang yang harus dimesin dapat dipegang di antara kedua pusatnya, dipasangkan pada plat muka, didukung dalam pencekam rahang, atau dipegang dalam pencekam yang ditarik ke dalam atau leher (*coller*).

Meskipun mesin ini terutama disesuaikan untuk pekerjaan silindris, dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Permukaan rata dapat dicapai dengan menyangga benda kerja pada plat muka atau dalam pencekam. Benda kerja yang dipegang dalam cara ini dapat juga diberi pusat, digurdi, dibor, atau dilebarkan lubangnya. Sebagai tambahan, pembubut dapat digunakan untuk membuat kenob, memotong ulir, atau membubut tirus.

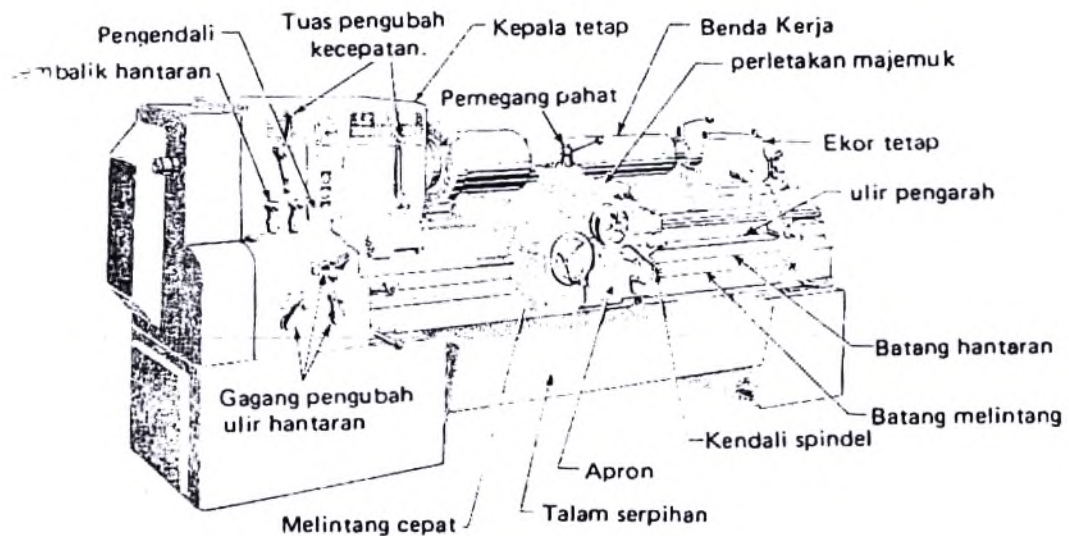
Mesin bubut mendapatkan namanya dari pembubut lama, yang mendapatkan dayanya dari mesin. Yang membedakan dari pembubut kecepatan adalah dipunyainya ciri tambahan untuk mengendalikan kecepatan spindel dan untuk menyangga dan mengendalikan hantaran dari pahat pemotong tetap. Terdapat beberapa variasi dalam disain dari kepala tetap yang merupakan perantara pemberian daya kepada mesin. Pembubut

tugas ringan atau menengah menerima dayanya melalui sabuk pendek dari motor atau poros lawan puli kerucut kecil yang digerakkan motor. Kepala tetap dilengkapi dengan puli kerucut empat tingkat yang menyediakan perkisaran empat kecepatan spindel kalau dihubungkan langsung dari poros lawan motor. Sebagai tambahan, pembubut ini, dilengkapi dengan roda gigi belakang, yang kalau dihubungkan dengan puli kerucut, menyediakan empat tambahan kecepatan.

Kecepatan spindel dari pembubut ini diubah-ubah dengan transmisi roda gigi, kecepatan yang berbeda diperoleh dengan mengatur tugas kecepatan dalam kepala tetap. Pembubut semacam ini biasanya digerakkan oleh motor kecepatan konstan yang dipasangkan pada pembubut, tetapi dalam beberapa kasus digunakan motor kecepatan variabel. Suatu pembuat kepala beroda gigi mempunyai penyediaan kecepatan spindel dalam jumlah lebih besar daripada yang didapatkan pada pembubut yang digerakkan kerucut bertingkat.

2.1.1 Kontruksi Dasar Mesin Bubut

Kontruksi mesin bubut terlihat sederhana pada gambar 2.1, ekor tetap yang berada pada bagian ujung mesin dari pembubut dapat disetel sepanjang bangku (*bed*) dari pembubut untuk menampung panjang stok yang berbeda. Dilengkapi dengan pusat yang dikeraskan, yang dapat digerakkan masuk dan keluar oleh penyetel roda, dan dengan ulir pengencang di dasarnya yang digunakan untuk menyetel penyebarisan pusatnya dan untuk pembubutan tirus.



Gambar 2.1 Mesin Bubut (*lathe*).

Sekerup pengarah adalah poros panjang yang diulir dengan baik, terletak agak di bawah dan sejajar terhadap jalur bangku, memanjang dari kepala tetap sampai ke ekor tetap. Dihubungkan dengan roda gigi kepada kepala tetap dengan cara sedemikian sehingga dapat diputar balik dan dipasangkan pada rakitan kereta luncur supaya dapat dihubungkan atau dilepaskan dari kereta luncur selama operasi pemotongan. Ulir pengarah hanya untuk memotong ulir saja dan harus dipisahkan kalau tidak dipakai untuk mempertahankan ketepatannya. Tepat di bawah ulir pengarah adalah batang hantaran yang mentransmisikan daya dari kota pengubah cepat untuk menggerakkan mekanisme apron untuk daya hantaran melintang dan memanjang. Kalau diperlukan untuk mengubah kecepatan ulir pengarah atau barang hantaran, dilakukan dalam kotak roda gigi pengubah cepat yang terletak pada ujung kepala tetap dari pembubut. Untuk itu hanya perlu menggerakkan tuas yang menjulur pada kotak roda gigi.

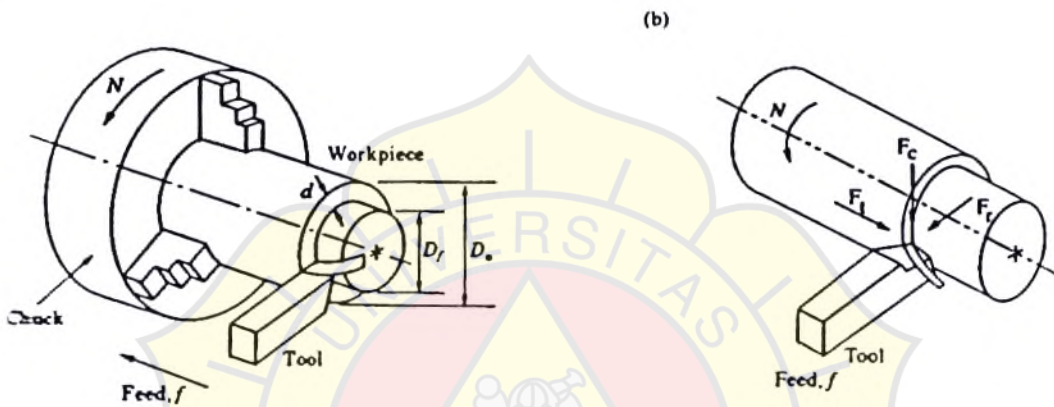
Rakitan kereta luncur mencakup peletakan majemuk, sadel pahat dan apron. Karena kedudukan dan memandu pahat pemotong, maka harus kaku

dan dikonstruksi dengan ketepatan tinggi. Tersedia dua hantaran tangan untuk memandu pahat pada gerakan arah menyilang. Roda tangan yang atas atau engkol tangan mengendalikan gerakan dari perletakan majemuk, dan karena perletakannya dilengkapi dengan busur derajat penyetel putaran, maka dapat ditempatkan dalam berbagai kedudukan sudut untuk membubut tirus pendek. Roda tangan yang ketiga digunakan untuk menggerakkan kereta luncur di sepanjang landasan, biasanya untuk menarik kembali ke kedudukan mula setelah ulir pengarah membawanya sepanjang pemotongan. Bagian dari kereta luncur yang menjulur di depan dari pembubut disebut apron, yaitu merupakan dinding ganda dicor yang berisi kendali, roda gigi dan mekanisme lain untuk menghantar kereta luncur dan peluncur penyilang dengan tangan atau daya. Pada permukaan apron dipasangkan berbagai roda dan tuas kendali.

Ukuran mesin bubut dinyatakan dalam diameter benda kerja yang dapat diputar, sehingga sebuah mesin bubut 400 mm adalah mesin yang memiliki ruang bebas cukup di atas rel bangku untuk mengerjakan benda berdiameter 400 mm. Akan tetapi, ukuran yang kedua diperlukan untuk menentukan kapasitas ukuran selanjutnya dari mesin, dimana ukuran panjang benda kerja dinyatakan dalam panjang maksimum benda kerja / pembubut diukur pada jarak antara kedua pusat mesin bubut yang kira – kira maksimum dimensinya 5 meter dengan rpm maksimum 4000 rpm, sedangkan pabrik lain menyatakannya dalam panjang bangku.

2.1.2 Operasi Bubut

Operasi pada pembubut yang agak beraneka ragam mencakup pembubutan, pengeboran, pengerjaan tepi, penguliran, dan pembubutan tirus. Untuk operasi ini, sebuah pemotong mata tunggal dihantarkan di sepanjang benda kerja yang berputar. Menggurdi dan meluaskan lubang (*reaming*) memerlukan pemotong dari jenis lain.



Gambar 2.2. Operasi pembubutan

Adapun parameter perhitungan untuk proses pemakanan (*feed*) benda

kerjanya, $MRR = (\pi) (D_{avg}) (d) (f) (N)$

Dimana, $MRR = \text{Material removal rate}$, $\pi = \text{phi of circle}$, $f = \text{feed}$

$N = \text{rotational speed}$, $tm = \text{cutting time}$, $L = \text{distance traveled}$

$T = \text{torque}$, $P = \text{power}$, $F_c = \text{cutting force}$

$D_{avg} = (D_o + D_f)/2$, $d = (D_o - D_f)/2$, $tm = L / (f \cdot N)$

$tm = \text{Volume removal} / MPR$, $T = (F_c) (D_{avg}/2)$,

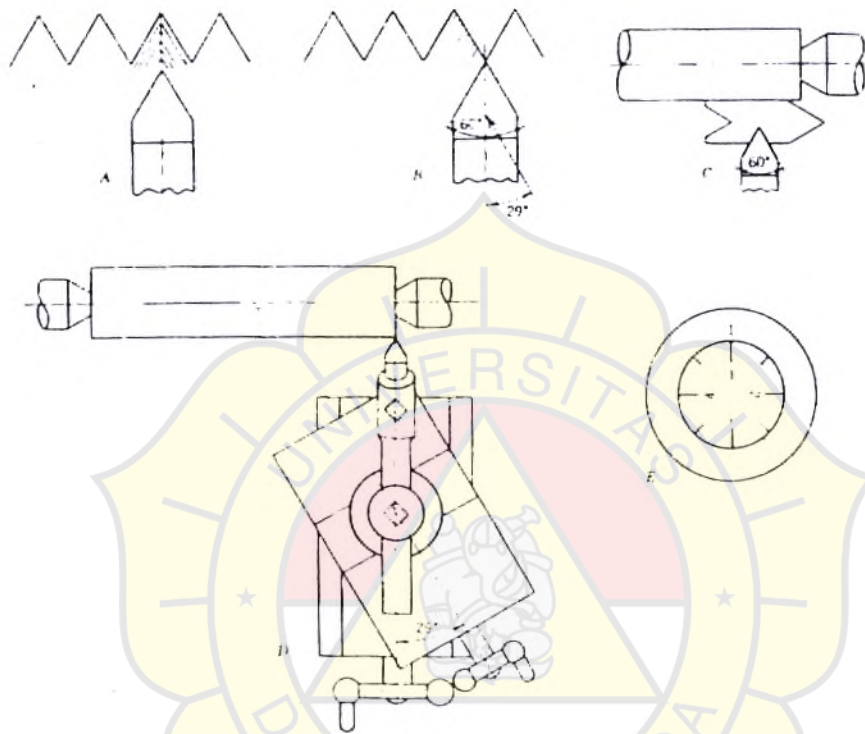
$P = (T) (\omega)$

2.1.3 Memotong Ulir

Meskipun dimungkinkan untuk memotong segala bentuk dari ulir, tetapi mesin bubut biasanya dipilih kalau hanya sedikit ulir yang harus dipotong atau kalau diinginkan bentuk khusus. Bentuk ulir didapatkan dengan menggerinda pahat menjadi bentuk yang sesuai dengan menggunakan ukuran yang cocok atau plat pola. Gambar 2.3. menunjukkan sebuah pahat yang agak diratakan untuk memotong ulir-V 60 derajat dan ukuran yang digunakan untuk memeriksa sudut pahat. Ukuran ini dikenal sebagai ukuran pusat, karena juga digunakan untuk mengukur pusat mesin bubut. Pemotong berbentuk khusus dapat juga digunakan untuk memotong ulir ini. Pemotong ini lebih dahulu dibentuk menjadi bentuk yang benar kemudian ditajamkan dengan menggerinda permukaan atasnya saja.

Dalam mengunci pahat untuk ulir-V, terdapat dua metoda hantaran pahat. Pahat dapat dihantarkan lurus ke dalam benda kerja, dan ulir dibentuk dengan mengambil sederetan pemotongan ringan seperti pada Gambar 2.3A. Aksi pemotongan terjadi pada kedua sisi pahat. Beberapa penggarukan belakang mungkin dapat diperoleh, tetapi tidak mungkin mengadakan penggarukan samping pada pahat pemotong. Metoda ini memuaskan untuk bahan semacam besi cor atau kuningan yang sedikit atau tidak dianjurkan menggaruk samping. Metoda kedua, yaitu untuk memotong ulir baja, dengan menghantarkan pahat masuk pada suatu sudut seperti terlihat dalam Gambar 2.3B dan 2.3D. Perletakan majemuk diputar pada sudut 29 derajat, dan dengan menggunakan hantaran menyilang pada perletakan majemuk, pahat dihantarkan ke dalam benda kerja sehingga seluruh pemotongan

dilakukan pada sisi kiri dari pahat. Pahatnya diratakan menjadi sudut 60 derajat, sehingga memungkinkan 1 derajat dari sisi kanan pahat untuk menghaluskan sisi ulir tersebut.



Gambar 2.3, Metoda penguncian pahat untuk memotong ulir pada mesin bubut, A, Hantaran lurus, B, Hantaran pada sudut, C, Menggunakan ukuran pusat untuk mengunci pahat pengulir, D, Metoda penguncian mesin bubut untuk memotong ulir-V, E, Piringan pengulir.

Pahat perlu diberi hantaran positif sepanjang benda kerja pada kecepatan yang sesuai untuk memotong sejumlah ulir yang diinginkan. Ini dicapai dengan sederetan roda gigi yang terletak di ujung mesin bubut, yang menggerakkan ulir pangarah pada kecepatan yang diinginkan yang dihubungkan dengan spindel kepala tetap. Roda gigi ini dapat ditukar untuk

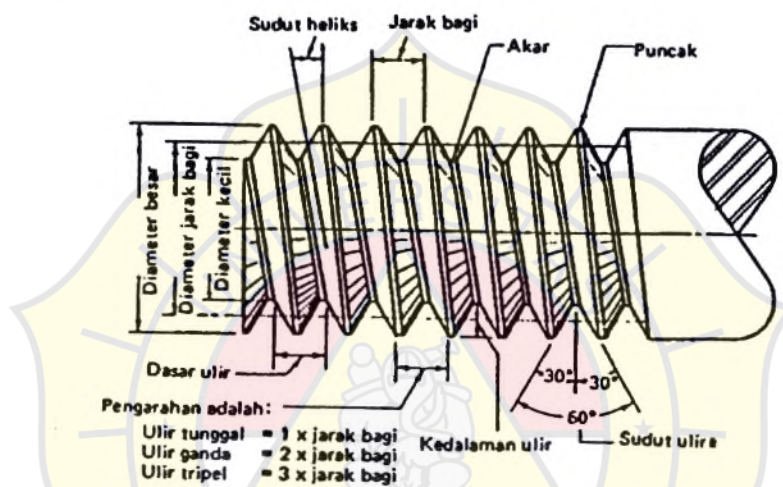
memotong setiap jarak bagi dari ulir yang dikehendaki. Ulir pengarah, kemudian menghubungkan setengah mur pada apron mesin bubut, yang memberikan penggerakan positif untuk pahat.

Setelah mesin bubut disetel, sebuah ulir hantaran menyilang disetel pada suatu tanda pada dial mikrometer, dan diambil suatu pemotongan ringan untuk memeriksa jarak bagi dari ulir. Pada akhir dari setiap pemotongan yang berturutan, pahat dikeluarkan dari ulir dengan memutar ke belakang ulir hantaran menyilangnya. Ini diperlukan karena setiap pemutaran balik dalam ulir pengarah akan mencegah pengembalian pahat dalam pemotongan sebelumnya. Pahat dikembalikan ke kedudukan semula; ulir hantaran belintang disetel pada tanda rujukan yang sama; pahat dihantarkan sebesar yang diinginkan untuk pemotongan berikutnya; dan pemotongan berikutnya dilaksanakan. Operasi ini diulangi sampai ulir dipotong ke kedalaman yang sesuai.

Mesin bubut pada umumnya dilengkapi dengan indikator dial ulir seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.3. Dekat dengan dial adalah tuas yang dipakai untuk menghubungkan dan memisahkan ulir pengarah dengan satu perangkat yang cocok dari setengah mur dalam kereta luncur. Pada akhir setiap pemotongan, setengah mur dipisahkan kemudian dihubungkan kembali pada saat yang tepat sehingga pahat selalu mengikuti pemotongan yang sama. Indikatornya dihubungkan kepada ulir pengarah oleh sebuah roda gigi cacing kecil, dan muka piringan yang berputar diberi nomor untuk menandai kedudukan pada saat setengah mur harus dihubungkan.

Kedudukan pada saat setengah mur harus ditutup tergantung pada jarak bagi dari ulir, sebagai berikut :

1. Untuk angka genap dari ulir: setiap garis pada dial.
2. Untuk angka ganjil dari ulir: setiap garis yang bernomor.
3. Untuk ulir termasuk setengah ulir: setiap garis yang bernomor ganjil.
4. Untuk ulir termasuk seperempat ulir: kembali ke titik start semula setiap.

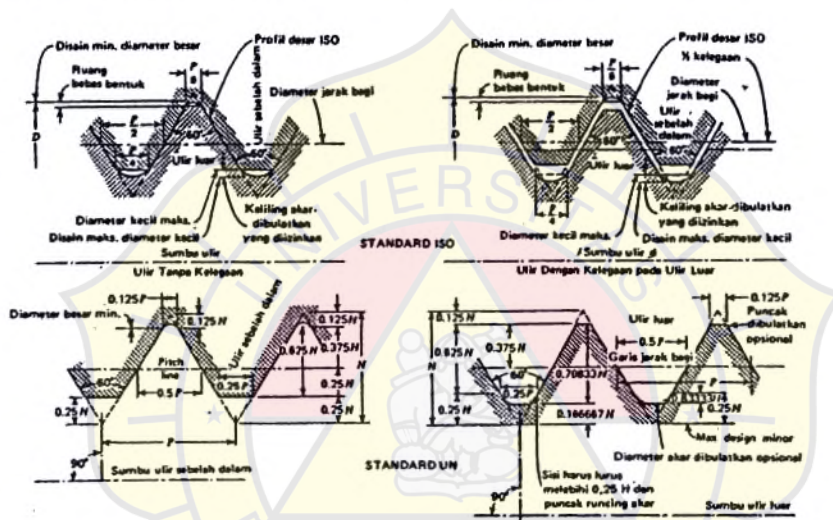


Gambar 2.4 Bentuk ulir

Pengukuran ulir pada gambar 2.4 dapat menggunakan metode *Unified National (UN) thread* atau *ISO metrix*. Dengan metode *Unified National (UN) thread* dilakukan pengukuran diameter ulir untuk menentukan banyaknya ulir tiap inchi. Seperti contoh $\frac{1}{2} - 20 \text{ UNF} - 2 \text{ A}$, dimana didapat diameter luar didapat $\frac{1}{2}$ inchi, banyaknya ulir tiap 1 inchi nya 20 ulir dengan tipe UNF (untuk *automotif* dan *aircraft*), nominal 2 pada nomor 2A menerangkan tentang klasifikasi ulir (1: Kelonggaran yang lebih, 2: toleransi yang presisi, 3: hampir tanpa toleransi/ kedudukan sempit)

sedangkan A pada A menerangkan tentang (A: Ulir eksternal, B: Ulir internal).

Dengan metode *metrix* biasanya dilakukan dengan pengukuran pada diameter luar untuk menentukan lebar *pitch of thread* sebagai besar ulirnya. Seperti contoh M6 x 0,75 -5g6g , dimana M6 berarti *metrix thread* dengan nominal 6mm, ukuran *pitch of thread* 0,75 mm, ukuran diameter *pitch* 5mm, ukuran diameter *crest* 6mm. Lihat gambar 2.5



Gambar 2.5 Ukuran standarisasi ulir

2.1.4. Mesin Potong

Mesin potong digunakan untuk mempermudah pekerjaan dalam membagi batangan atau lempengan menjadi bagian yang diinginkan pekerja. Twknik pekerjaannya sederhana, cukup melerakkan benda kerja di bawah alat potong, kemudian pisau pemotong akan bergerak vertikal bolak – balik seperti pergerakan tangan yang memotong manual.

$$V = \pi D_o . N \quad , \quad tm = \frac{D_o}{f . N}$$

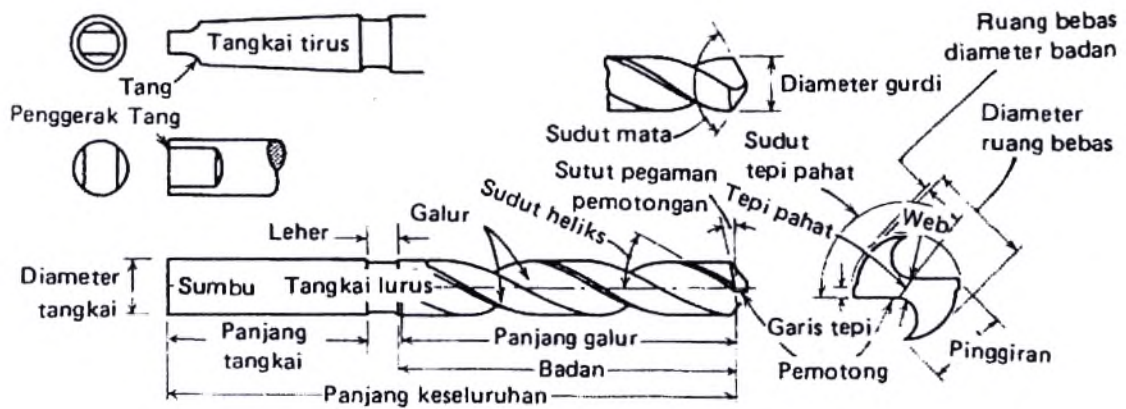
dimana *tm* :waktu pemakanan (menit), *Do* :diameter luar (mm),

f : *feed* (mm/rad) , *V* :kecepatan potong (m/s)

2.2 Mesin Pengurdi

Gurdi adalah sebuah pahat pemotong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa tepi potong dan galur yang berhubungan *continue* di sepanjang badan gurdi. Galur ini, yang dapat lurus atau heliks, disediakan untuk memungkinkan lewatnya serpihan dan fluida pemotongan. Meskipun gurdi pada umumnya memiliki dua galur, tetapi mungkin juga digunakan tiga atau empat galur; maka gurdi kemudian dikenal sebagai penggurdi inti. Penggurdi semacam ini tidak dipakai untuk memulai sebuah lubang, melainkan untuk meluaskan atau menyelesaikan lubang yang telah digurdi atau diberi inti.

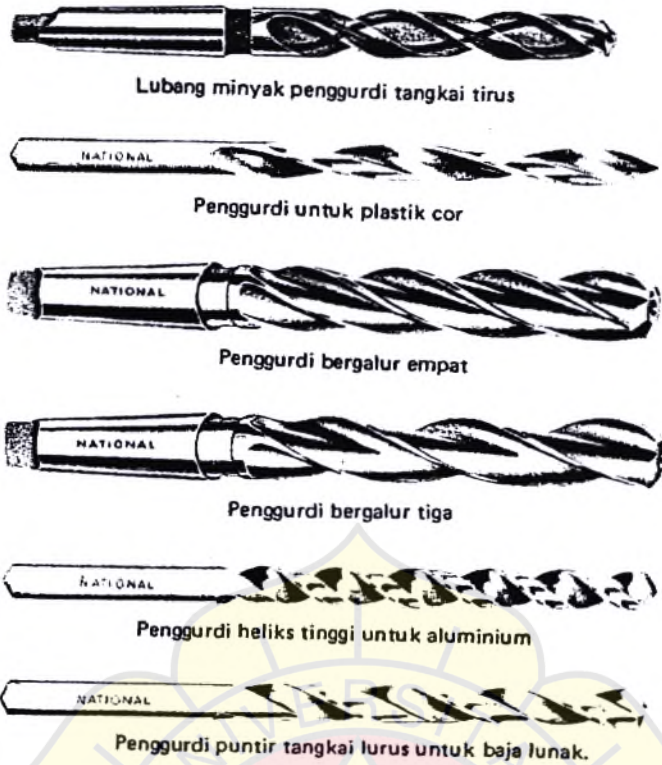
Jenis yang paling umum dari penggurdi adalah penggurdi puntir, yang memiliki dua galur dan dua tepi potong. Penggurdi semacam ini ditunjukkan dalam Gambar 2.6 dengan berbagai sebutan yang diberikan. Penggurdi dapat dilengkapi dengan tangkai yang lurus maupun tirus. Penggurdi bertangkai tirus dipegang dan dipusatkan dengan baik dalam soket tirus dari spindel mesin penggurdi. Paket penggurdi memiliki ketirusan Morse sebesar $0,0521 \text{ mm/mm}$ (5,209%) yang juga merupakan standard dari pelebar lubang dan pahat lain yang serupa. Tang pada akhir ketirusan pas ke dalam celah dalam soket spindel, untuk mencegah pemelesetan dari permukaan tirus. Gurdi bergalur lurus biasanya dipegang dan dipusatkan dengan baik dalam pencekam gurdi, tetapi banyak juga yang diberi tang dan digunakan dengan selubung bercelah tirus. Penggurdi ini, lebih murah daripada yang bergalur tirus, digunakan hanya untuk ukuran sampai 12 mm.



Gambar 2.6 Penggurdi puntir standard dan peristilahannya.

Beberapa jenis penggurdi, bervariasi dalam jumlah dan sudut dari galurnya, ditunjukkan dalam Gambar 2.7. Penggurdi beralur tunggal digunakan untuk pelubangan mula dan untuk penggurdian lubang yang dalam. Penggurdi dua galur adalah jenis konvensional yang dipakai untuk pelubangan mula dan menggurdi lubang. Beberapa penggurdi dengan saluran oli di dalam atau di luar adalah digunakan untuk penggurdian produksi.

Penggurdi bergalur tiga atau empat pada prinsipnya dipakai untuk memperbesar lubang yang telah dibuat sebelumnya. Kesemuanya mempunyai produktivitas lebih besar dan penyelesaian yang lebih baik daripada penggurdi bergalur dua. Penggurdi lain dengan berbagai sudut galur tersedia untuk memperbaiki penggurdian kepada bahan khusus dan paduan.



Gambar 2.7 Jenis Penggurdi.

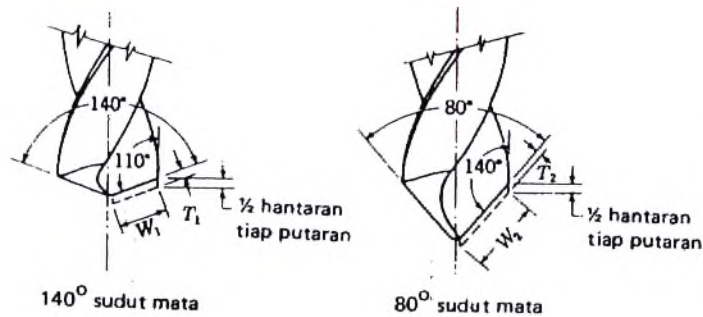
2.2.1 Prestasi Penggurdi

Dalam mengevaluasi prestasi penggurdi, bahan pembuat penggurdi tidak boleh dilupakan. Seperti telah dinyatakan, pahat baja kecepatan tinggi dapat mengadakan kecepatan pemotongan sekitar dua kali dari baja karbon untuk bahan keras dan mengamplas misalnya besi cor (*cast iron*), penggurdi diberi ujung karbida wolfram yang memberikan hasil istimewa, tetapi untuk beberapa baja keras dan bahan yang lain, pengguri ini tidak memuaskan. Baja kecepatan super tinggi berbantalan kobalt karbon tinggi, mampu untuk menggurdi baja yang memiliki kekerasan Rockwell C68, dipakai secara luas untuk menggurdi baja anti karat kasar dan paduan ruang angkasa. Juga, beberapa penggurdi diberi perlakuan permukaan selubung keras dan tipis, atau dilapis chrom untuk memberikan permukaan yang sulit aus.

Untuk memperoleh hasil yang baik dari sebuah penggurdi, maka pengerindaannya harus baik agar permukaan rata yang memudahkan. Sudut mata harus tepat untuk bahan yang harus digurdi. Sudut mata yang biasa pada penggurdi komersial pada umumnya adalah 118 derajat yang cukup memuaskan untuk baja lunak, kuningan dan bahan pada umumnya. Untuk logam yang lebih keras, maka sudut mata yang lebih besar akan memberikan prestasi lebih baik.

Pada Gambar 2.8 ditunjukkan dua penggurdi dengan sudut mata 140 derajat dan 80 derajat. Ketebalan dan lebar serpihan yang diperoleh dari penggurdian ini ditandai dengan huruf I dan W . Perbandingan dari kedua serpihan ini menunjukkan bahwa tebal I_2 untuk yang bersudut mata 140 derajat adalah lebih dari tebal I_2 pada sudut mata 80 derajat. Logam yang dilepaskan dalam bentuk serpihan tebal biasanya membutuhkan energi tiap satuan volume yang lebih kecil daripada energi kalau sejumlah logam yang sama dilepaskan dalam bentuk serpihan tipis. Dalam menggurdi logam yang keras dan sulit dimesin, serpihan yang tebal memungkinkan sejumlah penghematan daya. Perlu juga dicatat bahwa lebar W_1 untuk sudut mata 140 derajat adalah kurang daripada W_2 untuk sudut mata yang lebih kecil. W_2 yang lebih lebar, yang memiliki sisi pemotongan lebih lebar, berguna dalam menggurdi bahan yang menimbulkan keausan teramplas. Keausan teramplas didistribusikan kepada sisi pemotongan yang lebih panjang, sehingga gaya pemotongan tiap satuan panjang menjadi berkurang. Lain daripada itu, sudut pojokan untuk penggurdi mata 80 derajat (140°), adalah lebih besar daripada untuk penggurdi mata 140 derajat (110°), yang menghasilkan ketahanan

keausan yang lebih besar pada penggurdi pada pojokannya. Bahan seperti beci cor lunak dan plastik pada umumnya, dapat dibor palin gbaik dengan sudut mata kurang dari 118 derajat.



Gambar 2.8 Variasi sudut mata mempengaruhi prestasi penggurdi.

Prestasi penggurdi dipengaruhi oleh sudut heliks dari galurnya. Meskipun sudut ini dapat bervariasi dari 0 sampai 45 derajat, standar yang umum untuk baja dan bahan lain pada umumnya adalah 30 derajat. Makin kecil sudut ini dibuat, akan makin besar puntiran yang diperlukan untuk mengoperasikan pada kecepatan yang sama. Kalau sudutnya meningkat cukup besar, umur dari tepi pemotongan berkurang untuk beberapa bahan. Efisiensi penggurdi meningkat kalau digunakan sudut helis yang baik. Sebagai contoh, sudut untuk menggurdi tembaga, magnesium dan plastik lunak sebaiknya sekitar 35 sampai 45 derajat, paduan tembaga 20 sampai 25 derajat, plastik keras 17 derajat, dan baja lunak sampai menengah 25 sampai 32 derajat. Percobaan menunjukkan bahwa terdapat sedikit penurunan pada momen puntir dan desakan kalau sudut heliks diperbesar, tetapi tidak begitu penting sepanjang yang diperhatikan adalah prestasi gurdi. Untuk memaksimalkan proses penggurdian agar dalam proses pelepasan logamnya tidak mengakibatkan gesekan kritis yang berakibat patahnya batang pahat,

maka perlu diberikan media pendingin yang dialir dipermukaan benda kerja tersebut.

Beberapa logam dengan media pendingin yang dianjurkan adalah:

Aluminium : campuran minyak mineral – lemak binatang.

Kuningan : kering, campuran minyak mineral – lemak binatang

Perunggu : kering, minyak larutan

Bei cor : kering, semburan udara

Tembaga : minyak larutan, campuran minyak mineral – lemak binatang.

Magnesium : kering, minyak mineral

Besi mampu tempa : minyak larutan

Baja, lemak : minyak larutan, minyak tersulfurisasi

Baja, perkakas : lemak binatang, minyak larutan.

2.2.2 Analisa Proses Penggurdian

Banyak pelepasan logam adalah fungsi dari kecepatan potong dan hantaran. Lihat gambar 2.9, mutu dari lubang juga ditentukan oleh kekakuan mesin, ketepatan dan disain dari penggurdi. *Kecepatan potong*, yang dinyatakan dalam meter tiap menit, adalah ukuran dari kecepatan keliling dari penggurdi seperti ditunjukkan oleh pernyataan berikut:

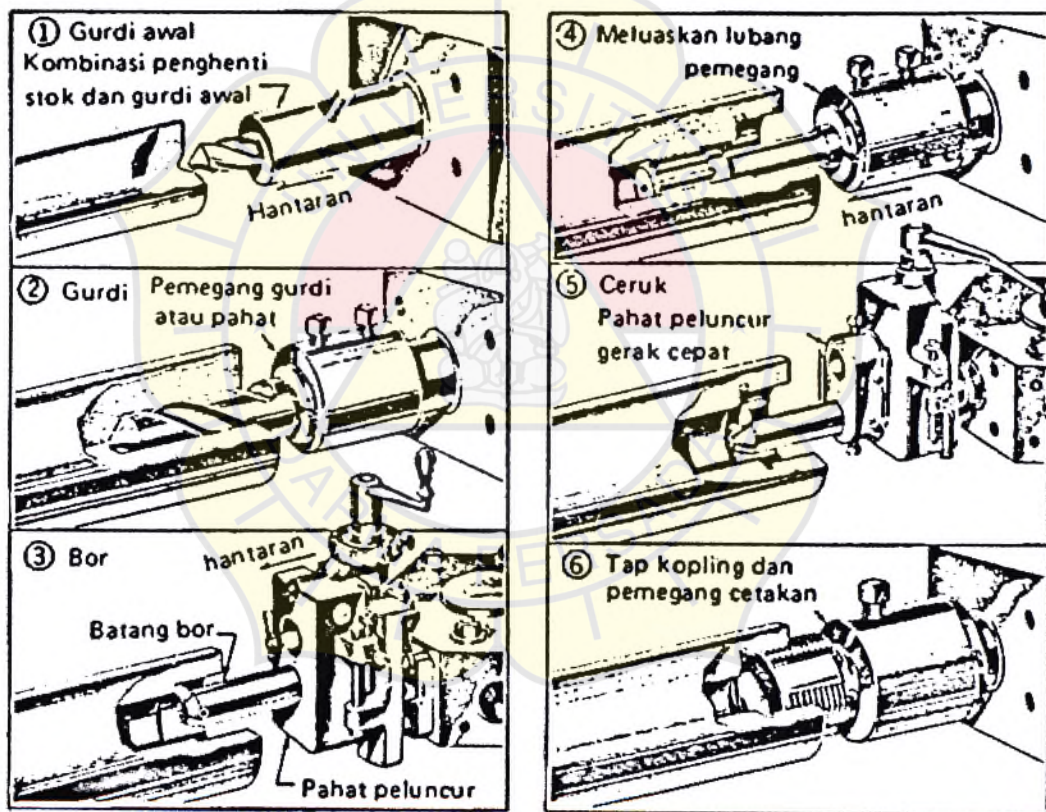
$$C.S = \frac{\pi DN}{1000} \text{ meter/menit} \quad , \quad tm = \frac{l}{f.N}$$

dengan D = diameter penggurdi, milimeter

N = putaran tiap menit.

tm = waktu pemesinan, l = panjang lintasan

Kecepatan potong yang sesuai sangat tergantung pada kekerasan dan kekasaran dari bahan; makin kasar dan makin keras, maka kecepatannya makin rendah. Untuk gurdi kecepatan tinggi pada baja pemotongan bebas yang lunak dengan fluida pendingin yang sesuai, kecepatan seharusnya sekitar 35 mm/men. Kecepatan lain yang dianjurkan adalah aluminium, 75 m/men; besi cor, 30 m/men; magnesium, 90 m/men; dan kuningan, 60 m/men.



Gambar 2.9 Proses gurdi

2.2.3. Hantaran Gurdi

Hantaran penggurdi dinyatakan dalam milimeter tiap putaran. Dalam melakukan pemilihan yang sesuai, baik kecepatan potong logam maupun bahan penggurdi harus diperhatikan. Hantara untuk penggurdi kecepatan tinggi di bawah sekitar 25 mm biasanya berkisar dari 0,05 sampai 0,38 mm/put seperti ditunjukkan dalam tabel 2.1.

Dalam segala operasi penggurdian adalah lebih efisien untuk melepaskan logam dalam serpihan tebal daripada dalam serpihan tipis. Untuk memperoleh produksi lebih cepat, seringkali dianjurkan untuk meningkatkan hantara, bukannya meningkatkan kecepatan potong. Kalau kecepatan potong ditingkatkan dalam daerah kritis, akan terjadi penurunan umur pahat secara cepat. Kalau hantaran tetap konstan, umur pahat meningkat dengan diturunkannya kecepatan potong.

2.2.4. Ukuran Lubang yang Digurdi

Untuk ukuran penggurdi dua-galur secara normal akan menggurdi dengan sedikit kelebihan ukuran pada logam umumnya. Besarnya kelebihan ukuran lubang yang didapat dari penggurdi berdiameter dari 3,2 sampai 25 mm dapat dihitung dengan hubungan berikut:

$$\text{Kelebihan ukuran rata-rata} = 0,05 + 0,13 D$$

$$\text{Kelebihan ukuran maksimum} = 0,13 + 0,13 D$$

$$\text{Kelebihan ukuran minimum} = 0,03 + 0,08 D$$

Dengan

$$D = \text{diameter penggurdi nominal, milimeter.}$$

Hubungan ini digunakan tidak hanya untuk lubang yang digurdi pada baja dan besi cor saja, tetapi juga logam bukan besi pada umumnya.

Tabel 2.1
Hantaran yang dianjurkan untuk Penggurdi

	Diameter (mm)	Hantaran (mm / put)
Dibawah	3,3	0,03 – 0,05
	3,2 – 6,4	0,05 – 0,10
	6,4 – 12,7	0,10 – 0,18
	12,7 – 25,4	0,18 – 0,38
Diatas	25,4	0,38 – 0,64

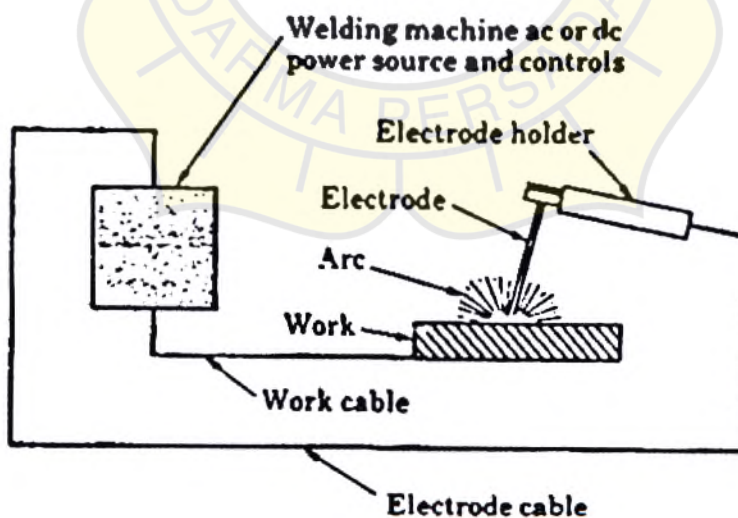
2.3 Pengelasan

Suatu sambungan yang dilas adalah suatu sambungan permanen yang mana diperoleh dari peleburan tepi kedua komponennya, dengan atau tanpa dilakukan tekanan maupun suatu saringan material. Pemanasan diperlukan untuk peleburan dari material yang diperoleh dari pembakaran gas (dalam hal pengelasan dengan gas) atau dengan suatu listik/elektroda untuk mengelas.

Pengelasan secara ekstensif digunakan dalam pembuatan atau pemalsuan sebagai suatu metoda alternatif untuk tempaan atau tuangan dan sebagai pengganti seperti sambungan dikeling. Hal ini menggunakan suatu medium sebagai perbaikan. misalnya untuk membangun suatu bagian kecil yang telah putus, mengisinya hingga meregenerasi bagian hilang tersebut

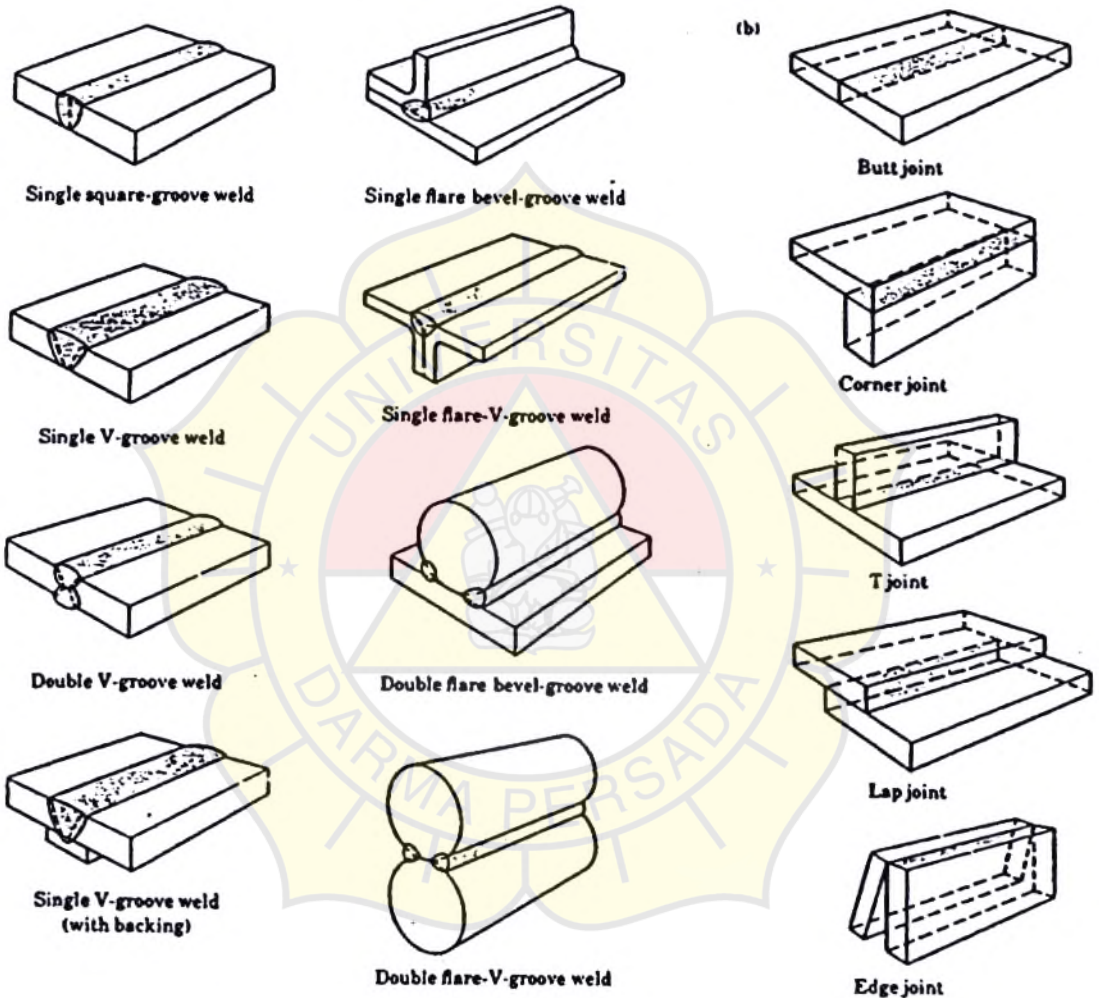
dengan memasukkan sel logam yang baru kedalamnya. Pengolahan proses pengelasan dapat terbagi menjadi tiga berdasarkan medium yang dipakainya (gas, elektroda, dan termit).

Di dalam pengelasan listrik, pekerjaan disiapkan dengan elektroda beraliran listrik yang sama perihal dilakukan pada saat proses seperti memasang pengelasan gas. Dalam hal ini pengisi metal/logam disediakan oleh elektroda-las metal operator dengan mata dan muka yang dilindungi oleh helm protektor, Bagian arus lain dijepitkan pada massa benda kerjanya. Bagian arus yang menjepit logam leleh dibenturkan ke permukaan yang mau dilas, benturan tersebut akan menimbulkan loncatan tegangan singkat yang membuat energy listrik menjadi energy panas. Panas suhunya mampu mencapai titik leleh besi tersebut, yang mengakibatkan logam leleh tersebut mencair dan mengisi bagian yang ingin dilas. Rangkaiannya seperti pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Pengelasan listrik

Kekuatan pengelasan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, terutama pada hal teknik pengelasannya. Adapun tata cara teknik pengelasan pada bidang dua logam yang ini di *joint* dengan proses las. Seperti pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Teknik pengelasan